

# ***ASPECTOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA PLANEACIÓN ENERGÉTICA***



**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

*GRUPO DE INVESTIGACIÓN XUÉ  
SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN BARIÓN*



***2020***



**Convenio Interadministrativo 080 de 2019. Región Administrativa y de Planeación Especial RAP-E – Universidad Distrital Francisco José de Caldas.**

**Director RAP-E:**

- Doctor Fernando Flórez Espinosa

**Supervisor Convenio:**

- Ingeniero Jorge Eduardo Aya Rodríguez

Responsable del eje de Infraestructura, transporte, logística y servicios públicos.



**Rector Universidad Distrital Francisco José de Caldas:**

- Doctor Ricardo García Álvarez

**Director IDEXUD:**

- Ingeniero Carlos Yezid Rozo Álvarez

**Equipo Técnico:**

- Alejandro Hurtado Beltrán
- Alejandra Patarroyo
- Miguel Ángel Ocaciones
- Felipe Cruz Espitia
- Juan David Salinas
- Luis Antonio Gutiérrez
- Jaime Adrián Matéus Ramírez
- Wendy Katherine Villarraga Clavijo
- Oscar Daniel Guerrero Mora
- José Alexander Ovalle Murcia
- Heguar Stins Goyeneche Mendivelso

**Equipo Específico:**

- César Andrés Rincón Triana

**Coordinadora Grupo/Semillero de Investigación:**

- Nubia Marcela Rodríguez Figueroa

**Director Grupo/Semillero de Investigación:**

- Ingeniero Andrés Escobar Díaz

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ABREVIATURAS Y GLOSARIO .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>9</b>
<b>Fuentes de Información .....</b>	<b>9</b>
<b>Técnicas e Instrumentos .....</b>	<b>9</b>
<b>Objetivos: .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Concepto de Planeación Energética .....</b>	<b>12</b>
1.1.1. Modalidades .....	13
1.1.2. Tipo de Información.....	13
1.1.2.1. Tipos de información energética.....	14
<b>2. ¿Por qué es necesario realizar Planeación Energética? .....</b>	<b>16</b>
2.1. Compromiso político.....	17
2.2. Papel de los actores .....	17
<b>3. Balance Energético .....</b>	<b>20</b>
3.1. Estructuras.....	24
3.2. Panorama mundial.....	28
3.3. Indicadores energéticos.....	29
<b>4. Políticas Energéticas.....</b>	<b>30</b>
4.1.1. Panorama Internacional.....	31
➤ Reino Unido .....	31
➤ Estados Unidos.....	33
➤ China .....	36
➤ Chile.....	37
4.1.2. Panorama Nacional .....	41
➤ Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050 (PEN2050) .....	41
4.2. Políticas y Medidas Aplicables al PAES .....	43
4.3. Políticas públicas .....	44
<b>5. Regulación y normatividad .....</b>	<b>45</b>
5.1. Análisis de regulación.....	45
5.2. Estudio de referencia e inventario de referencia de emisiones .....	46
<b>6. Estructuras de Planeación .....</b>	<b>46</b>
6.1. Consejo Mundial de Energía (WEC) .....	46
6.2. Organización Latinoamericana de Energía OLADE .....	50
6.2.1. El desarrollo de un plan energético.....	50
6.3. Departamento de Energía de los Estados Unidos.....	52

6.4. Implementación del PAES.....	55
7. Modelos de Planeación Energética .....	56
7.1. Clasificación de los principales modelos aplicables a la planificación energética .....	57
7.2. Descripción del funcionamiento de modelos seleccionados de planificación energética para el uso de proyectos energéticos.....	58
7.3. Descripción del funcionamiento de modelos seleccionados de planificación energética para el uso de planeación nacional.....	59
7.4. Financiación y modelos económicos.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	67
Entidades y Actores .....	71
Clasificación de Referencias .....	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de Balances energéticos propuesto por la OLADE. Fuente: OLADE [9]	23
<b>Figura 2.</b> Promedio anual de cambio en la producción mundial de combustibles fósiles, por combustible. Fuente: IEA [10]	28
<b>Figura 3.</b> Promedio de cambio anual en la producción de energía global por combustible. Fuente: IEA [10]	28
<b>Figura 4.</b> Promedio de cambio anual en la producción de energía por región. Fuente: IEA [10]	29
<b>Figura 5.</b> Pirámide de Indicadores de la IEA. Fuente: IEA [11]	30
<b>Figura 6.</b> Etapas del proceso para la Política Energética Chile 2050.[14]	37
<b>Figura 7.</b> Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas. Fuente: CEPAL-Naciones Unidas [5]	45
<b>Figura 8.</b> Balance Trilema en Latinoamérica y el caribe, año 2019. Fuente: WEC [17]	47
<b>Figura 9.</b> Diferencia entre análisis de tipo bottom-up (BU) y tipo top-down (TD) Fuente:(OLADE) [18]	58
<b>Figura 10.</b> Tecnologías usadas en la planeación energética a nivel nacional Fuente: (OLADE)[18]	60
<b>Figura 11.</b> Árbol de decisión para posibles modelos aplicables. Fuente: OCDE [5]	61

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Papel de los actores en el proceso PAES propuesto por la Comisión Europea. Fuente: EC [2]	19
<b>Tabla 2.</b> Plantilla para un balance energético básico. Fuente: IRES [8]	21
<b>Tabla 3.</b> Balance energético propuesto por IRES [8]	24
<b>Tabla 4.</b> Estructura matriz balance energético. Fuente: OLADE. [9]	26
<b>Tabla 5.</b> Distribución de fuentes de energía primaria (columnas) para la matriz de balance. Fuente: OLADE. [9]	27
<b>Tabla 6.</b> Distribución de fuentes de energía secundaria (columnas) para la matriz de balance. Fuente: OLADE. [9]	27
<b>Tabla 7.</b> Actividades del Balance Energético (Filas) para la matriz del balance. Fuente: OLADE [9]	27
<b>Tabla 8.</b> Metas planteadas en Energía 2050 Chile. [14]	40
<b>Tabla 9.</b> Community Strategic Energy Planning by U.S. Department of Energy [1]	53
<b>Tabla 60.</b> Actores y entidades relacionadas en el documento. Elaboración propia.	72
<b>Tabla 61.</b> Clasificación de referencias por orden de importancia. Elaboración propia.	73

## **ABREVIATURAS Y GLOSARIO**

IEA – International Energy Agency – Agencia Internacional de Energía.

DOE – U.S. Department Of Energy – Departamento de Energía de los Estados Unidos.

WEC – World Energy Council – Consejo Mundial de la Energía.

EC – European Commission – Comisión Europea.

OLADE – Organización Latinoamericana de Energía.

UPME – Unidad de Planeación Minero Energética.

UCL – University College London – Universidad de Londres.

PAES – Plan de Acción para la Energía Sostenible.

EE – Energy Efficiency – Eficiencia Energética.

UN – United Nations – Naciones Unidas.

IRES - International Recommendations for Energy Statistics – Recomendaciones Internacionales para Estadísticas Energéticas.

BID – Banco Interamericano de Desarrollo.

BEEF – Balance en Términos de Energía Final.

PIB – Producto Interno Bruto.

OCDE – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

GEI – Gases de Efecto Invernadero.

EMR – Electricity Market Reform – Reforma del Mercado Eléctrico.

CPS - Carbon Price Floor – Precio Mínimo del Carbono.

CFD – Contracts For Difference – Contratos por Diferencia.

CPF – Umbral mínimo del precio del carbono –

EPS – Emissions performance standard – Normas establecidas para emisiones.

CM – Capacity Market – Mercado de Capacidad.

BEIS – Department Of Business, Energy and Industrial Strategy – Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial.

OFGEM – Office Of Gas and Electricity Markets – Oficina de Mercados de Gas y Electricidad.

MER – Maximisation Of the Economic Recovery – Maximización de la Recuperación Económica.

NGGSO – National Grid Gas System Operator – Sistema Nacional de Red de Gas.

NG – National Grid – Red Nacional.

GNL – Gas Licuado de Petróleo.

GN – Gas Natural.

RPS – Renewable Portfolio Standard – Estándares de Cartera Renovable.

SPR - Strategic Petroleum Reserve – Reserva Estratégica de Petróleo.

CESER - Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response – Ciberseguridad, Seguridad Energética y Respuesta a Emergencias.

CEPAL – Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CESP – Guide To Community Energy Strategic Planning – Guía para la Comunidad de Planeación Estratégica de la Energía.

ODM – Objetivos de Desarrollo del Milenio.

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## INTRODUCCIÓN

Bajo el marco de desarrollo de sostenibilidad en el que se encuentra el sector energético a nivel global, la planeación energética resulta ser una de las tareas más importantes para alcanzar los objetivos y metas planteados en gobiernos y sociedades modernas. Es por esto que se requiere estudiar y desarrollar estructuras que se puedan llevar a cabo para lograr la construcción de esta, además de analizar conceptos, necesidades y procesos que se aplican a nivel global, nacional, e incluso departamental cuando se necesita identificar falencias y elementos que pueden ser importantes en la solución de problemas en los distintos sectores energéticos.

Se comprende entonces, se tiene en cuenta que es un problema global el no tener una estructura adecuada para manejar los sectores energéticos y con ello sus recursos, los cuales en la mayoría de sus procesos son fuentes limitadas de energía que necesitan ser desarrolladas mediante eficiencia y con el cumplimiento las políticas energéticas que se proponen mundial y localmente.

De otra parte, se plantean conceptos que han tomado fuerza en el mundo desde los desarrollos y experiencias realizadas por agentes representativos. A partir de ello se profundiza en el proceso para realizar planeación energética por un gobierno, administración o sociedad mediante la aplicación de las principales características que representan la estructuración de la planificación energética. Logrando que a partir de ello se presenten las políticas públicas, necesidades y herramientas que se deben interpretar en este proceso.

En este mismo orden de ideas y basados en la necesidad que tiene la región enfocada a la productividad y competitividad, se desarrolló un documento que resalta, aspectos clave acerca de cómo realizar planeación energética en territorios, regiones y gobiernos.

Para ello se tiene presentes los siguientes elementos:

En primer lugar, se realiza una conceptualización por medio de definiciones y caracterizaciones realizadas por las principales entidades del sector energético a nivel mundial. Se plantean las necesidades a cubrir al realizar planeación energética, además de estructurar un esquema base para la información que se debe tener en cuenta en este proceso, proyectando estructuras y panoramas mundiales, continentales y nacionales. Además, se describen esquemas de planeación tomados por organizaciones y gobiernos a nivel mundial y que resultan siendo casos de éxito en su implementación. Por último, en método aplicativo, se describen los principales modelos de planeación energética aplicados en los distintos sectores asociados a la misma, para de esta manera tener un panorama amplio de aplicación de acuerdo al territorio de estudio.



## METODOLOGÍA

### Fuentes de Información

En el presente documento se asocian documentos realizados por organizaciones, institutos, gobiernos y entidades representativas internacionalmente, que aportan la información adecuada y confiable para evaluar los temas planteados y asociados a la planeación energética. El documento se estructuró bajo la información internacional, de nivel global, continental y nacional, resaltando la influencia de los países que tienen relevancia en el sector energético y que poseen una importante estructura en su planeación energética. Como referencias se consideró a la Agencia Internacional de Energía (acrónimo en inglés IEA), Departamento de Energía de los Estados Unidos (acrónimo en inglés DOE), Consejo Mundial de Energía (acrónimo en inglés WEC), Organización de las Naciones Unidas (ONU), Comisión Europea (acrónimo en inglés EC), Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Energía de Chile, University College London (UCL), entre otras. Se condensa la información de interés y se propone una estructura para el tratamiento de información y estructuración básica de la planeación energética aplicada a un territorio determinado, ya sea de orden municipal, departamental, regional o nacional.

### Técnicas e Instrumentos

Se estructuró la investigación bajo la técnica de carácter **documental**, la cual considera la recopilación de información con base en documentos asociados al tema de investigación y bajo fuentes confiables, consideradas principales para abarcar el tema definido. La técnica destaca la lectura de los documentos para identificar temas representativos al tema abarcado, en este caso, se organiza la información en representación geográfica: fuentes globales, continentales y nacionales. Además de esto.

Como instrumentos se tiene información y bases de datos de referencia internacional, de las cuales se extrae el tema de interés bajo documentación libre y representativa, por lo tanto, se tomó la última información publicada por dichas entidades. La información es de tipo cualitativa y cuantitativa dependiendo el documento asociado; en donde las estructuras propuestas y la información referenciada se toman como ideario, como la mayoría de la documentación. Se debe tener en cuenta que las políticas propuestas por los gobiernos se interpretan a partir de su aplicación en el respectivo país.

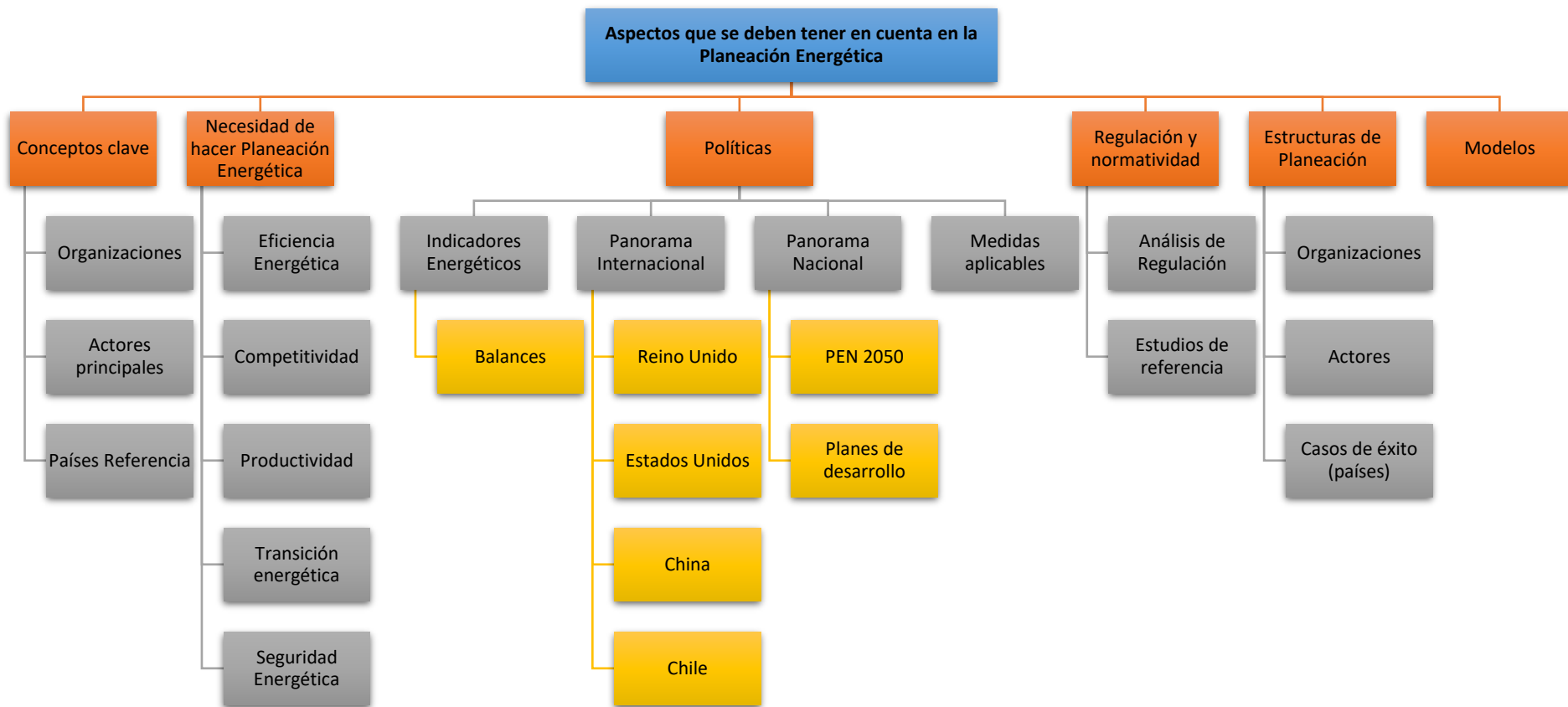
El método para la reflexión de la investigación es el de **análisis-síntesis**, por medio del cual se analiza la información obtenida, para obtener los detalles cualitativos y cuantitativos de la información asociada. Se debe sintetizar y organizar la información de tal forma que el lector pueda identificar los aspectos relevantes, los cuales se representarán en texto, tablas o figuras que contribuyan a la comprensión de la temática del documento.

### Objetivos:

- Concretamente y bajo esquemas básicos, instruir acerca de la construcción de la planeación energética en una región o territorio.

- Presentar un orden metodológico para que la unidad de planeación encargada de un territorio determinado realice planeación energética.
- Conocer las principales formas, casos y metodologías implementadas en relación a la planeación energética a nivel internacional, continental y nacional.
- Identificar temas y aspectos faltantes y de relevancia en la aplicación de una correcta planeación energética.

A continuación, se presenta el gráfico con los temas que abordará el documento:



**Diagrama 1.** Mapa conceptual - Estructura del Documento. Elaboración propia.

## 1. CONCEPTO DE PLANEACIÓN ENERGÉTICA

La planeación energética surge a partir de una visión definida, bajo políticas que estructuran objetivos a largo plazo que permiten desarrollar acciones para el cumplimiento de estrategias que satisfagan la solución a dichos objetivos planteados. De hecho, de acuerdo a sus necesidades, un plan estratégico presenta clasificaciones a partir de los objetivos y estrategias planteadas, por ejemplo, la guía de planeación energética del **DOE** [1] los clasifica así:

- Proactivo: Mediante acciones cortas y efectivas busca dar solución a las necesidades claras y que presentan prioridad y son planteadas por el gobierno y la comunidad.
- Comprensivo: Presenta un mayor trabajo de planificación, enfocado a lograr un mayor alcance en las necesidades y prioridades de la comunidad.
- Estructurado: A través de un plan de acción específico, busca definir una orientación organizada y global.
- Largo plazo: Busca realizar una planificación a varios años, organizando proyectos que garanticen el cumplimiento de objetivos que requieren inversión en este periodo de tiempo.
- Duradero: Establece una ruta de trabajo que se mantiene en más de una administración.

Otras fuentes de información [2] dan significado a la planeación energética como un proceso que comprende el desarrollo de políticas de largo alcance que tienen como fin guiar el futuro del sistema energético ya sea a nivel local, nacional, regional o global. Esta planeación puede ser realizada desde agencias gubernamentales, empresas de servicios públicos, academia, entre otros.

