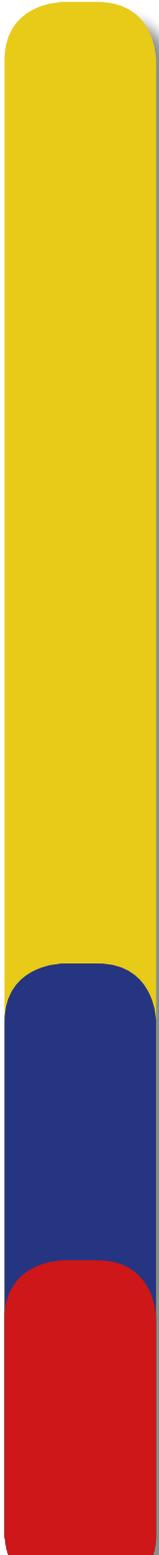
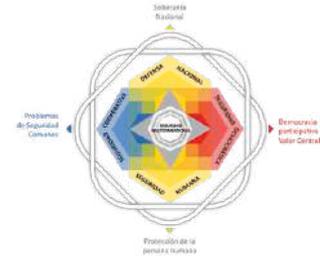




Estrategia de
Seguridad Energética Nacional



Estrategia de
Seguridad Energética Nacional



Estrategia de Seguridad Energética Nacional

© Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto" - ESDEG
Departamento Curso de Altos Estudios Militares y Curso Integral de Defensa Nacional
(CAEM –CIDENAL) Carrera 11 No. 102-50 Bogotá D.C., Colombia

Editores

Mayor General Luis Mauricio Ospina Gutiérrez
Director Escuela Superior de Guerra

Brigadier General (RA) Fabricio Cabrera Ortiz
Jefe Departamento CAEM - CIDENAL

Autores

Curso de Altos Estudios Militares No. 62
CR. (EJC) Ricardo Heriberto Roque Salcedo.
CR. (EJC) Carlos Enrique Carrasquilla Gómez.
CR. (EJC) Federico Alberto Mejía Torres.

Estudiantes Internacionales

CR. (EJC) Marcelo Massetti Pereira (Brasil).

Estudiantes Curso Integral de Defensa Nacional

No. 48 - Policía Nacional
CR. Nicolas Alejandro Zapata Restrepo.

Estudiantes Curso Integral de Defensa Nacional No. 48

CD. Sandra Patricia Díaz Gutiérrez.
CD. Hassan David Duva Silvestre.
CD. Jairo Gómez Arias.
CD. Richard Mauricio Gómez Machado.
CD. Juan Gabriel González Fruchtnis.
CD. Alberto José Madero Rincón.
CD. Tulio Iván Vélez Hoyos.
CD. Diego Mesa Puyo

Producción gráfica

Opciones Gráficas Editores Ltda.
Corrección de estilo
Mayté Ropaín
Diseño gráfico
Luis Fernando Conde López
www.opcionesgraficas.com
instagram: @opcioneseeditores
(+57 1) 237 2383
Bogotá D.C., Colombia

ISBN: 978-958-53101-8-6
ISBN-E: 978-958-53778-1-3
Primera edición: noviembre de 2021 - Bogotá, D.C.
Impreso en Colombia
Printed in Colombia

Los derechos de explotación de esta obra están amparados por la Ley de Propiedad Intelectual. Ninguna de las partes de la misma puede ser reproducida, almacenada ni transmitida en ninguna forma ni por medio alguno, electrónico, mecánico o de grabación, incluido fotocopias, o por cualquier otra forma, sin permiso previo.

Los textos que aquí se publican son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan necesariamente el pensamiento ni la posición de la Fundación Konrad Adenauer, KAS, Colombia.



Contenido

Resumen ejecutivo	8
Introducción	13
Capítulo 1. Contexto Global y Regional	17
1.1 Política de Seguridad Energética.....	19
1.2 Transición energética.....	24
1.2.1 Transición energética en América Latina y el Caribe	25
1.2.2 Unión Europea.....	26
Capítulo 2. Entorno Energético Nacional	31
2.1 Suministro Energético de Colombia.....	33
2.2 Planes gubernamentales del sector energético	33
2.3 Factores de la Seguridad Energética Nacional.....	38
2.4 Principales fuentes de producción de hidrocarburos	39
2.5 Suministro de energía eléctrica.....	42
2.6 Medios y Herramientas: Transmisión y transporte de energía	46
2.6.1 Infraestructura eléctrica	46
2.6.2 Infraestructura de poliductos y gasoductos.....	50
2.7 Distribución y comercialización de energía.....	53
2.7.1 Distribución y comercialización de energía eléctrica.....	54
2.7.2 Distribución y Comercialización de Gas	58
2.7.3 Distribución y Comercialización de Combustibles Líquidos	64
Capítulo 3. Riesgos y amenazas	71
3.1 Desafíos de la Seguridad Energética nacional	73
3.2 Riesgos a la Seguridad Energética	74

Capítulo 4. Objetivos y Líneas de Acción	77
4.1 Objetivo general.....	80
4.2 Objetivos específicos	80
Objetivo Estratégico 1.	80
Objetivo Estratégico 2.	84
Objetivo Estratégico 3.	86
Objetivo Estratégico 4.	88
Objetivo Estratégico 5.	91
Referencias	94

Figuras

Figura 1. Evolución del marco normativo para el sector energético en Colombia. 1994-2018.....	15
Figura 2. Parámetros para la seguridad energética.....	20
Figura 3. Concepto de Seguridad Energética.....	23
Figura 4. Etapas de la estrategia de largo plazo del gobierno de Brasil en relación con la expansión del sector de energía.....	26
Figura 5. Planes de Energía por países.	27
Figura 6. Planes gubernamentales para el desarrollo del sector energético.....	33
Figura 7. Histórico de planes energéticos de Colombia, 2003-2015.....	35
Figura 8. Diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 para el crecimiento sostenible y expansión de oportunidades del sector energético en los territorios.	36
Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	37
Figura 10. Características del suministro de energía.....	38
Figura 11. Producción de petróleo en Colombia 2010-2020.....	40
Figura 12. Cadena de prestación del servicio.....	42
Figura 13. Proporción de capacidad instalada por recurso en el suministro de energía eléctrica. Colombia, 2018.	43
Figura 14. Objetivos CLP.....	44
Figura 15. Capacidad instalada (MW) adicional en el sistema producto de la subasta de Cargo por Confiabilidad. Colombia, 2019.	45
Figura 16. Composición de la canasta de generación tras la subasta del Cargo por Confiabilidad y la Subasta CLP. Colombia, 2019.	46





Figura 17. Mapa de las líneas de transmisión que conforman el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Colombia, 2019.	48
Figura 18. Mapa del Sistema Interconectado Nacional (SIN) Energía Eléctrica STN, STR con expansión.	49
Figura 19. Estructura del sector Gas Natural y GLP en Colombia.	51
Figura 20. Infraestructura de transporte y gas en Colombia, 2020.	52
Figura 21. Proceso de coordinación para transporte de gas.	53
Figura 22. Distribuidores de energía eléctrica. Colombia, 2020.	54
Figura 23. Generación, distribución y comercialización de energía en Colombia.	55
Figura 24. Fórmula del costo unitario de la prestación del servicio de energía eléctrica en Colombia.	56
Figura 25. Estructura del mercado eléctrico colombiano.	58
Figura 26. Composición mercado del gas.	59
Figura 27. Consumo por empresa mercado regulado de gas natural en Colombia, 2021.	60
Figura 28. Consumo de gas natural por sectores. Colombia, 2019.	61
Figura 29. Distribución porcentual de vehículos que utilizan Gas Natural Vehicular (GNV) en Colombia, 2020.	63
Figura 30. Cadena de distribución de Gasolina y Diesel en Colombia.	65
Figura 31. Composición del precio de venta al público de los combustibles en Colombia.	66
Figura 32. Distribución de combustibles por tipos de precio. Colombia, 2020.	67
Figura 33. Zonas de frontera en Colombia para la aplicación de exenciones tributarias y subsidios al precio del combustible.	68
Figura 34. Riesgos del sector energético en Colombia.	75
Figura 35. Alternativas para ampliar el suministro de Gas Natural.	82

Siglas y Abreviaturas

Sigla	Descripción
AIE	Agencia Internacional de Energía
ANDEMOS	Asociación Nacional de Movilidad Sostenible
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
APERC	Asia Pacific Energy Research Centre
ASIC	Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales

Sigla	Descripción
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CACSSE	Comisión Asesora para el Seguimiento de la Situación Energética
CAPEX	Gastos de capital
CND	Centro Nacional de Despacho
CLP	Contratos de Largo Plazo
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CTG	Centro de Coordinación de Transporte de Gas Natural
DAA	Diagnóstico Ambiental de Alternativas
EDS	Estaciones de Servicio
FFMM	Fuerzas Militares
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energías Renovables
GEI	Gas de Efecto Invernadero
GNC	Gas Natural Comprimido
GNL	Gas Natural Licuado
GNV	Gas Natural Vehicular
GLP	Gas Licuado de Petróleo
ICA	Impuesto de Industria y Comercio
IEA	International Energy Agency
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
LAC	Liquidador y Administrador de Cuentas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OEF	Obligaciones de Energía Firme
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONU	Organización de Naciones Unidas
OPEX	Gasto Operacional
OR	Operadores de Red
PAA	Plan de Acción Anual
PAGN	Plan de Abastecimiento de Gas Natural
PEI	Plan Estratégico Institucional
PEN	Plan Energético Nacional





Sigla

Descripción

PES	Plan Estratégico Sectorial
PERGT	Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión
PERS	Plan de Energización Rural Sostenible
PIAPC	Plan Indicativo de Abastecimiento de Petróleo y Combustibles
PIB	Producto Interno Bruto
PIEC	Plan Indicativo de Expansión de cobertura del Sector de Energía Eléctrica
PIEGCG	Plan Indicativo de Expansión de la Cobertura de Gas Combustible
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNDM	Plan Nacional de Desarrollo Minero PNSE: Política Nacional de Seguridad Energética
PNE	Plan Nacional de Energía
PNSE	Política Nacional de Seguridad Energética
PPAA	Proceso Permanente de Asignación de Áreas
PPII	Proyectos Piloto Integrales de Investigación
RETD	Renewable Energy Technology Deployment
RUT	Reglamento Único de Transporte
SDL	Sistemas de Distribución Local
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SICOM	Sistema de Información de Combustibles
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SNE	Secretaría Nacional de Energía
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
STN	Sistema de Transmisión Nacional
STR	Sistema de Transmisión Regional
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
ZNI	Zonas No Interconectadas



Resumen ejecutivo

En el marco de procesos de globalización y cambio climático el análisis y estudio de los riesgos que pueden afectar la seguridad energética en Colombia es fundamental para el desarrollo y crecimiento del país. En este sentido, es determinante estar preparados ante cualquier contingencia que evite garantizar el aprovisionamiento y acceso a la energía en todo el territorio nacional.

En la actualidad, la seguridad energética no es responsabilidad exclusiva de la fuerza pública, puesto que los riesgos y amenazas proceden de ámbitos tan disímiles como, por ejemplo, el cambio climático, las modificaciones de los mercados y las alteraciones en regímenes políticos de otros países. En tal sentido, el sistema energético del país enfrenta muchos riesgos dentro de los que se pueden destacar interrupciones en el suministro de energía, desastres naturales y ataques terroristas.

En ese orden de ideas, este documento identifica aquellos riesgos que se constituyen como una amenaza grave para la seguridad nacional, militar, diplomática y económica. Así mismo se enfoca en establecer una serie de objetivos y líneas de acción que permitan garantizar el suministro energético a nivel nacional, priorizando la atención de las necesidades básicas de los habitantes y el suministro necesario para el funcionamiento productivo del país.



Tomando en consideración los efectos que ocasionaría sobre la economía del país una falla del sistema energético –en términos de precios, costos, abastecimiento e infraestructura– es fundamental para el planteamiento de la política nacional el propósito de satisfacer las necesidades energéticas tanto en el corto como en el largo plazo. Por ello, este documento se propone una estrategia que permita garantizar la continuidad del suministro y la operación energética nacional, optimizando los recursos disponibles, evolucionando en el proceso de transición energética a energías renovables no convencionales e impulsando la inversión en el sector energético que permita mantener precios asequibles para el consumidor y que reduzcan la huella ambiental.

Con el fin de desarrollar lo descrito anteriormente, el presente documento se compone de cuatro capítulos. En el primero, se realiza un ejercicio expositivo del contexto global y regional del proceso de transición energética como mecanismo de seguridad a largo plazo.

En el segundo capítulo, se expone el entorno energético nacional de forma detallada, describiendo los medios y herramientas implementados durante las etapas de transmisión, transporte, distribución y comercialización de los distintos sectores energéticos. En el tercer capítulo, se exponen las amenazas y la materialización de los riesgos en seguridad energética a nivel nacional, enfatizando esto en cada uno de los sectores. Finalmente, en el cuarto capítulo se presentan los objetivos y líneas de acción a desarrollar como parte nuclear de la estrategia de seguridad energética.





Introducción

Introducción

El sector energético es estratégico dentro de la economía nacional, pues juega un rol fundamental como insumo y potenciador del resto de los sectores y es esencial en la calidad de vida y satisfacción de las necesidades básicas de la población. Este carácter estratégico ha hecho que dichas actividades hayan sido tradicionalmente reservadas al Estado, tendencia que cambió en la década de los 90, cuando se planteó la reestructuración del sector, con la aprobación de las leyes 142 y 143 de 1994 (figura 1). Sin embargo, actualmente no existe una estrategia o ley que armonice los esfuerzos que desde distintos campos del sector energético se promueven para el fortalecimiento de la matriz nacional.

Debido a la forma en la que el suministro energético se encuentra organizado y conectado en el país, existe una alta posibilidad de interrupción de este por diversas variables –factores climáticos, bloqueos en las vías, problemas en la provisión por parte de algún proveedor y/o problemas de seguridad y ciberseguridad–. Frente a estos factores, las zonas no interconectadas del país tienen especial vulnerabilidad. Adicionalmente, Colombia cuenta en la actualidad con un bajo porcentaje de reservas de crudo y gas natural, y las fuentes de energía no convencionales no superan el 6 % de la canasta total.

En este sentido, otros inconvenientes de la matriz energética colombiana relacionados con los limitados recursos tienen que ver con la poca diversidad corporativa, que a su vez se relacionan, por un lado, con la dependencia de los mercados internacionales y la búsqueda de diversificación de los proveedores nacionales; y por otro, con la forma en que se transportan los recursos energéticos en el país, y el bajo grado de cobertura en caso de emergencia.

El objetivo general de la Estrategia de Seguridad Energética se centra en garantizar la continuidad del suministro, la operación energética nacional y el acceso a la energía en todo el territorio nacional, a través de la optimización de los recursos disponibles y la evolución en el proceso de transición energética a energías renovables no convencionales. Igualmente, se pretende disponer de un marco normativo claro y de

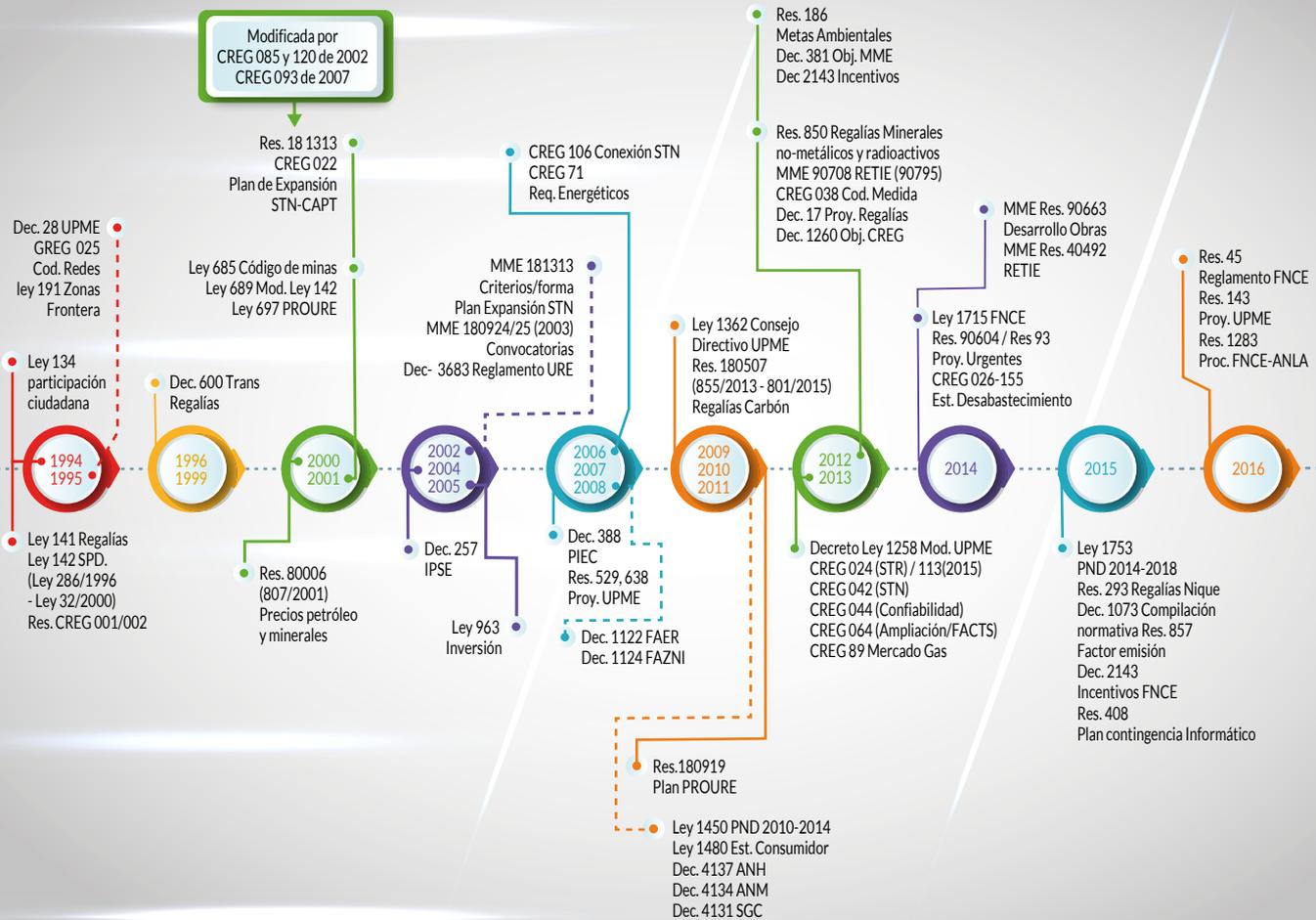


la garantía de las condiciones de seguridad mínimas para que los proyectos en esta materia se desarrollen exitosamente.

Contando con la acción coordinada de la Fuerza Pública, los intereses nacionales del orden estratégico permiten el desarrollo a largo plazo del Estado, aumentan su capacidad y fortalecen el entorno vital de la sociedad. La concientización de la población y de sus líderes políticos, determinan el camino para establecer las líneas de acción de las aspiraciones del país para su bienestar y estabilidad desde los campos del poder (Baena, 2015).

Por otra parte, la necesidad de estructurar planes para proteger todo el sistema energético que integren la comunidad y las instituciones son fundamentales en términos de acciones concretas, cooperación entre entidades y reconocimiento de las necesidades desde el orden estatal, generando un compromiso que mejora las tareas específicas como el despliegue y cobertura de la Fuerza Pública en las áreas priorizadas, en donde se concentran los activos estratégicos de la infraestructura crítica como: campos petroleros, oleoductos, poliductos, hidroeléctricas, estaciones de transmisión de energía, entre otros.

