



Colombia

Evaluación Rápida y Análisis de Brechas



Colombia:

Evaluación rápida y análisis de brechas

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO	4
SECCIÓN I: INTRODUCCIÓN	5
1.1 PANORAMA GENERAL DEL PAÍS.....	5
1. Datos socio-económicos básicos	5
1.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA.....	5
2. Suministro de energía (mezcla de energía, exportaciones e importaciones).....	5
3. Demanda energética	7
4. Energía y desarrollo económico	8
5. Estrategia energética y metas relevantes	9
SECCIÓN 2: SITUACIÓN ACTUAL CON RESPECTO A LOS OBJETIVOS DE LA INICIATIVA SE4ALL	12
2.1 ACCESO A LA ENERGÍA <i>VIS-À-VIS</i> OBJETIVO DEL SE4ALL.....	12
6. Descripción general y valoración.....	12
7. Energía moderna para aplicaciones térmicas	12
8. Acceso a la electricidad.....	13
9. Energía moderna para usos productivos	14
2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA <i>VIS-À-VIS</i> OBJETIVOS DEL SE4ALL	15
10. Descripción general y valoración.....	15
11. Intensidad energética de la economía nacional	15
2.3 ENERGÍA RENOVABLE <i>VIS-À-VIS</i> OBJETIVOS DEL SE4ALL	175
12. Descripción general y valoración.....	175
13. Red conectada y no conectada de las energías renovables	17
14. Uso de las fuentes de energía renovables (FER) para aplicaciones térmicas	17
15. Uso de FER para actividades productivas	17
16. Resumen Consolidado	17

17. Objetivos	18
SECCIÓN 3: RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS DEL SE4ALL	20
3.1 MARCO INSTITUCIONAL Y POLÍTICO	20
18. Energía y desarrollo	20
19. Energía térmica para las viviendas	21
20. Sector eléctrico	21
21. Energía moderna para los sectores productivos.....	22
22. Marco nacional de monitoreo para SE4ALL	22
3.2 PROGRAMAS Y FINANCIAMIENTO	23
23. Energía térmica: programas y financiamiento para mejorar el acceso, eficiencia y uso de FRE en el sector doméstico	23
24. Sector eléctrico: programas y financiamiento para mejorar el acceso, la eficiencia y el uso de FRE en el suministro	231
25. Energía moderna para el sector productivo: programas y financiamiento para mejorar el acceso, eficiencia y uso de las energías renovables en sectores productivos	242
3.3 INVERSIONES PRIVADAS Y ENTORNO FAVORABLE PARA LOS NEGOCIOS.....	25
26. Energía térmica para las viviendas	25
27. Sector eléctrico	25
28. Energía moderna para sectores productivos	27
3.4 BRECHAS Y BARRERAS	28
29. Energía térmica para viviendas	28
30. Sector eléctrico	29
31. Energía moderna para el sector productivo	30
32. Resumen: brechas claves, barreras y requerimientos adicionales	30
Anexo 1 –Matriz de los programas existentes y financiación requerida para lograr los objetivos del SE4ALL	31
Referencias.....	34

Colombia: Evaluación rápida y análisis de brechas

RESUMEN EJECUTIVO

Colombia cuenta con un amplio potencial para mejorar el uso de la energía en el marco de la sostenibilidad. El gobierno de este país reconoce dicho potencial y ha establecido un “Plan Nacional Energético 2010-2030” que describe los objetivos, programas y medidas para incrementar la cobertura energética, el uso de energías renovables y la eficiencia energética, los cuales coinciden en gran medida con los objetivos de la iniciativa mundial Energía Sostenible para Todos (SE4ALL).

Colombia ha logrado avances importantes en cuanto al acceso a la energía, que es el primer objetivo de SE4ALL. Sin embargo, en zonas rurales y no interconectadas el acceso a energía moderna es todavía limitado, debido principalmente a los costos y condiciones geográficas. La cobertura eléctrica es alrededor del 70%. El uso de energías renovables en la generación de electricidad es limitado (inferior al 1%), lo que genera una serie de regulaciones para incrementar el porcentaje de estas energías en la generación en zonas no interconectadas, donde el objetivo de suministro es del 30% para el año 2020. Cabe señalar que dicho objetivo concuerda con el de la iniciativa SE4ALL.

El gobierno colombiano también ha reconocido la necesidad de incrementar la eficiencia energética. En el sector industrial el objetivo es ahorrar 3.43% de electricidad y 0.25% de otros combustibles. El gobierno colombiano formuló dos regulaciones (Ley 691/2001 y Decreto 3683/2003) así como el programa PROURE (Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales) junto con la Resolución 180919/2010 para implementar varias medidas que promueven la eficiencia energética y su conservación, el cual incluye el establecimiento de estándares relacionados con eficiencia energética, requerimientos de auditoría energética, cambios en tecnologías, fortalecimientos de los sistemas de información energéticos y desarrollo de instrumentos de información pública, educación, campañas de concientización y programas.

Para lograr los objetivos, Colombia reconoce que debe fortalecer su marco institucional; fomentar la formación de ingenieros y técnicos en energía sustentable, incrementar la concientización de las partes interesadas a través de campañas de información y facilitar la creación de fondos de inversión en energía sostenible para los sectores públicos y privados. Sin embargo, es necesario trabajar más en definir e implementar medidas para lograr los objetivos. La adhesión a SE4ALL beneficia a las partes, pues garantiza que Colombia tendrá los recursos para seguir adelante con sus planes y alcanzar los objetivos que comparten la nación y esta iniciativa.

La siguiente tabla muestra de forma resumida la situación de los objetivos del SE4ALL para Colombia.

Objetivos del SE4ALL en Colombia

Objetivo	SITUACIÓN
Acceso a la energía	Se ha logrado incrementar las coberturas en servicio eléctrico especialmente en el sistema interconectado; mientras que en zonas no interconectadas la cobertura es del 70%.
Energías renovables	Se han promulgado diferentes regulaciones para incentivar la aplicación de energías renovables, especialmente en zonas no interconectadas donde se busca incrementarlas en un 30%
Eficiencia energética	El gobierno ha expedido el programa PROURE que busca la implementación de la eficiencia energética en todos los sectores. Para el sector industrial se ha establecido como objetivo ahorrar 3.43% de electricidad y 0.25% de otros combustibles.