Dentro del concepto de planeación energética, cabe resaltar la importancia de la energía sostenible, la cual es la base de la planeación en la actualidad. Por parte la **EC**, sustenta un documento titulado “*Cómo Desarrollar un Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)*” [3], el cual propone una estrategia aplicable a nivel local, con el compromiso de reducir las emisiones de dióxido de carbono. Esta referido a acciones de instalaciones fotovoltaicas, de energía eléctrica, cogeneración, en el cual, la autoridad local debe fomentar la utilización de productos y servicios eficientes energéticamente hablando. A largo plazo debe contar con un compromiso de 3 a 5 años en objetivos detallados. Aunque las metas no se han cumplidas en el periodo dicho, se debe considerar el alcance, hasta el año final de su planeación.

**EI WEC**, desarrolló un documento titulado “*Energy Transition Toolkit*” [4], en el cual se establecen herramientas para la tomar la transición energética como un beneficio y no como un problema. Es claro recalcar que la Transición energética, en la actualidad es un tema esencial y base de la planeación. Se recalca a la Energía como base de la prosperidad en el mundo, la cual debe ser confiable, asequible, y sustentable; a su vez, el futuro de la humanidad depende de los desafíos que se tienen en cuanto al acceso a la energía,

seguridad y confiabilidad. Debido a lo anterior, una exitosa planeación energética resulta ser el camino adecuado para garantizar efectividad y compromiso en los diversos temas tratados en la transición energética.

#### **1.1.1. Modalidades**

Dentro de las modalidades de planificación especificadas por la **OLADE** e implementadas en la mayoría de países que participan en esta organización, se especifican:

- Planificación normativa: Basado en el estado, es decir, donde prevalecen los criterios y aspectos económicos y tecnocráticos se formula una ruta para crear un plan e instrumentos necesarios técnicamente.
- Planificación indicativa: Se trata de formular un plan que represente los aspectos físicos y económicos de los diferentes sectores involucrados, comprendiendo básicamente los entes y actores descentralizados del sistema, ya sean públicos o privados.
- Planificación estratégica: En este plan, se definen estrategias y acciones encaminados a cumplir objetivos establecidos por los diferentes sectores y planificados por el organismo encargado del estado.

Para el diseño y la implementación de propuestas adecuadas se debe tener en cuenta la calidad y eficiencia de la información tanto cualitativa como cuantitativa con la que se cuenta para identificar problemas y conocer la situación energética con la que cuenta la región de estudio y así realizar la planificación.

La información se puede dividir económicamente bajo el esquema sector rural y urbano, en donde los sectores de consumo como lo son el industrial, comercial, residencial y gobierno se encuentran dentro del sector urbano. De ahí la necesidad de la participación de los diferentes organismos y agentes involucrados en las necesidades y objetivos de la región de estudio, los cuales deben proporcionar información cualitativa y cuantitativa verídica que pueda complementar el diagnóstico de los sectores con el propósito de implementar estrategias y planes para el desarrollo de los mismos.

#### **1.1.2. Tipo de Información**

Según la **OLADE** en el manual de planificación energética [5], la información se puede clasificar teóricamente en siete dimensiones:

- Dimensión física: genera la mayor parte de información ya que depende de las variables estadísticas físicas que comprende cada fuente energética, como producción, consumo, eficiencias, balances, reservas, disponibilidad, entre otros.
- Dimensión económica: trabaja con datos e información macroeconómica, basada en las inversiones que se presentan generalmente por medio de las grandes compañías, países importadores y productores/exportadores; además del desequilibrio que se presenta con la oferta y demanda de energía.

- Dimensión Ambiental: tiene en cuenta la información relacionada con la producción y consumo de energía a nivel de: emisiones, áreas de afectación, tipo de flora y fauna asociada, políticas ambientales, entre otras.
- Dimensión social: genera fundamento en el impacto social a partir de la aplicación de la planeación, y de los indicadores que pueden estar presentes en: encuestas, políticas, regulaciones, tasas de crecimiento poblacional, entre otros.
- Dimensión política: analiza por medio de políticas energéticas, el área de estudio, tendencias o leyes internacionales donde se encuentre información relacionada a planes o programas propuestos.
- Dimensión tecnológica: tiene en cuenta los avances y desarrollos tecnológicos y los costos que representan dicha aplicación.
- Dimensión legal: analiza la importancia que se da a la información regulatoria aplicada a los temas ambientales, tecnológicos, económicos, sociales, entre otros.

#### **1.1.2.1. Tipos de información energética**

##### **1.1.2.1.1. Información estadística**

Esta sección cuenta con la mayor cantidad de datos, siendo la base del planeamiento energético, se tratan definiciones y caracterización de la estructura del balance energético, especificando información general.

El balance energético se considera como una estructura que contabiliza los flujos físicos por los cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma, se consume, etc. Este balance se puede realizar siguiendo la estructura global en cualquier producto energético, de igual manera, al considerarse en la planificación energética global, abarca variables económicas, ambientales y sociales. Existe información asociada a los balances energéticos, por ejemplo: Metodología de balances energéticos del propio país de la UNAM; Balances energéticos según la metodología de OLADE; Metodologías de balances extrarregionales de la IEA.

##### **Información básica a considerar**

La información debe contener desde el plano internacional, hasta el nacional y regional, con relación al sistema energético, ambiental y socioeconómico. A continuación, se encuentra la estructura básica propuesta por la OLADE:

- Ámbito de abastecimiento, con relación a:
  - Aspectos físicos (disponibilidad del recurso): Reservas, potenciales, balances de flujos e impactos ambientales globales y locales.
  - Estructura productiva: Tecnologías de producción, pérdidas, costos, indicadores de eficiencia, esquema de financiamiento de las inversiones y niveles de contratación.
  - Organización institucional y funcional: Naturaleza jurídico-institucional de las empresas, riesgos salientes, organización de mercados intermedios, organismos de coordinación operativa, entidades de fiscalización y control, características de las normas regulatorias y organismos de política sectorial.

- Estructura de precios de oferta: Mecanismos de formación de los precios de oferta, relaciones entre precios y costos, regalías y características de la regulación de mercados mayoristas.
- A nivel de la interface abastecimiento- consumo, con relación a:
  - Niveles absolutos y relativos de los precios finales
  - Impuestos y subsidios
  - Características de la regulación a mercados finales
- Ámbito del subsistema de consumo, con relación a:
  - Estructura de consumos por sectores y fuentes: residencial, minería, productivo rural, industria, transporte, comercio y servicios.
  - Matrices de fuentes y usos en cada sector.
  - Grado de cobertura de energía en el sector residencial.
  - Potenciales de ahorro energético por sectores de consumo.
  - Impactos ambientales del consumo por sectores de consumo
- Cambios estructurales, asociados a:
  - Estructura de reservas y potenciales.
  - Estructura de producción de fuentes primarias y secundarias.
  - Organización productiva
  - Organización institucional
  - Modalidades de coordinación
  - Principios regulatorios fundamentales
  - Estructura de precios relativos
  - Modalidades de financiamiento de las inversiones
  - Estructura de consumos por sectores y fuentes
  - Principales procesos de sustitución entre fuentes
  - Estructura del comercio exterior de energía
- Cálculos de las variables socioeconómicas y energéticas:
  - Relaciones entre los consumos energéticos por sectores con relación a variables económicas, como la relación entre el consumo total de energía y los niveles de actividad sectorial, así como la relación entre los consumos sectoriales por fuentes, precios y nivel de actividad, por medio de modelos econométricos.

- Uso de modelos econométricos para estimar la estimación de elasticidades, en relación al consumo de energía en el sector residencial e indicadores de ingreso, distribución del ingreso y variables demográficas.

## 2. ¿POR QUÉ ES NECESARIO REALIZAR PLANEACIÓN ENERGÉTICA?

En la actualidad, el sector energético está pasando por una línea compleja donde se pueden presentar caminos impredecibles. A nivel mundial, la forma en la que el mundo produce, consume y comercializa la energía está cambiando, por ejemplo, el concepto de “**prosumidor**”, el cual es un consumidor que dentro de su necesidad y beneficio está produciendo energía. Nuevos roles y actores están emergiendo a causa de la complejidad del sistema al introducirse nuevas fuentes de energía y al acoplamiento ante el cambio en la forma de consumir del planeta. **El WEC** [4], plantea la Transición Energética como la oportunidad de reestructurar los retos de la planeación, se necesita ir más allá de los problemas, es importante apuntar a la calidad y acceso de energía a comunidades enteras. Debido a esto, abarca cinco retos fundamentales en la Transición Energética:

- Identificar y entender los problemas relacionados al Sistema de Energía.
- Gestionar las demandas competitivas del Trilema: seguridad, equidad y sostenibilidad.
- Involucrarse en una visión global, a largo y corto plazo sobre el futuro.
- Desarrollar resiliencia para la gestión de riesgos.

El propósito del Toolkit del WEC, no solo plantea el estudio de la transición energética, sino que además estructura una guía para partes interesadas globales, con la inclusión de los agentes importantes y necesarios, abarcando temas esenciales de la planeación en una región.

Cabe resaltar que el sector energético está presente en la cotidianidad de una región, desde los hogares, industria, comercio; hasta estar presente en la mayoría de procesos productivos y llegar a ser materia de exportación para la mayoría de regiones con potencial. Debido a esto, del manejo de este sector depende la economía de una región, puede ser considerada como la base de desarrollo de una región con potencial y en constante crecimiento. [6]

Desde el punto de vista económico en la reducción de costos, la implementación de una planeación energética resulta ser muy conveniente con un enfoque de eficiencia energética. Desde pequeña escala (compañías, edificios, colegios, plantas, etc.) hasta gran escala (gobiernos, estados y organizaciones), en donde la reducción en los consumos de energía llega a ser de vital importancia en su economía. Debido a esto, la planeación energética debe tener identificados los objetivos y acciones a realizar en medida de eficiencia y manejo de la energía. Además, como plantea el Departamento de Energía de los Estados Unidos [1], la estructuración de la planeación energética trae beneficios y brinda solución a las necesidades de una comunidad con respecto a:

- Creación de empleos y fortalecimiento de la economía local, por medio de la aplicación de nuevos proyectos y adopción de nuevas tecnologías.



- Seguridad energética por medio del aumento del potencial y capacidad, además de la aplicación de nuevas opciones energéticas.
- Ambiente más limpio y mayor habitabilidad por medio de la reducción del impacto ambiental negativo a causa de la implementación de fuentes no convencionales y reducción de las convencionales.

Lo anterior da pie a que los gobiernos locales pueden estructurar una planeación energética efectiva al identificar necesidades y desarrollar políticas administrativas y financieras para el desarrollo de estos procesos. [1]

Efectivamente, la planeación llega a funcionar como una herramienta en la que se basa la política energética, donde se puede llegar a concretar los lineamientos propuestos. Además de esto, al nivel sub-sectorial se da diagnóstico de las condiciones de todas las cadenas productivas que integran el sistema energético, resultando ser una necesidad realizar un análisis del estado real de la relación demanda y consumo, con la interrelación de algunos niveles importantes [5]:

- |  |  |
|--|--|
| ➤ Demanda energética   | ➤ Contribución económica del sector energético |
| ➤ Disponibilidad de recursos                                     | ➤ Nivel de eficiencia                          |
| ➤ Disponibilidad de reservas, convencionales y no convencionales | ➤ Balance energético                           |
| ➤ Oferta energética  | ➤ Cobertura y accesibilidad energética         |
| ➤ Tecnologías empleadas  | ➤ Impacto ambiental                            |
| ➤ Precios, impuestos y subsidios                                 | ➤ Caracterización general y sectorial          |

## **2.1. Compromiso político**

Relacionado a las políticas aplicables a las regiones, la guía del PAES [3], sustenta que el plan debe ser discutido con las autoridades locales, para su implementación, de esta manera se podrá seguir con un seguimiento, evaluación y verificación, además, de este modo se podrá integrar el plazo, implementación y seguimiento de los departamentos, asegurar el compromiso, fomentar la participación de los cuidados, colaborar intercambiando experiencia. Por lo tanto, en este sentido, los documentos presentados a las autoridades políticas son concisos, completos y comprensibles, para conseguir el acuerdo con los principales representantes.

## **2.2. Papel de los actores**

En este caso, por parte del PAES [3], se hace conveniente que haya un amplio consenso y que las decisiones se han tomadas de manera democrática. Esto con el fin de mejorar la calidad, aceptación, y efectividad del plan, lo cual favorece el seguimiento. En este mismo orden de ideas, las partes interesadas corresponden a todas aquellas que se vean afectadas por el plan, que controlen la información y los conocimientos técnicos para la formulación de la planeación. En la siguiente tabla, el PAES, muestra los roles potenciales de los actores relacionados al proceso:

El proceso PAES: Las principales etapas - papel de los actores clave				
FASE	ETAPA	PAPEL DE LOS ACTORES		
		Consejo municipal u organismo equivalente	Administración local	Partes Interesadas
Iniciación	Compromiso político y firma del Pacto	Manifiestar el compromiso inicial. Firma del Pacto de Alcaldes. Proporcionar el impulso necesario a la administración local para lanzar el proceso	Animar a las autoridades locales a emprender acciones. Informarles sobre los beneficios (y los recursos necesarios)	Presionar a las autoridades locales para que tomen acciones (si es necesario)
	Adaptación de las estructuras administrativas municipales	Asignar recursos humanos suficientes y asegurarse de que las estructuras administrativas adecuadas están listas		
	Búsqueda del apoyo de las partes interesadas	Proporcionar el impulso necesario para la participación de las partes interesadas. Mostrar que se considera importante para su participación y apoyo	Identificar a las principales partes interesadas, decidir qué canales de comunicación/participación se quieren utilizar. Informarles sobre el proceso que va a comenzar y recoger sus opiniones	Expresar sus opiniones, explicar su papel potencial en el PAES
Fase de planificación	Evaluación del marco actual: ¿Dónde nos encontramos?	Asegurar que se cuenta con los recursos necesarios para la fase de planificación	Realizar la evaluación inicial, recoger los datos necesarios, y elaborar el inventario de referencia de las emisiones de CO2. Asegurarse de que las partes interesadas participan de manera adecuada	Suministrar información y datos valiosos, compartir el conocimiento
	Establecimiento de la visión: ¿Dónde queremos ir?	Apoyar la elaboración de la visión. Asegurarse de que es lo suficientemente ambiciosa. Aprobar la visión (si resulta aplicable)	Establecer una visión y unos objetivos que la apoyen. Asegurarse de que es compartida por las principales partes interesadas y por las autoridades locales	Participar en la definición de la visión, expresar su opinión sobre el futuro de la ciudad
	Elaboración del plan: ¿Cómo llegamos hasta allí?	Apoyar la elaboración del plan. Definir las prioridades en línea con la visión definida previamente	Elaborar el plan: definir políticas y medidas en línea con la visión y los objetivos, establecer el presupuesto y la financiación, el calendario, los indicadores, las responsabilidades. Mantener informadas a las autoridades políticas, e involucrar a las partes interesadas (si resultase necesario)	Participar en la elaboración del plan. Proporcionar información, realimentación
	Aprobación y presentación del plan	Aprobar el plan y los presupuestos necesarios	Presentar el PAES a través de la página web del RdA. Hacer propaganda del plan	Presionar a las autoridades locales para la aprobación del plan (si resulta necesario)

El proceso PAES: Las principales etapas - papel de los actores clave				
FASE	ETAPA	PAPEL DE LOS ACTORES		
		Consejo municipal u organismo equivalente	Administración local	Partes Interesadas
Fase de implementación	Implementación	Proporcionar apoyo político a largo plazo al proceso del PAES	Coordinar la implementación del plan. Asegurarse de que cada parte interesada es consciente de su papel en la implementación	Cada parte interesada implementa las medidas que se encuentran bajo su responsabilidad
		Asegurar de que las políticas energéticas y medioambientales se adoptan en la vida diaria de la administración local	Implementar las medidas que se encuentran bajo la responsabilidad de la autoridad local. Dar ejemplo. Hacer propaganda de las acciones	Presionar/alentar a la administración local para implementar las medidas que se encuentran bajo su responsabilidad (si resulta necesario)
		Mostrar interés en la implementación del plan, animar a las partes interesadas a actuar, mostrar ejemplos	Motivar a las partes interesadas (campañas de información). Informarlas convenientemente sobre los recursos disponibles para EE y SER	Cambios de comportamiento, acciones dirigidas hacia EE y RES, apoyo general a la implementación del PAES
		Coordinar con otros firmantes del PdA, intercambiando experiencias y métodos, estableciendo sinergias y alentando su participación en el Pacto de Alcaldes		Fomentar la actuación de otras partes interesadas
Fase de seguimiento e información	Seguimiento	Pedir ser informado sobre el avance del plan	Realizar un seguimiento regular del plan: avance de las acciones y evaluación de su impacto	Suministrar los datos e información necesarios
	Información y presentación del informe de implementación	Aprobar el informe (si aplica)	Informar periódicamente a las autoridades políticas y a las partes interesadas sobre el avance del plan. Comunicar los resultados. Cada dos años, presentar un informe de implementación a través la página w eb del PdA	Suministrar comentarios sobre el informe e informar sobre las medidas bajo su responsabilidad
	Revisión	Asegurarse que las actualizaciones del plan se producen a intervalos regulares	Actualizar el plan periódicamente de acuerdo con la experiencia y los resultados obtenidos. Involucrar a las autoridades locales y a las partes interesadas.	Participar en la actualización del plan

**Tabla 1.** Papel de los actores en el proceso PAES propuesto por la Comisión Europea. Fuente: EC [3]

### 3. BALANCE ENERGÉTICO

Por parte de la comisión europea, en su guía de balance energético [7], este se define como el punto de partida natural para estudiar el sector energético, gracias a que en este se presenta, estadísticamente, la **situación energética** de un país, permitiendo así ver la cantidad de energía extraída, comercializada, transformada y consumida por los diferentes actores económicos (industria, transporte, comercial, etc.). Además de esto, permite estudiar el mercado energético e identificar impactos debidos a las políticas energéticas. El balance energético, es una herramienta bastante útil para el **análisis** energético y su **planeación**, por medio de:

- El mercado energético nacional (producción, comercio, transformación y uso final de la energía)
- Evolución de la oferta y la demanda de energía (importaciones, intensidad energética)
- Desarrollo sostenible (combustibles fósiles, energías renovables)
- Modelado y pronóstico de energía

La Estrategia de Energía y la Unión Europea, en la guía del balance energético [7], toman los balances energéticos como insumo clave para la elaboración de políticas energéticas, es por esto que el siguiente capítulo de este documento está enfocado a las mismas.

El concepto asociado por las **Naciones Unidas** (Acrónimo en Inglés UN) a partir de las Recomendaciones para las Estadísticas de Energía [8], para el balance energético, es un marco contable para la organización de datos asociados a productos energéticos que ingresan, salen y se utilizan dentro del territorio nacional de un país. Aquí se expresan todas las formas de energía con sus procesos y transformaciones relacionadas a todos los flujos de energía. Además de esto se asocian los siguientes propósitos:

- Mejorar la importancia de estadísticas energéticas para evaluar la situación energética
- Brindar información asociada a la oferta y demanda de energía en el territorio para temas de seguridad energética, mercado y políticas energéticas.
- Servir de herramienta para la obtención correcta de estadísticas
- Asegurar la comparación y análisis entre diferentes periodos y países
- Proporcionar datos para estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> en el territorio
- Brindar la base para los indicadores asociados a cada producto energético
- Calcular eficiencia en procesos de transformación (refinación, producción de electricidad por combustibles, etc.)