Figura 1. Evolución del marco normativo para el sector energético en Colombia. 1994-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio de Minas y Energía.

CANRIG
COMMANDER





Capítulo 1

**Contexto
Global y
Regional**

Contexto Global y Regional

A nivel internacional el concepto de Seguridad Energética presenta una marcada orientación a identificar como elementos determinantes los mecanismos y procesos de transición energética a largo plazo. En el presente apartado se exponen las formas en las que algunos estados estructuran la Seguridad Energética.

1.1 Política de Seguridad Energética

La Seguridad Energética es un concepto que se empieza a contemplar en todos los países después de las experiencias de la Segunda Guerra Mundial, donde se cambia la fuente principal de energía de las embarcaciones por el combustible derivado del petróleo. Es así como por mucho tiempo el panorama energético del mundo estuvo caracterizado por el control de los países desarrollados, cuya demanda superaba su oferta, teniendo que recurrir al abastecimiento de países en desarrollo. En este contexto, el control geopolítico sobre los países productores y el control de la volatilidad de los precios se convirtieron en el primer tema de la agenda, tanto para las potencias mundiales como para las grandes compañías.

De este modo, la Seguridad Energética, además de apuntar a garantizar un suministro estable de petróleo con precios bajos, pasó a ser una herramienta de poder, mediante amenazas de embargos y manipulaciones a los precios de los exportadores. Así mismo, con el fin de atender las necesidades de la sociedad, el crecimiento de los sistemas eléctricos, la instalación de centrales nucleares y la expansión del gas natural, siguieron una tendencia similar al enfocarse en el abastecimiento ininterrumpido a precios competitivos.

En la actualidad, grandes regiones han quedado sin abastecimiento de recursos energéticos, debido a conflictos de distinto orden. En este sentido, la Seguridad Energética ha mostrado la necesidad de avanzar hacia una que reduzca el uso de combustibles fósiles importados y permita generar alternativas de cooperación más estrechas, respetando las preferencias energéticas nacionales, y que se apoyen en el principio de solidaridad. Algunas de las medidas necesarias se encuentran en la figura 2.

Figura 2. Parámetros para la seguridad energética.



Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de la tecnología adecuada para explotar hidrocarburos en yacimientos no convencionales se convirtió en un hito energético que está cambiando la política internacional, además de cambiar estructuralmente los mapas de importaciones y exportaciones de los recursos energéticos. Además, se evidencia que cada país ha construido su propio concepto de Seguridad Energética. Por ejemplo, economías como las de China o India han buscado mitigar los impactos de la dependencia de los mercados energéticos internacionales; por su parte, Rusia ha hecho esfuerzos por retomar el control de las rutas de transporte de sus hidrocarburos; Estados Unidos apunta a su independencia energética y la Unión Europea se enfoca en la búsqueda del suministro de gas natural para la infraestructura crítica.

Finalmente, en el caso colombiano, el concepto de Seguridad Energética ha estado vinculado a la disponibilidad del suministro energético, representado en combustibles líquidos, electricidad y gas natural; especialmente, con la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos y con la necesidad de ampliación de la cobertura y aprovechamiento de los recursos naturales del país (Osorio y Olaya, 2011). Tradicionalmente, Colombia ha sido un país exportador de petróleo, motivo por el cual la economía del país ha estado ligada al precio del crudo en los mercados internacionales. Adicionalmente, el conflicto sufrido por el país desde la década de 1960 ha afectado el suministro energético por los constantes ataques a la infraestructura energética, torres de electricidad y oleoductos (González-Posso, 2011)

Los sistemas energéticos varían de un lugar a otro, tienen diferentes problemas y diferentes potenciales; además, el término de Seguridad Energética se extiende a otros contextos como pobreza o cambio climático y aún no tiene una definición final. A continuación, se exponen algunas nociones que sirven como base conceptual al presente trabajo:

En primer lugar, como concepción clásica, se puede destacar el concepto de “Seguridad o continuidad del suministro energético”, basado en la provisión de suficiente cantidad de energía a precio asequible, en el que prima el componente físico-territorial sobre el funcional. Este necesita de la incorporación de un nuevo marco conceptual, que incluya estabilidad de los precios, diversificación de fuentes energéticas, economía de las inversiones, seguridad física de las infraestructuras, reservas y almacenamiento, equilibrio político y poder militar, eficiencia energética, mercados, sostenibilidad, entre otros. (De Espona, 2013; García-Reyes y Lozada-García, 2015).

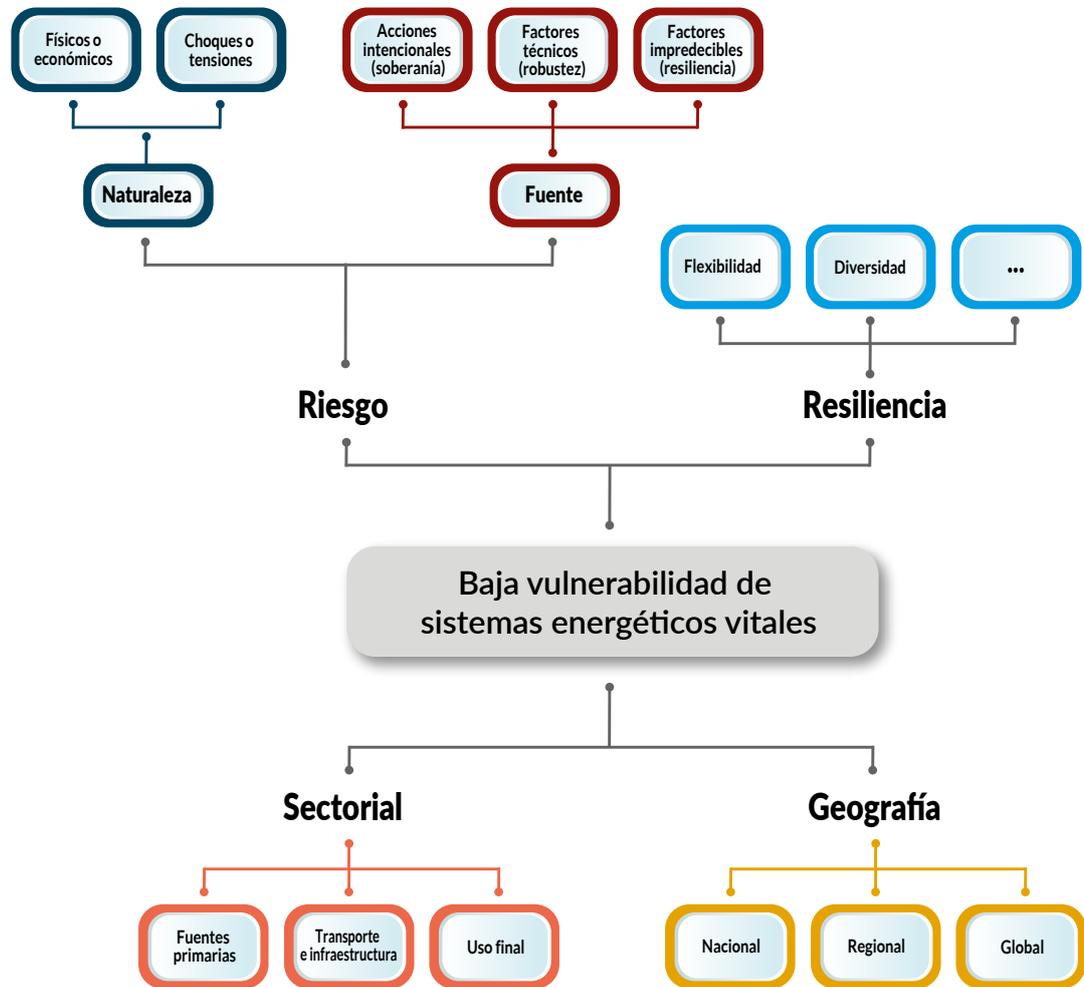


En segundo lugar, la definición moderna, planteada por Cherp y Jewell (2014), es novedosa en no restringir su noción a un sector o elemento específico de la cadena de suministro, así como a ninguna problemática, por lo que resulta flexible a diferentes contextos históricos. Además, conduce a áreas comunes en las definiciones de Seguridad Energética: delimitación de un sistema energético vital, exploración de sus vulnerabilidades, y comprensión del proceso económico y político que conduce a la priorización de ciertos sistemas energéticos y vulnerabilidades.

Ahora bien, un sistema energético vital puede ser definido por sus características sectoriales o geográficas, según Cherp y Jewell (2013), como se muestra en la figura 3. Existen diversos tipos de sistemas que pueden considerarse vitales de acuerdo con la aplicación del concepto de Seguridad Energética, como el suministro de combustible a los vehículos militares, líneas de transmisión, oleoductos, centros de control de los servicios, entre otros.



Figura 3. Concepto de Seguridad Energética.



Fuente: Cherp, A. y Jewell, J. (2013). Energy security assessment framework and three case studies.
 En: H. Dyer, y M.J. Trombetta (ed.), International Handbook of Energy Security (pp. 146-173). Edward Elgar Publishing.

La vulnerabilidad de los sistemas energéticos es una combinación entre los riesgos y la capacidad para sobreponerse ante la materialización de éstos, es decir, su resiliencia. Los riesgos se pueden clasificar de acuerdo con su naturaleza o su origen, a la perturbación de corto plazo como “choques”, o de largo plazo como “tensiones”. Igualmente, es posible clasificarlos de acuerdo con la perspectiva de estudio propuesta por Cherp y Jewell (2011).



1.2 Transición energética

La transición energética es el tema central sobre el futuro de la energía, la cual adquirió mayor impulso después de que 196 países firmaran el Acuerdo de París en 2015, propendiendo a la carbono-neutralidad como objetivo para el 2050 con el fin de impactar positivamente el calentamiento global.

Actualmente, dos tercios de las emisiones y el PIB mundial se originan en países comprometidos con la Carbono-neutralidad. La transición energética busca transformar la manera en que el mundo produce y consume energía, e incluso la naturaleza misma de gran parte de la economía global. Las grandes potencias económicas están comprometidas con esto, y se ha iniciado una nueva carrera de superpotencias por liderar los mercados globales en términos de vehículos eléctricos, energía solar y eólica, hidrógeno y tecnologías que aún están por emerger. El dilema planteado tiene dos variables: la carbono-neutralidad y el cómo lograrlo, que aún genera mucha incertidumbre. Lo único claro es que los países comprometidos deben ajustar sus regulaciones y presupuestar un proceso que claramente es costoso, complicado, polémico y que requiere de mucha innovación y desarrollo tecnológico, más aún teniendo en cuenta las consecuencias dejadas por la pandemia del COVID-19.

Por su parte, Colombia busca impulsar las mejoras y aumentar la confiabilidad de la red eléctrica del país mediante la obligación de compra de energías renovables. Esto, a través de la promoción de eficiencia energética y sostenibilidad con nuevos incentivos fiscales, procurando aumentar la capacidad de almacenamiento y fortalecer la producción de energía eólica y solar, facilitando, al mismo tiempo, trámites en el proceso de concesión de licencias ambientales para incentivar la inversión privada en el país.

La integración de la energía renovable en la producción de petróleo y gas es otro paso. Para los mercados financieros centrados en criterios de inversión ASG (Ambientales, Sociales y de Gobierno corporativo), la integración de la energía renovable en los planes energéticos a largo plazo subraya aún más la estabilidad y el atractivo de las inversiones futuras en Colombia.

Alcanzar el objetivo de carbono-neutralidad para 2050, o incluso la reducción a gran escala del carbono antropomórfico en la atmósfera, requerirá avances e innovaciones en química, física y ciencia de los materiales; así como avances en la captura de carbono, hidrógeno, digitalización, manufactura, inteligencia artificial, robótica, software, análisis de datos y otras tecnologías. En este sentido, los países deben reorientar permanentemente sus políticas, ajustándolas a las tendencias globales e incentivando la inversión, en un escenario en que las naciones buscan atraer capital global para hacer realidad sus ambiciones de transformar sus economías y sistemas energéticos (Yergin, 2021, pp. 11-15).

1.2.1 Transición energética en América Latina y el Caribe

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), reconoce el impulso con el que América Latina y el Caribe empezó a transformar su matriz energética, mostrando capacidad de adaptación a cambios económicos y sociales, además de haber tenido siempre la matriz energética más limpia, favorecida por la gran cantidad de recursos hídricos. Siguiendo esta tendencia, en la región se están visualizando a largo plazo servicios de infraestructura eléctrica –soportados en el Acuerdo de París– donde la sostenibilidad y calidad buscan la construcción de ciudades modernas, productivas y saludables, dentro de un contexto difícil de recuperación post pandemia (Pérez, y otros, 2021).

En tal sentido, la búsqueda de nuevas fuentes de energías renovables, la descarbonización de las economías, la preocupación por la huella ambiental y sus consecuencias derivadas en el cambio climático, hacen parte de la agenda regional. Partiendo de esto, los países están fortaleciendo su marco regulatorio y mejorando su infraestructura, ya que en América Latina y el Caribe aún existen 4,5 millones de usuarios sin acceso a este servicio, según la publicación insignia del BID del 2020. Con respecto a la calidad del servicio, el 60 % de las empresas manifiestan que sufren interrupciones en el servicio. (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

Aún con estas tareas pendientes, los países no pueden perder de vista las transformaciones que surgen para el sector, como la inclusión de paneles solares domiciliarios y la electromovilidad, ejemplos de la extraordinaria oportunidad para reducir el uso de combustibles fósiles y descarbonizar el sector transporte. Para aprovechar las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías, el BID recomienda fortalecer la

capacidad institucional de planificación, reconocer los retos del cambio climático y modernizar sus políticas energéticas.

Figura 4. Etapas de la estrategia de largo plazo del gobierno de Brasil en relación con la expansión del sector de energía.



Fuente: Brasil. Ministerio de Minas y Energía de Brasil, Empresa de Pesquisa Energética (MME/EPE, 2020). Plano Nacional de Energía (PNE) 2050. Brasília: MME/EPE. Traducción propia al Español.

1.2.2 Unión Europea

Con respecto a la transición energética, es importante indicar que ningún continente está presionando más fuerte que Europa. A finales de 2019, este continente adoptó el Pacto Verde Europeo, que se propone lograr una reducción de las emisiones GEI del 55 % para 2030, y cero emisiones netas para 2050. Este pacto, junto con la recesión económica agravada por la pandemia inflexible del COVID-19, requirió del desarrollo de un plan de recuperación por parte del Parlamento Europeo de 1.824 billones de euros, haciendo un gran énfasis en la sostenibilidad y la digitalización.

A continuación, se presenta una ilustración (figura 5) que expone los marcos normativos para la transición energética de países en Latinoamérica, Europa, Asia y África, que sirven de referencia para el caso colombiano.

Figura 5. Planes de Energía por países.



Fuente: Elaboración propia.



Capítulo 2

Entorno
Energético
Nacional

Entorno Energético Nacional

La seguridad en el aprovisionamiento de la energía es fundamental para el desarrollo de nuestro país. Colombia es autosuficiente desde el punto de vista de la oferta energética; sin embargo, la declinación en la producción de gas, el perfil tan heterogéneo de su demanda, y la calidad del crudo doméstico, hacen que la infraestructura de importación cobre cada vez más relevancia para garantizar un suministro confiable y eficiente.

La localización geográfica de las fuentes de producción de hidrocarburos, de generación de energía eléctrica y de los centros de consumo hace que la integridad de los activos de transporte sea esencial para el crecimiento económico nacional. Así mismo, para cumplir con los objetivos y compromisos del Estado en materia de sostenibilidad es crucial garantizar las condiciones apropiadas para el desarrollo y la operación de los proyectos del sector de la energía.

Bajo esa lógica, Colombia inició un plan de fortalecimiento de su Seguridad Energética con el cambio de la Constitución Política en 1991, la cual abrió la puerta a la inversión privada en lo que se refiere a servicios públicos. Este cambio normativo se aceleró debido a la llegada del fenómeno del Niño en 1992, ya que llevó al país a tener un racionamiento de energía muy severo –hasta un 30 % de la demanda de energía del país quedó desabastecida durante 13 meses– (UPME, 2021).

Dicho escenario fue demasiado costoso para Colombia, pues se estima que el PIB dejó de crecer en más de 300 puntos básicos. Debido a ello, se expidieron, en un tiempo récord, la Ley 142 de 1994, de servicios públicos, y la Ley 143 del mismo año, también denominada ley eléctrica, dos leyes que forman el marco legal básico sobre el cual se establece la regulación del sector.



A propósito de esto, en octubre de 2020 la Agencia Internacional de Energía (AIE) dio a conocer su Reporte Anual respecto al sector en el mundo. Tal como era previsible, el organismo multilateral informó que la situación derivada del Covid-19 había ocasionado una contracción¹. No obstante, la entidad también llegó a la conclusión inesperada de que el impacto sobre las fuentes de energía renovables fue mínimo (IEA, en línea).

De hecho, la AIE proyecta que el ritmo de crecimiento de las tecnologías limpias para generar electricidad será muy elevado en el futuro previsible². De mantenerse esta tendencia, el peso de las fuentes renovables en la oferta de electricidad podría pasar del 5 % hoy, a la mitad del total de la demanda en 2050. Para 2018 un total de 106 países habían realizado subastas orientadas a incrementar sus fuentes de energía renovable, con impactos sobre los mercados laborales (IRENA, 2020).

En comparación con otras regiones, América Latina ha tenido la matriz de generación más limpia del mundo en desarrollo³. No obstante, el desarrollo de proyectos de este tipo está limitado por cuenta de las regulaciones ambientales y el impacto sobre las comunidades. Ese es un motivo fundamental para que la expansión dependa de la adopción de las fuentes renovables no convencionales que eran casi inexistentes al comenzar el siglo, pero que han aumentado su presencia en la década pasada y que en 2018 representaron el 6 % de la canasta total.

Las condiciones geográficas y naturales juegan a favor de la región, sobre todo en lo relacionado con la generación de energía solar y eólica. Estas alternativas tienen tal potencial que podrían cubrir plenamente las necesidades energéticas actuales. Esa ventaja ha sido aprovechada mediante el uso de mecanismos de mercado como las subastas, cuyos precios se ubican dentro de los más bajos del mundo. Aun así, y al igual que en otras latitudes, está pendiente de resolver el acertijo del almacenamiento, sin el cual no se puede asegurar el suministro constante.

.....
¹ Concretamente, 5 % en la demanda global de energía, 7 % en las emisiones de dióxido de carbono y 18 % en las inversiones destinadas al segmento.

² El cálculo es que el 90 % del aumento en la demanda de las próximas dos décadas estará cubierto por alternativas como los paneles solares o las turbinas de viento.

³ Debido a la presencia de plantas hidroeléctricas que en 2018 representaban el 58 % de la oferta total según la OLADE.



2.1 Suministro Energético de Colombia

Por su condición geográfica y su riqueza fluvial, la principal fuente de generación de energía eléctrica en Colombia ha sido el recurso hídrico y, en una menor proporción, los combustibles fósiles, como el carbón, el gas natural y los combustibles líquidos, para generación termoeléctrica. Sin embargo, esa alta dependencia en fuentes hídricas nos hace especialmente vulnerables a fenómenos de variabilidad climática como el fenómeno del Niño, que impacta el régimen de lluvias, el caudal de los ríos y la capacidad de los embalses.