Sección I: Introducción

1.1 PANORAMA GENERAL DEL PAÍS

1. Datos socio-económicos básicos:

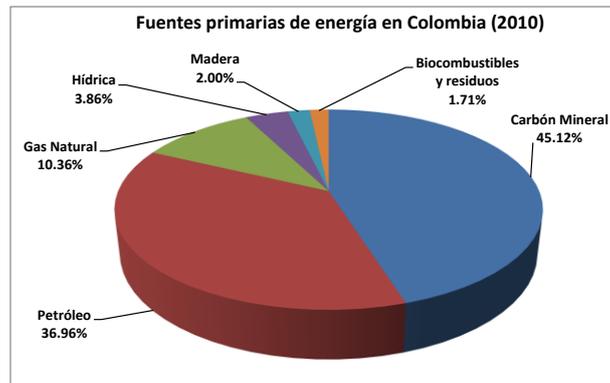
Entre estos datos destacan: población, PIB per cápita, sectores económicos claves, así como la tasa actual de pobreza y su tendencia:

- **Demografía¹**
 - Población: 46,581,823 (2012 estimado).
 - Estructura de Edad
 - 0-14: 27.7 %.
 - 15-64: 65.3 %.
 - 65 y por encima: 7.0 %.
- **Economía²**
 - PIB (PPP): US\$474.113 Billones (2011).
 - PIB per cápita: US\$7,067 (2011-actual US\$).
 - División del PIB por sector³:
 - Servicios: 55.5 % (2011 est.).
 - Industria: 37.6 %.
 - Agricultura: 7.0 %.
 - Tasa de Pobreza: 37.2 % (2010).
 - Tasa de Inflación: 5.47 % (2011).
 - Desempleo: 11.6 % (2010).

1.2 SITUACIÓN ENERGÉTICA

2. Suministro de energía (mezcla de energía, exportaciones e importaciones)

- **Fuentes primarias de energía⁴**



La figura anterior muestra la mezcla de energía primaria para Colombia en el año 2010, donde la principales fuentes de energía son las siguientes: carbón (45%), petróleo (37%) y gas natural (10%). Así mismo, se esperan tasas de crecimiento en energías renovables de menos del 1.6% anual.⁵

La siguiente tabla muestra las exportaciones energéticas de Colombia para el período 2000-2010. Colombia ha importado en algunos años productos petroleros.

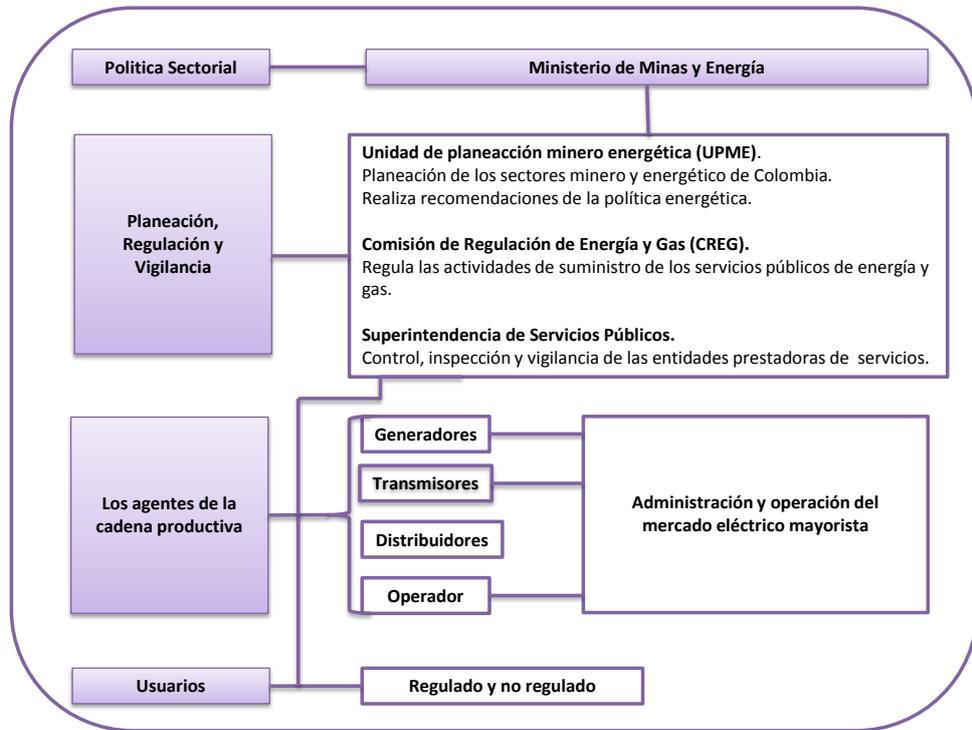
Exportaciones de energía primaria en Colombia en TJ (2000-2010)⁶

Tipo de combustible	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Carbón	963,140	1,057,762	993,590	1,242,165	1,385,257	1,458,874	1,686,410	1,757,358	1,844,061	1,816,711	1,854,593
Petróleo	811,766	624,139	608,258	484,681	461,042	482,332	462,022	477,817	546,001	739,879	935,507
Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	21	21	64,222	55,616
TOTAL	1,774,906	1,681,900	1,601,849	1,726,846	1,846,299	1,941,206	2,148,431	2,235,195	2,390,083	2,620,812	2,845,716

- **Sector eléctrico (capacidad instalada, generación anual, importación y exportación)**

Desde los años noventa, el gobierno colombiano ha modificado su rol de actor principal en lo que respecta con estar a cargo de la administración de los recursos, ser inversionista y casi dueño absoluto del sector eléctrico. Actualmente se encamina hacia una separación de las funciones entre los inversionistas y el gobierno, en la que éste último será responsable de la formulación de políticas, regulación, control y vigilancia. La finalidad de estas funciones es la de planificar el sector eléctrico, regular la expansión, transmisión y generación. La siguiente figura describe el sector eléctrico colombiano.