- Calcular la proporción de la oferta/consumo por fuente de energía (renovables y no renovables)
- Proporcionar la base para los modelos y pronóstico

Por consiguiente, la UN recomienda a los países tener un nivel de detalle en cuanto a datos que permitan la construcción de un balance energético específico. Para esto se tienen dos tablas, asociadas a los datos obtenidos por países que pueden contar con la información y los que no (mínimo de datos -**Tabla 2**).

Item code	Flows	Energy products					of which: Renewables
		E1	E2	E3	...	Total	
1.1	Primary production						
1.2	Imports						
1.3	Exports						
1.4	International bunkers						
1.5	Stock change (closing-opening)						
1	Total energy supply						
2	Statistical difference						
3	Transfers						
4	Transformation processes						
5	Energy industries own use						
6	Losses						
7	Final consumption						
7.1	Final energy consumption						
7.1.1	Manufacturing, const. and non-fuel mining industries, total						
7.1.1.1	Iron and steel						
7.1.1.2	Chemical and petrochemical						
7.1.1.X	Other industries						
7.1.2	Transport, total						
7.1.2.1	Road						
7.1.2.2	Rail						
7.1.2.3	Domestic aviation						
7.1.2.4	Domestic navigation						
7.1.2.X	Other Transport						
7.1.3	Other, total						
7.1.3.1	of which: Agriculture, forestry and fishing						
7.1.3.2	of which: Households						
7.2	Non-energy use						

**Tabla 2.** Plantilla para un balance energético básico. Fuente: IRES [8]

En relación a lo anterior, las Recomendaciones Internacionales para Estadísticas Energéticas (Acrónimo en Inglés IRES) [8] determina que el alcance del balance energético está dado por tres límites: espacio territorial, productos energéticos y flujo de energía. Además, se hace énfasis en el alcance, el cual no incluye: energía pasiva, recursos y reservas de energía, extracción de cualquier material no cubierto en la producción de energía primaria, desechos no usados con fines energéticos.

En este mismo orden de ideas, la **OLADE**, con apoyo del Banco Interamericano de desarrollo (**BID**), desarrollaron un Manual de Estadística Energética [9], en el cual se define el balance energético como el conjunto de relaciones de equilibrio que contabiliza los flujos de energía a través de las cadenas energéticas desde su producción, hasta su aprovechamiento final. Además de su presentación anual, se divide en dos modalidades: Balance físico (balance de productos por medio de flujo de energía en unidades físicas por cada fuente) y balance calórico (permite comparar flujos de diferentes fuentes, por medio de unidad calórica).

La OLADE describe al balance como **herramienta clave para la planificación energética**. Visualiza cómo se produce, exporta, importa, transforma y se consume energía en los diferentes sectores económicos, permitiendo obtener relaciones de eficiencia y diagnóstico de la situación energética de un **país, región o continente** determinado.



En relación a la **Figura 1** y la relación ascendente del balance energético (Consumo, Transformación y Oferta), este cumple un papel insumo-producto en el sector energético y económico; es por esto que al tener en cuenta las variables socio económicas, se presenta como un instrumento esencial en la planificación.

### 3.1. Estructuras

La estructura propuesta por el IRES [8] para el balance energético se compone de una matriz en donde se relacionen los productos energéticos (columnas) y los flujos de energía (filas), dependiendo del patrón de producción y consumo del territorio y su nivel de detalle. En la **Tabla 3** se muestra el balance energético asociado a esta estructura y a continuación, se describen las siguientes características:

- **Columnas:** La cantidad depende del nivel de detalle del balance, ya que se refiere a los productos energéticos a evaluar. Se pueden agrupar a partir del grado de importancia en su análisis.
- **Filas:** En estas se refleja la relación entre la producción primaria de energía, su transformación y consumo final. Se puede dividir en tres bloques: 1. Superior: representan la energía que entra y sale del territorio, además de la información requerida para el suministro de energía; 2. Intermedio: Muestra cómo se transforma, transfiere y utiliza la energía en usos propios; 3. Inferior: Representa el consumo final de energía y el uso no energético.
- **Fila de estadística:** Se reserva para mostrar una diferencia estadística con relación a los saldos.

Uses	Transformation	Energy industries own use	Energy use (excluding for transport)	Energy use for transport	Non-energy use	Energy balance (middle and bottom blocks) ...
<b>Energy industries</b> Electricity and heat Coal Mines Coke ovens <Etc.>			Not applicable			Transformation <by type> <by type> Energy industries own use Final consumption Final energy consumption
<b>Energy consumers</b> Iron and steel <Etc.> Construction <Etc.> Household <Etc.>	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	Industry, total <by type> <by type> Transport Other, total Households Commercial and public services Agriculture Non-energy use

**Tabla 3.** Balance energético propuesto por IRES [8]

La OLADE [9], propone una estructura general, que vincule las variables propias del sector. El Balance en Términos de Energía Final (BEEF) de OLADE, presenta una matriz donde las columnas representan las fuentes energéticas (primarias y secundarias) y las filas



representan las actividades (origen del consumo de energía, divididas en oferta, transformación y consumo). En este documento se presentan las características específicas para la elaboración de la siguiente matriz, la cual representa el balance energético propuesto por la OLADE:

	Fuentes primarias	Total primarias	Fuentes secundarias	Total Secundarias	Total
Producción primaria (PP)	(+)	Suma primarias	Suma valores positivos en actividades de transformación	Suma secundarias	Total primarias
Reinyección o recirculación de GN (RI)	(+)	Suma primarias		Suma secundarias	Primarias +secundarias
Importación (IM)	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Exportación (EX)	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Variación de inventario (VI)	(+)	Suma primarias	(+/-)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
No Aprovechado (NA)	(+/-)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias + secundarias
Transferencias (TR)	(+)	Suma primarias	(+/-)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Bunkers (BK)	(+/-)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Total oferta interna (OT)	PP-RI+IM+EX+VI-NA-BK+TR				
Actividades de transformación	(-)	Suma primarias	(+/-)	Suma valores positivos fuentes secundarias (productos)	Productos-insumos
	(-)	Suma primarias	(+/-)		Productos-insumos
	(-)	Suma primarias	(+/-)		Productos-insumos
	(-)	Suma primarias	(+/-)		Productos-insumos
	(-)	Suma primarias	(+/-)		Productos-insumos
Total Transformación (TT)	Suma valores negativos de actividades de transformación			Suma secundarias	Productos-insumos
Sectores de consumo final	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Consumo Energético (CE)	Suma de sectores de consumo final				
Consumo No Energético (NE)	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Consumo final (CF)	Consumo Energético+ Consumo No Energético				
Consumo Propio (CP)	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Perdida (PE)	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Ajuste (AJ)	OT+TT-CF-CP-PE (TT tiene signo negativo)				
Generación Eléctrica: Centrales Eléctricas	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias
Generación Eléctrica: Auto Productores	(+)	Suma primarias	(+)	Suma secundarias	Primarias +secundarias

**Tabla 4. Estructura matriz balance energético. Fuente: OLADE. [9]**

Fuentes de energía primaria												
Hidrocarburos Primarios			Fuentes Minerales		Energía Directa				Biomasa			Otras Fuentes Primarias
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Petróleo crudo	Líquidos de gas Natural	Gas natural	Carbón mineral	Nuclear	Hidroenergía	Geotermia	Eólica	Solar	Leña	Productos de caña	Otra biomasa	
kbbi	kbbi	Mm <sup>3</sup>	kt	t	GWh	GWh	GWh	GWh	kt	kt	kbep	kbep

**Tabla 5.** Distribución de fuentes de energía primaria (columnas) para la matriz de balance. Fuente: OLADE. [9]

Fuentes de energía secundaria											
14	Productos de petróleo y gas natural								Productos de fuentes minerales		
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Electricidad	GLP	Gasolina	Kerosene y Jet Fuel	Diesel oil	Fuel oil	Gas de refinería	Coque de petróleo	Otros productos de petróleo y gas	Coque de carbón mineral	Gases industriales	Otros productos fuentes minerales
GWh	kbbi	kbbi	kbbi	kbbi	kbbi	kbep	kt	kbep	kt	kbep	kbep

Fuentes de energía secundaria					
Fuentes de energía secundaria					
Productos de biomasa					
26	27	28	29	30	31
Carbón vegetal	Etanol	Biodiesel	Biogás	Otras fuentes secundarias	No energético
kt	kbbi	kbbi	kbep	kbep	kbep

**Tabla 6.** Distribución de fuentes de energía secundaria (columnas) para la matriz de balance. Fuente: OLADE. [9]

ITEM	Actividad	ITEM	Actividad	ITEM	Actividad
1	Producción primaria	13	Autoprodutores	25	Agro, silvicultura y pesca
2	Reinyección o recirculación de GN	14	Coquería	26	Minería
3	Importación	15	Alto horno	27	Construcción y otros
4	Exportación	16	Carbonera	28	CONSUMO ENERGÉTICO
5	Variación de inventario	17	Destilería de etanol	29	No Energético
6	No aprovechado	18	Plantas de biodiesel	30	CONSUMO FINAL
7	Transferencias	19	Otras transformaciones	31	Consumo propio
8	Bunkers	20	TRANSFORMACIÓN TOTAL	32	Pérdidas
9	OFERTA TOTAL	21	Transporte	33	AJUSTE
10	Refinería	22	Industria	34	Generación Eléctrica: Centrales Eléctricas [GWh]
11	Centros de gas	23	Residencial	35	Generación Eléctrica : Auto productores [GWh]
12	Centrales eléctricas	24	Comercial , servicios y público		

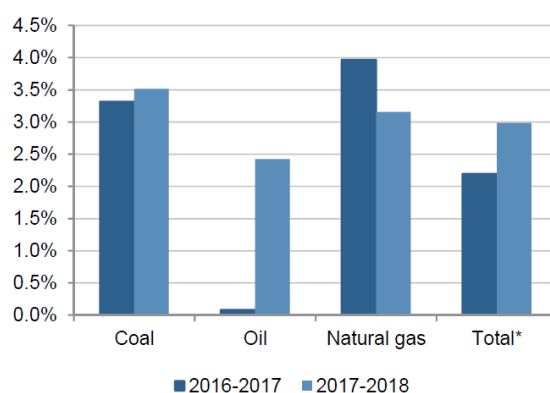
**Tabla 7.** Actividades del Balance Energético (Filas) para la matriz del balance. Fuente: OLADE [9]

La Comisión Europea establece unos prerequisites para la construcción de balances energéticos según la metodología propuesta por ella, llamada Eurostat [7]:

- Estadísticas energéticas: Establecer un reglamento específico para el tratamiento y construcción de estadísticas anuales a partir de esta metodología.
- Suposiciones metodológicas: Proporcionar diversas opciones de metodología basadas en Eurostat y los países informantes de la Comisión Europea.
- Herramientas informáticas: Permitir que los países produzcan balances de energía bajo la metodología Eurostat, se desarrollaron dos herramientas: MS Excel y MS Excel (con macros de Visual Basic) en pro del tratamiento de datos e información.

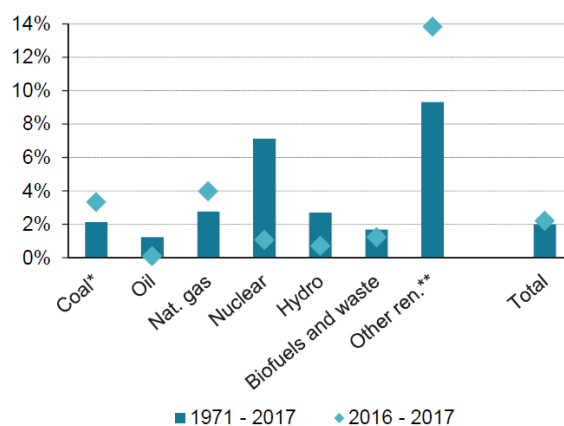
### 3.2. Panorama mundial

A continuación se referencia el balance energético mundial realizado por parte de la Agencia Internacional de Energía, en el reporte del año 2019 [10]:



\* Se excluye la turba y el esquisto bituminoso.

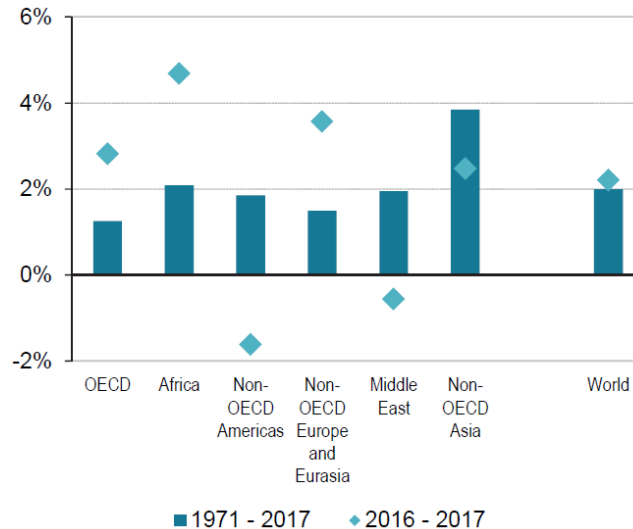
**Figura 2.** Promedio anual de cambio en la producción mundial de combustibles fósiles, por combustible. Fuente: IEA [10]



\* Se incluye la turba y el esquisto bituminoso.

\*\* Incluye energía geotérmica, solar térmica, solar fotovoltaica y eólica

**Figura 3.** Promedio de cambio anual en la producción de energía global por combustible. Fuente: IEA [10]



**Figura 4.** Promedio de cambio anual en la producción de energía por región.  
Fuente: IEA [10]

### 3.3. Indicadores energéticos

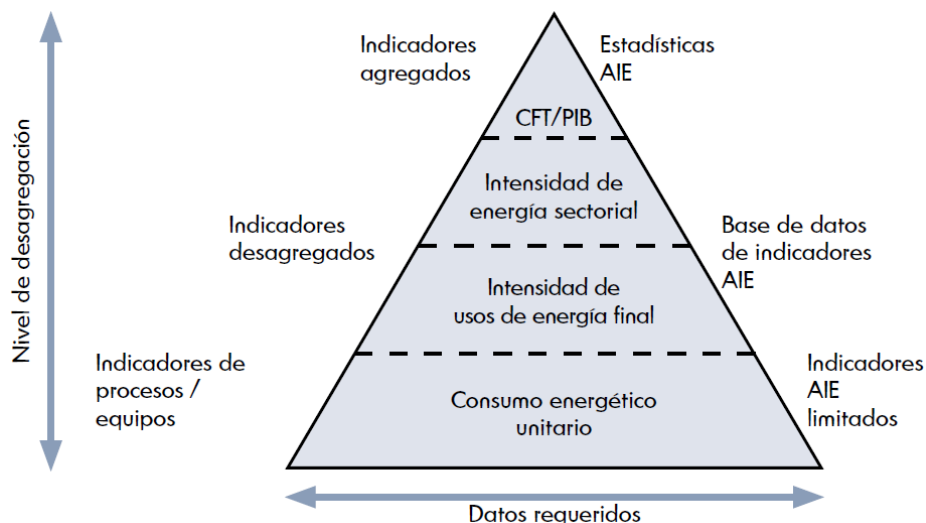
Según la **Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)**, en su documento titulado indicadores de eficiencia energética [11], se establecen las bases para estructurar las políticas energéticas, entre ellas, los indicadores energéticos, los cuales muestran la información base para la formulación de políticas, ya sea por medio de la tendencia basada en el consumo histórico, predicción de la demanda futura de energía y el análisis de la interacción económica y humana por medio del consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono. Desde el punto de vista de la política energética, esta ha impactado en la intensidad energética final en los países. El impacto de la eficiencia energética se debe analizar por actividad, estructura económica e intensidad energética por sector, en el cual se le debe dar prioridad según la relevancia de los sectores en el país.

Dentro de los conceptos, se debe tener en cuenta el desarrollo de los indicadores energéticos y de emisiones bajo la demanda de energía final y el suministro de energía, en los cuales su estudio depende de los recursos y tipo de datos con los que se cuenta.

La IEA, propone una jerarquía en donde se explican los cambios más agregados del consumo energético y su nivel de detalle. En la Figura 5 se muestra el orden de las filas, en donde el indicador más agregado corresponde a una relación entre el consumo de energía y una variable macroeconómica como el PIB. En la segunda fila se muestran los indicadores basados en el consumo energético por cada sector principal, lo que da entrada a las filas más bajas y con información más detallada, en donde se representa el aporte de los subsectores o usos finales; entre más se quiera un análisis más detallado y con más filas en la base, se requieren datos y análisis más complejos.

La descripción de los indicadores energéticos describe los vínculos entre el consumo de energía y la actividad humana y económica, para lo cual incluye mediciones de la actividad, desarrollo de estructuras e intensidad energética; las cuales dependen de la prioridad y

disponibilidad de información que se da en cada país. El desarrollo de indicadores representa el primer paso para el análisis de la situación energética e interpretación de su evolución, que, a su vez, en su análisis proporcionan la base para la **elaboración de políticas**.



**Figura 5.** Pirámide de Indicadores de la IEA. Fuente: IEA [11]

Además, la información y evaluación de políticas depende de la pronosticación de situaciones basados en los indicadores, los responsables de la toma de decisiones deben contar con información clave que permita lograr una política definida. Se debe realizar un análisis basado en la información de las tendencias futuras antes de que ocurran, además de la definición de las líneas base al implementar las políticas. Debido a esto, la IEA establece la estructura para el desarrollo de indicadores por sectores, la cual permite identificar el impacto de diversos factores en el consumo de energía; esta descomposición se divide en actividad agregada, la estructura sectorial y la intensidad energética. Los sectores a los que se debe aplicar el análisis para el desarrollo de políticas son: sector residencial, servicios, industrial y transporte. En el documento de Indicadores de Eficiencia Energética [11] se realiza la descripción del análisis por sector.

#### 4. POLÍTICAS ENERGÉTICAS

En orden al capítulo de **Balance Energético**, los objetivos de las políticas energéticas, según la Unión Europea, a partir de sus condiciones geográficas, económicas y sociales, establecen: la necesidad de suministro (seguridad energética), energía sostenible y una menor dependencia de los combustibles fósiles. Lo anterior para satisfacer un objetivo clave de eficiencia energética como estrategia europea al año 2020.

En la guía del PAES, se define como la **adaptación de las estructuras administrativas** como la disposición de una estrategia organizativa, por ejemplo: una junta directiva constituida por políticos y directivos y uno o varios grupos de trabajo formados por el director de la planificación energética, desarrollando el trabajo de seguimiento, inclusión de

agencias públicas, redacción informes, y para cada grupo debe tener claridad sobre el papel que desempeñan. Las autoridades locales pueden apoyarse en agencias de energía, en el soporte técnico, estratégico y financiero a las que diera lugar, puesto que están encargadas de los balances energéticos, los planes y políticas de corto, mediano y largo plazo. Este apoyo puede venir de una autoridad regional o nacional públicas.