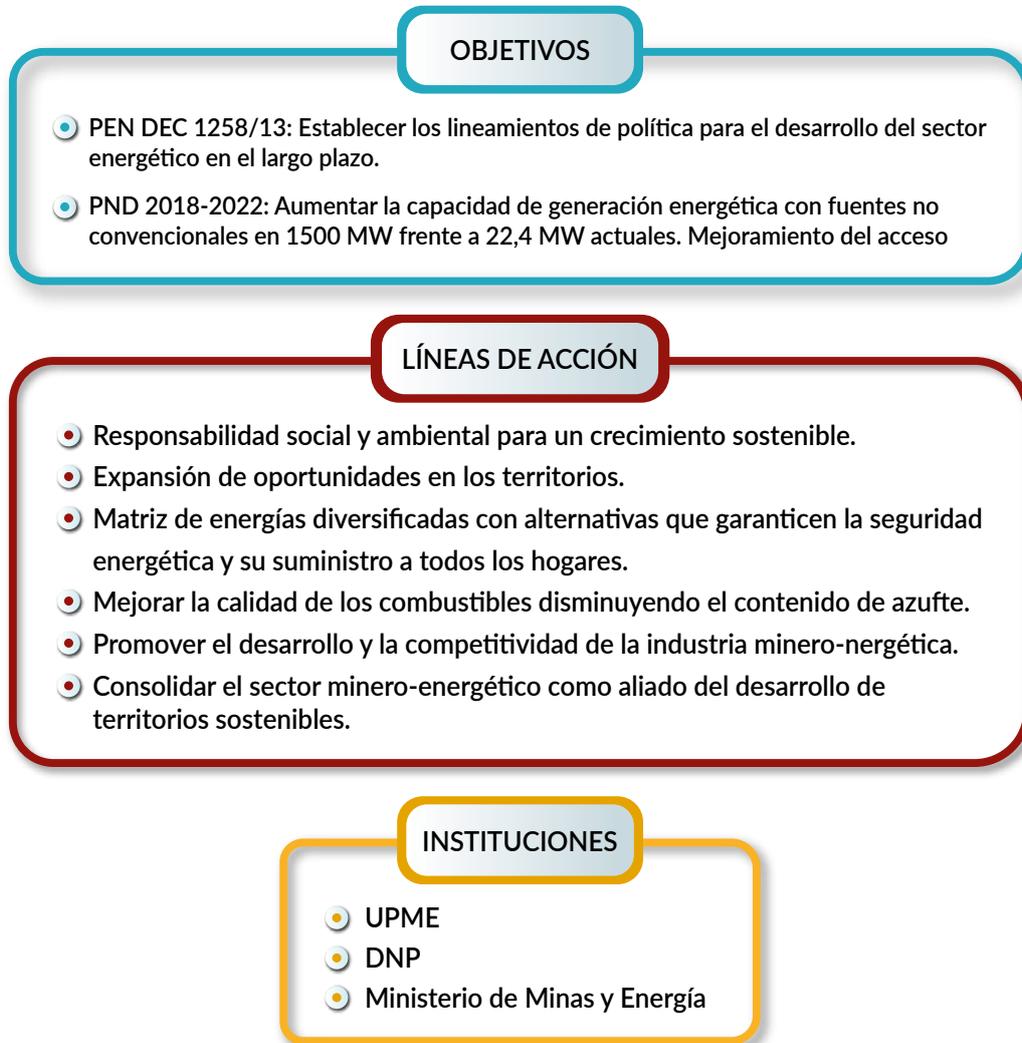
Con respecto a los combustibles fósiles, la producción de hidrocarburos en Colombia tuvo un punto de quiebre importante en los años noventa, cuando se encontraron los yacimientos de Cusiana, Cupiagua y Floreña, lo que llevó al país a posicionarse como uno de los principales productores de la región⁴. Sin embargo, las reservas actuales no nos dan un amplio margen de maniobra, con cerca de 6,2 y 8 años de reservas de crudo y gas respectivamente. Por lo tanto, resulta indispensable seguir en la búsqueda de nuevas reservas que permitan extender el horizonte de autosuficiencia energética del país, mientras se avanza en el proceso de transición energética.

2.2 Planes gubernamentales del sector energético

En el ámbito de la Seguridad Energética, a la fecha no existe un documento rector, como una ley o documento CONPES, que defina la Política Nacional de Seguridad Energética (PNSE) y brinde lineamientos a las diversas entidades del Estado para velar por el desarrollo del sector. Ahora bien, de acuerdo con las funciones de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), contenidas en el artículo 16 de la Ley 143/1994 y en el Decreto 1258/2013, se elabora un Plan Energético Nacional (PEN) con el propósito de establecer los lineamientos de política para el desarrollo del sector en el largo plazo. En el siguiente gráfico (figura 6) se resumen el PEN y PND 2018-2022 en su ámbito energético.

⁴ El aumento en la oferta de este energético tuvo una tasa de crecimiento anual promedio del 5 % entre 1999 y 2018 (Ministerio de Minas y Energía).

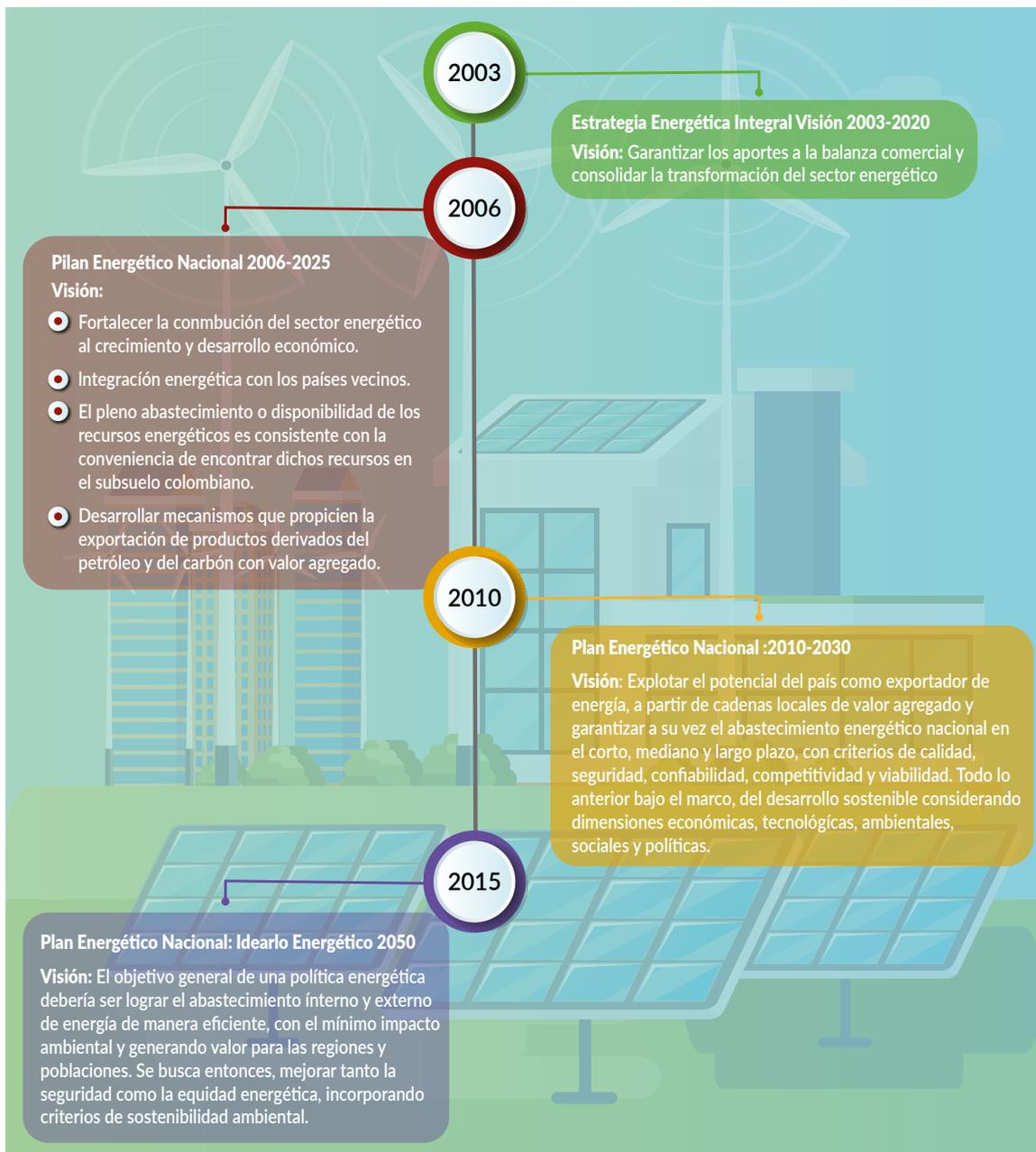
Figura 6. Planes gubernamentales para el desarrollo del sector energético.



Fuente: Elaboración propia a partir del PEN y PND 2018-2022.

En ese contexto, se han realizado cinco planes energéticos (figura 7), los cuales han estado enfocados al uso eficiente y sostenible de los recursos convencionales y no convencionales, a contribuir en la productividad y competitividad del mercado y el país, el mejoramiento de la institucionalidad y el incremento del beneficio social.

Figura 7. Histórico de planes energéticos de Colombia, 2003-2015.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2021). Plan energético nacional 2020-2025. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energético_Nacional_2020_2050.pdf

Lo anterior evidencia la necesidad de definir una Política de Seguridad Energética en la que se establezcan los requerimientos del país, así como los criterios mínimos de cumplimiento e indicadores de seguimiento y control.

En tal sentido, dentro del PND se hacen diagnósticos que denotan que el acceso a servicios públicos es un 28 % menor en las zonas rurales en comparación con las zonas urbanas, así como que existe un gran número de hogares que, por el uso de equipos ineficientes, consumen un 30 % de electricidad adicional (DNP, 2019b, p. 741). Lo anterior, sumado a otras consideraciones, orientan el plan hacia la expansión del servicio a sectores apartados, a implementar nuevas tecnologías para lograr el acceso, a mejorar los precios y tener mayor número de empresas prestadoras de servicio de energía y gas exigiéndoles mejor calidad en la actividad (figura 8).

Figura 8. Diagnóstico del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 para el crecimiento sostenible y expansión de oportunidades del sector energético en los territorios.



Fuente: Colombia. Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019c). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Todo lo que no le han contado del Plan. [RESUMEN]. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Como complemento de lo anterior, se han definido planes de renovación de electrodomésticos y sustitución de cocción con leña por otro tipo de energía, como ejemplo de algunas de las estrategias de apoyo planteadas, que buscan impactar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) previstos por la ONU (Naciones Unidas, 2015). Dentro de ellos, los relacionados con esta temática pueden apreciarse en la figura 9, a continuación.



Figura 9. Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Fuente: Naciones Unidas, Centro de Noticias (2015, septiembre 25). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.



Por otro lado, se identifican como nuevos retos para el desarrollo de la estrategia energética: (i) aprovechar nuevas fuentes de energía (solar, eólica, biomasa) para garantizar la Seguridad Energética; (ii) explotar los recursos minero-energéticos aplicando los más altos estándares técnicos, ambientales y sociales sostenibles; (iii) aumentar reservas de hidrocarburos que actualmente se calculan para brindar autosuficiencia de 6 años en crudo y 12 años en gas; (iv) consolidar el sector minero-energético como palanca del desarrollo de territorios sostenibles; y (v) enfrentar la explotación ilícita de minerales (DNP, 2019b).

2.3 Factores de la Seguridad Energética Nacional

Los factores de la Seguridad Energética nacional son el suministro de energía, la sostenibilidad económica y el medioambiente. La figura 10 muestra las características del suministro de energía en todos los eslabones de la cadena de suministro.

Figura 10. Características del suministro de energía.



Fuente: Elaboración propia.

Los factores de la Seguridad Energética Nacional dependen de elementos diversos que se deben tratar de forma integral y ser dimensionados en términos temporales para conocer el mapa de nuestros retos energéticos.

La garantía del suministro es esencial, pues la falta de continuidad de suministro en cualquier punto de la cadena global afecta a funciones tan básicas de la sociedad

como el transporte, la actividad comercial e industrial, la seguridad, la defensa e, incluso, pone en riesgo funciones vitales como la alimentación y los servicios de salud.

En segundo lugar, la sostenibilidad económica se relaciona con el acceso a servicios energéticos modernos, a precios eficientes y competitivos, dentro de un marco regulatorio claro, estable, que propenda por la suficiencia económica de los agentes del mercado, posibilite el desarrollo económico, cree un entorno favorable al desarrollo industrial, genere empleo y, en suma, estabilidad y seguridad. La energía es indispensable para que el desarrollo económico se pueda dar, puesto que la energía más costosa es aquella que no está disponible cuando se requiere.

En tercer lugar, respecto a la sostenibilidad medioambiental influyen distintos elementos, entre los que cabe destacar el esfuerzo nacional de la transición energética que busca diversificar la canasta, con energías aún más limpias. En ese sentido, se busca contribuir al cumplimiento de los estándares internacionales exigibles según los compromisos asumidos por el gobierno nacional, sin dejar de lado la eficiencia económica que se debe comprobar en condiciones de competencia, y sin sacrificar los logros de la política energética del país. De igual forma, la sostenibilidad ambiental busca disminuir la huella de carbono y potenciar todas las tecnologías disponibles cumpliendo los requisitos medioambientales establecidos.

En ese sentido, uno de los objetivos del país a nivel energético es aprovechar las condiciones físicas y climatológicas del territorio, como la luz solar y el viento, para generar energía limpia. Para ello, es determinante promover e invertir en investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i).

2.4 Principales fuentes de producción de hidrocarburos

En la actualidad, debido al ya mencionado problema de reservas disponibles de crudo y gas, existe la necesidad de tener un plan de abastecimiento de gas natural sostenible y de largo plazo, independiente de si es de fuente doméstica o internacional, que asegure el suministro de la demanda y una generación térmica confiable, dada la complementariedad que la misma otorga en los períodos de baja hidrología.

Con respecto al petróleo, la figura 11 evidencia una producción fluctuante en el periodo comprendido entre 2010-2020⁵.

Figura 11. Producción de petróleo en Colombia 2010-2020.



Fuente: Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

El país aún cuenta con un importante potencial inexplorado, en bloques costa afuera, tanto en el Caribe como en el Pacífico, así como en el desarrollo de campos mediante el uso de técnicas no convencionales, los cuales muestran una interesante prospectiva gasífera. En este último caso, se podrían aumentar las reservas en materia de gas natural en más de 20 veces.

En lo que atañe a la producción nacional, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el Ministerio de Minas y Energía han venido estimulando mayores niveles de exploración en nuevos campos, tanto continentales como costa afuera, que deben dar resultados positivos en los próximos años y cuya prospectiva en materia de depósitos de gas es elevada. En ese sentido, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se decreta que “la ANH establecerá las zonas para la exploración y producción de los yacimientos no convencionales y el MinEnergía y el MinAmbiente actualizarán, de ser necesario, la regulación técnica y ambiental específica para su exploración y producción” (DNP, 2019a, p. 795).

⁵ La producción proviene de 500 campos en explotación.

Por otra parte, la misión que evaluó la viabilidad de explorar yacimientos no convencionales entregó un detallado informe donde sugiere una serie de condiciones técnicas, ambientales y sociales previas y concomitantes al desarrollo de Proyectos Piloto Integrales de Investigación (PPII) antes de determinar la viabilidad comercial de este tipo de yacimientos mediante fracturación hidráulica y perforación horizontal (Comisión Interdisciplinaria Independiente, 2019).

En el “Estudio técnico para el plan de abastecimiento de gas natural”, entregado por la UPME en el 2020, se ratificó la necesidad de construir la planta de regasificación del Pacífico colombiano, orientada a la importación de este recurso, el cual podría provenir de Estados Unidos, Trinidad y Tobago u otras fuentes de exportación cercanas a Colombia. La justificación es la progresiva pérdida de autosuficiencia de gas natural (en 2020 las reservas probadas pasaron de 9,8 a 8,1 años).

Los análisis técnicos señalan que este nuevo punto de suministro de gas natural importado, con entrada en operación en diciembre de 2025, diversificará las fuentes de abastecimiento, además de flexibilizar el sistema nacional de transporte ante eventos de falla en el sistema, reduciendo así el riesgo de desatención de la demanda.

En la actualidad, Colombia dispone de dos grandes refinerías propiedad de Ecopetrol S.A. y refinerías pequeñas en distintas localizaciones del territorio nacional. El compromiso de la refinación⁶ de petróleo en nuestro país es el suministro de combustibles líquidos que este requiere para su desarrollo, en el marco de una política de preservación del medio ambiente y de una mayor eficiencia económica. De este modo, el balance de producción de la refinería depende fundamentalmente de la calidad del crudo que se carga y de la complejidad de las instalaciones que lo procesan⁷.

Aun cuando se han realizado inversiones y diversos trabajos para mejorar la eficiencia operativa de las plantas pequeñas y de Barrancabermeja, la modernización de estas no se ha ejecutado al mismo ritmo que el cambio de características de los crudos producidos en el país, donde es mayoritaria la producción de crudos

⁶ En términos conceptuales la refinación del petróleo se puede definir como la conversión (mediante procesos y subprocesos) del crudo en diferentes productos combustibles, lubricantes o petroquímicos, cuyo valor en el mercado supera el valor del petróleo en su estado original.

⁷ La gravedad API, es por excelencia el índice de la calidad del crudo. Sin embargo, este índice sólo permite una apreciación cualitativa de la producción de destilados, pero no sirve ni se puede utilizar en alguna correlación directa que indique cuál es el rendimiento del crudo.

pesados. No obstante, en el caso de la refinería de Cartagena el escenario mejoró sustancialmente y fue significativo el incremento de oferta en ACPM que mostró un crecimiento superior al 200 %, posibilitando durante los últimos años un alivio en las importaciones de este producto.

2.5 Suministro de energía eléctrica

Figura 12. Cadena de prestación del servicio.

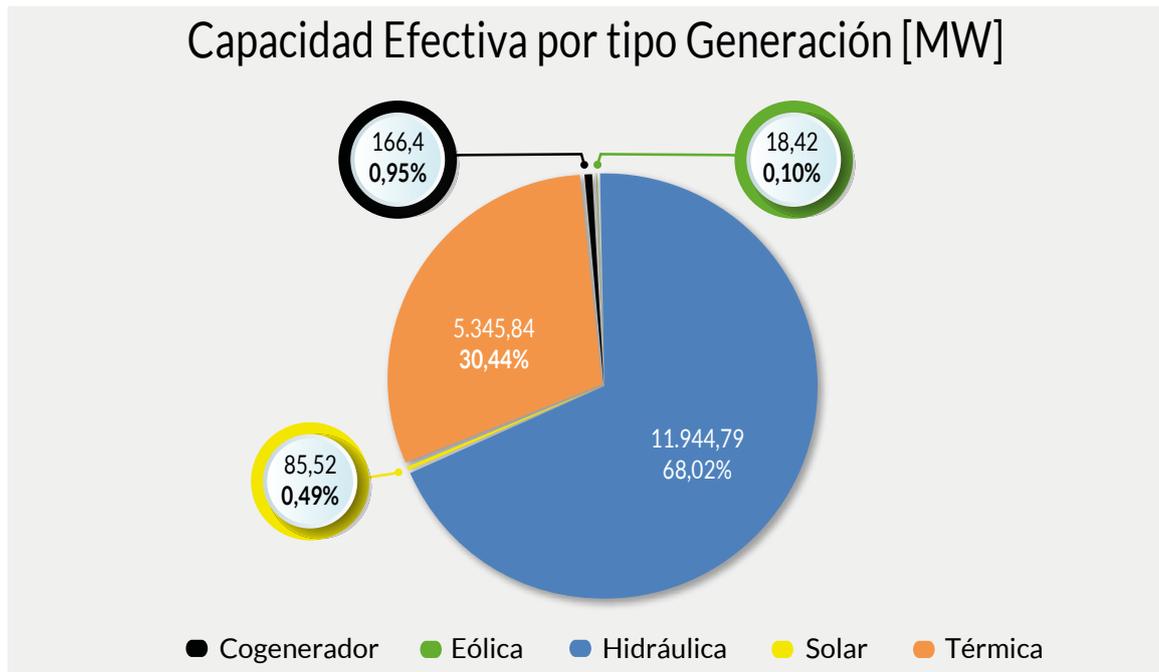


Fuente: Elaboración propia.