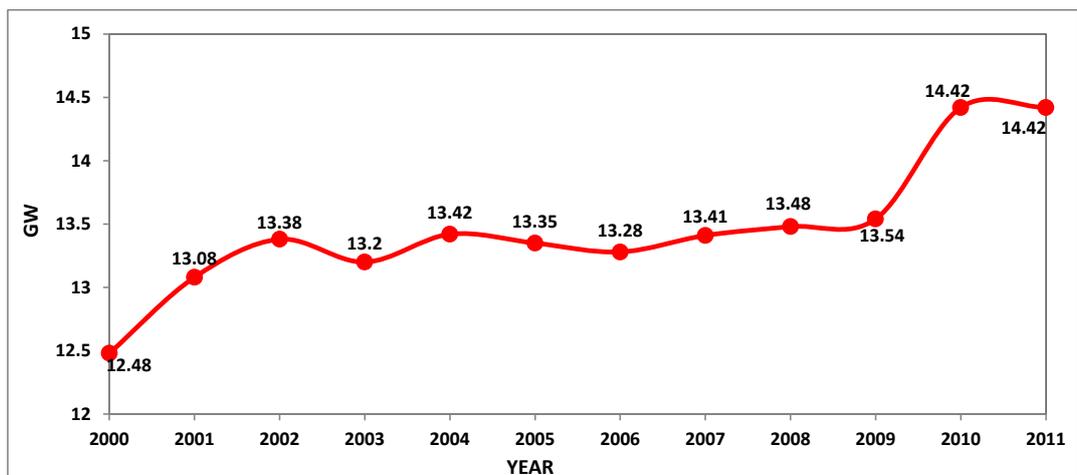
Sector eléctrico colombiano



La capacidad neta efectiva instalada a diciembre 31, 2011 fue de 14.42 GW. Del total de la capacidad efectiva a finales del 2011, las plantas hidroeléctricas constituyen el 64.2%, las termoeléctricas 31.0%, las plantas menores (hidráulicas, de gas y eólicas) 4.4% y cogeneradores 0.4%. Colombia exporta electricidad a Ecuador y Venezuela, lo que representa 1.294 billones de KWh (2011 est.)⁷, mientras que importa 8.22 billones kWh (2011 est.)⁸.

La siguiente figura muestra la capacidad efectiva neta a finales del año (GW) para el periodo 2000-2011.

Colombia: capacidad efectiva neta a finales del año (MW). 2000-2011⁹



3. Demanda energética

A continuación se muestra una descripción general de los principales consumos sectoriales: industrial, residencial, agricultura, transporte:

Demanda primaria de energía en 2010:¹⁰

- Generación eléctrica: 73.5 %.
- Consumo final de energía: 22.2 % (esto incluye industria, transporte, agricultura y minería y residencial).
- Consumo propio: 4.3 %.

El consumo de electricidad por sectores en el año 2010 es el siguiente¹¹:

- Comercial y público: 24.1 % (11,476 GWh).
- Residencial: 41.3 % (19,648 GWh).
- Industrial: 30.7 % (14,631 GWh).
- Otros (incluye transporte, agricultura y minería): 3.9 % (1,831 GWh).

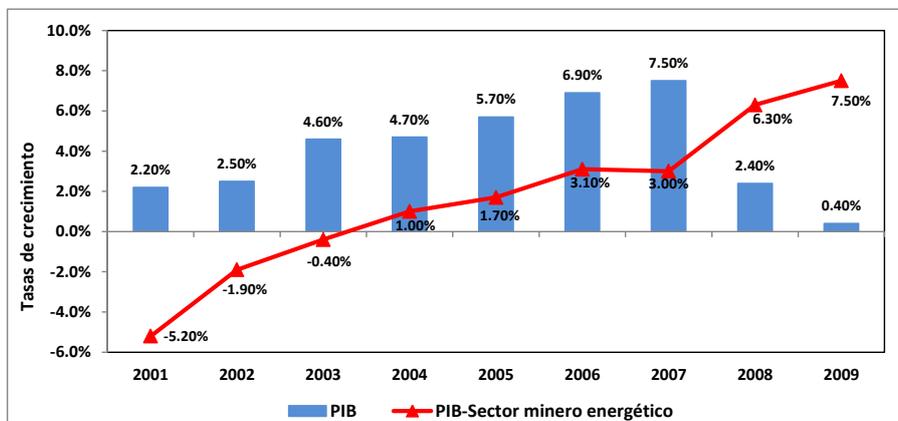
La demanda máxima de electricidad atendida fue 30.8 MW en 2010.¹²

4. Energía y desarrollo económico

En 2011 el PIB de Colombia fue de \$331.7 billones (dólares corrientes).¹³ La contribución de la minería y el sector energético en el PIB se ha incrementado en los últimos años. El promedio de éste en la última década ha resultado ser del 7% y se ha constituido como un estabilizador del ingreso interno y externo; mientras que el sector energético ha contribuido con el 22% del impuesto al ingreso en el 2009. Además, este sector contribuye también con el 20% de los ingresos públicos totales.

La siguiente figura muestra la correlación del PIB y el sector minero-energético en el período 2001-2009.

Colombia: correlación del PIB – con el PIB del sector minero energético. 2000-2011¹⁴



Colombia cuenta con un sistema de subsidios para el consumo de la energía de los grupos poblacionales de bajos ingresos. En 2008, los subsidios y contribuciones del presupuesto nacional fueron alrededor de US\$ 1,500,000.00¹⁵.