#### **4.1.1. Panorama Internacional**

Como base de la información, la IEA se toma como referencia al ser una organización confiable y capaz en materia energética; periódicamente, la Agencia realiza una revisión de las políticas energéticas establecidas por los países miembros. A continuación, se realiza una conceptualización del estado actual de las políticas más recientes y de los países mayores referenciados:

##### **➤ Reino Unido**

Siendo líder mundial en descarbonización y estableciendo unas de las inversiones más altas en energía eólica y solar, Reino Unido establece una transformación del sector eléctrico, definida bajo sus políticas energéticas. La IEA, en su documento “*Energy Policies of IEA Countries: United Kingdom 2019*”[12], evalúa las políticas establecidas por este país destinadas a la acción climática y la rentabilidad de las medidas climáticas, además de la transformación del sistema energético y la seguridad energética bajo la necesidad de garantizar una energía limpia, asequible y segura. Por su parte, el país continúa liderando en materia de acción climática, implementó la Electricity Market Reform (EMR), además sigue fortaleciendo las políticas para la seguridad en el suministro de energía eléctrica.

La **Transformación del sistema energético** de este país, en los últimos años ha adoptado diversas políticas encaminadas al cambio climático. En 2016, el gobierno adoptó el quinto presupuesto de carbono, encaminado a la reducción de la emisión de los GEI en un 57%. En 2017, por medio de la Estrategia de Crecimiento Limpio, se establecieron políticas con un financiamiento de 2.500 millones de libras esterlinas (GBP (equivalen a \$ 8.495.684.340.320,60 COP) con destino a la innovación y la inversión baja en carbono hasta el año 2021. Además, con Canadá, lanzaron la Powering Past Coal Alliance, cuyo objetivo es la eliminación rápida del uso del carbón.

Actualmente, a través de esta transformación, el gobierno está centrado en el transporte, los edificios, la industria y el calor. La política de Apoyo al precio mínimo del carbono (Acrónimo en inglés CPS), demuestra la posibilidad de acelerar el paso hacia el uso de energía con bajo consumo de energía. Por otra parte, la Estrategia de Crecimiento Limpio no establece objetivos cuantitativos para los sectores, pero establece acciones políticas y programas de financiación.

#### **Enfoque 1: Rentabilidad de las medidas contra el cambio climático**

Con relación a la eficiencia energética, la relación costo-eficiencia entre la descarbonización y el uso de energías renovables en el transporte y el calor, hace que haya un cambio en el comportamiento del consumidor. La política Boiler Plus ha aumentado la eficiencia energética en calentadores de gas y promovió el uso de tecnologías alternativas aplicadas al calor en instalaciones residenciales. Sin embargo, se establecieron políticas y programas

de financiación destinados a mejorar la eficiencia energética en edificios para reducir a la mitad el uso de energía en el 2030.

El Reino Unido, planea finalizar la venta de nuevos automóviles y furgonetas de gasolina y diésel para 2040 para reducir las emisiones de GEI producidas por el transporte, siendo este el segundo sector con mayor consumo de energía.

Este país, sigue liderando políticas de eficiencia energética, en la actualidad, tiene 12 millones de medidores inteligentes con el objetivo de reducir 300 millones de libras esterlinas (equivalen a \$ 1.276,85 Miles de millones de COP) en el costo de facturas de consumo para 2020.

Se busca aumentar en un 2,4% del PIB para 2027 la inversión en investigación y desarrollo, alcanzando 12.500 millones de libras esterlinas (\$53.201,79 Miles de millones de COP) en 2021-22. Además, se están potencializando programas de energía nuclear y almacenamiento de carbono, para eso, en 2018 el gobierno publicó un Plan de Acción en materia de costos de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS) con el fin de reducir costos y comercialización. El desafío de Crecimiento Limpio en este país, es la mayor estrategia para dar solución a las principales misiones planteadas: la descarbonización y el uso eficiente de la energía en edificios e instalaciones.

### **Enfoque 2: Reforma del Mercado Eléctrico (EMR)**

La EMR surgió bajo la necesidad de gestionar la transición a un mercado de electricidad descarbonizada, el cual se adoptó y generó más políticas asociadas. Trajo beneficios relacionados a los enfoques de mercado y la competencia, además de las regulaciones adaptadas a los cambios tecnológicos, como el beneficio de impuestos para impulsar la descarbonización.

Los Contratos por Diferencia (CFD's) trajeron beneficio al uso de fuentes renovables por medio del manejo de los precios competitivos (reducción de costos) y menor riesgo a inversores. Para mantener esta inversión, el gobierno debe adoptar un cronograma de subastas por tipo de tecnología. Además de esto, el umbral mínimo del precio del carbono sostuvo su valor en el sector eléctrico para complementar el Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea UE, e impulsó el cambio de carbón a gas, mientras que las normas establecidas para las emisiones (EPS) limitaron el avance de nuevas centrales eléctricas de carbón.

El Mercado de Capacidad (CM) ha funcionado para aumentar la flexibilidad del sistema por medio de fuentes innovadoras, identificar el costo de almacenamiento de energía, respuesta a la demanda e interconexión.

Actualmente, la inversión en nueva energía nuclear está por debajo del objetivo, el cual es de 16GW de capacidad en el año 2030. Gracias a esto, se creó la Estrategia del Sector Nuclear y el Acuerdo del Sector Nuclear, con el objetivo de construir una solides en el nuevo desarrollo nuclear.

En 2018, debido al aumento de los precios de la electricidad, el Gobierno adoptó un límite temporal de precios minoristas a las tarifas predeterminadas, elevando la cantidad total de consumidores bajo precios regulados. Pero, debido a que se han encontrado problemas en



su solidez y consistencia, el Gobierno plantea por medio del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (BEIS) y la Oficina de Mercados de Gas y Electricidad (Ofgem) analizar opciones para que el mercado minorista sea eficiente en el futuro.

### **Enfoque 3: Mantener la Seguridad Energética**

Actualmente el país tiene un fuerte enfoque en la seguridad energética, continúa con sus políticas sólidas basadas en el mercado y la colaboración con la industria. El Gobierno creó la Autoridad de Petróleo y Gas independiente para implementar la Maximización de la Recuperación Económica (MER). Un ejemplo de esto es la recuperación que se tuvo a partir de la caída de la producción del petróleo y gas en 2010, en donde gracias al MER y reducción de costos de la industria, en los últimos años se ha recuperado la producción.

Respecto al gas, la seguridad del suministro sigue siendo sólida al tener un mercado de gas líquido, infraestructura confiable y suministro diverso de producción nacional, gas natural licuado e importaciones de tubería. La preparación para emergencias de gas ha demostrado ser sólida, la primera advertencia de déficit de gas por parte del Operador del Sistema Nacional de Red de Gas (NGGSO) provocó las respuestas apropiadas del mercado. Por otra parte, la seguridad petrolera sigue siendo sólida debido al suficiente abastecimiento, sin embargo, se espera que la capacidad de almacenamiento aumente gradualmente por medio de la evaluación y el monitoreo.

El sistema de energía eléctrica está pasando por una renovación debido a la eliminación de la capacidad restante del carbón y el cierre de reactores nucleares antiguos en los próximos años. La seguridad eléctrica es una prioridad del gobierno, establece un estándar de confiabilidad (pérdida esperada de carga de 3 horas por año o un margen de capacidad de 5%), en función a los pronósticos de la Red Nacional para determinar las necesidades del gobierno y su capacidad del mercado. La transformación del sistema energético está enfocada en línea con la digitalización, mejor eficiencia energética y sistemas inteligentes.

El trabajo realizado por el país en materia de resiliencia energética se basa en una evaluación de riesgos de seguridad nacional cada dos años, planeación de contingencia y planea anuales de evaluación y realimentación a la seguridad y resiliencia del sector.

#### **➤ Estados Unidos**

A partir del análisis hecho por la IEA en el documento de *“Energy Policies of IEA Countries: United States 2019”*[13], se resalta como fuerza energética la revolución que ha tenido el esquisto, pasando de escasez a abundancia energética, además, al aplicarse tecnología e innovación en la extracción de petróleo y gas, ha hecho que la producción de estos combustibles sea uno de los pilares en el panorama energético del país y del mundo. Debido a esto, la producción nacional de petróleo y gas aumentó de 2018 a 2018 en un 124% y 40% respectivamente. Con este crecimiento, el país espera convertirse en un exportador neto para 2020 en petróleo crudo, gas natural y líquidos de gas natural, ya que la producción supera el consumo. El país presenta un crecimiento en la producción de Gas Natural, además, existe apoyo político y reducción de costos para apoyo a las energías renovables; se continúa trabajando en normatividad y políticas que permitan garantizar el paso de la transición energética con fiabilidad y resistencia al sistema eléctrico general.

Por otro lado, la seguridad energética en el país sigue demostrando confiabilidad y resiliencia por medio de su infraestructura energética. El Gobierno ha tomado medidas para la actualización del marco de seguridad para abordar nuevas tendencias, como las amenazas cibernéticas. Las exportaciones de energía del País hacen que se mitigue el impacto de eventos de interrupción.

### **Estrategia de “Dominación Energética”**

La política actual del gobierno se centra en el concepto de “dominio energético”, el cual se basa en una estrategia para maximizar la producción de energía y lograr un beneficio al aumentar la exportación, ser un líder mundial en tecnología y tener control sobre las facturas de consumo de energía.

#### **Desregulación**

Este plan busca eliminar los obstáculos regulatorios para aumentar la producción de energía de los Estados Unidos y aumentar la competitividad en la industria energética. Para esto, se ha desarrollado una estrategia para rescindir de regulaciones ambientales aplicables a los diferentes sectores energéticos. Además, específicamente, ha derogado el Plan de Energía Limpia enfocado en disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del sector eléctrico y planea reducir los requisitos reglamentarios enfocados a mitigar las emisiones de metano en la producción de petróleo y gas.

Por otro lado, a pesar de la intención de retirarse del Acuerdo de París sobre el cambio climático a 2020, las emisiones de CO<sub>2</sub> han disminuido en la última década; se espera que continúe disminuyendo, pero existe la amenaza de que se revierta el comportamiento a causa del continuo uso del carbón y aumento del consumo del petróleo en el transporte. Por otro lado, las regulaciones se mantienen para el traslado al uso del gas y energías renovables para la generación de electricidad.

#### **Infraestructura Energética**

Basada en la exportación, el DOE enfocó al gobierno hacia la exportación de petróleo, gas natural licuado (GNL) y Gas natural (GN), además de apoyar las exportaciones de carbón a pesar de que su infraestructura es limitada. Sin embargo, el crecimiento de la producción y exportación depende de la infraestructura de oleoductos y gasoductos; el Gobierno realiza esfuerzos para optimizar el proceso en la obtención de licencias federales para la infraestructura energética.

#### **Innovación**

Como líder mundial en investigación y desarrollo, el Gobierno realiza esfuerzos para financiar y apoyar la innovación energética, liderada por el Departamento de Energía. El enfoque se realiza dirigido al almacenamiento de baterías, pequeños reactores nucleares modulares y almacenamiento y utilización de carbono. Con relación al crecimiento de la generación de energía renovable, vehículos eléctricos, aumento de eventos climáticos extremos y amenazas cibernéticas, se está realizando investigación con el fin de fortalecer la red eléctrica.

### **Transición del sector eléctrico**

Los combustibles empleados para la generación de energía se basan en un proceso de combinación; el carbón tenía una gran participación, mientras que, en la actualidad el gas

natural aumenta su competitividad, la energía renovable está presentando un crecimiento a causa de la reducción de costos y el apoyo a las políticas. Además, la energía nuclear lucha por mantenerse competitiva en relación a las demás fuentes.

Los operadores de red están integrando recursos para la flexibilidad del sistema por medio del almacenamiento, respuesta a la demanda, planeación de la transmisión y mercados de capacidad bajo un marco de participación de fuentes renovables.

### **Coordinación de políticas**

Los estados individuales tienen un alcance considerable en materia de políticas de energía y cambio climático, aunque estas deben cumplirse con base a las políticas federales.

De los 50 estados, solo 22 de éstos incluyendo el distrito de Columbia han adoptado objetivos de reducción de efecto invernadero, por medio de políticas dirigidas a los precios del carbono, eficiencia y energía limpia. Algunos estados han establecido estándares de cartera renovable (Acrónimo en inglés RPS), los cuales requieren que los proveedores minoristas obtengan una parte del suministro de fuentes renovables calificadas, lo cual ha impulsado la expansión de energías renovables, el aprovechamiento de energéticos locales y la diversificación de combustibles, además del apoyo a la energía nuclear.

### **Seguridad Energética**

Estados Unidos posee la mayor Reserva Estratégica de Petróleo (Acrónimo en inglés SPR) a nivel mundial. Superan la obligación de mantener 90 días de importaciones netas de petróleo, aunque se han autorizado ventas de la SPR.

En cuanto al Gas Natural, el gobierno está atendiendo a una emergencia de suministro, en donde se asignó compras y asignaciones de emergencia para proteger a los usuarios prioritarios. La coordinación entre sistemas de electricidad y gas natural adquiere especial importancia cuando se trata de interrupciones en el suministro de gas y electricidad.

Estados Unidos ha mantenido un sistema robusto, donde se gestiona la confiabilidad de la red para evitar escasez de energía. Actualmente, debido a los fenómenos meteorológicos, amenazas de ciberseguridad, generación variable, y el retiro de plantas antiguas de carbón y nucleares; el país ha entrado en un debate sobre la fiabilidad y resistencia del sector eléctrico.

### **Resiliencia del Sistema Energético**

En relación a la seguridad nacional, el país, pretende reducir los riesgos y reforzar la resiliencia por medio de mecanismos de respuestas a amenazas, como desastres naturales, cambio climático, ataques cibernéticos y accidentes.

Por medio de esta política de resiliencia energética además de tener la capacidad de resistir y recuperarse de las interrupciones, prevenir y prepararse para una crisis potencial y adaptación y recuperación eficiente, enfatizándose especialmente en el petróleo, gas y electricidad. La coordinación de estas políticas se fortaleció mediante la Ley de Fijación del Transporte Terrestre de 2015 de Fixing America y el Marco de Respuesta Nacional de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias y el Departamento de Seguridad nacional. Además de la creación de la Oficina de Ciberseguridad, Seguridad Energética y Respuesta a Emergencias (Acrónimo en inglés CESER) en el Departamento de Energía (DOE) en

2018. El CESER actúa como agencia específica del sector energético en situaciones de emergencia, con las funciones de coordinar, evaluar y asistir. Además, la Oficina de Electricidad lidera esfuerzos en asociación con la industria, agencias gubernamentales, academia y laboratorios en el desarrollo de tecnologías para mejorar la seguridad y la resistencia de la infraestructura energética.

#### ➤ **China**

Dentro del marco de la transformación del sistema energético de China, la base para este cambio se encuentra dirigido a la economía basada en la combinación energética más limpia. La Agencia Internacional de Energía (IEA), realiza un análisis de las políticas actuales y en vigencia del país, las cuales se relacionan a continuación:

#### **Desaceleración del ritmo de crecimiento**

El ritmo de crecimiento de la demanda de energía se ha ido reduciendo por medio de los cambios hechos en la estructura económica, políticas de eficiencia energética y cambios demográficos.

#### **Energía diversificada**

Las necesidades energéticas en China se satisfacen cada vez más con energías renovables y gas natural, mientras que la demanda de carbón disminuye. El aumento del consumo de energía y la generación por medio de energías renovables están relacionados entre sí, a medida que China diversifica y limpia su combinación de energía. Sectorialmente se asocia el gas natural y el uso directo de energías renovables en aplicaciones específicas. Para metas a mediano y largo plazo se relaciona el uso de petróleo en el transporte, en donde se espera que a partir del año 2030 el consumo en el transporte público disminuya y uno de cada tres automóviles sea eléctrico en el 2040.

#### **Cambiar a una fuente de energía más limpia**

A causa de las políticas aplicadas, se ha reducido el costo al aplicar energías renovables y con ello, la energía solar fotovoltaica se convierte en la forma más económica de generación de electricidad en el País. La generación baja en carbono a 2040 se espera que sea del 60% de la capacidad instalada total.

#### **Transformación del suministro de energía**

- **Carbón:** China presenta una reestructuración dirigida al precio del carbón para facilidades de explotación y comercio, al ser un elemento de gran importancia en los mercados mundiales, para el cual, el país tiene una sobrecapacidad de suministro.
- **Petróleo y Gas:** Se han aplicado reformas de mercado y de producción en función de las perspectivas de suministro de petróleo y gas de China. El sector de refinación de China se convierte en el más grande del mundo, a pesar de que enfrenta desafíos por normatividad aplicada a los procesos; debido a esto la producción de gas es más optimista.

#### **Huella Energética y ambiental**

Se encuentra asociado el impacto en las emisiones por el sector energético y las metas propuestas a 2030.

- Calidad del aire: Debido al aumento en la producción y uso del carbón y petróleo en China en las últimas décadas, se ha ocasionado un gran impacto en el medio ambiente y salud pública, para lo cual, el gobierno ha enfocado la política hacia un aire más limpio.
- Emisiones de CO2: Se plantean picos en emisiones de CO2 para los sectores de consumo asociados en el año 2040.

#### ➤ Chile

Además de exponer la política energética establecida en este país como referente para aplicaciones regionales, el proceso de construcción de planeación energética tomado en este país sirve como base para establecer o complementar una posible hoja de ruta en planificaciones futuras. A continuación, se describirá lo planteado en la Política Energética de Chile 2050 [14]:

El objetivo de esta política energética [14] se construyó bajo validación social, política y técnica; se incluyeron a los actores relevantes del sector público, la industria, la academia, la sociedad civil, las regiones y la ciudadanía en general. La estructuración se apoyó bajo las siguientes cifras:

- Durante las Mesas Técnicas participaron cerca de 3500 personas en cerca de 130 talleres.
- El Comité Consultivo tuvo 30 reuniones plenarias y 150 reuniones de grupos de trabajo.
- Hubo 3 eventos deliberativos con 217 asistentes.
- Los talleres regionales de la consulta pública tuvieron alrededor de 420 asistentes.
- Los comentarios que llegaron de la consulta pública alcanzaron los 717, vía plataforma web y por buzón colocado en los talleres regionales.



**Figura 6.** Etapas del proceso para la Política Energética Chile 2050.[14]

En la Figura anterior se desglosan las etapas con las cuales se construyó la política energética 2050, por medio del cual se quiere caracterizar al sector energético en un marco de confiabilidad, sostenibilidad, inclusión y competitividad.