Hasta 2018 la capacidad instalada de fuentes de generación dependía en cerca de un 68 % de hidroeléctricas y 31 % de fuentes térmicas (figura 13). Las fuentes no convencionales de energías renovables (FNCR) representaban un porcentaje muy pequeño

dentro del total. Las cifras son elocuentes, de los 17,3 gigavatios (GW) instalados en Colombia para el año señalado, menos de 30 megavatios (MW) entraban en esta categoría. Lo anterior ocurrió, a pesar del gran potencial, en ciertas áreas del territorio nacional⁸.

Figura 13. Proporción de capacidad instalada por recurso en el suministro de energía eléctrica. Colombia, 2018.



Fuente: XM S.A. ESP (2021). Parámetros Técnicos del SIN - PARATEC. Líneas de transmisión por agentes operadores [Internet, fecha del reporte 20-05-2021]. <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/transmission.aspx?q=lineas>

El mecanismo fundamental de expansión de la capacidad del sistema es el Cargo por Confiabilidad, que, mediante una subasta, asigna unas Obligaciones de Energía Firme (OEF)⁹ a los proyectos nuevos y en marcha. Este modelo ha permitido que los ofertantes cuenten con un ingreso estable, haciendo la operación financieramente viable, con lo cual se robustece el suministro, pues existe un respaldo suficiente para superar los períodos de escasez de agua.

⁸ Para citar un caso concreto, y de acuerdo con el IDEAM, en la Guajira la velocidad del viento es el doble del promedio mundial, alcanzando una velocidad 9 m/s a 80 metros de altura, mientras que la radiación solar en ese departamento es 60 % más alta que el promedio mundial (Ministerio de Minas y Energía).

⁹ En otras palabras, las OEFs son un acuerdo contractual en el que las plantas garantizan su disponibilidad para generar la energía que les fue asignada en el momento más crítico de hidrología, contribuyendo así a la confiabilidad del servicio

Recursos como el solar y eólico no contribuyen de manera destacada a la confiabilidad, debido a su variabilidad e intermitencia. Sin embargo, es cada vez más aceptado que estas opciones tienen un gran potencial para aumentar la flexibilidad y resiliencia de la generación de energía.

Por otra parte, buscando contrarrestar la vulnerabilidad generada por una matriz poco diversa y como herramienta de mitigación de los efectos del cambio climático, se aunarón esfuerzos para el desarrollo de un mecanismo que permitiera la instalación de proyectos renovables, dándoles un espacio propio en el que pudieran vender su energía mediante contratos de largo plazo que contemplaran la curva de generación de cada tecnología. Así, se diseñó una subasta de contratos de largo plazo (CLP) que valorara los beneficios de las fuentes renovables para el sistema y les permitiera alcanzar la viabilidad financiera. Los objetivos que rigieron el proceso se presentan en la figura 14.

Figura 14. Objetivos CLP.



Fuente: Elaboración propia a partir de UPME (2020).

Vale la pena resaltar que la subasta fue innovadora por su diseño de dos puntas: es decir, que participaron tanto generadores como comercializadores con ofertas de cantidades y precios, siendo la primera con este esquema que operó en el mundo. Adicionalmente, los contratos resultantes se conformaron por franjas horarias para la entrega de energía, acoplándose a los espacios en los que hay más radiación solar o más viento, permitiendo que la demanda adquiriera energía a diferentes precios para cada una. Dentro de los elementos generales más destacables que permitieron un resultado favorable, es necesario recordar los siguientes:

- Se eliminó la necesidad del Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA para proyectos eólicos, solares, geotérmicos y mareomotrices, y para los proyectos de biomasa inferiores a 10 MW (Colombia, 2018, Decreto 2462).
- Aplicación automática de la exclusión de IVA para paneles solares y sus inversores y controladores asociados (DNP, 2019b).
- Obligatoriedad a que entre el 8 % y el 10 % de las compras de los comercializadores provengan de fuentes renovables (DNP, 2019b).
- Ampliación hasta 15 años del beneficio de la sobre-deducción de las inversiones en el impuesto de renta que establece la Ley 1715 (DNP, 2019b).

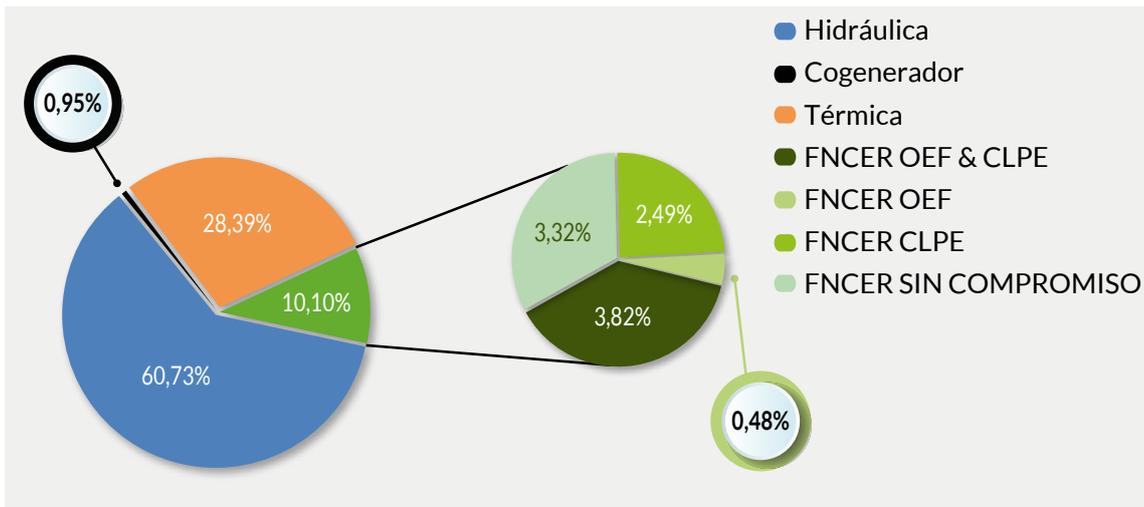
Figura 15. Capacidad instalada (MW) adicional en el sistema producto de la subasta de Cargo por Confiabilidad. Colombia, 2019.



Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2021). Plan energético nacional 2020-2025. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

En resumen, la participación de las renovables en la matriz de generación, teniendo en cuenta la subasta del CxC (cargo por confiabilidad) y la subasta de CLP, junto con la construcción de plantas FNCER de iniciativas particulares, alcanzarán una participación de entre el 12 % y 14 % a 2022 (figura 16).

Figura 16. Composición de la canasta de generación tras la subasta del Cargo por Confiabilidad y la Subasta CLP. Colombia, 2019.



Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2021). Plan energético nacional 2020-2025. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

Como queda claro, la magnitud del avance ha sido muy significativa, algo que se destaca en el contexto regional tanto por la dimensión del programa, como por la rapidez en la ejecución. Gracias a lo sucedido Colombia tendrá una matriz mucho más resiliente y complementaria en un tiempo corto.

2.6 Medios y Herramientas: Transmisión y transporte de energía

2.6.1 Infraestructura eléctrica

La transmisión eléctrica consiste en la conducción de energía, mediante las líneas de transmisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN), desde las centrales de

generación hasta los centros de distribución. Para evitar pérdidas de energía, ésta es transformada a niveles de voltaje que permiten su transmisión mediante líneas de alta tensión (James y Granath, 2020). Así las cosas, las líneas de transmisión son el eslabón que conecta el lugar donde se genera la energía –por ejemplo, una planta hidroeléctrica– y el punto donde se reduce nuevamente el voltaje para poder distribuirla entre los usuarios.

Actualmente, Colombia cuenta con 27.916,4 kilómetros de líneas de transmisión divididas en líneas de transmisión de 110 kV (3.935,32 km), 115 kV (7.799,60 km), 138 kV (15.49 km), 220 kV (2.647,24 km), 230 kV (10.535,82 km) y 500 kV (2.982,93 km) (XM, 2021). Adicionalmente, a 22 de abril de 2021, los Agentes Activos registrados en XM como transmisores nacionales son aproximadamente 15, y se registran 7 transmisores regionales.

Ahora bien, los órganos relevantes en la operación de la infraestructura energética de transmisión son: (i) el Consejo Nacional de Operación, quien se encarga de los aspectos técnicos necesarios para que la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN)¹⁰ sea segura, confiable y económica, además de ejecutar el Reglamento de Operación; (ii) la Comisión Asesora para el Seguimiento de la situación energética (CAC SSE), que hace la coordinación sectorial y seguimiento, y (iii) XM, encargado de la operación y liquidación.

Por otra parte, el STN¹¹ cuenta con una conexión internacional con Ecuador que transmite energía mediante circuitos a 230 kV y 138 kV. Así mismo, el STR (Sistema Interconectado de Transmisión de Energía Eléctrica) se encuentra compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión, y por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un Sistema de distribución local (CREG, 1994). En los mapas de las figuras 17 y 18 se muestran las líneas de transmisión que componen el SIN.

¹⁰ El artículo 11 de la Ley 143 de 1994 define el Sistema Interconectado Nacional como "el sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución, y las cargas eléctricas de los usuarios". A su vez, el SIN se encuentra subdividido en el Sistema de Transmisión Nacional (STN) y el Sistema de Transmisión Regional (STR).

¹¹ El STN es el "Sistema Interconectado de Transmisión de Energía Eléctrica compuesto por el conjunto de líneas, con sus correspondientes módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV" (CREG, 1994).

2.6.2 Infraestructura de polductos y gasoductos

El sistema nacional de gas natural de Colombia se constituye como un sistema nodal en el que se relacionan las fuentes de suministro y los mayores centros de consumo, interconectados a través de líneas de transporte (gasoductos).

El Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT), adoptado mediante la Resolución CREG 071, es la base del marco regulatorio y se les aplica a todos los agentes que utilicen el Sistema Nacional de Transporte de gas natural, y es de obligatorio cumplimiento en toda la infraestructura del Sistema Nacional de Transporte, incluidas las estaciones para transferencia de custodia (CREG, 2008).

Por su parte, el Consejo Nacional de Operación de Gas Natural (CNO-Gas) tiene la facultad de revisar la experiencia en la aplicación de los aspectos operativos y comerciales del RUT, con lo cual puede enviar a la Comisión un informe sobre el resultado de las revisiones y las propuestas de reforma cuando lo considere conveniente.

Con el fin de que el sector funcione y se desarrolle de la mejor forma posible, se estableció un esquema (figura 19) en torno al GLP (gas natural licuado) y Gas Natural, que involucra a las entidades que lo producen, lo transportan, lo venden, las que coordinan a todas las anteriores, aquellas encargadas de establecer las políticas generales, las que hacen las normas para entregar productos de buena calidad a un precio razonable y, por último, quienes vigilan que todos cumplan las normas existentes (CREG, en línea, 2021).





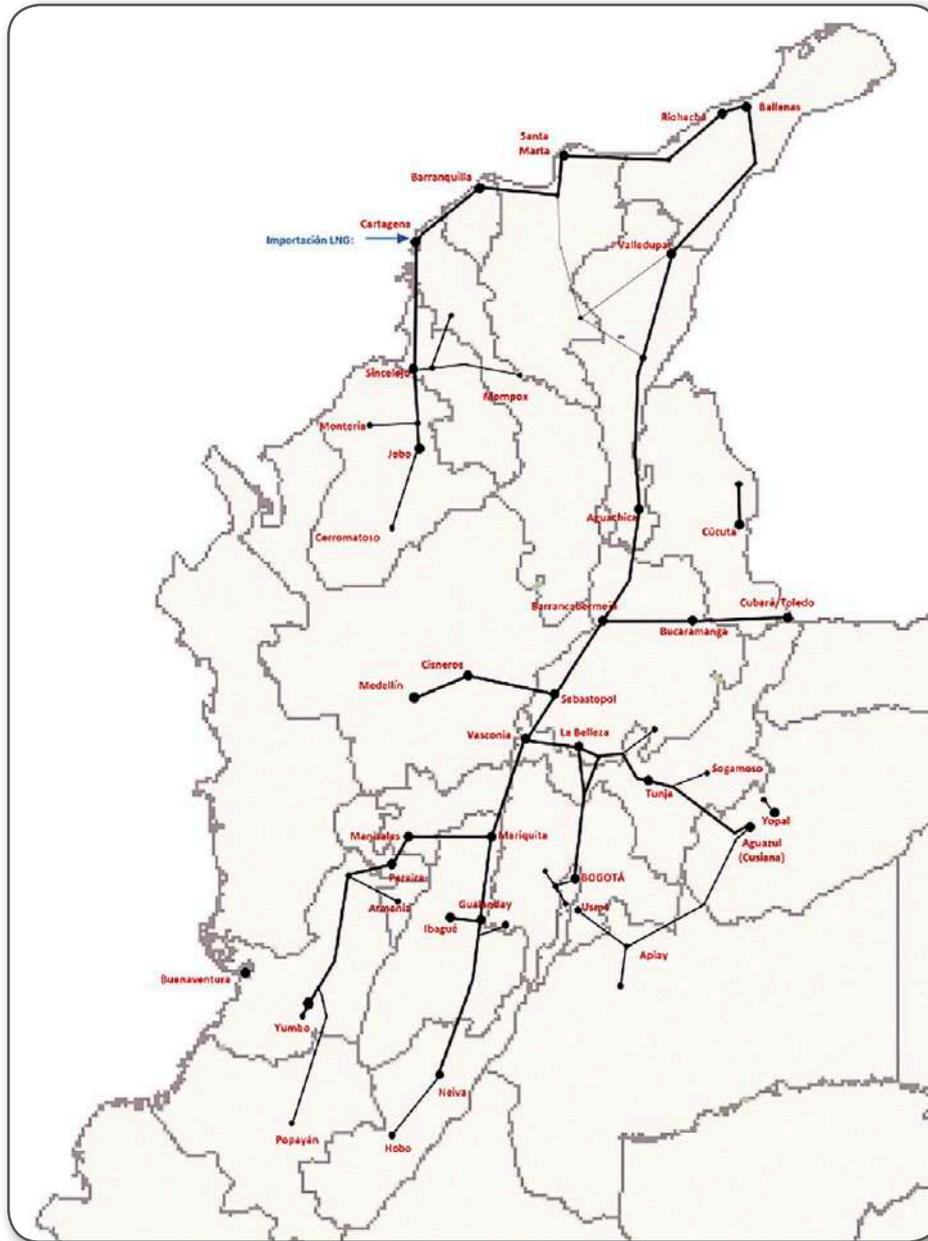
Figura 19. Estructura del sector Gas Natural y GLP en Colombia.



Fuente: Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, en línea). Estructura del Sector. [Internet, consulta 2021]. Obtenido de <https://creg.gov.co/sectores-que-regulamos/gas-natural/estructura-del-sector>

En lo referente al transporte, el Centro de Coordinación de Transporte de Gas Natural (CTG), usa toda la información que le suministran los Centros Principales de Control (CPC), pertenecientes a los diferentes gasoductos que hacen parte del Sistema Nacional de Transporte de Gas Natural, para asegurar que la operación integrada de dicho sistema resulte oportuna, económica, segura y sea realizada sobre el principio de libre acceso y no discriminación.

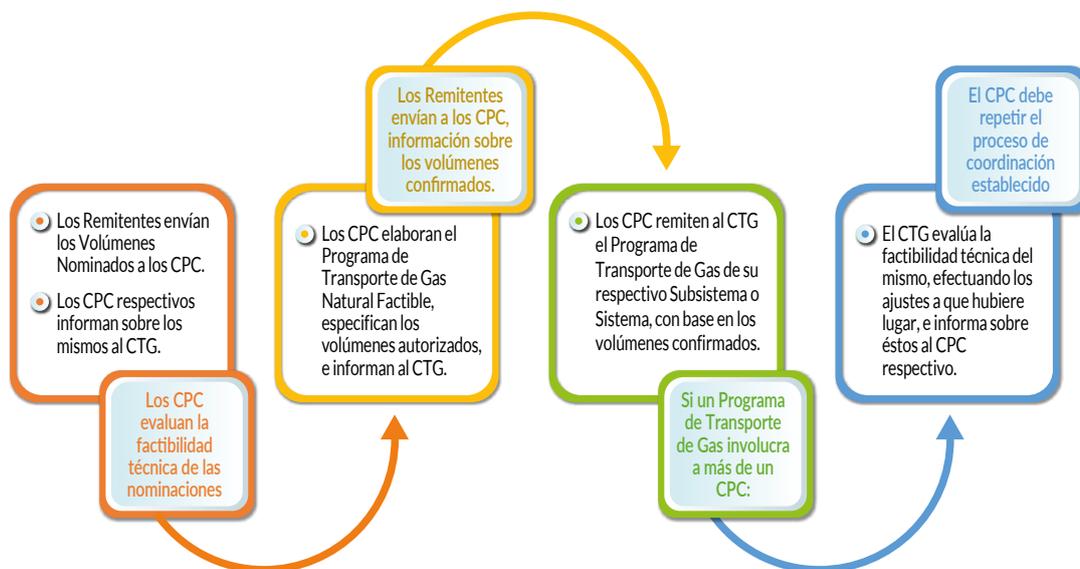
Figura 20. Infraestructura de transporte y gas en Colombia, 2020.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2020). Estudio técnico para el plan de abastecimiento de gas natural. Ministerio de Minas y Energía.
https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/PAGN_2019-2028.pdf

El procedimiento de coordinación entre Remitentes, CPC y CTG se describe en la figura 21.

Figura 21. Proceso de coordinación para transporte de gas.



Fuente: Elaboración propia a partir de (CREG, 1998).