5. Estrategia energética y metas relevantes

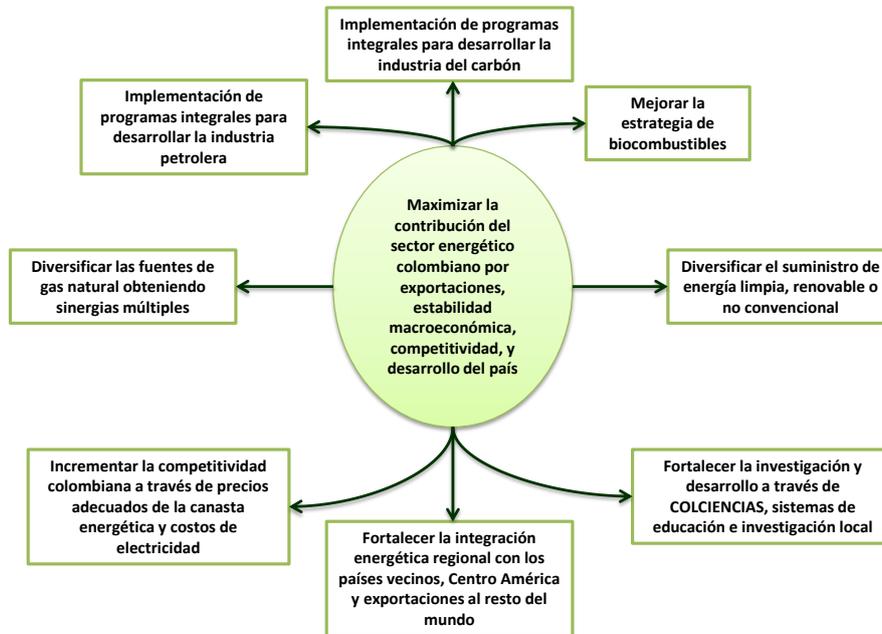
Colombia ha logrado incrementar la cobertura eléctrica en los últimos años. Sin embargo, la cobertura eléctrica en el sector rural y las zonas no interconectadas (ZNI) es todavía limitado. En el 2009, la cobertura eléctrica del sistema nacional interconectado (SIN) fue del 95.56%, mientras en ZNI fue del 65.16%, lo cual es equivalente al 94.9% del total de la cobertura eléctrica. Por consiguiente, el mayor reto en este aspecto es lograr el 100% de la cobertura eléctrica en zonas urbanas y rurales del SIN y ZNI. Por otro lado, para el 2014 el objetivo de la cobertura eléctrica es del 97.35% para ZNI, 90.56% para ZNI y 97.21% del total de la cobertura¹⁶. En el 2009, Colombia contaba con 43 generadores y una capacidad neta efectiva de 13,495.8 Mw, donde la generación hidroeléctrica fue de 66.84%, la generación térmica del 33.02% y la generación eólica del 0.14%¹⁷.

El “Plan Energético Colombiano (PEN) 2010-2030” busca incluir aspectos técnicos, múltiples iniciativas y perspectivas de las partes interesadas públicas y privadas que constituyen el sector energético colombiano. Los objetivos principales del PEN son los siguientes:

- i. Incrementar la seguridad y reducir la vulnerabilidad del sector energético colombiano.
- ii. Maximizar la contribución del sector energético colombiano en la estabilidad macroeconómica, competitividad y desarrollo del país.
- iii. Potenciar los recursos energéticos colombianos con criterios de sustentabilidad teniendo en cuenta las tendencias mundiales.
- iv. Adecuar el marco institucional de la política energética nacional¹⁸.

La siguiente figura muestra la integración del sector energético en el “Plan Nacional de Desarrollo” y sus respectivas estrategias.

Integración del sector energético en el Plan Nacional de Desarrollo¹⁹



La siguiente tabla muestra un resumen de la política energética colombiana para el 2030.

Resumen de la política energética colombiana. 2030²⁰

Visión: *Aprovechar el potencial colombiano como exportador energético, desde la cadena local de valor agregado y asegurar a corto, mediano y largo plazo el suministro energético nacional con calidad, seguridad, accesibilidad, competitividad y viabilidad en el contexto del desarrollo sustentable teniendo en cuenta las dimensiones económicas, tecnológicas, ambientales, sociales y políticas.*

OBJETIVO	ESTRATEGIAS
1. Reducir la vulnerabilidad del sector energético colombiano en toda la	<ul style="list-style-type: none"> -Diversificar la matriz de generación eléctrica a mediano y largo plazo. -Incrementar la infraestructura de gas, mejorando esquemas de contratación y selección de nuevas alternativas. -Acelerar la aplicación de los planes de expansión de las ofertas futuras de petróleo,

cadena de suministro para incrementar la disponibilidad y fiabilidad.	combustibles líquidos y gas licuado de petróleo. -Incrementar la integración energética regional. -Implementación de los programas de eficiencia energética. -Incrementar la cobertura en el uso de recursos energéticos, tecnologías y capital humano.
2. Maximizar la contribución del sector energético colombiano para exportaciones, estabilidad macroeconómica, competitividad y desarrollo del país.	-Implementación de programas integrales para el desarrollo de la industria petrolera. -Implementación de programas integrales para el desarrollo de la industria del carbono. -Mejorar la estrategia actual de biocombustibles. -Diversificar las fuentes de obtención de gas natural y obtener múltiples sinergias. -Diversificación del suministro de energías renovables. -Incrementar la competitividad colombiana a través de precios adecuados en la canasta energética y costos de eficiencia energética. -Fortalecer la integración regional energética. -Fortalecer la investigación y desarrollo a través de Colciencias. -Promover las alternativas de producción de combustibles desde el carbón hasta el gas natural. -Crear una cultura fuerte en torno a la eficiencia energética y promover un mercado de productos y servicios energéticamente eficientes.
3. Potencializar los recursos energéticos colombianos con criterios de sostenibilidad, teniendo en cuenta las tendencias mundiales.	-Fortalecer el desarrollo y regulaciones con el objetivo de incrementar la penetración de energías limpias y renovables. -Fortalecer programas de eficiencia energética. -Relacionar el suministro de energía con requerimientos de desarrollo local. -Crear sinergias entre energía, productividad y actividades turísticas para promover mercados limpios. -Promover la tecnología de la innovación para el uso de la energía.
4. Armonizar el marco institucional para la implementación de la política energética nacional.	-Establecer una coordinación robusta inter-institucional en el sector energético. -Clarificar los roles, atribuciones y nuevas entidades (gas natural, carbón y energías renovables). -Crear sistemas de información que sean integrales y confiables. -Fortalecer los esquemas de subsidios de oferta y demanda. -Establecer coordinación formal entre los ministerios para el desarrollo integral colombiano.

Sección 2: Situación actual con respecto a los objetivos de la iniciativa SE4ALL

2.1 ACCESO A LA ENERGÍA VIS-À-VIS OBJETIVO DEL SE4ALL

6. Descripción general y valoración

Colombia ha estado trabajando en el acceso a la energía como el objetivo principal del SE4ALL. En este país, se ha desarrollado un plan indicativo de expansión de cobertura eléctrica, que se formula y revisa cada cuatro años. El último plan se formuló para el período 2010-2014, donde las principales barreras son: la adquisición de datos confiables para las partes interesadas del sector privado y el aumento de la cobertura eléctrica en ZNI, las cuales han generado la formulación de diferentes regulaciones e incentivos para mejorar la cobertura eléctrica en zonas rurales y para superar estas barreras.