Política Energética 2050 Chile			
	Pilar	Metas 2035	Metas 2050
Seguridad y Calidad de Suministro	Acceso de calidad: Cortes de Luz		La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no supera a una hora/año en cualquier localidad del país.
			100% de la población con acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos.
	Generación Distribuida y Gestión de la Demanda	El sistema energético es completamente bidireccional con sistemas de tecnologías de la información que permiten producir y gestionar la energía a todo nivel, en forma similar a otros países OCDE.	El sector público, comercial y residencial aprovecha su potencial de generación distribuida y gestión de la demanda eléctrica.
	Interconexiones con otros países	La interconexión de Chile con los demás países miembros del SINEA, así como con otros países de Sudamérica, particularmente los del MERCOSUR, es una realidad.	
Energía como Motor de Desarrollo	Desarrollo Energético Inclusivo	La totalidad de los proyectos energéticos desarrollados en el país cuenta con mecanismos de asociatividad comunidad / empresa, que contribuyen al desarrollo local y a un mejor desempeño del proyecto.	
		Las comunidades aprovechan proyectos energéticos, ya sea a través de la gestión de recursos propios y/o mediante mecanismos de asociatividad, que sean económicamente viables, contribuyan al desarrollo local y sean de su interés.	
	Acceso Equitativo a Servicios Energéticos y Calidad de Vida		Asegurar acceso universal y equitativo a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles a toda la población.
	Inclusividad Territorial	Todas las regiones tienen Planes Energéticos Regionales, que se actualizan periódicamente, e inciden en los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial.	Los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial regionales y comunales son coherentes con los lineamientos de la política energética
		Las Estrategias Regionales de Desarrollo y otros instrumentos de planificación y ordenamiento territorial regional y comunal contemplan adecuadamente los lineamientos de la Política Energética.	
	Competitividad del Sector Energético		Chile se encuentra entre los 3 países OCDE con menores precios promedio de suministro eléctrico a nivel residencial e industrial.

Política Energética 2050 Chile			
	Pilar	Metas 2035	Metas 2050
Energía Compatible con el Medio ambiente	Matriz Energético Renovable	Al menos 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.	Al menos 70% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables.
	Regulaciones Ambientales	Los proyectos energéticos que entran en operación consideran el enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero.	Los proyectos energéticos que entran en operación consideran el enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero.
	Energía y Cambio Climático	Se aplica un Plan de Mitigación de Emisiones de GEI del sector energía, coherente con las metas comprometidas por Chile en el marco de las negociaciones internacionales.	Las emisiones de GEI del sector energético chileno son coherentes con los límites definidos por la ciencia a nivel global y con la correspondiente meta nacional de reducción, promoviendo medidas de mitigación costo-efectivas.
		Se aplica un Plan de Adaptación del sector energía al cambio climático.	
Eficiencia y Educación Energética	Eficiencia Energética	El 100% de los grandes consumidores de energía industriales, mineros y del sector transporte deberán hacer un uso eficiente de la energía, con activos sistemas de gestión de energía e implementación activa de mejora de eficiencia energética.	El crecimiento del consumo energético está desacoplado del crecimiento del producto interno bruto.
			El 100% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficientes.
			El 100% de las edificaciones nuevas cuentan con estándares OCDE de construcción eficiente, y cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.
			Chile ha adoptado los más altos estándares internacionales sobre eficiencia energética en los distintos modos de transporte: caminero, aéreo, marítimo y ferroviario.
	Educación y Cultura Energética		La cultura energética está instalada en todos los niveles de la sociedad, incluyendo los productores, comercializadores, consumidores y usuarios.
			Una nueva cultura energética está instalada en las instituciones públicas y privadas.

**Tabla 8.** Metas planteadas en Energía 2050 Chile. [14]



En la Tabla 8 se describen las líneas de acción aplicadas a la Política Energética a largo plazo, la cual es actualizada cada 5 años por medio de un Comité Consultivo que evalúe ámbitos asociados al sector energético. La planificación propuesta establece mecanismos de monitoreo, seguimiento y evaluación permanente; para lo cual se cuenta con un informe anual de seguimiento a las políticas y metas establecidas.

#### **4.1.2. Panorama Nacional**

##### **➤ Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050 (PEN2050)**

En relación a la política energética planteada por la UPME en este documento [15], el apartado de ideas para una política energética a largo plazo se basa en el panorama energético internacional, así como el desarrollo económico y estado energético actual.

A partir de esto se plantean unos objetivos que buscan mejorar la seguridad y equidad energética, además de la incorporación de la sostenibilidad ambiental. Además, se describen cinco objetivos específicos basados en la oferta y demanda energética, universalización, interconexiones internacionales y la generación de valor al sector energético. Por otro lado, se toman dos objetivos transversales enfocados a la información, conocimiento y recurso humano.

##### **Objetivo 1. Suministro confiable y diversificación de la canasta de energéticos**

Orientado a la oferta energética, el objetivo se enfoca en la incorporación de otras fuentes energéticas, así como la tecnología asociada a la producción de energía eléctrica y combustibles tomados en el sector de transporte, industria y residencial. Lo anterior a partir de los siguientes lineamientos:

- Aumentar y diversificar la oferta de hidrocarburos
- Garantizar el abastecimiento de gas combustible y la infraestructura asociada
- Diversificar la canasta de generación eléctrica
- Viabilizar la generación distribuida y local a pequeña escala
- Contar con una infraestructura de redes de transmisión adecuada
- Diversificar la canasta de combustibles para el sector transporte
- Incentivar el aprovechamiento y uso de la biomasa

##### **Objetivo 2. Demanda eficiente de energía**

Por medio del cual se busca promover la gestión eficiente de la demanda de todos los sectores, además de la incorporación de tecnologías de transporte limpio. Las medidas empleadas permiten que se reduzca la intensidad energética del país, logrando reducción de la demanda y eficiencia energética para mejorar la confiabilidad del suministro y mitigar el impacto ambiental. Además, se plantean los siguientes lineamientos:

- Tarifas eficientes de eléctricas y precios del gas natural y en general de combustibles
- Promover la eficiencia energética en toda la cadena de demanda

### **Objetivo 3. Esquemas que promuevan la universalización y asequibilidad al servicio de energía eléctrica**

Está enfocado a mejorar la equidad energética del país, además de avanzar en la universalización y asequibilidad del servicio de energía. Se contempla la concepción de esquemas de energización con bajo impacto ambiental y facilidad financiera para los consumidores. Los lineamientos asociados son los siguientes:

- Incremento en cobertura de energía
- Planes de energización rural sostenibles
- Normalidad y calidad del servicio de energía eléctrica y gas combustible
- Política de subsidios

### **Objetivo 4. Estimular las inversiones en interconexiones internacionales y en infraestructura para la comercialización de recursos estratégicos**

Por medio de este objetivo se busca fortalecer el suministro de energía interno y mejorar la competitividad del país estimulando las inversiones a interconexiones internacionales para dar fuerza a la comercialización de energéticos. Además, pretende:

- Incentivar la inversión en interconexiones eléctricas internacionales
- Promover la internacionalización del gas natural
- Identificar alianzas para el desarrollo logístico de infraestructura intermodal y puertos

### **Objetivo 5. Mantener los ingresos y viabilizar la transformación productiva y generación de valor**

Tiene como propósito enfocar al sector energético hacia las exportaciones, estabilidad macroeconómica, competitividad y desarrollo para fortalecer la generación de valor en el sector y facilitar el desarrollo de las regiones, por medio de:

- Mantener ingresos y aporte regalías para el desarrollo nacional y regional
- Adelantar los ajustes macroeconómicos y la transformación productiva
- Promover la generación de clústeres alrededor de la industria energética y la obtención del “shared value”

### **Objetivo 6 (transversal). Vincular la información para la toma de decisiones y orientar el conocimiento, la innovación y el capital humano para el desarrollo del sector**

El cual está enfocado al desarrollo de innovación, información y conocimiento aplicado al sector energético para una mayor eficiencia en la toma de decisiones y disposición de capital humano. Están asociados los siguientes lineamientos específicos:

- Información: nueva forma para abordar su gestión
- Conocimiento e innovación
- Capital humano para el desarrollo energético

## **Objetivo 7. Consolidar la Institucionalidad y avanzar en mayor eficiencia del estado y la regulación**

Este objetivo busca estructurar de una forma más eficiente el marco regulatorio para adoptar de forma sustentable cambios técnicos que ayuden a actualizar y modernizar el sector energético. Se aplican los siguientes lineamientos:

- Reforma institucional
- Regulación
- Incorporar consideraciones ambientales y sociales en los planes y proyectos sectoriales e integración de los requerimientos energéticos en los planes de ordenamiento territorial.
- Construcción de proyectos de manera eficiente y efectiva

Por parte del PEN de la UPME, se presenta la siguiente estructura:

- Seguridad del suministro y diversificación de la canasta
  - Confiabilidad y calidad del servicio
  - Cubrimiento de la demanda
- Asequibilidad al servicio y equidad social
  - Universalización del servicio
  - Costos de la energía y capacidad de pago
- Impactos de obras de infraestructura
  - Mitigación de impactos ambientales y de efectos negativos del cambio del clima: Eficiencia energética, Energías renovables, Bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, reducción de vulnerabilidad
  - Generación de valor en obras de infraestructura y reducción de efectos negativos sobre las comunidades

### **4.2. Políticas y Medidas Aplicables al PAES**

Según la guía del PAES [3] las políticas y medidas dirigidas pueden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel local usando un soporte financiero, regulación, comunicación e información, demostración, etc.

También pueden producirse impacto en el modelo de consumo y producción de energía, la eficiencia energética de equipos, edificios, coches, es decir, se puede cambiar el comportamiento de la demanda por uno más racional con un uso de energía más limpia. Por ejemplo, se pueden promover iniciativas, acerca de la eficiencia de instalaciones técnicas, el aprovechamiento de la luz natural, la eficiencia de equipos con suministro eléctrico y el alumbrado público.

Las políticas de desarrollo deben contener

- Aplicación de la regulación y los incentivos de préstamos financieros.
- Regulación de fuentes de energía renovable.
- Adaptabilidad de Generación distribuida, teniendo en cuenta la innovación de las tecnologías, integrando a las empresas prestadoras de servicios energéticos.
- Desarrollar información en la que se promueva el uso de estas tecnologías promocionando los recursos financieros.
- Promover un sector de eficiencia energética, señalando los recursos y las zonas apropiadas para su explotación.
- Contactar con redes regionales, departamentales y nacionales en busca de regular la generación de energía juntamente con las autoridades correspondientes.
- Las políticas también deben regular las funciones de las personas interesadas en el sector, en la venta y compra de energía teniendo en cuenta a los consumidores.
- La planeación también debe contener el espacio que ocuparan los proyectos y la duración del uso de ese lugar.

#### Contratación pública ecológica

- Los proyectos deben poseer una contratación de parte de personas especializadas en las consideraciones medio ambientales, las cuales evalúan el impacto del uso de recursos y espacio usado.
- Una contratación transparente permite mejorar la eficiencia energética, puesto que los profesionales permitirán una mejor gestión de los recursos y la aplicación de los diseños propuestos.
- Así mismo los actores contratados deben buscar el uso eficiente de los recursos y promover la diversificación de la tecnología.

#### Contratación Pública Conjunta

- Consiste en la contratación por más de dos autoridades, estos esfuerzos resultan en precios inferiores, ahorro en costos administrativos, aptitudes y experiencias.

#### Compra de Electricidad ecológica

- Por lo que se podrían interesar en la proposición de la venta de energía eléctrica solo a través del uso de energía renovable, los consumidores podrían exigir la certificación de origen del uso de energía limpia en su compra.

### **4.3. Políticas públicas**

Uno de los puntos fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar y entender las políticas públicas son la necesidad global que se tiene en materia energética, ya que es el impulsador y principal generador de desarrollo económico y social en una región, por lo tanto, se debe asegurar el suministro y su eficiencia al ejercerse esta acción. Gracias a esto, las políticas públicas deben ser estructuradas con base en orientaciones, líneas de acción

y mecanismos que aporten al cumplimiento de objetivos propuestos con el fin de satisfacer las necesidades de una sociedad. [16]

En este orden de ideas, a nivel global se deben tener en cuenta políticas y recomendaciones dadas a través de los cambios generados en materia energética y que resultan ser necesarios para la planeación de países productores. Los planes de desarrollo realizados por el estado se basan generalmente en una hoja de ruta planteada en este caso por las Naciones Unidas, en donde se establecen las bases según las necesidades en materia ambiental, social y económica. Este es el caso de la Agenda 2030 en donde se estructuran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como base de planeación y estructura de una sociedad. Como se plantea, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) [5]:

“Los ODS también son una herramienta de planificación y seguimiento para los países, tanto a nivel nacional como local. Gracias a su visión a largo plazo, constituirán un apoyo para cada país en su senda hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con el medio ambiente, a través de políticas públicas e instrumentos de presupuesto, monitoreo y evaluación.”



*Figura 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas. Fuente: CEPAL-Naciones Unidas [5]*

## 5. REGULACIÓN Y NORMATIVIDAD

A partir de la guía del PAES [3] se enuncia la regulación a la que debe dirigirse el documento de planeación, puesto que debe haber una interrelación entre el plan energético y la política de gobierno mediante:

### 5.1. Análisis de regulación

Para este caso se deben comparar los objetivos con las metas de los documentos identificados y contrarrestarlos con los que están enfocados hacia una política sostenible.

Se debe intentar coincidir en un acuerdo, sobre los cambios necesarios para actualizar las políticas y los planes.

## **5.2. Estudio de referencia e inventario de referencia de emisiones**

Establecer una imagen clara acerca del estado actual, rebelando la situación de la región en términos de energía y cambio climático. Conociendo este estudio base, se pueden diseñar los objetivos y su seguimiento, las necesidades que deben ser atendidas y los aspectos que deberían incluirse en la cooperación del plan.

Para concentrarse en los beneficios de proyectar políticas más limpias se debe conocer el inventario de emisiones de dióxido de carbono, basado en los datos de consumo energético real.

El estudio de referencia debe conformar un equipo de trabajo, al cual se le asignen un calendario de trabajo, y se encuentren índices como: el consumo energético, las emisiones de dióxido de carbono, los factores que influyen en el consumo de energía, como se genera la energía, el nivel de concientización de las partes interesadas, entre otros.

## **6. ESTRUCTURAS DE PLANEACIÓN**

Se hace referencia al modelo de planeación del Consejo Mundial de Energía y a las estrategias que establece, las cuales se presentan a continuación:

### **6.1. Consejo Mundial de Energía (WEC)**

Por parte de la WEC, el Toolkit [4] asociado a la transición energética plantea cinco herramientas o instrumentos a tener en cuenta, los cuales se asocian a una estructura de Planeación y se describen a continuación:

- **Monitor de problemas y mapas**

El Consejo Mundial de Energía realizó un monitor de problemas de tipo económico, normativo, energético, tecnológico y social, el cual proporciona el estado actual y perspectivas futuras a nivel mundial, regional y nacional basado en información suministrada por agentes privados y públicos de 94 países. Clasifican cuatro tipos de mapas, los cuales permiten identificar prioridades en una planeación propuesta:

- Mapas geográficos
- Mapas de conglomerado (Clúster)
- Mapas de seguimiento
- Mapas de medida

Esta herramienta puede ser usada para:

- Identificar agentes en la transición y evolución de la agenda energética a nivel mundial.

- Seguir y comparar el progreso de la transición energética por países y regiones en específico.
- Identificar las alternativas en transición energética para anticipar tendencias futuras.
- Asumir retos con relación a los impulsores del panorama energético.
- Identificar los riesgos e incertidumbres importantes, en especial los que requieren una acción inmediata.

- **Índice de Trilema Energético**

El índice de Trilema Energético del WEC es una medida anual del sistema nacional de energía, el cual se compone de tres aspectos principales:

- Seguridad energética
- Equidad energética
- Sostenibilidad ambiental

La herramienta puede ser usada para:

- Aprender de los principales ejecutores y mejores prácticas.
- Evaluar la efectividad de las políticas energéticas para permitir una gestión equilibrada en la transición.
- Analizar prioridades y su nivel de urgencia.
- Probar el impacto relativo de los cambios asociados al enfoque y objetivos.
- Apoyar el diálogo con relación a la innovación de políticas integradas.



**Figura 8.** Balance Trilema en Latinoamérica y el Caribe, año 2019. Fuente: WEC [17]

En relación a la figura anterior, Colombia se encuentra en el puesto 49 a nivel mundial y 9 en la región de Latinoamérica y el Caribe al año 2019. Su puntaje es de 69,3 de 100, al cual se le asigna calificación de: Seguridad energética B, Equidad energética C y Sostenibilidad A; siendo A la clasificación más alta y C la más baja.

- **Escenarios energéticos mundiales**

Por parte de la WEC, se publican escenarios acerca del futuro del sistema energético, describen caminos posibles, con base en diferentes resultados y visión de cómo qué podría pasar, ya sea si se quiere o no. A largo plazo, la gran transición se plantea para el año 2060 y se plantean tres características para interpretar los escenarios:

- Modern Jazz es un futuro digital, innovador e impulsado por el mercado, con énfasis en el acceso a la energía por medio del crecimiento económico.
- Unfinished Symphony es un mundo con un crecimiento económico más "inteligente" y sostenible gracias a políticas sólidas, planificación a largo plazo y acción ante el cambio climático.
- Hard Rock presenta un mundo fragmentado y explora las consecuencias de un crecimiento económico débil con políticas introspectivas y baja cooperación global.

Estos escenarios pueden ser enriquecidos a través enfoques regionales, nacionales o sectoriales. Por medio de esta herramienta se puede:

- Explorar caminos plausibles para la transición a economía baja en carbón
- Mejor entendimiento y preparación ante nuevas amenazas y oportunidades de la transición energética.
- Proporcionar un marco para pensar en soluciones y políticas diferentes a las comunes.
- Explorar nuevas oportunidades y probar suposiciones implícitas.
- Facilitar la comprensión de la innovación en el modelo de negocio de la transición energética.
- Fomentar una comprensión más profunda de la transición energética a nivel nacional, regional y global.
- Identificar decisiones estratégicas para permitir a los líderes descubrir o diseñar soluciones a los desafíos energéticos emergentes.

- **Marco dinámico de Resiliencia**

El sector energético está en constante crecimiento debido a la importancia en diferentes sectores. La interacción entre sistemas produce riesgos que influyen en el sistema energético y que se relaciona a la economía y la sociedad. Un ejemplo de esto es las inundaciones, incendios forestales, sequías, etc. Por otra parte, la energía renovable evita la emisión de

Las interacciones entre sistemas producen dinámicas de retroalimentación poderosas: riesgos emergentes y de sistema que pueden extenderse rápidamente al sistema energético, a través de la cadena de valor y más allá del sector energético a las economías y sociedades.