2.7 Distribución y comercialización de energía

En Colombia, el presidente de la República puede delegar las funciones de señalar las políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios, que le encomienda el artículo 370 de la Constitución Política, en las comisiones de regulación. Para el caso del servicio público de energía eléctrica la delegación se hizo a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

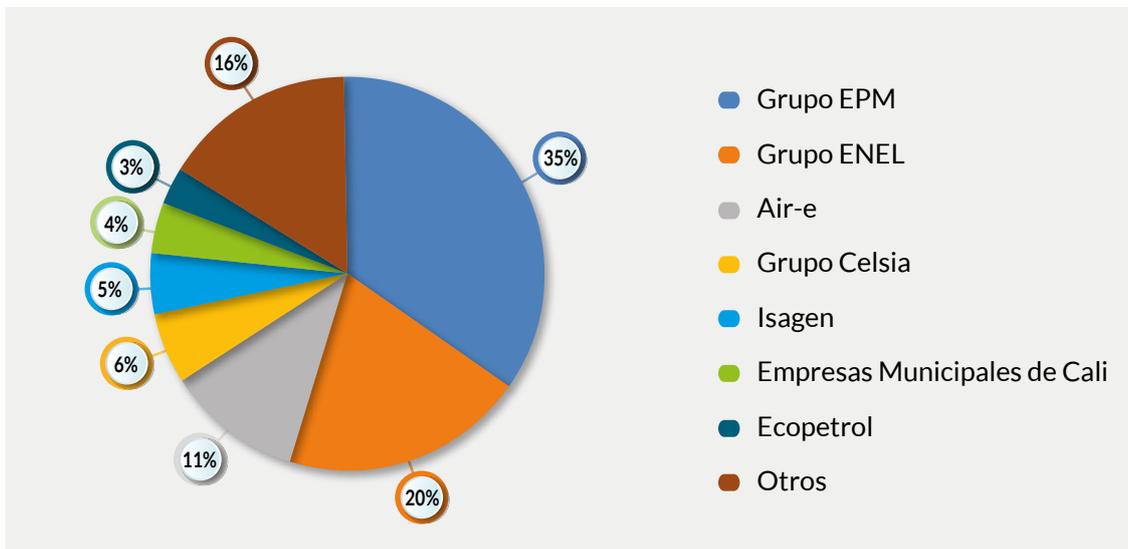
La CREG expide actos administrativos (resoluciones) de carácter general y particular que son de obligatorio cumplimiento por parte de las empresas prestadoras de los servicios regulados por la Comisión. Así mismo, debe atender oportunamente las necesidades de los usuarios y las empresas de acuerdo con los criterios establecidos en la ley. Por su parte, la función de vigilar y controlar el cumplimiento de estas leyes y actos administrativos le corresponde a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).



2.7.1 Distribución y comercialización de energía eléctrica

La energía eléctrica cuenta con una cadena de prestación del servicio, que se compone de: generación, transmisión, distribución y comercialización. Como es difícil acumular energía eléctrica para su posterior uso, con excepción de pequeñas cantidades que se pueden almacenar en baterías, es indispensable que las redes de distribución y transmisión eléctrica estén siempre disponibles para que el usuario final tenga acceso al servicio en el momento que lo requiera. La medida que permite informar el potencial de una instalación eléctrica es el nivel de tensión¹². La figura 22 expone el mercado de distribuidores de energía eléctrica.

Figura 22. Distribuidores de energía eléctrica. Colombia, 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Ministerio de Minas y Energía.

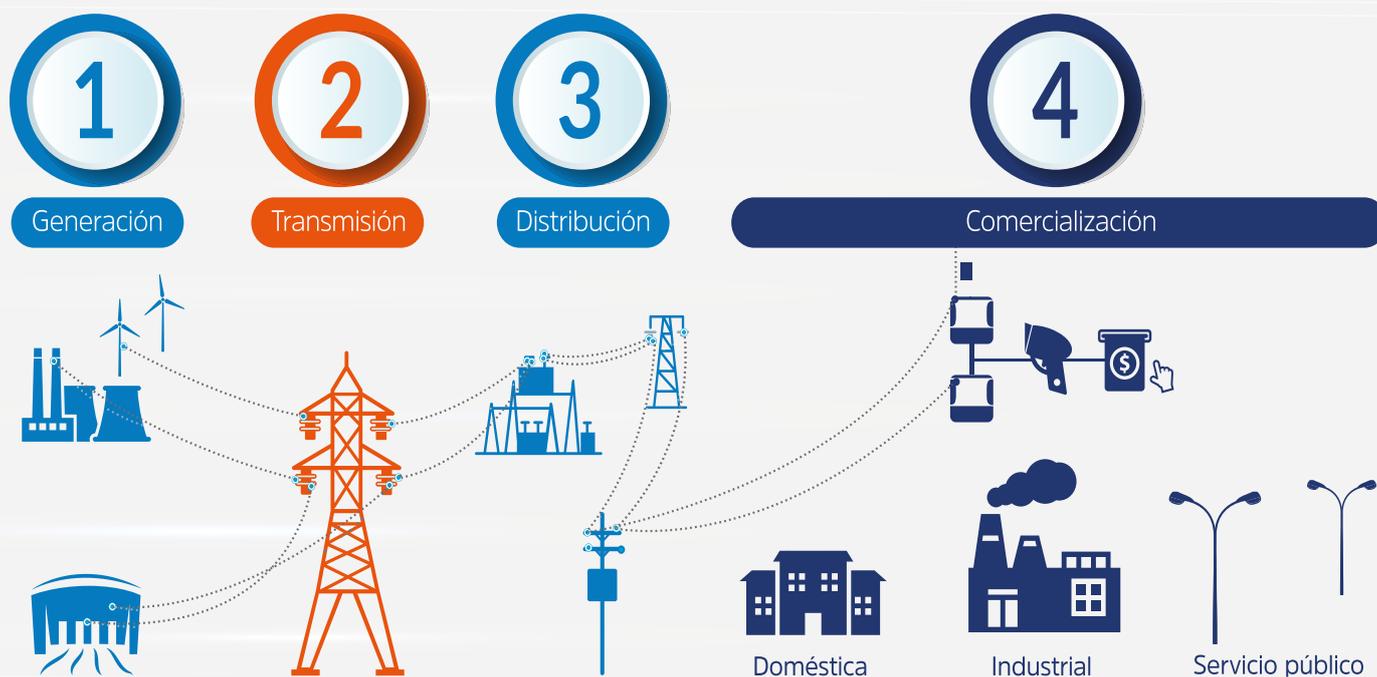
En lo que se refiere a la comercialización, en esta actividad participan agentes que se encargan de la compra y la venta de la energía eléctrica y en desarrollo de dicha actividad compran la energía a los generadores, pagan por el transporte a través de las redes de transmisión y distribución, y la entregan en los medidores de los domicilios

¹² El nivel de tensión al cual trabajan los equipos e instalaciones de la mayoría de los consumidores finales en Colombia es el de 120 voltios, pero la transmisión y distribución de la electricidad hasta su domicilio requiere hacerse a niveles de tensión mayores por razones de seguridad, confiabilidad y economía.



de los usuarios finales a quienes les facturan el servicio de acuerdo con las tarifas calculadas a partir del costo de prestación del servicio aprobado por la CREG. En la figura 23 se pueden ver de manera esquemática las diferentes actividades que acaban de explicarse y la forma como se relacionan entre ellas.

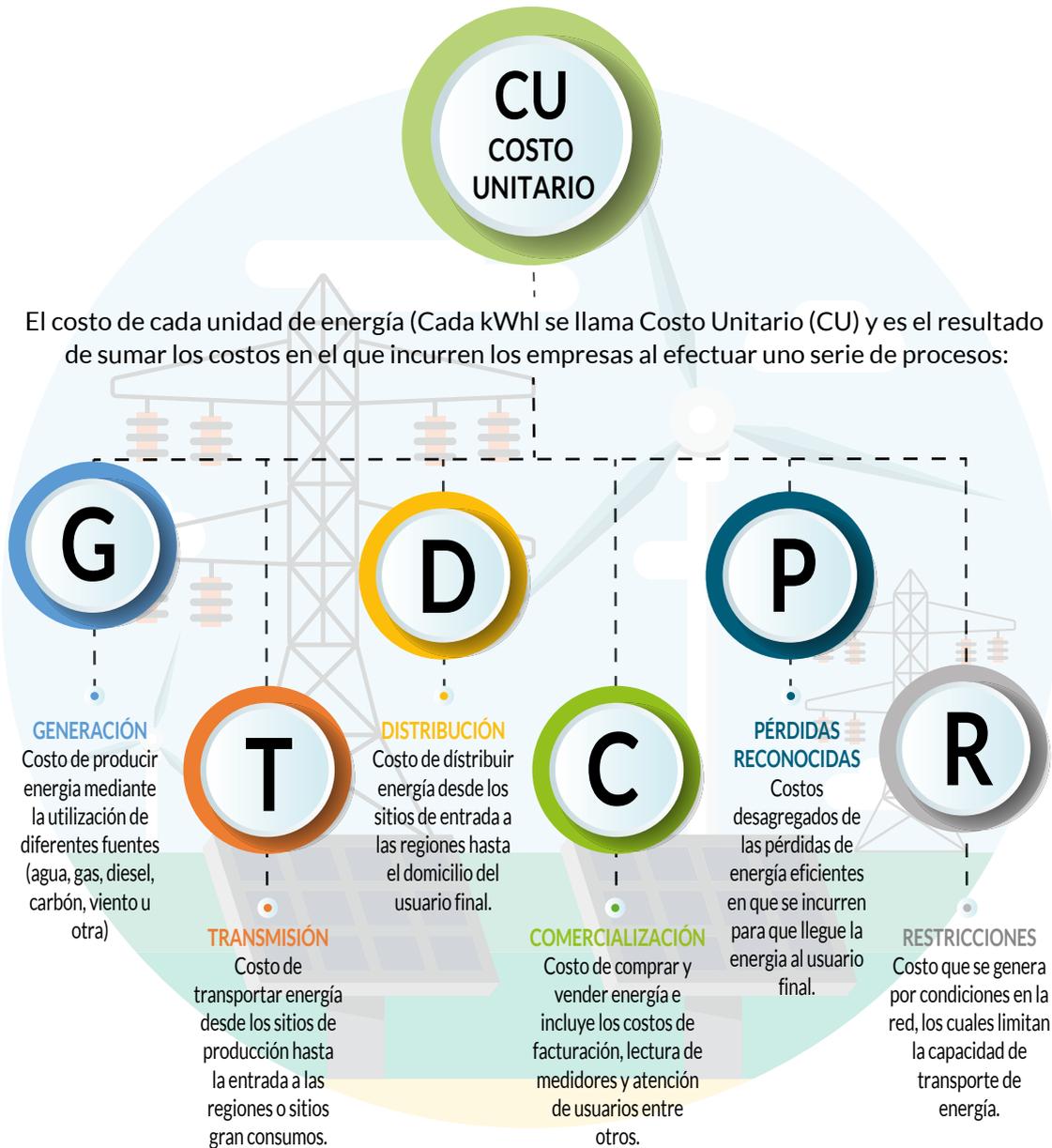
Figura 23. Generación, distribución y comercialización de energía en Colombia.



Fuente: ISA.

Por otra parte, el costo de prestación del servicio de energía eléctrica es la base para determinar la tarifa que se cobra al usuario y se calcula sumando los costos de seis actividades: Generación (G), Transmisión (T), Distribución (D) y Comercialización (C). Así mismo, incluye un costo adicional relacionado con las pérdidas de energía eléctrica (P) que se presentan en el sistema de transporte y distribución, y en algunos casos también incluye costos por restricciones (R), es decir, costos que se generan por condiciones en la red que limiten la capacidad de transporte de energía (figura 24).

Figura 24. Fórmula del costo unitario de la prestación del servicio de energía eléctrica en Colombia.



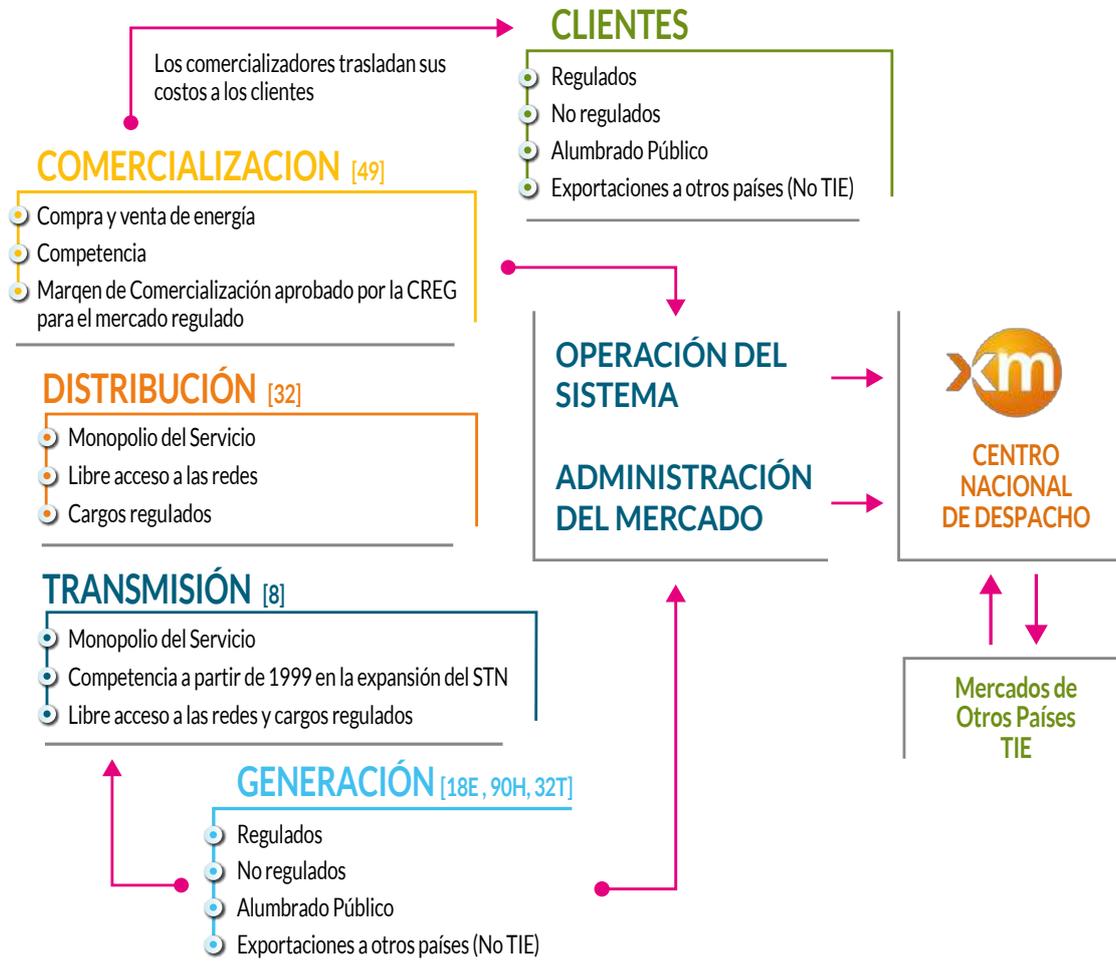
Fuente: Guaviare. Empresa de Energía Eléctrica del Departamento del Guaviare (ENERGUAVIARE, en línea). ¿Cómo se cobra la energía eléctrica? www.energuaviare.com/servicio-al-cliente/tarifas

La actividad de transporte y distribución se realiza a través de activos que deben permanecer instalados y disponibles para ser utilizados por los diferentes agentes que realizan las actividades de la cadena de prestación del servicio. Esta actividad es económicamente más eficiente cuando el servicio es prestado por un número reducido de agentes. Por esto, para la generación y comercialización teóricamente el precio lo fija el mercado, mientras que para las actividades de transmisión y distribución se debe establecer el costo del servicio a través de la regulación.

En el sector eléctrico las empresas comercializadoras y los grandes consumidores adquieren la energía en un mercado de grandes bloques, el cual opera libremente de acuerdo con las condiciones de oferta y demanda, estos actúan celebrando contratos de energía eléctrica con los generadores. El precio de la electricidad en este mercado se establece de común acuerdo entre las partes contratantes sin la intervención del Estado. En la figura 25 se puede observar la interrelación de los diferentes protagonistas del mercado eléctrico colombiano.



Figura 25. Estructura del mercado eléctrico colombiano.



Fuente: Camargo, L.A., Arboleda, M.N. y Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. Boletín XM, Compañía Expertos en Mercados, Filial de ISA, Colombia. <https://slideplayer.es/slide/1701026/>

2.7.2 Distribución y Comercialización de Gas

En la prestación del servicio de suministro de gas natural se contemplan actividades similares a la estructura del suministro de energía: productores, transportadores, distribuidores y comercializadores. Este conjunto de actividades conforma lo que se denomina la cadena de prestación del servicio de gas.

La producción del gas se realiza eminentemente en el territorio nacional proveniente de campos ubicados en diferentes partes del país. Como complemento de lo anterior, el sistema cuenta con el soporte de una planta regasificadora que produce Gas Natural Licuado (GNL) importado, dirigido principalmente al parque de generación térmico en el país y particularmente el de la costa Caribe¹³.

El transporte del gas natural desde las locaciones de producción a los centros de distribución y grandes usuarios se realiza a través de gasoductos o grandes tuberías de acero, por las que el gas natural fluye a alta presión llegando a los “City Gate”, que son estaciones compresoras en donde se eleva la presión en la red gas, para asegurarse de que este llegue a todos sus destinos.

A partir del “City Gate” a la entrada de cada ciudad, el gas es distribuido a las residencias, industrias, comercios y otros usuarios a través de redes domiciliarias que se encuentran más cerca de las áreas urbanas y que utilizan gasoductos de menor diámetro, para distribuir el gas a más baja presión comparada con los gasoductos que llegan hasta los City Gates. En esta parte de la cadena, el gas se odoriza, por consideraciones de seguridad. En este sentido, el mercado está compuesto por tres aristas (figura 26).

Figura 26. Composición mercado del gas.



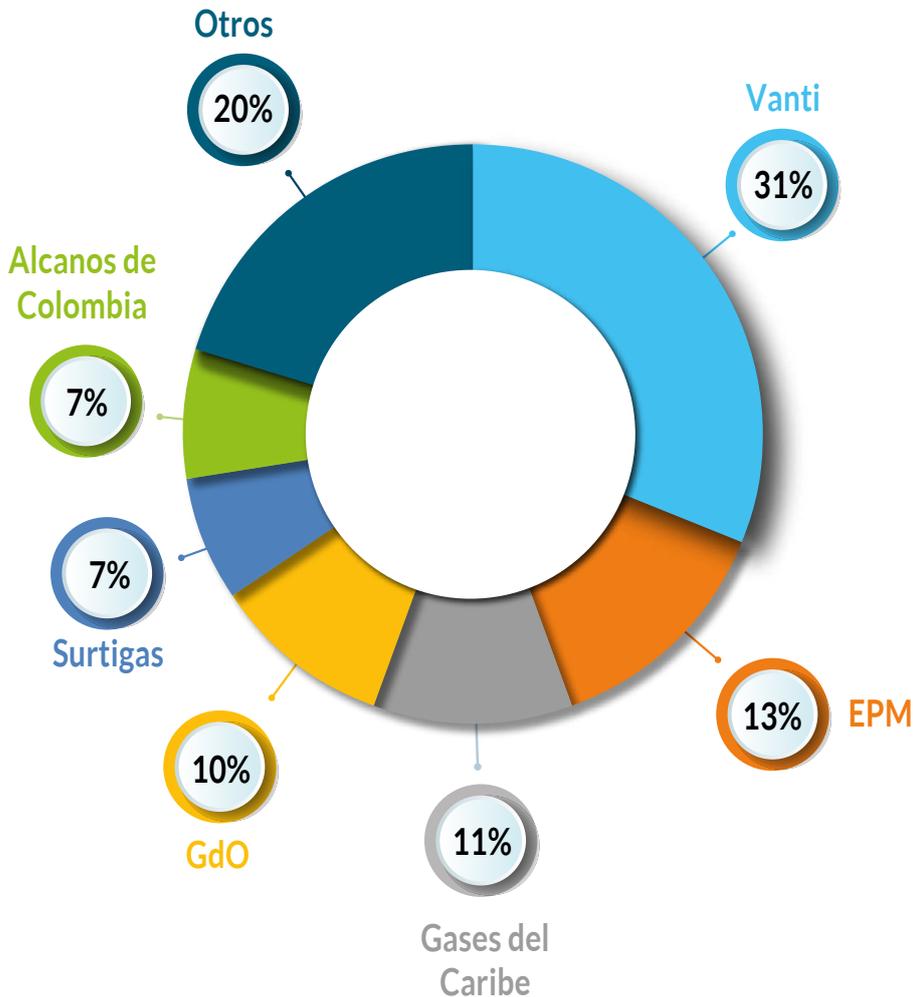
Fuente: Elaboración propia.