7. Energía moderna para aplicaciones térmicas

- **Acceso físico: porcentaje de viviendas sin acceso a uso moderno de cocción y calefacción**

- El acceso físico a electrodomésticos modernos de cocción es casi universal en el sector urbano, mientras en el sector rural y ZNI la cobertura es alrededor del 70%. En el caso de la cocción, en el 2010 se estimó que un 43.0% de las viviendas utilizaba gas natural, 24.3% electricidad, 23.3% gas licuado de petróleo (GLP) 23.3%, 7.5% madera y 1.9% empleaba otras fuentes²¹.
- La calefacción para viviendas no aplica en Colombia debido a su clima tropical. Sin embargo, algunos proyectos pilotos en edificios han aplicado calentadores de agua solar en las ciudades principales²².

- **Disponibilidad y calidad del suministro: estatus de la cadena de suministro doméstica**

- En las áreas urbanas de Colombia la disponibilidad de cocción de calidad es casi universal, mientras que en las áreas rurales y ZNI la disponibilidad de cocción de calidad es de alrededor del 70%, donde las fuentes principales de energía son el carbón y la madera (con un estimado del 86.51%)²³.

- **Precios de combustible, costos, acceso a estufas eficientes de cocción y suministro de combustibles**

- La mayoría de viviendas en Colombia utilizan gas natural para cocción. En este país, el nivel de las tarifas de electricidad y gas natural se definen a partir de seis estratos socio-económicos. Bajo este sistema, los consumidores que viven en áreas consideradas como pobres y utilizan cantidades bajas de electricidad reciben un subsidio sobre la tarifa de la energía (electricidad y gas natural). Este subsidio cruzado está financiado casi en su totalidad (aproximadamente 98%) por los consumidores que viven en áreas con mayor nivel socio-económico, y que utilizan más electricidad²⁴.
- En 2010, el promedio de los costos de la electricidad y gas natural fueron de 0.16 U\$/kwh y 0.36 U\$/kwh respectivamente para las viviendas. Para familias con dos ingresos equivalentes al promedio mensual de dos salarios¹, los gastos en electricidad y gas natural serían aproximadamente del 6.53% del ingreso mensual (asumiendo que la vivienda consume 185.51 Kwh por mes). Para una vivienda con solo un salario de ingreso (que se encuentra en la línea de pobreza²) y un consumo de 169.33 Kwh, los gastos en electricidad y gas natural serían del 12.86% del ingreso mensual²⁵.

¹ US\$515 por mes.

² La línea de pobreza en Colombia está alrededor de US\$260 por mes.

- **Porcentaje de biomasa sostenible y otras fuentes renovables de energía (FRE), porcentaje de vivienda con acceso a estufas eficientes**

En Colombia, el uso de madera para cocción se da especialmente en áreas rurales y ZNI. En este país, la participación de biomasa sostenible y otras fuentes renovables de energía es limitada. Actualmente se están buscando posibilidades que fomenten la sostenibilidad y el uso eficiente de la energía en las viviendas para que se incremente la cobertura eléctrica en áreas rurales y ZNI a través del uso de FRE.

8. Acceso a la electricidad

- **Acceso físico: conexión a la red, áreas urbanas y rurales**

En Colombia, el acceso a la electricidad es diferenciado en Zonas No interconectadas (ZNI) y Sistema Interconectado Nacional (SIN). La siguiente tabla muestra las principales estadísticas relacionadas con el acceso físico en Colombia²⁶.

Principales estadísticas de acceso a la electricidad en Colombia²⁷

Descripción	SIN	ZNI	Total
Cobertura 2009 [%]	95.56%	65.16%	94.90%
Viviendas sin servicio	483,256	78,818	562,074
Cobertura estimada 2014 [%]	97.35%	-	97.21%
Cobertura estimada 2019 [%]	99.37%	75.49%	-

- **Disponibilidad y fiabilidad de suministro**

En algunas ZNI en Colombia el servicio eléctrico se proporciona durante un promedio de 8.7 horas al día²⁸.

- **Tarifas, porcentaje de la factura de servicios según el ingreso de los hogares, subsidios**

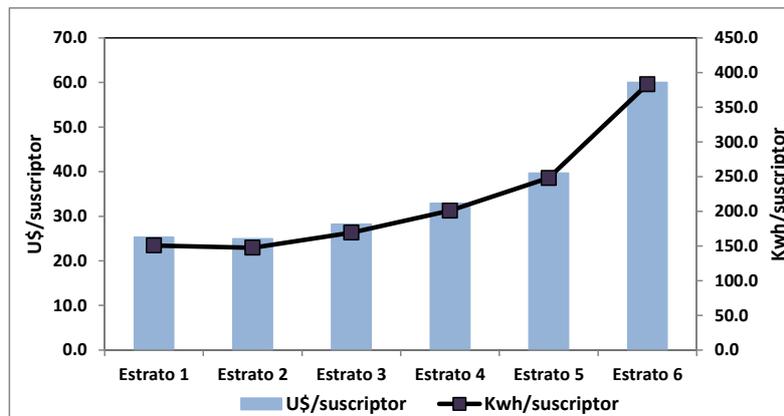
La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) emite fórmulas generales, las cuales se validan para cinco años. Estas fórmulas permiten a los mercados eléctricos establecer los costos de provisión del servicio a los usuarios regulados SNE. La fórmula se da para usuarios regulados en los servicios públicos de electricidad, y establece un valor máximo de carga de acuerdo al cálculo y a la actualización de la unidad de costo en tiempo con precios indexados; esto también incluye indicadores de eficiencia y productividad. La CREG determina la unidad de costo monomial a partir de la resolución 031 de 1997, que incluye los siguientes componentes: generación (G), transmisión (T), distribución (D), mercadeo (M), promedio (A) y otros (O)²⁹.

$$\text{Unidad de costos} = (G + T / (1-A)) + D + O + C$$

La población colombiana está clasificada en estratos de acuerdo al nivel de ingresos. Los usuarios con mayor ingreso (clasificados en los estratos 5 y 6) y los usuarios que pertenecen al sector industrial y comercial pagan el 20% de contribución sobre los costos de provisión del servicio, que se estima para cubrir los subsidios dados a los usuarios de bajos ingresos (clasificados en estratos 1, 2 y 3). El porcentaje de los subsidios que se dan son: el de 50% para el estrato uno, 40% para el estrato dos y 15% para el estrato tres. Esto garantiza el consumo de subsistencia básica, el cual se define en 200 kWh-Mes para todo el país. El gobierno nacional, a través de las leyes 142/94, 143/94 y 286/96, creó el “Fondo de Solidaridad para los Subsidios y Redistribución del Ingreso” (FSSRI) como un fondo de cuentas para implementar un esquema de solidaridad³⁰.