El marco de referencia para la Resiliencia considera cinco ítems asociados y dirigidos a resolver y alejarse de una situación de riesgo:



- Reservas de referencia – Redes de colaboración, políticas y existencias
- Conciencia situacional – Evaluación de riesgos
- Capacidad de adaptación – Flexibilidad
- Regeneración – Capacidad preventiva

Esta herramienta puede ser implementada para:

- Ir más allá de las medidas de seguridad, adaptándose a situaciones de riesgo complejas y en evolución.
- Planificar estratégicamente bajo realidades de riesgo como el clima, agua, cibernético y otros riesgos sistémicos y emergentes.
- Diseñar procesos para incorporar de manera segura nuevas tecnologías digitales, aplicando un enfoque adaptativo y anticipatorio.
- Habilitar la regulación con visión al futuro, ayudando a los reguladores a usar el enfoque de recuperación ante desastres para anticipar riesgos en evolución y señalar estrategias para la regulación a la industria.

- **Perspectivas de Innovación**

El Proyecto de perspectivas de innovación del WEC tiene dos dimensiones: resúmenes y foros de innovación. El resumen de perspectiva de innovación comprende temas de cadena articulada, equidad de acceso y la nueva economía del hidrógeno, así como otros que puedan desencadenar o acelerar disrupciones en las actuales cadenas del sector energético. Por parte de los foros de innovación, estos eventos convocan agentes importantes, de emprendimiento y de industria, incluyendo innovadores, y asociados al mercado para identificar oportunidades y estrategias. A partir de sus características contempla las siguientes actividades y temas:

- Blockchain 2.0: Implementado para sistemas de energía por medio del apoyo de creadores, reguladores y relacionados al sector.
- Acceso a energía de calidad: Explorar los factores desencadenantes y aceleradores en entornos emergentes de acceso a la energía de calidad e identificar puntos de intervención y sinergias eficaces.
- Acoplamiento del sector: compartir estrategias para la reducción de emisiones y los desafíos de intermitencia y almacenamiento.
- Infraestructura envejecida y varada: descubrir soluciones innovadoras para activos infrutilizados.

Esta herramienta es usada para:

- Consultar la información más reciente sobre desarrollos con relación a temas específicos de innovación.

- Navegar por publicaciones asociadas a la innovación para comprender la escala, el alcance y la importancia pragmática de las nuevas tecnologías y las innovaciones no tecnológicas.
- Conocer las tendencias y oportunidades emergentes.
- Identificar áreas prioritarias para la preparación de políticas.
- Relacionarse con innovadores pioneros en energía alrededor del mundo.
- Compartir las mejores prácticas y estrategias.

## **6.2. Organización Latinoamericana de Energía OLADE**

### **6.2.1. El desarrollo de un plan energético**

La elaboración de un **Plan Energético** comprende la relación que tiene la política y estrategias energéticas. La OLADE, en su Manual de Planificación Energética [18] expone las siguientes actividades o etapas necesarias para realizar un plan energético nacional:

#### **A. Elaboración del diagnóstico energético**

Se parte de las condiciones internacionales y regionales relativas a las del panorama mundial, analizando los aspectos que inciden sobre la evaluación del sector energético interno y los factores exógenos a causa de la situación internacional y regional. A nivel nacional, se debe relacionar un análisis integral del sector energético y sus subsectores, por ejemplo, tomar la información detallada de análisis de la demanda energética, disponibilidad de recursos energéticos, oferta energética, tecnologías empleadas y potencialidad de acceso a nuevas tecnologías, impacto económico, social y ambiental del sector energético, etc.

Desde el punto de vista de la política, se debe dar diagnóstico de las situaciones problema con detalle de sus causas, potencial y actores relevantes. Por otro lado, el diagnóstico de la planificación debe ser más detallado, tomando el panorama energético global como la descripción de la situación del sector y sus cadenas energéticas.

#### **B. Diseño de una agenda energética, con objetivos dados a partir del diagnóstico**

A partir de la política energética, se plantea una agenda con el calendario, los recursos, las acciones y los instrumentos con el propósito de lograr los objetivos del plan. Estos a su vez, podrían contemplar las siguientes acciones:

- Proponer de una estrategia para los recursos no renovables y la captura y utilización de la renta que los mismos generan.
- Fomentar el uso de los energéticos más abundantes y de menor costo.
- Promover y facilitar el acceso a la energía.
- Realizar cambios en los marcos legales o regulatorios.
- Concretar inversiones en infraestructura en las cadenas energéticas.

### **C. Elaboración de escenarios socioeconómicos y energéticos**

Los escenarios son utilizados para representar y analizar futuros hipotéticos del sector. Por un lado, definen los “resultados” de la prospectiva, pero también se emplean para describir las “condiciones que se vislumbran como posibles”. La OLADE acoge el segundo significado. Los escenarios de planificación son la construcción de hipótesis enfocadas a un horizonte con futuro del sector energético.

### **D. Formulación de la política energética, objetivos, estrategias e instrumentos**

La definición de los objetivos se basa en la misión y visión particular de cada país de acuerdo a sus políticas nacionales bajo el marco social, económico y ambiental. Se pueden fundamentar en el desarrollo de espacios territoriales o poblacionales, actividades productivas, regulación ambiental, e integración entre regiones.

Para la planeación energética, los objetivos nacionales estructurales se consideran de demasiada importancia, ya que de esto dependen los resultados de la misma en la creación de estrategias. El desarrollo energético depende de los objetivos estratégicos propuestos para la planeación, los cuales definen sustentabilidad social, política, económica, fiscal y ambiental a largo plazo.

### **E. Definición de metas de corto, mediano y largo plazo**

Se deben fijar metas cuantificadas y temporales para poder dar un seguimiento al avance para el ajuste de la misma planeación. Un ejemplo de estas metas puede ser:

- Políticas de uso eficiente energético. Realizar una visión de la participación de las energías renovables e incorporación de fuentes renovables.
- Metas asociadas a la revisión de la regulación y estructura institucional; mejorar oportunidades de financiamiento; mejorar la cobertura eléctrica.
- Metas temporales para la expansión del sector, regulación e infraestructura.

### **F. Elaboración de la prospectiva energética. Aplicación de modelos**

La perspectiva energética es la unión entre estudios, políticas públicas y planificación estratégica. Su propósito es promover un cambio cultural, mejorar la comunicación y la inserción de actores para tomar decisiones en el presente con base en un futuro propuesto. Esta perspectiva se puede complementar por medio de las siguientes actividades:

- Estructurar versiones para el futuro en tecnología y desarrollo
- Facilitar fuentes de información
- Interacción entre actores
- Dialogar sobre posibles futuros
- Fomentar la comunicación entre el sector
- Promover el desarrollo de políticas tecnológicas
- “Explorar el futuro” mediante técnicas para la toma de decisiones

### **G. Estrategias y planes de acción de mediano y largo plazo. Inversiones y financiamiento**

La política de desarrollo satisface el sistema socioeconómico, estructura una política a largo plazo en políticas transversales (de fijación de tarifas, suministro, institucionales, ambientales, uso racional de energías, capacitación de recursos humanos, entre otras) y políticas sub-sectoriales (eléctricas, de fuentes renovables, de derivados del petróleo, entre otras)

A partir de esto y del desarrollo de perspectivas y escenarios, se estructuran estrategias y acciones para el cumplimiento de objetivos y metas. A medida que se va avanzando en las etapas propuestas, se identifican aspectos no identificados en la planeación preliminar. Se debe tener en cuenta el contexto nacional e internacional de los sectores socioeconómicos relacionados al sector energético.

### **H. Evaluación de impactos. Revisión y ajustes de la estrategia**

El seguimiento al desarrollo de la planificación se hace por medio de “indicadores de desempeño”, los cuales permiten medir cuantitativa y cualitativamente el avance en el cumplimiento de las metas, programas y estrategias establecidas. Este monitoreo tiene como fin:

- Comprobar el cumplimiento de las metas establecidas.
- Evaluar las acciones propuestas.
- Identificar las correcciones pertinentes a la implementación de los programas.

### **6.3. Departamento de Energía de los Estados Unidos**

En la planeación energética propuesta por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la Guía para la Comunidad de Planeación Estratégica de la Energía (Acrónimo en Inglés CESP) [1] fundamenta su propuesta en la importancia que tiene el gobierno y la comunidad para la aplicación, en donde se busca obtener:

- Perfil de Energía: Por medio del cual se identifique el panorama energético incluyendo los distintos usos, políticas, programas, etc.
- CESP final: Una hoja de ruta para el gobierno y/o comunidad local en donde se establezca el futuro energético por medio de visión a largo plazo, metas, estrategias, objetivos y estrategias prioritarias

A continuación, se presenta gráficamente la estructura propuesta y se detallan los pasos que detallan la misma:

Línea de tiempo CESP												
Paso 1	Establecer un equipo de trabajo											
Paso 2		Grupos de interés	Comprometer grupos de interés									
Paso 3			Visión energética									
Paso 4			Balance energético									
Paso 5					Metas y estrategias							
Paso 6						Identificar acciones						
Paso 7					Identificar financiamiento							
Paso 8								Plan de implementación				
Paso 9								Plan de evaluación				
Paso 10						Desarrollar el CESP						Adoptar y publicar
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

**Tabla 9.** Community Strategic Energy Planning by U.S. Department of Energy [1]

- **Respaldo inicial:**

Autorizar por parte de un **patrocinador** local ejecutivo (alcalde, gobernador, etc.) para proporcionar recursos y reconocimiento público al proceso. El alcance, establecido inicialmente puede ser con enfoque gubernamental o comunitario; de lo cual dependerá el uso de recursos destinados para la hoja de trabajo en la planificación.

- **Establecer un equipo de trabajo:**

Implica la conformación de un equipo de trabajo, en el cual se establezcan **líderes** en la capacidad de dirigir el proceso. El cual deberá establecer en los primeros dos meses luego de la autorización del desarrollo del plan, para de esta manera demostrar progreso temprano en decisiones claves para el siguiente paso.

- **Identificar y comprometer a los grupos de interés**

El éxito de la planeación, depende en gran medida, del compromiso y el interés del gobierno local y la comunidad; se deben identificar grupos que tengan interés en aplicar su experiencia o adquirir conocimientos que fortalezcan el desarrollo del plan. Para este proceso, los líderes tendrán la oportunidad de **identificar interesados** para que la gerencia gestione la comunicación y vinculación. El aporte de las partes interesadas es importante a lo largo de todo el proceso de planificación; por lo tanto, identificar las personas y organizaciones adecuadas llega a ser una de las principales tareas.

- **Desarrollar una visión energética**

Involucrar involucran los interesados, y de la mano con los líderes, establecen una visión clara, articulada y compartida sobre el **futuro energético del territorio**, en donde se establezcan decisiones, objetivos, estrategias y acciones. Se deben identificar prioridades utilizadas como base de la visión, y compartirla con el gobierno y comunidad.

- **Evaluar el perfil energético actual**

En primera instancia, cabe resaltar que es importante, evaluar el panorama energético y estructurar el perfil o **balance energético** mediante: 1. Datos de uso y suministro de energía actual y proyectado; 2. Inventario de actividades, proyectos, programas y políticas relacionadas con energía; 3. Información sobre recurso humano y organizacional para la implementación del plan. Lo anterior permite que el plan se enfoque en acciones para dar solución a necesidades verdaderas e identificadas que sean importantes para la definición de la situación energética en el futuro.

Para esto, la gerencia y el equipo líder deberán apoyarse en un equipo experto en cada tema para recopilar y analizar los datos obtenidos. El tiempo de ejecución de este proceso depende del alcance y nivel de detalle del perfil o balance.

- **Desarrollar metas y estrategias energéticas**

Al tener el establecido el perfil energético, el equipo líder formula objetivos y estrategias a largo plazo para determinar un camino basado en la visión energética propuesta, que ayudarán a **guiar políticas, programas y proyectos propuestos**. Los cuales, a su vez tendrán la participación de los grupos interesados para delimitar la propuesta final, la cual será avalada por la gerencia del plan.

- **Identificar y priorizar acciones**

En primera instancia se estructura una lista de acciones a realizar a partir de las políticas, programas y proyectos a considerar a partir de su importancia, debido a que estas van a necesitar de hechos previos de acuerdo a su alcance. El equipo de liderazgo deberá **clasificar ideas, identificar propuestas y evaluar opciones** frente a los objetivos y estrategias, para luego ser avaladas por la gerencia.

- **Estrategia de Financiación**

En esta estrategia es importante **identificar las oportunidades** para el pago de las acciones propuestas, para que la probabilidad de implementación aumente. Las opciones de financiamiento varían de acuerdo al perfil de riesgo y horizonte planteado, existen formas de estructurar las transacciones para minimizar riesgos y realizar ahorro. Al establecer esta estrategia se puede identificar la forma de financiamiento apropiado, plantear escenarios a corto y largo plazo, además de aumentar la probabilidad de adopción del plan.

- **Desarrollar un plan de implementación**

Establecer información detallada para la implementación de acciones, asignando responsables y enmarcando resultados específicos, así como su estado de ejecución. Por medio de este plan, se deben articular recursos, comunicar expectativas a nivel

gubernamental y comunitario, y proporcionar un punto de referencia para los objetivos planteados.

- **Plan de evaluación**

Lo cual hace referencia a establecer procesos de evaluación periódica e inicial para **identificar el progreso y los recursos**, para realizar los ajustes necesarios. Se considera de gran importancia para el éxito del plan, ya que por medio de este se pretenden ajustar estrategias, validar progreso de las metas e informar estado del plan a las autoridades y público de interés.

- **Desarrollar, adoptar y publicar el CESP**

Presentar para su adopción formal y publicarlo ante la comunidad. El plan final es una hoja de ruta para el futuro energético del territorio (gobierno local y comunidad), donde se establece el panorama actual, la visión a largo plazo y objetivos, estrategias y acciones para lograr la visión. Además, se incluye el plan de implementación, responsables, plazos, estrategia de financiación y estructura de seguimiento al mismo.

Comunicar la importancia de su implementación, transmitiendo la necesidad de su ejecución por medio de esfuerzos tanto de la administración y comunidad del territorio. El equipo de trabajo, liderado por la gerencia, presenta el plan al consejo, comisionados u otro organismo gubernamental apropiado y recomendará su adopción.

#### **6.4. Implementación del PAES**

Según la guía del PAES [3], para producir metas realistas, objetivos medibles y específicos y por lo tanto generar un seguimiento y una visión que sea innovadora el documento está llamado a contener una proyección acerca de cómo será el consumo de energía, la política medio ambiental y de movilidad. Debe servir para comunicar el plan con las partes, traducir la visión en la que se ven especificados, los presupuestos, los plazos, y se recomiendan los siguientes pasos:

- Hacer una prospección de las mejores prácticas
- Establecer prioridades y seleccionar acciones y medidas clave
- Registrar las medidas o actividades a las que dé lugar con un horizonte de tiempo específico, como son la inversión, ahorro energético, mejorar la calidad de aire
- Realizar un análisis de riesgos:
  - Existen riesgos de distintas naturalezas relacionados con el proyecto entre los que se encuentran sobrecostos, retrasos, retrasos a los procesos, mala comunicación.
  - Riegos con el gobierno, por el presupuesto aprobado, retrasos a la hora de obtener permisos, cambio de regulaciones, leyes gubernamentales.
  - Riesgos técnicos que se relación con diseños inadecuados, costes mayores que los esperados, aumento en el tiempo de ingresos.

- Riesgos con contratistas: dificultades financieras, mala planificación, mala comunicación y dirección del proyecto.
- Riesgos relacionados con el mercado: escasez de personal capacitado, variaciones el precio de los comercializadores de energía.
- Especificar el calendario responsabilidades, presupuesto, recursos financieros para cada acción. Ajustando los plazos, definiendo responsables ya se han persona o instituciones. Especificar quien recopilara los datos para el seguimiento y quien lo analizara.
- Redactar el plan de acción
- Aprobar el plan de acción y su presupuesto asociado
- Realizar revisiones de plan con regularidad

Después de efectuar un seguimiento por un periodo de 2 años se permite el ajuste, revisando el progreso y las deficiencias en términos de energía y la reducción de dióxido de carbono.

En relación con el PAES [3], estos deben ser gestionados y considerados en la toma de decisiones que permitan llevar a cabo el plan en sí mismo, bajo una estrategia de buena comunicación y con la participación de un actor que vigile su cumplimiento.

Para que el plan se ejecute se recomienda dividir el proyecto en varias fases, preparar los procesos para ser aprobados y ejecutados en manera rápida, que los actores como la administración pública de seguimiento y apoyo al plan energético, informar oportunamente acerca de los errores y fracasos que se presenten para buscar una solución que produzca una eficiencia en su ejecución.

### **Seguimiento de la información sobre los procesos del plan**

Para optar por este seguimiento se debe operar de manera que se use adecuadamente los recursos humanos y financieros disponibles. El informe debe contener las medidas implementadas, las medidas correctivas y preventivas a las que haya lugar.

Como paso a seguir es importante realizar un seguimiento de emisiones, a través de una serie de ítems, que tengan en cuenta la participación de los actores interesados, tales como el sector privado, participación de los ciudadanos, contratación pública ecológica entre otros

## **7. MODELOS DE PLANEACIÓN ENERGÉTICA**

Existen modelos aplicados a diferentes países, implementados de acuerdo a los enfoques que se presenten. Además, diferentes organizaciones han postulado metodologías para la estructuración de la planeación energética aplicada a países, gobiernos, estados, alcaldías, o cualquier otra forma administrativa.

Los modelos de planificación energética, según la OLADE[18], constituyen una herramienta para apoyar la suplencia de demanda creciente por energía más eficiente, sustentan la



formulación de políticas energéticas, siguiendo procesos lógicos para alcanzar objetivos específicos, por lo que se propone seguir las siguientes preguntas:

¿Qué requiere?, ¿Qué necesita?, ¿Pronosticar la oferta y demanda de energía?, ¿Energía final o servicio energético?, ¿Largo, mediano o corto plazo? y ¿Horizonte simple o múltiple?

Algunos modelos incluyen estimaciones energéticas de forma aislada, mientras que otras son capaces de relacionarse con las actividades económicas, poblacionales y ambientales. Cada modelo genera en mayor o menor grado incertidumbre sobre las variables expuestas.

Al no hacer un estudio riguroso sobre la incertidumbre, los modelos energéticos deben garantizarse resilientes en las contingencias que se puedan presentar. Deben estar instituidos con factores de seguridad, disponer de potencia, aplicar confiabilidad para los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, con soluciones soportadas en simulaciones.

El modelo también debe poseer las siguientes características:

- Ser de fácil ejecución, por lo que se reduzca el tiempo de ejecución
- Contener un número limitado de variables externas
- Permitir el análisis de políticas energéticas y ambientales
- Evaluar las características del consumidor, y factores como la sustitución tecnológica

### 7.1. Clasificación de los principales modelos aplicables a la planificación energética

Para la planificación energética, el tiempo de ejecución es una variable importante, por lo que en periodos largos los factores de insumos y variaciones cambian a través del tiempo, mientras que un periodo corto la demanda permanece estable

La planificación debe propiciar la formación de políticas públicas, medición de eficiencia de servicios, análisis entre sectores energéticos y económicos, así como también análisis de escenarios con árboles de decisión probable, y capacitación de acto de planificación.