¹³ Esta zona se caracteriza por ser la de mayor complejidad operativa dadas las condiciones en la prestación del servicio para más de dos millones de usuarios residenciales, industriales y comerciales.



Según información de PROMIGAS extraída del documento “INFORMES DEL SECTOR GAS NATURAL 2020”, la red de Distribuidores de Gas Natural está dividida geográficamente con 41 empresas (corte a 2019), que prestan el servicio de distribución y comercialización en las diferentes regiones del país (Promigas, 2020). En la figura 27 se aprecia la distribución del mercado por empresas.

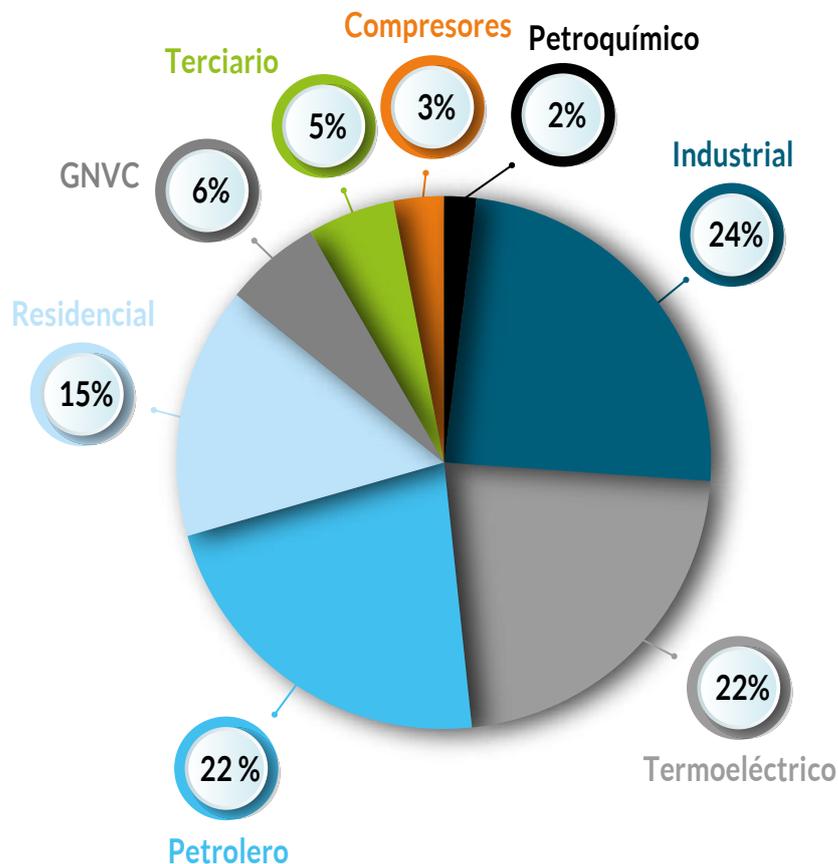
Figura 27. Consumo por empresa mercado regulado de gas natural en Colombia, 2021.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2019). Proyección de demanda de gas natural en Colombia. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/UPME_Proyeccion_Demanda_Energia_Junio_2021.pdf

Para el 2019, de 27 departamentos con acceso al gas natural, 14 alcanzan un cubrimiento de más del 80 % de sus municipios; entre estos se destacan cinco con cubrimiento total, otros dos departamentos tienen coberturas del 98 y 93 % respectivamente y se encuentran próximos a una cobertura total. Por otra parte, según cifras publicadas recientemente por el Ministerio de Minas y Energía, el 2020 tuvo como mayores consumidores de gas natural a las familias, seguido por el comercio y por último el sector industrial. De acuerdo con ello, más del 85 % del total de hogares de Colombia cuentan con el servicio de gas natural. (Guía del gas, 2021). En la figura 28 se puede apreciar la distribución porcentual de la demanda del gas en Colombia.

Figura 28. Consumo de gas natural por sectores. Colombia, 2019.



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2019). Proyección de demanda de gas natural en Colombia. Ministerio de Minas y Energía. http://www.sipg.gov.co/Portals/0/Demanda/Proyeccion_Demanda_GN_Mar_2019.pdf.

El mercado del Gas Natural funciona con un esquema de “Margen Regulado” donde después de haber tenido en cuenta los costos correspondientes a la inversión de capital (CAPEX) y los costos de operación (OPEX), se adicionan los cargos por transporte, distribución y comercialización, con lo cual se determina el precio de comercialización.

Cabe destacar que la anterior fórmula propone un precio en dólares americanos, el cual posteriormente se le factura al consumidor acorde con la tasa de cambio imperante. Así mismo, es igualmente importante resaltar que el precio para Colombia no tiene referencia o conexión con el mercado internacional, por lo que este es independiente de las fluctuaciones de un mercado exógeno.

2.7.2.1 Gas Natural Vehicular- GNV14

El gas natural vehicular hace parte del mercado no regulado, el cual es abastecido por los distribuidores directamente a las estaciones de servicio (recarga); este tipo de combustible es usado mayoritariamente por vehículos de servicio público. Según datos de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible (ANDEMOS), actualmente se cuenta con 150 talleres autorizados para la conversión de vehículos y se superó la cifra de los 600.000 vehículos convertidos a GNV (Bell, 2020). Adicionalmente, el uso de gas natural vehicular reduce en cifras cercanas al 100 % las emisiones de material particulado y en un 30 % las emisiones de CO₂.



¹⁴ Se denomina gas natural vehicular a la utilización del gas natural como combustible para vehículos. Puede utilizarse tanto en estado líquido como gaseoso: GNL (gas natural licuado): es gas natural que ha sido procesado para ser transportado y almacenado en fase líquida a presión atmosférica y a -160 °C aproximadamente. GNC (gas natural comprimido): es gas natural almacenado y transportado a altas presiones, habitualmente entre 200 y 250 bar; se utiliza como combustible para uso vehicular.

Figura 29. Distribución porcentual de vehículos que utilizan Gas Natural Vehicular (GNV) en Colombia, 2020.



Fuente Ministerio de Minas y Energía.

2.7.2.2 Gas Licuado del Petróleo- GLP¹⁵

El transporte de GLP se realiza desde las facilidades de producción hasta los centros de almacenamiento por medio de camiones cisterna a cargo de las empresas distribuidoras, quienes lo almacenan en sus centros operativos y lo distribuyen en cilindros o camiones cisterna. El primer caso, es decir el de los cilindros, es el medio de comercialización más común mediante el cual se abastece a población que no tiene acceso a las redes de gas natural. Respecto a la distribución mediante camiones cisterna, esta cubre pequeñas industrias, conjuntos residenciales o similares que tienen tanques de almacenamiento que son abastecidos por este medio.

El precio del GLP está atado a un indicador internacional dependiendo del precio del crudo. El precio de comercialización es regulado para el productor, mas no para el distribuidor. La demanda es aproximadamente el 10 % del total de consumo de gas en Colombia y sus usuarios están ubicados principalmente en los estratos 1 y 2. El consumo del GLP es aproximadamente 70 % doméstico y el porcentaje restante es consumido por el comercio y la pequeña industria.

A nivel regional, los principales departamentos consumidores de GLP son: Antioquia (18 % del consumo nacional), Cundinamarca (11 %), Nariño (9 %), Valle del Cauca (8 %), Bogotá D.C. (8 %), Norte de Santander (6 %) y Santander (5 %) (GasNova, 2020).

En cuanto a las oportunidades para el sector en el 2021, según el Plan Nacional de Desarrollo, el GLP será tenido en cuenta como combustible de transición hacia energías renovables. En esta coyuntura, toman relevancia nuevos usos como: (i) la sustitución de leña por GLP, (ii) la sustitución del diésel por GLP en la generación eléctrica, y (iii) el uso vehicular (autoGLP) y náutico (nautiGLP).

2.7.3 Distribución y Comercialización de Combustibles Líquidos

La cadena de distribución de combustibles líquidos inicia con los refinadores e importadores, dentro de los que se encuentran incluidos Ecopetrol y Reficar en la parte de combustibles fósiles, los ingenios que producen etanol y otros refinadores que producen biodiesel a partir de la palma.

¹⁵ El Gas Licuado del Petróleo (GLP), es una mezcla de gas butano (40 %) y gas propano (60 %) que se almacena y transporta en estado líquido. El 96 % del gas licuado del petróleo, proveniente de los campos petroleros y de las refinerías, es producido por Ecopetrol.

El transporte se hace por diferentes medios como poliductos y camiones cisterna, hasta las plantas de almacenamiento de los distribuidores mayoristas. En cuanto a los distribuidores mayoristas, segundo eslabón de la cadena, estos cuentan con plantas de abastecimiento, con los requisitos técnicos, legales y de seguridad, en las cuales almacenan y distribuyen (al por mayor) combustibles líquidos derivados del petróleo, a los grandes consumidores y a una red de comercializadores correspondiente a estaciones de servicio (EDS) en las áreas automotriz, fluvial, marítima y aviación. Adicionalmente, existen comercializadores industriales que venden al comercio, la industria y las empresas de servicios.

Posteriormente, el combustible se transporta desde las estaciones de almacenamiento hasta las estaciones de servicio. La mayoría de los propietarios de EDS son particulares que suscriben un contrato con alguna de las compañías mayoristas para comprarle el combustible, productos relacionados y utilizar su marca. En la figura 30 se puede apreciar de manera ilustrativa la Cadena de Distribución de Gasolina y Diesel.

Figura 30. Cadena de distribución de Gasolina y Diesel en Colombia.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

La entrada de agentes al mercado de distribución minorista es libre y sus precios de venta pueden ser libres o regulados, dependiendo de la región del país donde se localicen. En cualquier caso, los precios de venta al consumidor final tienen un techo máximo que se actualiza mensualmente por parte del agente regulador, es decir, el Ministerio de Minas y Energía¹⁶.

Figura 31. Composición del precio de venta al público de los combustibles en Colombia.

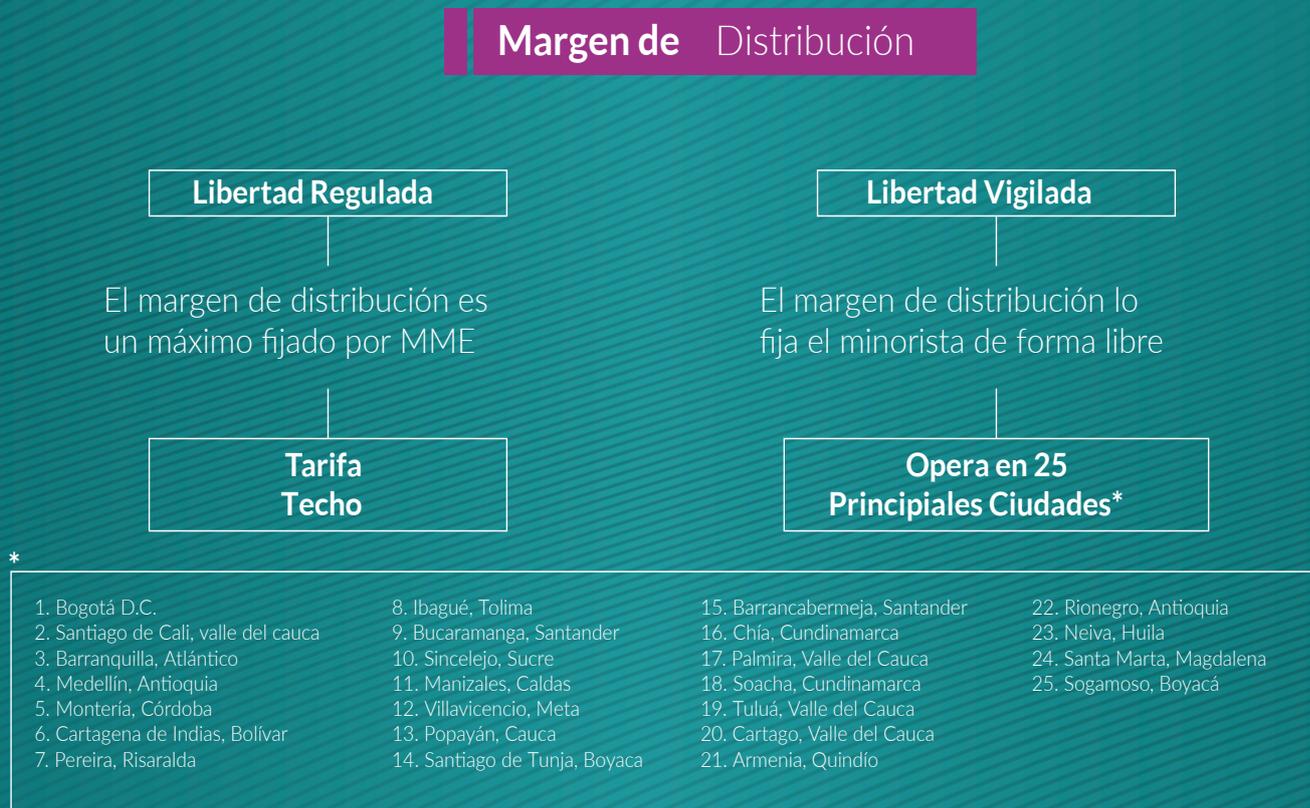


Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

El gobierno central, los departamentos y municipios imponen impuestos sobre la gasolina y el ACPM. El primero, el impuesto global y el IVA; y los segundos, la sobretasa a la gasolina (impuesto que le cobran los municipios a los propietarios de vehículos). En la figura 32 se puede apreciar de manera gráfica la composición del precio de los combustibles y el peso total del costo del líquido en el valor final cobrado al consumidor.

¹⁶ Las alcaldías, el Ministerio de Minas y la Superintendencia de Industria y Comercio se encargan de la supervisión y control del mercado y precios de los combustibles. Las alcaldías vigilan las estaciones de servicio, el Ministerio de Minas a los distribuidores y a Ecopetrol y la Superintendencia de Industria y Comercio regula la libertad de mercado. La Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), es la encargada de vigilar el comportamiento de los agentes, proteger los intereses de los consumidores y salvaguardar la competencia. Por su parte, el Ministerio de Minas y Energía establece un régimen sancionatorio para los agentes que infrinjan las reglas establecidas en el Decreto 1073 de 2015.

Figura 32. Distribución de combustibles por tipos de precio. Colombia, 2020.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

Los municipios considerados como zona de frontera (figura 33) cuentan con exenciones tributarias y subsidio al ingreso al productor, las cuales se aplican al precio del combustible. Adicionalmente, se establecen los denominados cupos, que corresponden a volúmenes máximos mensuales por municipio, los cuales se determinan teniendo en cuenta indicadores de orden municipal, nacional y datos de consumos históricos.

Figura 33. Zonas de frontera en Colombia para la aplicación de exenciones tributarias y subsidios al precio del combustible.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía.

Por otra parte, según información extraída de la publicación realizada por Valora Analitik en marzo de 2019, las cifras de Fendipetróleo indican que tres compañías mayoristas tienen el 77,7 % de participación de combustibles en el país. En ese orden de ideas, en total son 18 distribuidores de combustibles que hay en todo el territorio nacional, de los cuales tan solo Terpel tiene el 44,9 % de participación, seguido por Exxon Móvil con 22,4 % y Biomax con el 10,4 % (Valora Analitik, 2019).





Capítulo 3

Riesgos y
amenazas

Riesgos y amenazas

3.1 Desafíos de la Seguridad Energética nacional

Desde su concepción, el término de Seguridad Energética ha estado estrechamente relacionado con la idea de riesgo, cuando en 1911 las embarcaciones británicas pasaron de usar carbón como combustible a usar diésel. Aunque el propósito era asegurar ventaja con una flota más rápida que la alemana, este tránsito implicó pasar del uso de recursos propios a depender de recursos extranjeros, en este caso, del petróleo proveniente del Golfo Pérsico (Yergin, 2006).

Mientras que en los primeros estudios de Seguridad Energética los riesgos geopolíticos eran la principal preocupación, en los estudios más recientes se consideran también los riesgos relacionados con la interdependencia de infraestructuras físicas y la dependencia de estas a las redes de telecomunicaciones e Internet, haciéndolas vulnerables a ciberataques.

Así mismo, se considera la respuesta a ataques terroristas, ya que los sectores y empresas energéticas se han identificado como muy vulnerables (Umbach y Nerlich, 2011). En el largo plazo, empiezan a surgir preocupaciones relacionadas con el acceso y volatilidad de los precios de materiales críticos –minerales no combustibles, elementos del grupo de las tierras raras– necesarios para las nuevas tecnologías energéticas.



3.2 Riesgos a la Seguridad Energética

La materialización de riesgos en la Seguridad Energética ha puesto en evidencia las vulnerabilidades de los sistemas energéticos, acarreando grandes impactos ambientales, sociales y económicos. A partir de la experiencia, respecto a la materialización de dichos riesgos, se han transformado los sistemas, buscando mitigar los impactos de los riesgos o disminuyendo la probabilidad de ocurrencia.

Los riesgos identificados en Seguridad Energética dependen de si se considera un sector específico (enfoque sectorial) o varios sectores relacionados (enfoque sistémico). Así mismo, los riesgos difieren dependiendo de si el alcance geográfico es nacional o regional; en este último caso, se hace énfasis en la interdependencia de sistemas y redes (Bolado-Lavin et al., 2012). A su vez, el horizonte temporal define también el alcance del análisis de riesgo. Existen riesgos de corto plazo, como interrupciones súbitas del suministro y subidas de precio; o de largo plazo, como el estrés causado por la falta de inversión.

Independientemente del dominio y alcance del análisis, se reconocen dos orígenes del riesgo: endógeno y exógeno (Bolado-Lavin et al., 2012). Esta diferenciación es seguida por la IEA (International Energy Agency) en su modelo de riesgos de corto plazo, MOSES (Jewell, 2011). Por su parte, Escribano Francés, Marín-Quemada y San Martín González (2013) distinguen entre riesgos primarios –causas socioeconómicas o técnicas–, secundarios –interrupción de la oferta, daño a la propiedad y salud humana causados por riesgos primarios–, y la vulnerabilidad causada por la exposición al riesgo y expresada en volatilidad de precios. Una de las preocupaciones desde el punto de vista de la planeación es identificar y cuantificar el impacto de los distintos riesgos sobre las diferentes dimensiones de la Seguridad Energética.

La evaluación de riesgos se basa en la definición de conjuntos de indicadores que reflejan el estado del sistema de interés y su relación con los riesgos identificados, asociados con los riesgos externos e internos y con la dimensión de resiliencia de la Seguridad Energética. Sin embargo, no todas las evaluaciones de riesgo se basan en la construcción de un índice que agrupe diferentes criterios e indicadores para identificar y evaluar riesgos en una región determinada. A continuación, se enuncian riesgos a los que se encuentran sometidos los diferentes sectores energéticos en el país (figura 34).

Figura 34. Riesgos del sector energético en Colombia.



GAS

- Ejercicio de poder de mercado de los agentes Gas Natural.
- Agotamiento de recursos.
- Baja capacidad de los regasificadores.
- Baja capacidad de los gasoductos.
- Volatilidad en el precio de compra del GNL internacional.
- Baja capacidad de almacenamiento.
- Volatilidad en la demanda del sector.
- Rechazo de las comunidades al fracking.
- Impuesto a las emisiones de CO₂.
- Incertidumbre en la regulación a combustibles no convencionales.
- Indisponibilidad de tecnología.
- Desabastecimiento de gas.
- Falta de inversión en infraestructura de transporte.
- Estructura del mercado del gas.