La siguiente figura muestra el promedio mensual de consumo de electricidad y los precios de consumo por suscriptor por estrato en Colombia para el año 2010.

Promedio mensual del consumo de electricidad y precios por estrato en Colombia. 2010³¹



• **Sostenibilidad: porcentaje de las fuentes de energía renovables (FER) en la mezcla de electricidad**

Las FER actualmente representan menos del uno por ciento de la mezcla de producción de electricidad. La más predominante es la energía eólica, mientras que las otras fuentes de energía renovable³, como la solar, se utilizan para producir electricidad en algunos proyectos en zonas no interconectadas. Por otro lado, la biomasa no se utiliza como generadora de electricidad en el país³².

9. Energía moderna para usos productivos

• **Energía, necesidades y acceso: demanda energética en sectores productivos; porcentaje de empresas y sectores con acceso a fuentes modernas de energía**

Los sectores productivos (comercial, industrial, y de agricultura) localizados en zonas urbanas tienen acceso universal a la electricidad. La demanda anual total por sector (en GWh, para el 2010) fue la siguiente: comercial y público 11,476 GWh, industria 14,631 GWh y agricultura 7.24 GWh³³.

• **Disponibilidad: calidad de la cadena local de suministro y disponibilidad de requerimientos tecnológicos para aplicaciones productivas**

Los sectores productivos en Colombia localizados en zonas urbanas están conectados a la red eléctrica, mientras que en varias zonas rurales estos servicios son accesibles para actividades agrícolas e industriales. Además, varios sectores industriales han comenzado a implementar proyectos relacionados con FER, eficiencia energética y mecanismos de desarrollo limpio, como por ejemplo la biomasa en la industria del azúcar y en la industria de la palma. También existen algunos proyectos piloto para aplicar FER en zonas rurales y mejorar el uso de la energía y la disminución de las emisiones de CO₂ en industrias intensivas de energía³⁴.

• **Acceso al capital: precios de combustibles, costos y accesibilidad de la tecnología**

³ En Colombia, el 63.3% de la generación eléctrica se realiza a través de grandes plantas hidroeléctricas, las cuales no se consideran una fuente renovable de energía de acuerdo a los estándares internacionales, debido a los grandes impactos ambientales que se generan en su construcción y funcionamiento.

La legislación colombiana determinó que los usuarios clasificados como grandes consumidores del sector industrial y comercial podrán escoger su proveedor de electricidad. Esta ventaja solo la llevan a cabo en la práctica los usuarios que no están regulados, incluyendo las grandes industrias, quienes acceden a contratos de compra y venta de uno o varios proveedores en condiciones mutuamente convenidas y precios establecidos. Hay operaciones del mercado de valores, donde los usuarios no regulados actúan como agentes del mercado por medio de las empresas que los representan. Sin embargo, esta regulación ha generado tarifas inadecuadas y falta de incentivos para mejorar la eficiencia. El precio de la energía en el sector industrial cubre generación, transmisión, distribución, comercialización y contribución de solidaridad del 15% - 20% del precio de venta al por menor, lo que es equivalente a 10 centavos de dólar por Kwh y calidad de la energía. No está de más señalar que este es un nivel promedio comparado con los de 133 países³⁵.

2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA VIS-À-VIS OBJETIVOS DEL SE4ALL

10. Descripción general y valoración

El gobierno colombiano ha promulgado dos regulaciones (Ley 691/2001 y Decreto 3683/2003) y un programa (PROURE) con la Resolución 180919/2010 relacionada con el uso racional de la energía, eficiencia energética y fuentes de energía no convencionales. Los principales objetivos del programa PROURE son los siguientes:

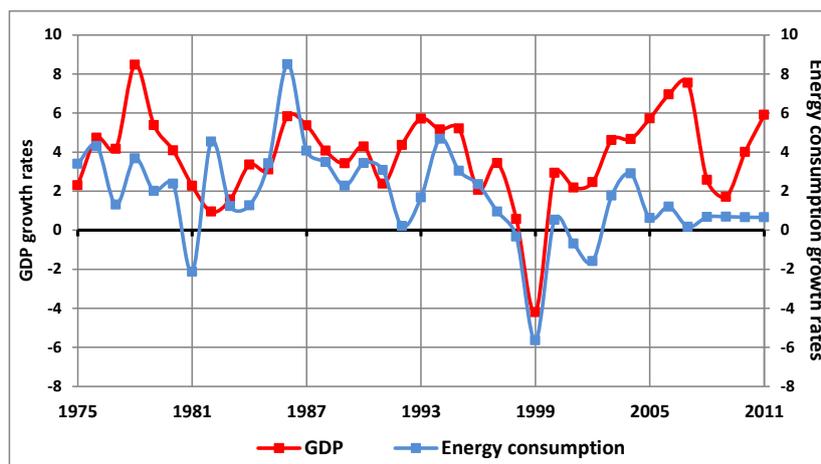
- i. Disminución de la intensidad energética.
- ii. Incrementar y mejorar la eficiencia energética en todos los sectores.
- iii. Promover el uso de fuentes no convencionales de energía.

Estos objetivos están en función de la identificación de los potenciales y la definición de los objetivos de ahorro de energía y la participación de las fuentes no convencionales de energía y tecnologías en la canasta energética del país. El propósito principal de este programa es incrementar la seguridad energética de acuerdo a la demanda, así como incrementar la productividad industrial (especialmente en los sectores intensivos energéticos). También busca mejorar la calidad de vida y disminuir las emisiones de gases efecto invernadero. Además, el programa PROURE incluye subprogramas sectoriales en la industria, viviendas, transporte y servicios³⁶.