Top-Down (TD)	Bottom-up (BU)
Utiliza datos agregados	Utiliza datos detallados de las tecnologías
Es posible la evaluación costo/beneficio de la planificación a través de los impactos de la producción, los ingresos y en el PIB.	Es posible evaluar el costo/beneficio de la planificación a partir de los impactos de desarrollo y aplicación de tecnologías
Asume que los mercados son eficientes	No parte de la hipótesis de eficiencia del mercado
Permite la evaluación de los efectos intersectoriales	No permite la evaluación de efectos intersectoriales
Adecuado para la evaluación de políticas fiscales y monetarias	Adecuado para la evaluación de políticas de gerenciamiento por el lado de la demanda (GLD)

Top-Down (TD)	Bottom-up (BU)
No permite la evaluación detallada de impactos ambientales	Adecuado para la evaluación de políticas ambientales sectoriales

*Figura 9. Diferencia entre análisis de tipo bottom-up (BU) y tipo Top-Down (TD)*  
Fuente:(OLADE) [18]

En este mismo orden de ideas, la optimización de los modelos puede evaluarse mediante herramientas tecnológicas que realizan evaluaciones económicas, energéticas y tecnológicas a largo plazo. La evaluación comprende la suma de variables, como las metas a las que se debe llegar, el límite de inversión, la base del sistema, y como resultado fomentan modelos competitivos.

Una alternativa a la optimización consiste en los modelos de simulación. Que se fundamentan en parametrizar el comportamiento existente entre los consumidores y productores en los precios y progreso tecnológico. Otra opción son los modelos híbridos los cuales asumen variables e incorporan alteraciones económicas y energéticas.

Existen los modelos sectoriales los cuales evalúan la demanda a medio y largo plazo. Se plantea describir la evolución de factores económicos, sociales y tecnológicos y luego estos aspectos son asociados a factores sociales, socio-económicos (sectores de transporte público) factores puramente económicos, factores puramente tecnológicos (reemplazo de tecnologías). Este estudio pretende desarrollar un modelo que depende de la energía útil de diferentes usos finales, por lo que se generan asunciones sobre el rendimiento económico.

Para proponer un panorama que abarque diferentes parámetros de solución, se unifican herramientas BU con TD.

## **7.2. Descripción del funcionamiento de modelos seleccionados de planificación energética para el uso de proyectos energéticos**

### **RETSCreen:**

Clasificada como bottom up, con el propósito del sector /tecnología y provee resultados de aplicación puntual. Es un programa computacional en 35 idiomas que se encuentra de manera gratuita. Sirve para analizar proyectos de generación eléctrica, generación de calor, cogeneración y eficiencia energética. Además, modela tecnologías como eólica, pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), solar fotovoltaica, concentración solar (CSP), geotérmica, energía a partir de las olas del mar, calentamiento con biomasa, calentamiento solar para agua sanitaria, calentamiento de aire para calefacción, calentamiento solar pasivo para proyectos arquitectónicos, centrales termoeléctricas con combustibles fósiles y biomasa. El análisis puede hacerse para generación distribuida y centralizada. Además, se tiene librerías de equipos como motores.

### **SAM (System Advisor Model)**

Tiene enfoque parcial button up. El programa permite desarrollar optimizaciones y simulaciones y se encuentra de manera libre. Simula proyectos de energía solar fotovoltaica, concentración solar, colector solar para calentamiento de agua sanitaria, eólica, termoeléctrica a biomasa, geotérmica, y termoeléctricas.

Los avances que generan las tecnologías son el impacto en la variación de los factores de desempeño de la planta, análisis financiero, análisis paramétricos, análisis de optimización. Contiene una base de datos climatológicos.

### **7.3. Descripción del funcionamiento de modelos seleccionados de planificación energética para el uso de planeación nacional**

#### **LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning System)**

Es de tipo bottom-up, se basa en la caracterización de usuarios finales en lo referente al tipo de energía. Muestra las restricciones de capacidad de inversión y la capacidad de instalación máxima.

#### **WASP (Wien Automatic System Planning)**

Posee un enfoque bottom up y permite proponer la expansión de generación eléctrica, la estimación de costos, el despacho óptimo, generación de energía eléctrica mínima, por un análisis de optimización.

#### **EEPPS (Economic and Environmental Power Planning Software)**

Es un modelo de costo mínimo, y su uso puede llevar a la disminución de costos, el control de polución, determina la demanda de electricidad por tecnología.

Permite analizar la producción y el consumo de energía por sectores y regiones, caracterizando un estudio base, y generando intervalos de 5 periodos de 5 años. Para su manejo se necesitan atribuir características como la capacidad de inversión, restricciones ambientales, las fuentes de recursos energéticos entre otros.

Para relacionar la obtención de energía el modelo permite integrar a las regiones en las cuales deben revelar las tecnologías y la oferta de energía esta información puede ser detallada o simple según lo disponga el planeador

#### **ENPEP (Energy and Power Evaluation Program)**

Está basado en el equilibrio top-down, por lo que los cambios de energía y precios dependen de la demanda.

#### **SUPER-OLADE (Sistema Unificado de Planificación Eléctrica Regional)**

Este modelo incluye el análisis de incertidumbre, el crecimiento de la demanda, el costo de combustibles, el tiempo de construcción de proyectos, ofrece opciones de expansión de generación y transmisión del sistema a mediano largo plazo calculando costos de inversión operativos y financieros.

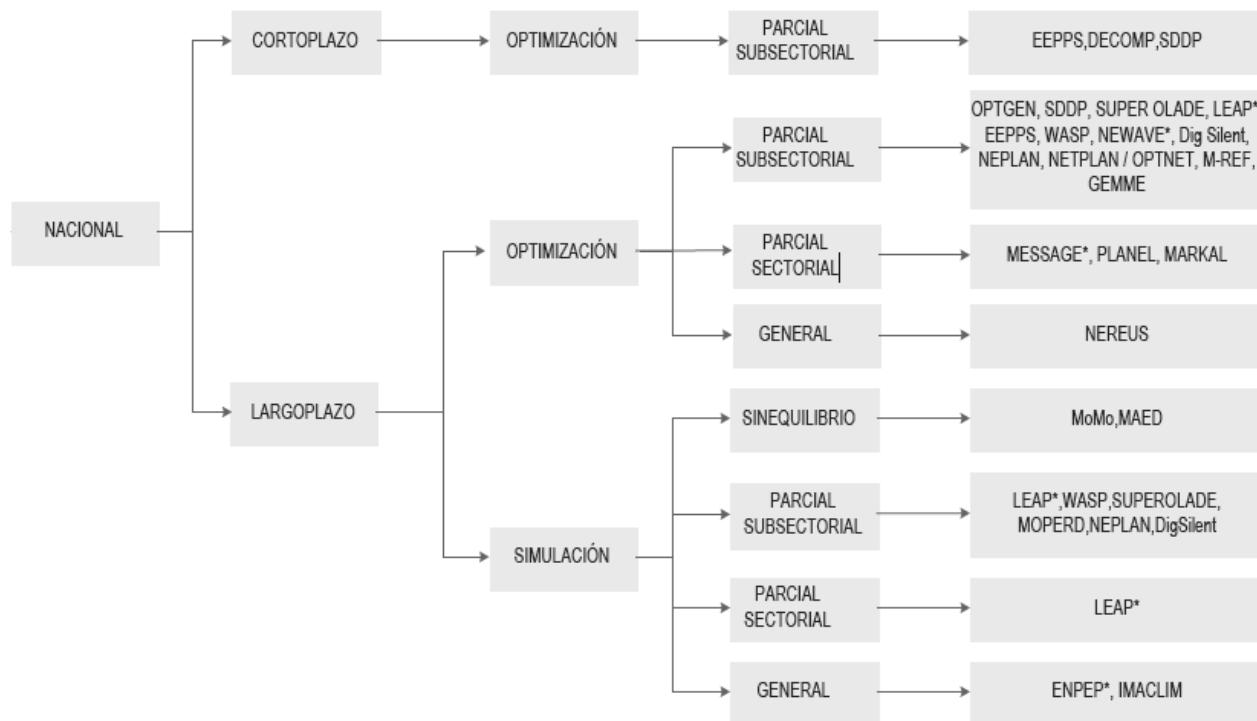
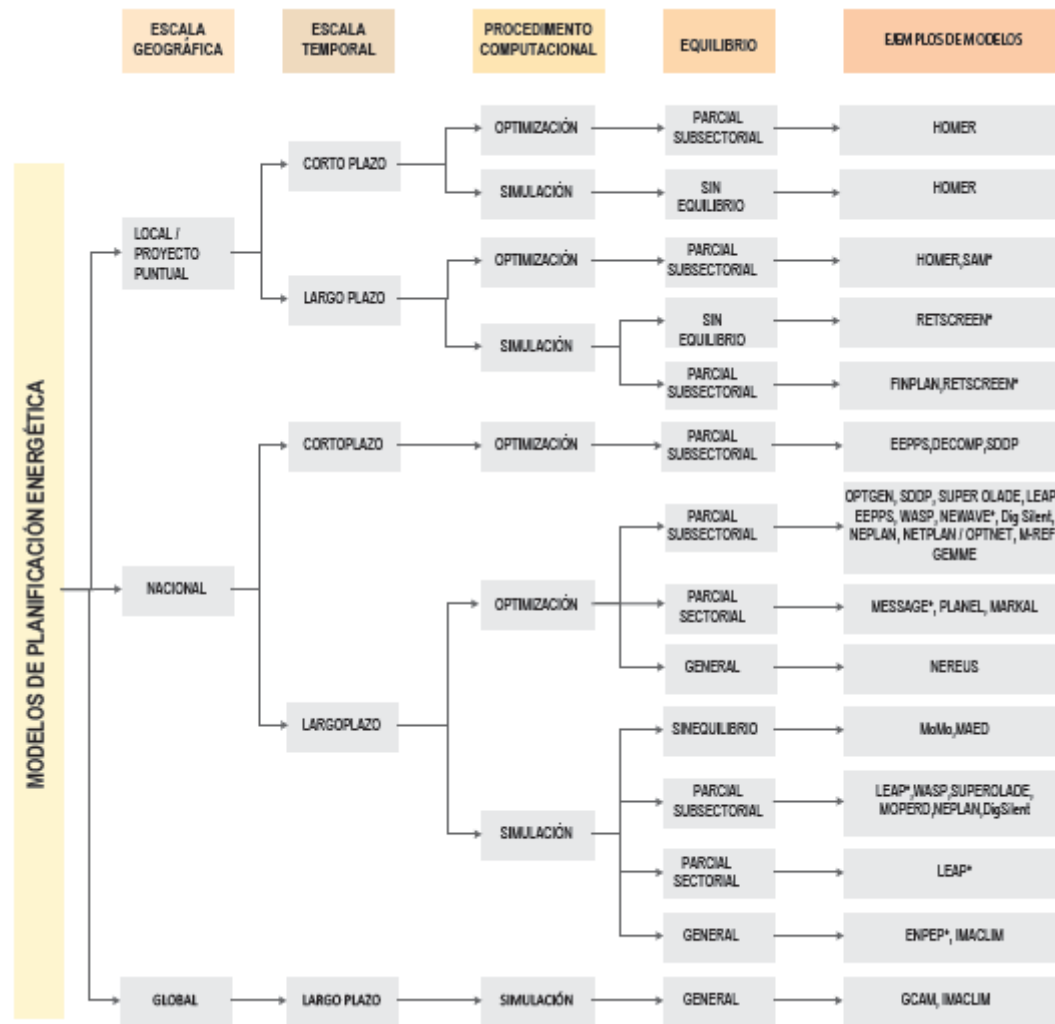


Figura 10. Tecnologías usadas en la planeación energética a nivel nacional  
Fuente: (OLADE)[18]



**Figura 11.** Árbol de decisión para posibles modelos aplicables. Fuente: OCDE [5]

El **Instituto de Energía de la UCL** presenta en su página web [19], los diferentes modelos aplicables a diferentes objetivos y propósitos. A continuación, se citan los principales:

- **Modelos de tecnología y sistemas:** Para la evaluación de tecnología energética y estudios de des-carbonización:
  - UK Times: Fue desarrollado por la UCL y el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido. Los resultados del modelo dependen de la consistencia de los escenarios propuestos.
  - ETM-UCL: Integra la energía, economía, ambiente e ingeniería para determinar la dinámica energética europea con un horizonte bastante amplio que contempla el análisis de políticas.
  - TIAM-UCL: Integra la energía, medio ambiente y economía para comprender costos y beneficios sociales con base en la reducción de emisiones de GEI y el fortalecimiento de la seguridad energética.

- ESME: Utilizado para la optimización de costos, es un modelo desarrollado por el software AIMMS.
- DynEMo: Se basa en el aumento de la demanda a causa del consumo de servicios energéticos y cómo varían con el tiempo y clima, además de la implementación de recursos renovables.
- OSeMOSYS: Utilizado para la optimización de sistemas para la planificación energética a largo plazo, requiere un aprendizaje menor en comparación a otros modelos, lo que se refleja en un modelo equilibrado.
- TEMPEST (Technological Economic Political Energy System Transición): enfocado a la demanda y suministro de energía, relaciona la economía, tecnología y política en la transición energética.
- UK MARKAL: Fue reemplazado por el UK Times.
- **Modelos de entorno construido:** Se evalúan aspectos asociados a la descarbonización de edificios y sistemas inteligentes:
  - HIDEEM (The Health Impact of Domestic Energy Efficiency Measures): Bottom-up, aplicado a viviendas, el modelo analiza el efecto de la eficiencia energética y su impacto sobre la salud.
  - English Archetypes: Bottom-up, enfocado a la optimización del diseño de edificios a nivel nacional, ayudan al modelado doméstico a gran escala en temas de energía, temperatura y calidad del aire.
  - CaEB2: Bottom-up, enfocado al sector no doméstico en el campo de eficiencia energética.
  - SmartCED (The Smart Consumers and Energy Demand Model): Está diseñado para la optimización y control de la demanda de energía en redes inteligentes. Fue diseñado en Matlab.
  - SimStock: Trabaja bajo la simulación energética en edificios, permitiendo analizar parámetros y escenarios energéticos.
- **Modelos de electricidad e infraestructura:** Ayudan a diseñar y operar sistemas bajo el despacho de electricidad, modelos de red y mercado. Se incluyen análisis de transmisión y distribución en electricidad, gas y transporte:
  - DEAM (Dynamic Energy Agents Model): Tiene como objetivo analizar demandas de energía y los suministros en los diferentes sectores (Residencial comercial, industrial, etc.). Modela consumidores en intervalos de tiempo definidos bajo diferentes escenarios.
  - EleServe Evalúa las demandas y suministros de electricidad para diferentes escenarios en un intervalo de tiempo determinado.
  - HighRES: Es implementado para diseñar sistemas eléctricos rentables y flexibles, para energía a gran escala y con diversas variables.

- **Modelos Económicos:** Son utilizados para examinar los impactos del sector energético en la economía:
  - TIMES MACRO Plus: Es un modelo de crecimiento económico multisectorial para el análisis de sistemas económicos con interacción en la economía.
  - CGE-UCL: Se está desarrollando actualmente para incorporar los recursos naturales y problemas ambientales en el modelo económico asociado al sector energético.
  - COMPASS: Mide la competitividad de los grandes consumidores de combustible en el mercado eléctrico. Permite medir los costos de carbono asociados al precio de la electricidad.
- **Modelos Ambientales:** Estudian la relación entre el uso de energía, emisiones de GEI y cambio climático.
  - TIAM-UCL-IAM: Evalúa el impacto del cambio climático y las variables económicas que se asocian al sector energético.
- **Modelos de comportamiento:** Explora la interacción entre personas y los usos de la energía con dirección a distintos actores:
  - BLUE: Estudia la transición de energía en el futuro y cambios con relación a la tecnología, uso de la energía y emisiones.
  - TEMPEST (Technological Economic Political Energy System Transition): Es un modelo que evalúa la demanda y suministro de energía asociado a la transición basada en tecnología, economía y política.
- Otros:
  - BUEGO (The Bottom-Up Economic and Geological Oil field production model): Modela el comportamiento de la producción de petróleo basado en la demanda requerida y el precio del mismo.

#### 7.4. Financiación y modelos económicos

La elaboración de estos planes, según la guía del PAES [3] debe ser dirigido por la elaboración de los presupuestos públicos. La mayoría de los proyectos de eficiencia energética son financiados a través de inversiones.

Entre los esquemas de financiación mencionados en la guía del PAES [3], se encuentran:

- Fondos de rotación

El objetivo de estos fondos es la de invertir en proyectos rentables con periodos cortos de retorno de la inversión, como:

- Esquemas De Financiación Por Terceros
- Leasing
- Compañías De Servicios Energéticos

- Internalización Del Modelo ESE O Compromiso Público De Cumplimiento Interno (Pico)
- Sociedades Público-Privadas



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sector ambiental está empezando a tomarse como un sector propio que comprende lo rural y el urbano, debido a que no se tenía en cuenta en anteriores metodologías y bases de implementación de planeación energética. Un ejemplo puede ser el cambio de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) a Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los cuales tienen un enfoque basado en el impacto ambiental y cambio climático. Además de esto, es claro que la planeación propuesta debe tener una sustentación en la eficiencia energética que optimice procesos y que satisfaga las necesidades o problemas económicos de la región de estudio.

Se puede identificar que, medio del balance energético, se logra caracterizar el sector energético y realizar una estructura adecuada a las condiciones con las que se cuenta en la región donde se quiera realizar una correcta planeación energética. Bajo las referencias utilizadas, se identificó que el inicio de una estructuración y política energética se basa en un correcto balance energético, el cual depende de la aplicación y región de caracterización.

El balance energético definido por la OLADE en el manual de estadística referenciado se acomoda más a los planteamientos propuestos y presentes en una región de Colombia, al tener en cuenta la aplicación regional, países en desarrollo y contemplar la estructura energética del sector rural, el cual se toma como herramienta clave para la planeación energética.

En relación con los modelos y metodologías estructuradas en base a necesidades globales y específicas de las regiones se puede construir un modelo propio para cada región determinada de estudio, el cual puede satisfacer y tomar acción a partir de las necesidades identificadas en un estudio eficiente en donde todas las organizaciones y agentes relacionados deben aportar al desarrollo de las dimensiones propuestas en este documento ya que la información es la base de la ejecución de una planeación energética.

Para estructurar una eficiente planeación energética, es necesario tener claras las políticas energéticas aplicables a la región de estudio. Siendo las políticas la base de la planeación, deben estar basadas en información propia y confiable que permita realizar un análisis en su aplicación. Hay que tener en cuenta que, en la referenciación a políticas, indicadores y estructuras de balance, hay algunos países donde la generación de calor toma importancia debido a las estaciones climáticas de algunos de ellos, por ejemplo, en las políticas relacionadas de Reino Unido.