ENERGÍA
TERMoeLECTRICA

- Costos de los combustibles.
- Ataques a infraestructura.
- Rechazo a la comunidad.
- Eventos naturales extremos.
- Poder de mercado.
- Inestabilidad regulatoria.
- Mercado de contratos de corto plazo.
- Propiedad de las empresas.
- Competencia por los combustibles.
- Acceso limitado a los combustibles de generación.
- Ataques cibernéticos.
- Cambio en políticas de gobierno.
- Mayores restricciones medioambientales.
- Uso del territorio.
- Impuestos.
- Baja predictibilidad de la demanda.



PETRÓLEO

- Contrabando de combustibles.
- Voladura de poliductos.
- Robo de combustible desde los poliductos.
- Bajos precios del petróleo internacional.
- Escasez en la exploración del recurso.
- Obsolescencia tecnológica.
- Limitación en la capacidad de refinación.
- Agotamiento de los recursos fuentes.
- Derrames de crudo.
- Corrupción.
- Rechazo de la sociedad a la explotación petrolera.
- Falta de capacidades tecnológicas.
- Altos precios de los combustibles.
- Indisponibilidad de la infraestructura vial.



CARBÓN

- Atentados terroristas a la infraestructura Carbón.
- Falta de seguridad en la extracción subterránea.
- Informalidad en la minería.
- Baja tecnificación de la minería subterránea.
- Impuestos a las emisiones de CO₂.
- Orden público.
- Indisponibilidad de las vías.
- Falta de demanda del carbón.
- Bajo crecimiento de la industria.
- Precio internacional del carbón.
- Rechazo de la comunidad Biocombustibles.

ENERGÍA
HIDRÁULICA

- Seguridad alimentaria.
- Uso del suelo.
- Disponibilidad del agua.
- Eventos climáticos extremos.
- Volatilidad en los precios.
- Competencia por el recurso.
- Ejercicio de poder de mercado de grandes compradores.
- Transporte de la materia prima.
- Cambio de regulación en subsidios Energía Eléctrica.
- Falta de capital humano.
- Volatilidad de la generación hidráulica.
- Atraso en las obras de infraestructura.

ENERGÍAS NO
CONVENCIONALES

- Falta de acceso a la tecnología en países en desarrollo.
- Altos costos de generación y construcción.
- Limitaciones en la capacidad de suministro de biocombustibles.
- Cancelación de los beneficios tarifarios a los nuevos proyectos.
- Cancelación de los beneficios impositivos a los nuevos proyectos.
- Infraestructura portuaria, posibles retrasos en la construcción.
- Retraso en el licenciamiento de nuevos proyectos.
- Indisponibilidad de mano de obra calificada.
- Altos costos de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia a partir de (APEREC, 2007); IEA-RETD, 2011, Risk Quantification and Risk Management in Renewable Energy Projects. <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/11/RISK-IEA-RETD-2011-6.pdf>



Capítulo 4

**Objetivos y
Líneas de
Acción**

Objetivos y Líneas de Acción

La estrategia de seguridad energética debe estar enfocada en garantizar el aprovisionamiento y el acceso a la energía en todo el territorio nacional, priorizando la atención de las necesidades básicas de los habitantes y el suministro necesario para el funcionamiento productivo del país.

Para esto, se debe disponer de un adecuado marco normativo que sea armónico con la Constitución Política y que genere los incentivos correctos en aras de que se ejecuten las inversiones necesarias para contar con una adecuada infraestructura en todos los eslabones de la cadena de suministro de cada energético, a saber, energía eléctrica, gas, combustible (gas natural, GLP y biogás) y combustibles líquidos. La regulación debe garantizar que los costos de inversión, operación, mantenimiento y administración de infraestructuras, activos y/o servicios sean remuneradas de manera eficiente con suficiencia económica y en condiciones de transparencia.

Además de un marco regulatorio estable y apropiado, es fundamental garantizar la integridad de los activos existentes y las condiciones de seguridad mínimas para que los proyectos de expansión de la infraestructura se desarrollen exitosamente; es decir, que se construyan y se operen oportunamente. En este punto resulta indispensable el compromiso coordinado de la fuerza pública, cuya estrategia debe estar articulada con la política energética nacional. Específicamente, en materia de defensa se deberá priorizar los puntos críticos de la infraestructura energética, para lo cual se deberían identificar los puntos de mayor vulnerabilidad, evaluando el impacto y la posible afectación en la prestación de los servicios energéticos.

4.1 Objetivo general

Garantizar la continuidad del suministro, la operación energética nacional, y el acceso a la energía en todo el territorio nacional, a través de la optimización de los recursos disponibles, la evolución en el proceso de transición energética a energías renovables no convencionales. Igualmente, mediante el impulso a la inversión en el sector energético, permitiendo mantener precios asequibles para el consumidor y reduciendo la huella ambiental, asegurando así que ningún eslabón de la cadena falle.

4.2 Objetivos específicos

Se detallan a continuación las líneas de acción previstas para el cumplimiento del objetivo general, agrupadas en cinco objetivos estratégicos.



OBJETIVO ESTRATEGICO 1

Asegurar la ejecución de proyectos minero-energéticos de gran impacto para garantizar los recursos y suministros que necesita el país.

1

Incrementar la exploración de petróleo y gas, aprovechando las importantes empresas operadoras de hidrocarburos que tienen interés de trabajar en el país. Frente

al riesgo que tenemos de perder la autosuficiencia energética, Colombia debe continuar realizando rondas de asignación de bloques de exploración de hidrocarburos, capitalizando el interés de grandes empresas operadoras de petróleo y gas en realizar inversiones y desarrollar proyectos en nuestro país. Así mismo, se debe fortalecer a Ecopetrol para que continúe siendo un actor preponderante en el sector energético.

Como complemento de lo anterior, se requiere fomentar la participación de empresas extranjeras que cuenten con

amplia experiencia en la ejecución de proyectos offshore, no solo por el conocimiento especializado que tienen sino también por el importante capital y largos tiempos de ejecución que este tipo de proyectos implican. En este sentido, es fundamental impulsar leyes que protejan al inversionista, considerar la aprobación de beneficios tributarios que hagan a nuestro país suficientemente competitivo comparado con opciones de inversión que se presenten en otros países.

2

Desarrollar la exploración y explotación de yacimientos no convencionales mediante el uso de fracking.

Según cifras de la industria, el país tiene reservas de petróleo para menos de siete años, panorama que podría cambiar con el fracking, pues algunas estimaciones apuntan a que este tiempo se podría aumentar hasta 20 años y en materia de gas las reservas podrían pasar de ocho a más de 30 años. Por ello, el Gobierno nacional incluyó esta técnica en los Planes de Desarrollo, y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en ese momento ofertó, asignó áreas y se firmaron contratos que aún siguen vigentes. Sin embargo, varias organizaciones iniciaron una cruzada legal que se convirtió en un importante obstáculo para el desarrollo de pozos no convencionales en el país.

No obstante, se logró obtener la aprobación para ejecutar proyectos piloto, los cuales serán, como su nombre lo indica, el punto de partida para desestimar la gran cantidad de información negativa acerca de los impactos que causa el desarrollo de la técnica de fracking al medio ambiente. Es imperativo que se demuestre que se pueden desarrollar proyectos de manera amigable con el entorno y así mismo informar a la comunidad de los beneficios que podrían obtenerse no solo a nivel local sino en todo el país, de poderse llevar a cabo estas importantes ejecuciones.

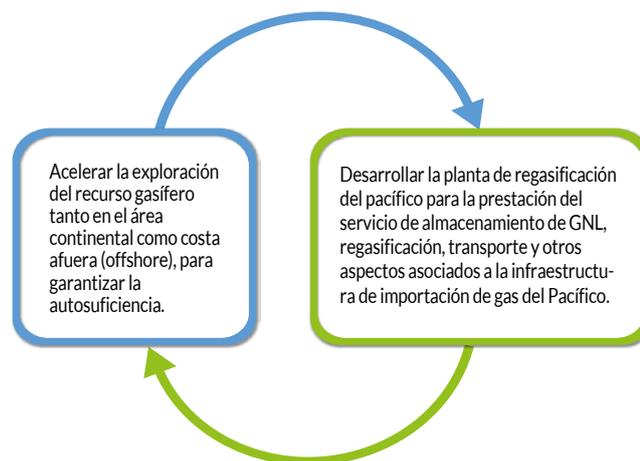
3

Incrementar la participación de gas en la matriz energética, aprovechando sus características de menor impacto ambiental respecto a los demás combustibles fósiles.

Es importante encontrar un balance entre el crecimiento económico, el cual es impulsado por las diferentes alternativas de fuentes de energía, con la salud y el bienestar de las personas mediante el uso de energías limpias. En este sentido, el Ministerio de Minas y Energía diseñó un plan que busca garantizar que seamos autosuficientes respecto a los requerimientos de combustibles fósiles, pero teniendo en cuenta un plan para la transición hacia formas limpias de energía como la hidroeléctrica, eólica y solar, que eventualmente reemplazarán el uso de combustibles fósiles en la generación de energía.

Como parte de esta transición, el gas natural desempeñará un papel importante en la sustitución del uso de carbón y productos derivados del petróleo, debido a que es el recurso menos contaminante de los combustibles fósiles. Para ello, el país tiene dos soluciones a la mano, que pueden ser complementarias (figura 35):

Figura 35. Alternativas para ampliar el suministro de Gas Natural.



La construcción de la Regasificadora del Pacífico permitiría una distribución más eficiente del servicio de gas al contar con una fuente local de abastecimiento. Así mismo, este proyecto generará confiabilidad a mediano y largo plazo en el sector energético para la región y el país, al ampliar la cobertura del servicio público domiciliario de gas y redes de energía eléctrica en poblaciones aledañas al Pacífico.

4

Fortalecer la red de gasoductos y poliductos mediante la construcción de nueva infraestructura, con el fin de garantizar el suministro de hidrocarburos y que el país sea menos susceptible a la interrupción de este, por causa de atentados o fallas técnicas.

Colombia cuenta con una red de oleoductos, gasoductos y poliductos que le permiten cubrir las necesidades de gran parte del territorio. No obstante, se requiere reforzar y mejorar la interconexión existente entre estos ductos de transporte para garantizar el suministro de hidrocarburos y responder ante fallas técnicas o atentados. Así mismo, la limitación en el transporte tiene un efecto directo en una menor producción una vez se copan los centros de almacenamiento. El país debe continuar desarrollando nuevos proyectos que nos permitan no solo ampliar sino interconectar los ductos que transportan hidrocarburos. Así mismo, se deben contemplar alternativas adicionales al transporte terrestre mediante carrotanques –cuya infraestructura se viene mejorando en los últimos años (especialmente con los proyectos 4G y 5G)– y considerar soluciones intermodales que contemplen la profundización del uso del transporte férreo y la reactivación de la navegación en el río Magdalena. Por otra parte, se deben desarrollar proyectos que ayuden a maximizar la capacidad de los ductos, optimizando esquemas operacionales y utilizando mejoradores de flujo, con el objetivo de evacuar la mayor cantidad de hidrocarburos posible.

OBJETIVO ESTRATEGICO 2

Fortalecer la Transmisión, Transporte y Distribución de los recursos energéticos garantizando la confiabilidad, Redundancia y Priorización de la Inversión.



1

Facilitar el suministro de energía a Zonas No Interconectadas. Se debe contar con planes de contingencia para el abastecimiento de insumos de generación de energía (ACPM), además de propender por el desarrollo de generación de energía a través de fuentes alternativas con recursos renovables disponibles localmente –por ejemplo, energía eólica en la Guajira o energía solar y biomasa en la Orinoquia–.

2

Disponer de sistemas redundantes que garanticen la seguridad del suministro ante eventos naturales o de orden público. Para su cumplimiento es primordial contar con fuentes alternativas de suministro de combustibles, dentro de las cuales se pueda potenciar el ingreso de estos al país por puerto marítimo. De igual forma, es importante garantizar suficiencia y redundancia a partir del mejoramiento del sistema nacional de transporte por poliducto.

3

Garantizar el almacenamiento estratégico de combustibles. Para garantizar el éxito en el almacenamiento estratégico de combustibles es necesario tener estrategias de nivel operativo y de respaldo al abastecimiento, así como desarrollar planes de contingencia que ayuden a la evacuación alterna de refinados y subproductos desde las

refinerías. De igual forma, es importante establecer reservas estratégicas por medio de inventarios y mecanismos de descentralización de biocombustibles con el objetivo de hacer frente a posibles emergencias de abastecimiento.

4

Contar con un esquema de administración informática de la red de distribución. Propender por el fortalecimiento y veracidad de la información que sea vital para la toma de decisiones, así como el robustecimiento de las herramientas tecnológicas y en especial del Sistema de Información de Combustibles líquidos, el cual a su vez refleje las condiciones logísticas de la cadena de suministro de combustibles líquidos, biocombustibles y de sus mezclas. Además, se debe contar con documentos de importancia como guías de transporte y sellos de back up. Por último, es primordial definir metas e indicadores claros que permitan determinar el grado de certeza de suministro de los recursos energéticos.

5

Garantizar la capacidad de distribución estratégica. Se debe construir un sistema de mapeo de las rutas primarias y secundarias para que los agentes de la cadena tengan conocimiento de las vías a las cuales pueden acceder y lograr la entrega a sus estaciones de servicio. Para ello, es importante que existan protocolos de colaboración entre dichos agentes. Ahora bien, se debe realizar un fortalecimiento del sistema en dos frentes: en primer lugar, de los planes de contingencia de las diferentes instalaciones, con el fin de tener un sistema que permita mejorar el cuidado y la integridad de las estaciones de servicio; en segundo lugar, de las relaciones contractuales comerciales, los inventarios de productos, el reporte de la información y el control de la calidad de los combustibles, biocombustibles y de sus mezclas.

6

Aprovechar el conocimiento, experiencia y fortaleza empresarial y técnica para la inversión en la complementación de los sistemas. Para que dicho aprovechamiento sea exitoso es menester trabajar en tres fines: priorizar las inversiones en la infraestructura crítica para la complementariedad de sistemas; potenciar y promover la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías; y, por último, aprovechar las fuentes renovables a nivel local para generar empleo y disponibilidad de recursos económicos.



OBJETIVO ESTRATEGICO 3

Identificar las necesidades de ajuste en el marco regulatorio del sector energía eléctrica que permitan el crecimiento energético del país.

1

Generación de energía eléctrica. Se debe priorizar la diversificación de las fuentes de suministro de la canasta energética. En este caso se trataría de evaluar la posibilidad de implementar subastas por tecnología y migrar hacia un sistema de contratación mixta en donde no todos los contratos de energía sean financieros, sino que se tenga entrega física por parte de los generadores. De igual forma, es determinante aumentar la capacidad de energía en firme, promoviendo la sobrecapacidad, la cual aumenta la confiabilidad del sistema y, por otra parte, incrementa la eficiencia en la formación de precios en el mercado spot y en la formación de precios de largo plazo. Para esto se recomienda hacer más subastas de asignación de obligaciones de energía en firme y hacer más subastas de contratos de largo plazo.

Por otro lado, se deben efectuar análisis que incluyan los costos de racionamiento para evaluar la conveniencia de los proyectos de confiabilidad, y, por último, revisar la posibilidad de aumentar el límite entre plantas mayores y plantas menores, de tal manera que se promueva el crecimiento de la capacidad instalada de las plantas que no son despachadas centralmente.

2

Transmisión de energía eléctrica. En términos de transmisión se debe incentivar el desarrollo de sistemas de transporte, minimizando las vulnerabilidades de los esquemas radiales siempre y cuando sea económica y técnicamente factible. En ese sentido, es preciso implementar las convocatorias para expansión del sistema de transmisión por parte de la UPME con plazos superiores que contemplen lo requerido, como, por ejemplo, la licencia ambiental, construcción, y demás tramites.

En el caso de los activos estratégicos cuyo desarrollo sea considerado como esencial para la seguridad energética nacional, el marco regulatorio debe garantizar las condiciones necesarias para que se concreten dichas inversiones, con esquemas de riesgo apropiados, específicamente de demanda y de costos de AOM.

3

Distribución de energía eléctrica. Frente a la distribución de energía eléctrica es determinante garantizar que las inversiones se hagan oportunamente. Igualmente, se debe apelar a altas exigencias en calidad del servicio, con incentivos poderosos para el correcto mantenimiento y actualización de la infraestructura. Finalmente, se tienen que incorporar fuertes consecuencias económicas para los prestadores del servicio que no garanticen las condiciones de calidad.

4

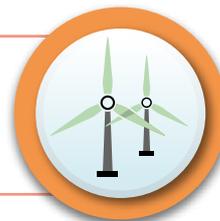
Comercialización. Dado que el recaudo que proveniente de los usuarios se hace por el comercializador, se deben reconocer los riesgos de cartera y los mercados de difícil gestión. Por otro lado, se deben proteger los actores con bajas participaciones de mercado para garantizar las condiciones de competencia, de tal manera que se eviten los ambientes propicios con el fin de evitar los abusos de posición dominante de monopolios y/u oligopolios.

5

Usuario final. Para el último eslabón de la cadena, es importante la asignación correcta y actualizada de subsidios y contribuciones, así como desplegar y/o implementar esquemas de pago que aseguren el recaudo.

OBJETIVO ESTRATEGICO 4

Incentivar el empleo de energías limpias mediante la implementación de mayores atractivos normativos que impulsen su uso y, de este modo, se disminuya el impacto que tradicionalmente este sector ha generado sobre el medio ambiente.



1

Implementar una mayor cantidad de incentivos gubernamentales para favorecer las opciones de diversificación de la matriz energética, que permita la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable como solar, eólica y geotérmica. Si bien la legislación colombiana ha avanzado en la creación de mecanismos normativos que promueven la incorporación de energías no convencionales, es determinante ampliarlos y profundizarlos si lo que se pretende es tener una matriz energética diversificada. En este sentido, se debe fortalecer el alcance

de incentivos fiscales y comerciales orientados a fomentar el uso de fuentes alternativas, tales como exención de gravámenes arancelarios, reducción gradual de la tarifa del impuesto de renta, exclusión del IVA en la adquisición de paneles solares, certificados de carbono, entre otros.

Así mismo, es importante implementar y fortalecer el alcance de la ley 1715 de 2014 y el decreto 2143 de 2015, con los que se busca promover el desarrollo y el manejo de fuentes no convencionales de energía –especialmente energías renovables–, mediante la integración del sistema eléctrico nacional y el mercado eléctrico.

2

Adoptar programas de innovación y desarrollo (I+D) de tecnologías de bajas o cero emisiones como la nuclear, térmica y otros desarrollos como la captura y secuestro del carbono, el hidrógeno e incluso el gas natural y el GLP como combustibles de transición.

En tiempos recientes Colombia recorre una senda de transición energética, en la cual es determinante incentivar el empleo de energías no convencionales por medio del desarrollo y adopción de nuevas tecnologías, que a su vez aprovechen las ventajas comparativas otorgadas por la ubicación geográfica y el alto nivel de recursos hídricos. Sumado a ello, por medio de innovación se debe incorporar la gestión del riesgo climático dentro de la planificación.

Una de las fortalezas del país es el alto nivel de especialización de los profesionales que hacen parte del sistema energético nacional, por lo cual este conocimiento debe ser aprovechado por medio de proyectos y programas de innovación tecnológica orientados a desarrollar avances en la paulatina descarbonización de la economía por mecanismos como la captura de carbono y el hidrógeno verde (obtenido de fuentes renovables mediante electrólisis).