11. Intensidad energética de la economía nacional

En el 2010 el suministro total de energía primaria fue de 1,587,100 TJ³⁷. Ese mismo año, el PIB total fue de US\$ 288,764 millones (US\$ corrientes)³⁸. Esto corresponde a US\$181,945 del PIB por TJ en ese año. Las tendencias del PIB y el consumo energético muestran un desacoplamiento relativo, aunque sus tendencias son similares en el caso colombiano. La siguiente figura muestra las tendencias del consumo energético y el PIB en Colombia.

Tendencias del consumo de la energía y el PIB en Colombia³⁹



• Uso energético en la industria y el comercio y potencial de ahorro energético

El sector industrial en Colombia consumió 159,901 TJ en el 2010, lo cual representó 33% de la demanda total de la electricidad. El sector comercial en el 2010 consumió 12,875 TJ, lo que se contabilizó en 42% del total de la demanda eléctrica⁴⁰.

Basado en el PROURE, el sector industrial tiene los siguientes subprogramas:

- 1) Optimización del uso de la electricidad por la fuerza matriz.
- 2) Optimización del uso de las calderas.
- 3) Eficiencia en la iluminación.
- 4) Gestión integral de la energía en la industria con énfasis en la producción limpia.
- 5) Cogeneración y auto-generación
- 6) Uso racional y eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas (PYMEs).
- 7) Optimización de los procesos de combustión.
- 8) Optimizar la cadena de frío⁴¹.

De acuerdo a la Resolución 0186, para el 2015 los objetivos de ahorro de energía para el sector industrial son los siguientes: electricidad en un 3.43% y otras fuentes de energía en un 0.25%. Para el sector comercial y de servicios, el programa PROURE determinó los siguientes subprogramas:

- 1) Difusión, promoción y aplicación de tecnologías y buenas prácticas en sistemas de iluminación, refrigeración y aire-acondicionado.
- 2) Diseño, construcción, reconversión energética y uso eficiente y sustentable de energía en edificios.
- 3) Caracterización, indicadores de gestión y asistencia técnica.
- 4) Actualización o conversión tecnológica de la iluminación pública⁴².

• Uso de energía en las viviendas y potencial de ahorro energético

En el año 2010, las viviendas consumieron el 41% de electricidad en Colombia. Esto equivale a un consumo total de 70,747 TJ en este año⁴³. El programa PROURE estableció los siguientes subprogramas para este sector:

- 1) Sustitución de bombillas incandescentes, eficiencia energética en equipos de refrigeración, aire-acondicionado y otros electrodomésticos.
- 2) Aplicación de combustibles eficientes para estufas, especialmente en zonas rurales.
- 3) Diseño, construcción y uso eficiente y sustentable de la energía en viviendas.

4) Aplicación de GLP en el sector rural y zonas marginales⁴⁴.

2.3 ENERGÍA RENOVABLE VIS-À-VIS OBJETIVOS DEL SE4ALL

12. Descripción general y valoración

Colombia cuenta con acciones directas para la aplicación de energías renovables, especialmente en la identificación de proyectos individuales para ZNI en las últimas tres décadas. Gracias a su posición geográfica y sus características, el país tiene un gran potencial para aplicar diversas fuentes de energía renovables tales como hídrica, biomasa, geotérmica y energía de los océanos. La Ley 697/2001 dio a las energías renovables la importancia de un interés público y de coexistencia nacional. Además, el programa PROURE busca promover el uso y participación de las energías renovables en la matriz energética nacional con la diversificación, complementariedad y criterios de seguridad, teniendo en cuenta tecnologías apropiadas para las condiciones tecnológicas, económicas, sociales, productivas y ambientales de Colombia.

13. Red conectada y no conectada de las energías renovables

En Colombia, la generación de electricidad es de 63.3% por grandes plantas hidroeléctricas que no se consideran energías renovables debido a su mayor impacto ambiental. Por lo tanto, el uso de instalaciones de generación de energías renovables en Colombia es limitada, y se ha focalizado especialmente en ZNI, a pesar del gran potencial de aplicar diversas energías renovables tales como solar, hídrica, biomasa, geotérmica, y energía de los océanos. Se cuenta con alguna generación distribuida, pero es inferior al uno por ciento del total de la capacidad de generación (en el 2009, la generación distribuida comprendió 472 MW en las pequeñas plantas hidroeléctricas y 18.4 kW de energía eólica)⁴⁵. Bajo el liderazgo del Instituto de Planificación y Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas, IPSE, se han desarrollado varios proyectos para aplicar energías renovables en ZNI de Colombia, como una estrategia para incrementar el acceso y uso moderno de la energía⁴⁶.

14. Uso de las fuentes de energía renovables (FER) para aplicaciones térmicas

En Colombia, se han instalado 77 MW, los cuales equivalen a 110.000 m² de colectores solares en el 2009, donde el principal uso es el calentamiento de agua en varias ciudades de Colombia y otras aplicaciones en ZNI⁴⁷. No se evidencia que las energías renovables se utilicen para cocción, aunque un pequeño número de pobladores utilizan cocinas o secadores solares, especialmente en ZNI⁴⁸.

15. Uso de FER para actividades productivas

En ZNI, el uso de FER está focalizado a pequeñas plantas hidroeléctricas, cogeneración con bagazo de caña o biomasa, que se utiliza principalmente en los ingenios de caña de azúcar y la generación eólica, donde plantas pequeñas de 20 MW podrían comercializar energía. En ZNI las FER principales son los sistemas fotovoltaicos con aplicaciones aisladas para telecomunicaciones. Además, el IPSE ha desarrollado varios proyectos piloto como centros de innovación para la aplicación de FER en ZNI, con el fin de incentivar el uso de estas fuentes energéticas en actividades rurales productivas, como por ejemplo: poli-generación en *La Guajira*, un gasificador de biomasa en *Necocli*, una pequeña planta hidroeléctrica en *La Encarnación*, un sistema fotovoltaico en *Isla Fuerte*, etc.⁴⁹.

16. Resumen Consolidado: En Colombia, el acceso a la energía moderna es casi universal en el área urbana; mientras que en el sector rural está alrededor del 70%. Sin embargo, el problema principal está en incrementar la cobertura eléctrica en las ZNI debido a los costos tecnológicos para generar electricidad. En este caso, las FER podrían ser la alternativa donde el IPSE ha liderado el desarrollo de varios centros de innovación de FER. Además, el gobierno colombiano ha promulgado dos regulaciones (Ley 691/2001 y el Decreto 3683/2003) y un programa (PROURE) con la Resolución 180919/2010

relacionada con el uso racional de la energía, la eficiencia energética y las fuentes de energía no convencional. Todo con el objetivo de implementar medidas y estrategias para incrementar el uso de tecnologías económicas y comercialmente viables que apliquen eficiencia energética y energías renovables que mejoren el bienestar de la población.