La inclusión de Energías renovables en Reino Unido se realiza en gran medida gracias a las subastas de energía que trae la nueva reforma del mercado, reduce precios por tipo de tecnología de acuerdo a su potencial y reduce riesgos en inversión.

Las políticas de los Estados Unidos proponen la masificación de la generación y producción de energía y para esto quiere eliminar obstáculos normativos y omitir regulaciones ambientales establecidas. Ha eliminado planes y estrategias anteriormente dispuestas a disminuir la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano para la generación de energía y producción de petróleo y gas. Lo que conlleva al aumento en estas emisiones. Estados Unidos tiene un gran enfoque en la seguridad y resiliencia del sector energético debido a su magnitud poblacional e importancia global en esta materia, además de contar con diversidad de energéticos.

Las políticas establecidas por Chile son bastante claras en la definición de una estructura clave para la planeación energética de un país claramente en vía de desarrollo y que establece una visión a tomar diferencia respecto a otros países donde el sector energético no contempla aún a cabalidad las políticas que a nivel mundial se proponen en pro de la transición energética.

El PEN 2050 tiene objetivos muy específicos dados a la planeación a mediano y largo plazo, abarcando varios escenarios y acciones posibles en el sector, los cuales son un buen inicio para establecer políticas que encaminen al país a tomar el ritmo actual del mundo en el sector energético. Por medio de las clasificaciones del trilema del Consejo Mundial de Energía (WEC) se puede ver que hay que reforzar la equidad y seguridad energética, ya que estas tienen clasificación de C y B respectivamente.

La clasificación Bottom-up de los modelos de planificación energética resulta ser la más recomendada para gobiernos debido a sus características, como se pudo ver se basa en variables que no se pueden suponer, deben ser exactas y medidas; El modelo Top-Down es implementado para la evaluación de políticas fiscales y monetarias, mientras que el Bottom-up se dirige hacia políticas de gerenciamiento por demanda.

Con el análisis de estas tecnologías podemos concluir que, para desempeñar un estudio coherente de planeación, se debe adjudicar que desde las bases se tengan señalados todos los parámetros, económicos, sociales y ambientales de cada tecnología por región. Esto con el fin de abastecerse de información que dé cuenta de cómo se está generando y transmitiendo la energía, los recursos que usan para esta generación, sus costos, las políticas de subsidios de energía eléctrica, los costos de operación y la vida útil de los proyectos con los que se cuenta entre otros.

Lo que le sigue a esta caracterización es la habilidad para diseñar modelos que les permita abastecerse, teniendo en cuenta el equilibrio que debe existir en la variación de las tecnologías, incluyendo una razón social, para abastecerse de políticas que regulen el abastecimiento de energía y energía eléctrica, su costo, y las consecuencias ambientales por lo que se recomienda una tecnología tipo top Down como ENPEP o LEAP, por la cual se señalen la oferta y la demanda de cada región y permitan producir una política con base a la planeación.

En vista de generar una articulación de demanda y abastecimiento energético nacional se pueden servir de herramientas como EEPPS, por la cual se relacionen las regiones energéticamente y se disponga de su transmisión. Es importante identificar modelos correctos para trabajar en el territorio en donde se pretenda hacer planeación, ya que cada uno de ellos depende de los potenciales, economía, nivel productivo y competitivo del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] U.S. Department of Energy, *Guide To Community Energy Strategic Planning*, RECOVERY., no. March. 2013.
- [2] S.C. Bhatia, *Advanced Renewable Energy Systems*. Woodhead Publishing India, 2014.
- [3] Instituto de Energía - Comisión Europea, *Guía “Cómo Desarrollar Un Plan De Acción Para La Energía Sostenible (Paes).”* Luxembourg, 2010.
- [4] World Energy Council, *Energy Transition Toolkit*. WEC, 2019.
- [5] Naciones Unidas, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*, 2da ed. Santiago: Naciones Unidas, 2018.
- [6] D. Margulis, N. Rajzman, and A. Tavosnanska, *El regreso del Estado a la planificación energética*. Buenos Aires: Friederich Elbert Stiftung, 2011.
- [7] European Commission, *Energy balance guide - Methodology guide for the construction of energy balances & Operational guide for the energy balance builder tool*, no. January. Eurostat, 2019.
- [8] United Nations, *International Recommendations for Energy Statistics ( IRES )*. New York: Economic & Social Affairs, 2018.
- [9] Organización Latinoamericana de Energía and Banco Interamericano de Desarrollo, *Manual de Estadística Energética*, 2da Edició. Quito, 2017.
- [10] International Energy Agency, *World energy balances Overview*, 2019 Editi. 2019.
- [11] International Energy Agency, “Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas,” *Agencia Int. Energía*, p. 182, 2015.
- [12] International Energy Agency, *Energy Policies of IEA Countries - United Kingdom 2019 Review*, vol. 56, no. 1. 2019.
- [13] International Energy Agency, *Energy Policies of IEA Countries - United States 2019 Review*. European Journal of Political Research Political Data Yearbook, 2019.
- [14] Ministerio de Energía, “Energy 2050: Chilean Energy Policy (Energía 2050: Política Energética De Chile).” p. 157, 2015.
- [15] UPME, “Plan Energetico Nacional Colombia: Ideario Energético 2050,” *Unidad Planeación Min. Energética, Repub. Colomb.*, p. 184, 2015.
- [16] Ministerio de Energía, *Políticas públicas participativas*. Santiago de Chile, 2017.
- [17] World Energy Council & Oliver Wyman, *World Energy Trilemma Index 2019*. London, 2019.
- [18] Organización Latinoamericana de Energía, *Manual de Planificación Energética 2017*. Quito, Ecuador, 2017.
- [19] UCL Energy Institute, “Energy Models,” 2019. [Online]. Available: [https://www.ucl.ac.uk/drupal/site\\_energy-models/models](https://www.ucl.ac.uk/drupal/site_energy-models/models).

- [20] K. Schwab and World Economic Forum, "Global Competitiveness Report 2019," Berne, 2019.
- [21] National Association of State Energy Officials, *State Energy Planning Guidelines*. Virginia.
- [22] F. M. Kreuzer and G. Wilmsmeier, *EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2014.
- [23] International Energy Agency, "Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos," pp. 1–211, 2016.
- [24] International Energy Agency and Organisation for Economic Co-operation and Development, *Energy Statistics Manual*. Paris, 2005.
- [25] The International Renewable Energy Agency, "Solutions to integrate high shares of variable renewable energy (Report to the G20 Energy Transitions Working Group (ETWG))," no. June, 2019.
- [26] Organisation for Economic Co-operation and Development and International Energy Agency, *Energy Use in the New Millennium*. Paris, 2007.
- [27] International Energy Agency, "Energy Technology Perspectives 2017 - Catalysing Energy Technology Transformations," 2017.
- [28] B. Azcárate and A. Mingorance, "La contribución de las energías renovables en la planificación energética española," *Espac. Tiempo y Forma, Ser. VI, Geogr.*, no. 9, pp. 39–51, 1996.
- [29] R. Q. Hurtado, "Diseño e Implementación de una Plataforma Integrada de Modelación para la Planificación Energética Sostenible - MODERGIS," *Univ. Nac. Colomb. - Fac. Minas*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [30] Transplan, "Guideline for the Energy Planning Tool," no. February, 2010.
- [31] R. Quijano and J. Domínguez, "Diseño de un proyecto integrado para la planificación energética y el desarrollo regional de las energías renovables en Colombia basado en sistemas de información geográfica," *Tecnol. la Inf. Geográfica para el Desarro. Territ.*, no. August, pp. 729–736, 2008.
- [32] Intelligent Energy Europe, "Tools and concepts for the Local Energy Planning," 2012.
- [33] R. Wilson and Synapse Energy Economics, Inc., *Best Practices in Electric Utility Integrated Resource Planning*. Synapse Energy Economics, Inc., 2013.
- [34] A. Carretero Peña and J. M. García Sanchez, "Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora.," *AENORediciones*, pp. 1–28, 2012.
- [35] O. A. Gardoki, "Cuantificación, Diseño y Metodologías de Implementación de Nuevos Modelos de Planificación Energética para el Desarrollo Socioeconómico," *Univ. del País Vasco*.
- [36] P. Álvarez and J. J. Sánchez, "Planificación Energética y Desarrollo Sostenible," *Encuentros Multidiscip.*, vol. N° 19, pp. 1–18, 2005.
- [37] J. C. Pérez, "Implementación de la Etapa de Planificación Energética basado en la NC-ISO 50001 del 2011 en el Centro de Instrucción Provincial 'Protesta de Jarao,'" 2019.

Univ. Cent. "Marta Abreu" Las Villas, 2016.

- [38] P. Linares Llamas, "Integración de criterios medioambientales en procesos de decisión: una aproximación multicriterio a la planificación integrada de recursos eléctricos," *Univ. Politécnica Madrid*, p. 187, 1999.
- [39] I. Cruz, J. Suad, and M. Condon, "La Planificación Energética: Una Interpretación desde la Sustentabilidad De Las Cinco Dimensiones Y La Producción Tabacalera," *Av. en Energías Renov. y Medio Ambient.*, vol. 19, pp. 1–12, 2015.
- [40] IRENA International Renewable Energy Agency, "Personas, Planeta y Prosperidad," 2019.
- [41] IRENA International Renewable Energy Agency, *Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition)*. 2019.
- [42] IRENA International Renewable Energy Agency, *Renewable Power Generation Costs in 2017*. 2018.
- [43] E. y T. Ministerio de Industria, "Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020," *Report*, 2015.
- [44] O. Aramayo and R. Candia, *Manual de Planificación Estratégica*. Universidad de Chile, Instituto de la Comunicación e Imagen, 2009.
- [45] A. E. Hevia, *Planificación estratégica territorial y políticas para el desarrollo local*. Santiago de Chile: CEPAL, ILPES, 2003.
- [46] "Sistema de planificación energética, Diseño del Sistema de Información Energético Nacional y Desarrollo del Plan Energético," *Programa para la gestión Efic. y Sosten. los Recur. energéticos del Perú*, 2015.
- [47] IRENA International Renewable Energy Agency, *Power System organisational structures for de Renewable Energy Era*. 2002.
- [48] J. Dominguez and J. Amador, "Geographical information systems applied in the field of renewable energy sources," *Sci. Direct*, 2007.
- [49] IDEAM, *Informe del estado del medio ambiente y de los recursos naturales renovables 2016*. 2016.
- [50] Bloomberg New Energy Finance, "Clean Energy Investment Trends 2018," *Bloom. New Energy Financ.*
- [51] U. Ickerodt and M. Maluck, "Energy transition Outlook 2019," *Waddenl. Outst.*, pp. 269–282, 2019.
- [52] A. Gambhir, J. Rogelj, G. Luderer, S. Few, and T. Napp, "Energy system changes in 1.5 °C, well below 2 °C and 2 °C scenarios," *Energy Strateg. Rev.*, vol. 23, no. July 2018, pp. 69–80, 2019.
- [53] I. Renewable Energy Agency, *IRENA: ELECTRICITY STORAGE AND RENEWABLES: COSTS AND MARKETS TO 2030 ELECTRICITY STORAGE AND RENEWABLES: COSTS AND MARKETS TO 2030 About IRENA*, no. October. 2017.
- [54] IRENA, *Synergies Between Renewable Energy and Energy Efficiency*, no. August. 2017.

- [55] Jean Acquatella, CEPAL, and Naciones Unidas, *Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y El Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2008.
- [56] M. Lavriet and H. Cabal, "Energy Policies in Spain in the Context of the new European ENergy Strategy," *Sci. Direct*, 2006.
- [57] International Atomic Energy Agency, United Nations, International Energy Agency, Eurostat, and European Enviroment Agency, *Energy Indicators for Sustainable Development : Guidelines and Methodologies*. Vienna, 2005.
- [58] Exxon Mobil, *The outlook for energy: A view to 2040*. Exxon Mobil, 2016.
- [59] Organización Latinoamericana de Energía, *Sendero Energético en América Latinna y El Caribe*. Quito: OLADE, 2011.
- [60] R. Martner and J. Mattar, *Los fundamentos de la planificación del desarrollo en América Latina y el Caribe desarrollo en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL, ILPES, 2012.
- [61] United Nations Environment Programme, "Global Trends in Renewable Energy Investment 2019," *Bloom. New Energy Financ.*, p. 76, 2019.

## ENTIDADES Y ACTORES

Para la construcción del documento, se tuvo como base la información suministrada por las siguientes entidades y actores. En la siguiente tabla se discriminan los actores por impacto en la construcción del documento:

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PÁGINA WEB	IMPACTO	ASPECTOS HALLADOS	ORDEN
Agencia Internacional de Energía (IEA)	Abarca programas e iniciativas a nivel mundial con el fin de garantizar la seguridad energética, seguimiento de las transiciones de energía limpia, la recopilación de datos o la capacitación en todo el mundo.	<a href="https://www.iea.org/">https://www.iea.org/</a>	10	Programas, iniciativas, estadísticas, ejemplos y referencia base de la planeación energética	Internacional
Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE)	Garantiza la seguridad y la prosperidad de los Estados Unidos abordando sus desafíos energéticos, ambientales y nucleares a través de soluciones transformadoras de ciencia y tecnología.	<a href="https://www.energy.gov/">https://www.energy.gov/</a>	9	Metodologías, iniciativas y ejemplos de referencia en planeación energética.	Internacional
Consejo Mundial de la Energía (WEC)	Promueve el suministro sostenible y el uso de energía para el mayor beneficio de todas las personas	<a href="https://www.worldenergy.org/">https://www.worldenergy.org/</a>	9	Estadísticas, programas e información energética general.	Internacional
Comisión Europea (EC)	Ayuda a dar forma a la estrategia general de la Unión Europea (UE), propone nuevas leyes y políticas de la UE, supervisa su aplicación y gestiona el presupuesto de la UE. También desempeña un papel importante al apoyar el desarrollo internacional y prestar ayuda humanitaria.	<a href="https://ec.europa.eu/info/index_es">https://ec.europa.eu/info/index_es</a>	6	Políticas, programas e información de referencia europea en materia energética	Internacional
Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)	Contribuye a la integración, al desarrollo sostenible y la seguridad energética de la región, asesorando e impulsando la cooperación y la coordinación entre sus Países Miembros.	<a href="http://www.olade.org/">http://www.olade.org/</a>	10	Iniciativas, estadísticas, metodologías y ejemplos de referencia en temas energéticos.	Internacional
Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	Planear el desarrollo minero-energético, apoyar la formulación e implementación de la política pública y generar conocimiento e información para un futuro sostenible.	<a href="https://www1.upme.gov.co/Paginas/default.aspx">https://www1.upme.gov.co/Paginas/default.aspx</a>	8	Iniciativas, estadísticas, metodologías y ejemplos de referencia en temas energéticos en el país.	Nacional
Universidad de Londres (UCL)	Comunidad global diversa de académicos, estudiantes, vínculos industriales, socios externos y ex alumnos de clase mundial.	<a href="https://www.ucl.ac.uk/">https://www.ucl.ac.uk/</a>	6	Modelos energéticos	Internacional

ACTOR	DESCRIPCIÓN	PÁGINA WEB	IMPACTO	ASPECTOS HALLADOS	ORDEN
Naciones Unidas (UN)	Lograr la cooperación internacional en la solución de los problemas de carácter económico, social, cultural o humanitario y en el desarrollo y estímulo del respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales de todos, sin distinción por motivos de raza, sexo, idioma o religión.	<a href="https://www.un.org/es/">https://www.un.org/es/</a>	8	Programas, estadísticas y datos de referencia internacional.	Internacional
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Ayudar a mejorar la salud, la educación y la infraestructura a través del apoyo financiero y técnico a los países que trabajan para reducir la pobreza y la desigualdad.	<a href="https://www.iadb.org/es">https://www.iadb.org/es</a>	6	Programas, estadísticas, proyectos e iniciativas sostenibles a nivel internacional.	Internacional
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)	Diseña mejores políticas para una vida mejor. Nuestro objetivo es promover políticas que favorezcan la prosperidad, la igualdad, las oportunidades y el bienestar para todas las personas.	<a href="https://www.oecd.org/acerca/">https://www.oecd.org/acerca/</a>	6	Políticas, estrategias e iniciativas energéticas.	Internacional
Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (BEIS)	Reúne las responsabilidades de negocios, estrategia industrial, ciencia, innovación, energía y cambio climático.	<a href="https://www.ukcdr.org.uk/member-organisation/departament-for-business-energy-industrial-strategy/">https://www.ukcdr.org.uk/member-organisation/departament-for-business-energy-industrial-strategy/</a>	4	Políticas, estrategias e iniciativas energéticas.	Internacional
Oficina de Mercados de Gas y Electricidad (Ofgem)	Utilizan la investigación del consumidor para asegurar que nuestra toma de decisiones esté informada por evidencia sólida y las opiniones de los consumidores de energía de Gran Bretaña.	<a href="https://www.ofgem.gov.uk/">https://www.ofgem.gov.uk/</a>	46	Programas, estadísticas, proyectos e iniciativas energéticas	Internacional

**Tabla 10.** Actores y entidades relacionadas en el documento. Elaboración propia.



## CLASIFICACIÓN DE REFERENCIAS

A continuación, se presentan las referencias en orden de importancia en el proceso de la investigación y construcción del documento:

ID	Tipo	Nombre	Fuente
[18]	Documento	Manual de Planificación Energética 2017	OLADE
[1]	Documento	Guide To Community Energy Strategic Planning	DOE
[8]	Documento	International Recommendations for Energy Statistics 2018	Naciones Unidas
[7]	Documento	Methodology guide for the construction of energy balances	Comisión Europea
[9]	Documento	Manual de Estadística Energética	OLADE y BID
[10]	Documento	World Energy Balances Overview 2019	IEA
[15]	Documento	Plan Energético Nacional Colombia: Ideario Energético 2050	UPME
[14]	Documento	Energía 2050: Política Energética de Chile	Ministerio de Energía
[11]	Documento	Indicadores de Eficiencia Energética: Bases esenciales para el establecimiento de políticas	IEA
[13]	Documento	Energy Policies of IEA Countries – United States 2019	IEA
[12]	Documento	Energy Policies of IEA Countries – United Kingdom 2019	IEA
[6]	Documento	El regreso del Estado a la planificación energética	D. Margulis
[16]	Documento	Políticas públicas participativas. Chile	Ministerio de Energía
[5]	Documento	La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible	Naciones Unidas
[2]	Documento	Guía “Cómo Desarrollar un Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)	Instituto de Energía y Comisión Europea
[3]	Documento	Energy Transition Toolkit 2019	WEC
[19]	Sitio Web	Energy Models 2019	UCL Energy Institute
[17]	Documento	World Energy Trilemma Index 2019	WEC

**Tabla 11.** Clasificación de referencias por orden de importancia. Elaboración propia