3

Incentivar las empresas que adopten tecnologías tendientes a establecer procesos de eficiencia energética y minimizar la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y reducción de emisión de carbono.

El logro efectivo de la mitigación del cambio climático requiere de la participación tanto del sector público como del sector privado, por lo que es importante incentivar estrategias que contribuyan, a su vez, en promover la competitividad y la productividad. En ese orden de ideas, las tecnologías orientadas a la eficiencia energética se posicionan como una contribución al medio ambiente y como una oportunidad para mejorar procesos producción y gestión en las industrias.

De este modo, es acertado apoyar e incentivar a las empresas que adopten tecnologías siguiendo el principio de la eficiencia energética. Dentro de estas tecnologías se destacan los sistemas térmicos de trigeneración y cogeneración que buscan producir dos o más tipos de energía en un mismo proceso a partir de procesos industriales, aprovechando un recurso disponible y evitando que este se convierta en un residuo con consecuencias ambientales. Por otro lado, la eficiencia energética se puede alcanzar mediante la mezcla de procesos de generación de energía en sistemas térmicos de refrigeración por absorción.

4

Tener una infraestructura energética –y en general en todos los sectores– resiliente, es decir, que sea capaz de adaptarse y recuperarse cuando se presenten cambios o perturbaciones externas pues la dependencia del recurso hídrico con el cambio climático cada día es más incierta. Garantizar la Seguridad Energética nacional implica que todos los sectores del sistema nacional tengan la capacidad de responder ante posibles afectaciones tanto internas como externas, afectaciones en las que el cambio

climático juega un rol predominante. En ese sentido, para alcanzar una infraestructura energética resiliente se puede optar por varios caminos.

Por un lado, continuar y profundizar el proceso de diversificación de la matriz energética permitirá responder con diferentes mecanismos ante posibles contingencias climáticas en las que recursos como el agua pueden ser escasos. Por ejemplo, la generación de energía geotérmica en el oriente del país posibilita una respuesta novedosa cuando no se cuenta con las fuentes de generación de energía convencionales. Por otro lado, es determinante que tanto entidades públicas como privadas formulen e implementen planes frente a la variabilidad climática con el fin de estar preparados ante cambios repentinos.



OBJETIVO ESTRATEGICO 5

Poner a disposición del Estado colombiano las capacidades de la Fuerza Pública para proteger el conglomerado del sector energético considerado como de interés nacional y vital para el desarrollo económico de la nación.

1

Proteger militarmente la infraestructura de producción y transporte de energía, incluidos campos petrolíferos, refinerías, oleoductos, instalaciones portuarias, etc.

Las fuerzas militares, conforme a sus capacidades, desplegarán tropas y medios disponibles para cubrir la infraestructura considerada crítica, además de aplicar nuevas tecnologías y el sistema de inteligencia para anticipar posibles acciones terroristas. Para ello, es fundamental desarrollar y programar planes de acción en situaciones de contingencia que integren las capacidades de las Fuerzas Militares y la Policía Nacional.

2

Ocupar directamente los activos energéticos por medios militares, utilizando las capacidades de las fuerzas.

Cuando las condiciones de orden interno o externo determinen que existen riesgos inminentes en contra del sector energético del país, las Fuerzas Militares y la Policía desplegarán toda su capacidad en hombres y recursos para proteger en forma física la infraestructura crítica. Para tal efecto, se desarrollarán planes conjuntos y coordinados basados en la organización territorial, ubicación de los activos estratégicos energéticos y condiciones de vulnerabilidad.

3

Proteger el suministro continuo de los flujos de hidrocarburos desde sus zonas de producción con el empleo específico de unidades militares y de policía destinadas a estas tareas.

Para asegurar el flujo continuo de los hidrocarburos que se transportan vía terrestre, con carro tanques o mediante la utilización de los oleoductos, se realizarán esfuerzos coordinados que permitan mantener un seguimiento continuo y en tiempo cero para evitar cualquier interrupción del suministro; esta tarea se llevará a cabo con el concurso de las empresas del sector, además de otras entidades del Estado. De este modo, es determinante desarrollar y diseñar el Plan Maestro Integrado (Fuerzas Militares y Policía Nacional), destinado a la protección del conglomerado energético.

4

Proteger las líneas de transmisión de energía desde las estaciones y subestaciones a lo largo y ancho del territorio nacional.

Gran parte del sistema eléctrico del país se encuentra en zonas de difícil acceso, específicamente las redes de transmisión, torres y subestaciones. En conse-

cuencia, la protección de esta infraestructura demanda el envío de tropas que efectúan patrullajes continuos, próximos a las líneas de transmisión. También será necesario adoptar nuevas tecnologías con el fin de instaurar patrullajes permanentes con aeronaves no tripuladas a lo largo y ancho del sistema.

5

Desarrollar capacidades específicas para el empleo de la Fuerza Pública en relación con la misión propuesta de protección del sistema nacional energético.

En este punto, el Ejército Nacional desde hace dos décadas implementó la creación de unidades tácticas con funciones y misiones orientadas a la protección de la infraestructura crítica, no solamente el sistema energético, sino también las vías nacionales. En este sentido, las capacidades específicas evolucionan con base en necesidades y nuevas misiones, ajustadas a las situaciones de orden público interno.

El desarrollo de las capacidades de la Fuerza Pública ha tenido un avance significativo en las últimas dos décadas, desde contar con unidades militares orientadas a proteger los activos de alto valor, hasta contar con un plan de campaña que integra todos los esfuerzos no solamente de la Fuerza Pública, sino también que institucionaliza el trabajo integrando otras instituciones del Estado; basado en un concepto novedoso y dinámico denominado “acción unificada”. Se hace necesario comprender adecuadamente los escenarios y desafíos específicos con los que el gobierno, la sociedad y otros actores nacionales deben estar atentos, pues es de importancia fundamental para establecer estrategias encaminadas a garantizar y desarrollar sosteniblemente el país a lo largo de los años.

Referencias

Acuerdo de París (2015, diciembre 12). COP21 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf

Baena, G. (ed., 2015). Planeación prospectiva estratégica: Teorías, metodologías y buenas prácticas en América Latina. [PDF en línea]. Proyecto Papime, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. https://www2.politicas.unam.mx/publicaciones/wp-content/uploads/2015/08/Libro-PPE_interactivo1.pdf

Bell, J. G. (17 de julio de 2020). Durante el primer semestre disminuyeron 31% conversiones de carros a gas vehicular natural. La República. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/durante-el-primer-semestre-disminuyeron-31-conversiones-de-carros-a-gas-vehicular-natural-3032537>

Bolado-Lavin, R., Gracceva, F., Zeniewski, P., Vanhoorn, L. y Mengolini, A. (2012). Best practices and methodological guidelines for conducting gas risk assessments. Institute of Energy and Transport. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1102b2b6-9c67-4794-9200-11318a43c27d/language-en>

Brasil, Ministerio de Minas y Energía de Brasil, Empresa de Pesquisa Energética (MME/EPE, 2020). Plano Nacional de Energía (PNE) 2050. Brasilia: MME/EPE.

Camargo, L.A., Arboleda, M.N. y Cardona, E. (2013). Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible. Boletín XM, Compañía Expertos en Mercados, Filial de ISA, Colombia. <https://slideplayer.es/slide/1701026/>

- Colombia. (1953). Decreto 1056 de 1953 (abril 20), Por el cual se expide el Código de Petróleos. Presidencia de la República. DO 28199. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=75114>
- Colombia. (1991). Constitución Política de la República de Colombia (julio 4). Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991.
- Colombia. (1994a). Ley 142 de 1994 (julio 11), Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia, DO 41433 (11-07-1994). Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/670382/LEY142DE1994.pdf/68f0c21d-fd78-4242-b812-a6ce94730bf1>
- Colombia. (1994b). Ley 143 de 1994 (julio 11), Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. Congreso de Colombia, DO 41434 (12-07-1994). https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/667537/Ley_143_1994.pdf
- Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014 (mayo 13), Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Congreso de Colombia. <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>
- Colombia. (2015). Decreto 1073 de 2015 (mayo 26), Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía. Presidencia de la República. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77887>
- Colombia. (2015). Decreto 2143 de 2015 (noviembre 4), Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014. Presidencia de la República.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=64682>

Colombia. (2018). Decreto 2462 de 2018 (diciembre 28), Por el cual se modifica el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible, en relación con la exigencia del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes y se dictan otras disposiciones. Presidencia de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/de-Decreto%202462%20de%202018.pdf>

Colombia. Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019a). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Última actualización: 2 de mayo de 2019. <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Bases-del-Plan-Nacional-de-Desarrollo-2018-2022.aspx>

Colombia. Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019b). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: pacto por Colombia, pacto por la equidad. Bogotá D.C.

Colombia. Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2019c). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Todo lo que no le han contado del Plan. [RESUMEN]. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Colombia. Ministerio de Minas y Energía. (2021). Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/libro-transicion-energetica>

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 1994). Resolución 001 de 1994 (noviembre 2), Por la cual se reglamenta el transporte de energía eléctrica por el Sistema de Transmisión Nacional y se regula la liquidación y administración de las cuentas originadas por los cargos de uso de dicho sistema. <http://apolo.creg.gov.co/PUBLICAC.NSF/Indice01/Resoluci%C3%B3n-1994-CRG94001#:~:text=Resoluci%C3%B3n%20001%20de%20>

1994&text=Por%20la%20cual%20se%20reglamenta,
de%20uso%20de%20dicho%20sistema

- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 1998). Resolución 033 de 1998 (febrero 17), Por la cual se modifican las disposiciones transitorias establecidas en la Resolución CREG-234 de 1997, sobre las Nominaciones de Transporte, que hacen parte de las condiciones de operación del Sistema Nacional de Transporte de Gas Natural en tanto se expide el Reglamento Único de Transporte. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/2b8fb06f012cc9c245256b7b00789b0c/f809a87b6e8758a70525785a007a5d1c?OpenDocument>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, 2008). Resolución 041 de 2008 (abril 23), Por la cual se modifica y complementa el Reglamento Único de Transporte de Gas Natural –RUT–. <http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/787f4001d6f7ccb70525785a007a703d?OpenDocument>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG, en línea). Estructura del Sector. [Internet, consulta 2021]. Obtenido de <https://creg.gov.co/sectores-que-regulamos/gas-natural/estructura-del-sector>
- Comisión Interdisciplinaria Independiente. (2019, abril). Informe sobre efectos ambientales (bióticos, físicos y sociales) y económicos de la exploración de hidrocarburos en áreas con posible despliegue de técnicas de fracturamiento hidráulico de roca generadora mediante perforación horizontal. <https://observatorioambiental.contraloria.gov.co/InformesRelacionados/Informe-final%20fracking%20comite%20expertos.pdf>
- Cherp, A. y Jewell, J. (2011). The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(4), 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2011.07.001>
- Cherp, A. y Jewell, J. (2013). Energy security assessment framework and three case studies. En: H. Dyer, y M.J. Trombetta (ed.), *International Handbook of Energy Security* (pp. 146-173). Edward Elgar Publishing.

- Cherp, A. y Jewell, J. (2014). The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy*, 415-421.
- De Espona, R.J. (2013). El moderno concepto de seguridad energética. Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Escribano Francés, G., Marín-Quemada, J.M. y San Martín-González, E. (2013). RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 549-559.
- García Reyes, M. y Lozada García, A. (2015). La seguridad energética en América Latina hasta el 2015. Rio de Janeiro: Fundación Konrad Adenauer.
- GasNova. (17 de noviembre de 2020). Consumo del GLP en Colombia registró un crecimiento histórico. Obtenido de <https://www.gasnova.co/consumo-del-glp-en-colombia-registro-un-crecimiento-historico/>
- González-Posso, C. (2011). Energías primarias, dilemas ambientales, sostenibilidad y poder. *Razón Pública*. Obtenido de <https://razonpublica.com/energias-primarias-dilemas-ambientales-sostenibilidad-y-poder/>
- Grupo Comunicar. (editor, 2021). **Guía del gas Colombia 2021**. Grupo Comunicar. Bogotá. <http://www.gasnova.co/wp-content/uploads/2020/11/GUIA-del-GAS-Colombia-2021.pdf>
- Guaviare. Empresa de Energía Eléctrica del Departamento del Guaviare (ENERGUAVIARE, en línea). ¿Cómo se cobra la energía eléctrica? www.energuaviare.com/servicio-al-cliente/tarifas
- Intharak, N., Julay, J.H., Nakanishi, S., Aponte, A.A. (2007). **A quest for energy security in the 21st century**. Asia Pacific Energy Research Centre (APERC): Tokyo.
- International Energy Agency - Renewable Energy Technology Deployment (IEA-RETD, 2011). Risk Quantification and Risk Management in Renewable

Energy Projects. <http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/11/RISK-IEA-RETD-2011-6.pdf>

International Energy Agency (IEA, en línea). World Energy Investment (WEI). [Internet]. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2020?mode=overview>

International Renewable Energy Agency (IRENA, 2020). Post-COVID recovery: An agenda for resilience, development and equality. <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Post-COVID-Recovery>

James, L. y Granath, E. (2020, abril 21). Basics of an electrical power transmission system. <https://www.power-and-beyond.com/basics-of-an-electrical-power-transmission-system-a-919739/>

Jewell, J. (2011), The IEA Model of Short-Term Energy Security (MOSES): Primary Energy Sources and Secondary Fuels. IEA Energy Papers, No. 2011/17, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5k9h0wd2ghlv-en>

Naciones Unidas, Centro de Noticias (2015, septiembre 25). La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. [Internet]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>

Osorio, S. y Olaya, Y. (2011). Análisis del comercio de gas entre Colombia y Venezuela. *Dyna*, (167), 27-35.

Pacto Verde Europeo (2019, diciembre 11). Comisión Europea, Bruselas, 11 de diciembre de 2019. IP/19/6691. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6691

Pérez, M., Yépez, A., Tolmasquim, M., Alatorre, C., Rasteletti, A., Stampini, M., & Hallack, M. (2021). El papel de la transición energética en la recuperación sostenible de América Latina y el Caribe. BID, División de Energía. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El-papel-de-la->

transicion-energetica-en-la-recuperacion-sostenible-de-America-Latina-y-el-Caribe.pdf

Promigas. (2021). *Informes del sector gas natural: Cifras 2020*. <https://www.promigas.com/SiteAssets/ISGN%20COL%202021.pdf>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (SSPD, 2017, mayo). Diagnóstico de la calidad del servicio de energía eléctrica en Colombia 2016. [Informe ejecutivo]. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/20170521_informeejecutivocalidaddelserviciofinal_1.pdf

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (SSPD, 2018). Zonas No Interconectadas: Diagnóstico de la prestación del servicio de energía eléctrica. https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/diag_zni_2018_7122018.pdf

Umbach, F. y Nerlich, U. (2011). International and Local Issues, theoretical perspectives, and critical energy infrastructures. *Energy Security*, (5), 273-303. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0719-1>

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2019). Plan de Expansión de Referencias Generación-Transmisión 2019-2033. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24128710/Plan+GT+2019+-2033_SOLOTRANSMISION_vdef.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2019). Proyección de demanda de gas natural en Colombia. Ministerio de Minas y Energía. http://www.sipg.gov.co/Portals/0/Demanda/Proyeccion_Demanda_GN_Mar_2019.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2020). Estudio técnico para el plan de abastecimiento de gas natural. Ministerio de Minas y Energía. https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/PAGN_2019-2028.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2021). Plan energético nacional 2020-2025. Ministerio de Minas y Energía. <https://www1.upme.gov.co/>

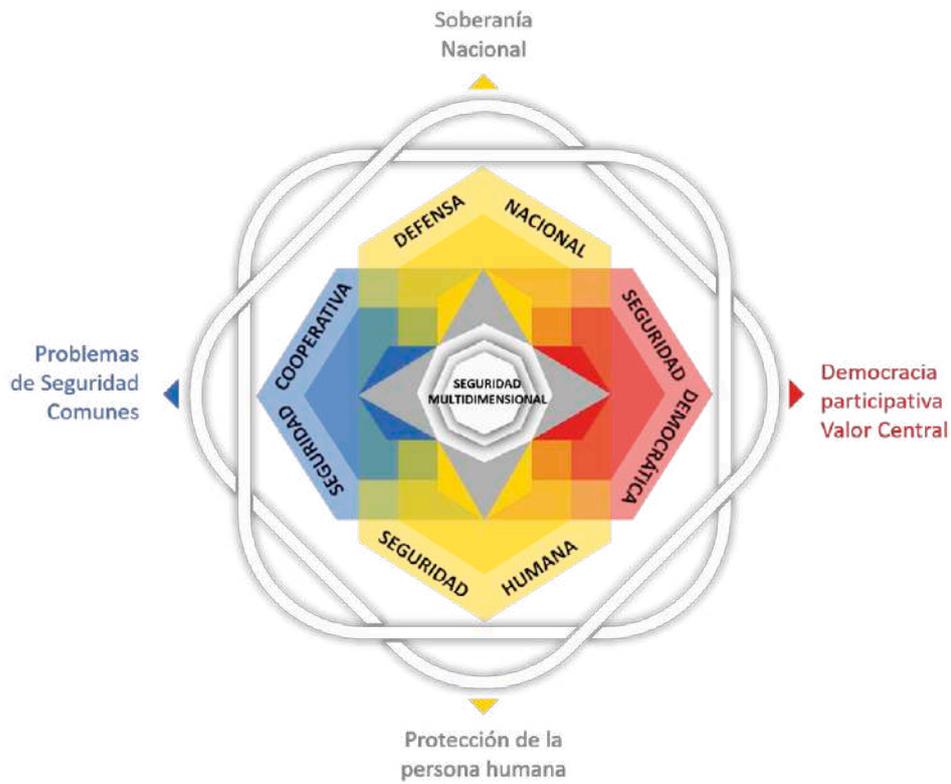
DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf

Valora Analitik. (21 de marzo de 2019). res compañías tienen más del 75% de mercado de distribución de combustibles. Obtenido de <https://www.valoraanalitik.com/2019/03/21/tres-companias-tienen-mas-del-75-de-mercado-de-distribucion-de-combustibles/>

XM S.A. ESP (XM, en línea, 2021, mayo 20). Parámetros Técnicos del SIN - PARATEC. Líneas de transmisión por agentes operadores [Internet, fecha del reporte 20-05-2021]. <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/transmision.aspx?q=lineas>

Yergin, D. (2006). Ensuring Energy Security. *Foreign Affairs*, 85(2), 69-82. <https://doi.org/10.2307/20031912>

Yergin, D. (2021). Prólogo: la transición energética de Colombia. En: Duque-Márquez, I., Mesa-Puyo, D., Lotero-Robledo, M. y Sandoval-Valderrama, S. *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia* (pp. 11-15). Bogotá. <https://www.minenergia.gov.co/libro-transicion-energetica#:~:text=En%202021%2C%20llegaremos%20a%20cerca,renovables%20en%20la%20matriz%20el%C3%A9ctrica>



Estrategia de Seguridad Energética Nacional,
se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 2021 en los talleres de
Opciones Gráficas Editores Ltda., en la ciudad de Bogotá.
Somos una empresa responsable con el ambiente.

Estrategia de Seguridad Energética Nacional



La seguridad
es de todos

Mindefensa



LA VICTORIA ES
DE TODOS

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA



ESCUELA SUPERIOR
DE GUERRA

"General Rafael Reyes Prieto"

Colombia



KONRAD
ADENAUER
STIFTUNG