2.4 OBJETIVOS SE4ALL

17. Objetivos

- **Acceso a la energía**

Los objetivos del “Plan Visión 2019” establecieron que Colombia podría incrementar el 99.4% en la cobertura eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), y el 75.49% en las ZNI como una estrategia para incrementar la competitividad y el desarrollo del país. La siguiente tabla muestra los objetivos de cobertura eléctrica de acuerdo al “Plan Visión 2019”⁵⁰.

Objetivos de cobertura eléctrica de acuerdo al Plan Visión 2019⁵¹

Objetivo	2010	2019
Incremento de cobertura eléctrica SIN	95.1%	99.37%
Incremento de cobertura eléctrica ZNI	45.55%	75.49%

- **Eficiencia energética**

El gobierno colombiano, a través del programa PROURE y la Resolución 180919/2010, estableció en el Artículo 1 los objetivos de ahorro energético y eficiencia para los sectores de industria y transporte. La siguiente tabla muestra los objetivos de ahorro energético y eficiencia⁵².

Objetivos de ahorro energético y eficiencia⁵³

Sector	Objetivos de ahorro energético- 2015	
Industria	Electricidad	3.43%
	Otros combustibles	0.25%
Transporte	Otros combustibles	0.33%

Para el logro de estos objetivos el gobierno propone la implementación de sub-programas y líneas de acción por medio del programa PROURE. La siguiente tabla muestra los sub-programas y líneas de acción del PROURE⁵⁴.

Sub-programas y líneas de acción para la eficiencia energética⁵⁵

Sub-programa	Línea de acción
Sector industrial	
Optimización del uso de la electricidad para la fuerza motriz	Promover la sustitución de motores por motores de alta eficiencia
Optimización de los procesos de combustión	Promover la ventaja del calor residual generado en los procesos de combustión
Sector transporte	

Tecnología para la re-conversión de la flota de vehículos	Promover el uso de vehículos eléctricos e híbridos en el transporte masivo
Modos de transporte	Masificar el uso del tren
	Masificar los sistemas de transporte limpio

• **Energías renovables**

El gobierno colombiano, a través del programa PROURE y la Resolución 180919/2010, estableció en el Artículo 2 los objetivos del uso de energías renovables en las fuentes energéticas para el país. La siguiente tabla muestra los objetivos de energías renovables en Colombia⁵⁶.

Objetivos de energías renovables en Colombia⁵⁷

Participación de energías renovables en el SIN	
2015	3.5%
2020	6.5%
Participación de energías renovables en ZNI	
2015	20%
2020	30%

Para lograr estos objetivos, las principales líneas de acción son las siguientes:

- i. Caracterizar los potenciales energéticos a nivel solar, eólico, pequeñas hidroeléctricas y geotermia, con el fin de promover el desarrollo de soluciones energéticas.
- ii. Desarrollar y aplicar proyectos piloto de energías renovables, teniendo en cuenta variables técnicas, económicas, de mercado, ambientales y sociales.

Sección 3: Retos y oportunidades para lograr los objetivos del SE4ALL

3.1 MARCO INSTITUCIONAL Y POLÍTICO

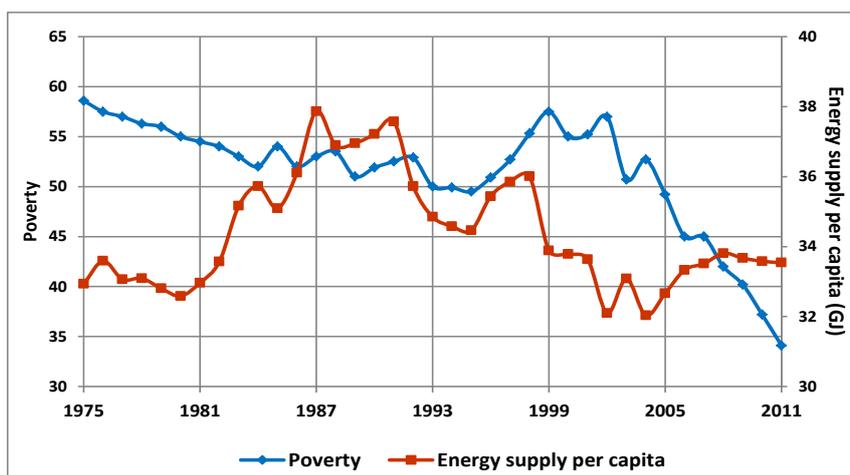
18. Energía y desarrollo

- **Energía en las estrategias, planes de desarrollo y reducción de pobreza**

En Colombia, la tendencia del suministro energético per cápita se ha incrementado en la medida que la pobreza ha disminuido. Esto indica la estrecha relación entre la disminución de la pobreza y la mejora en los servicios energéticos, donde el acceso a energía moderna es un servicio fundamental que fomenta el crecimiento económico y contribuye al esfuerzo para erradicar la pobreza, tal y como lo establecen el “Plan Nacional de Desarrollo”, el “Plan Energético Nacional” y el “Plan de Referencia de Expansión, Generación y Transmisión 2006-2020”⁵⁸.

La siguiente figura muestra las tendencias de pobreza y suministro de energía per cápita en Colombia.

Pobreza y suministro de energía per cápita en Colombia⁵⁹



- **Instituciones encargadas del sector energético dentro del contexto del desarrollo económico y social del país**

El Ministerio de Minas y Energía es el responsable de asegurar servicios energéticos adecuados, económicos y fiables que contribuyan con el desarrollo económico. Lo hace a través de la UPME, IPSE, CREG y la Superintendencia de Servicios Públicos, cuyo objetivo principal es maximizar la contribución del sector energético en el desarrollo sustentable del país⁶⁰. Específicamente, el “Plan Energético Nacional” establece lo siguiente⁶¹:

- Fortalecer la contribución del sector energético para el crecimiento y desarrollo económico ambientalmente sostenible, sin limitar la maximización de la producción y la exportación de los recursos energéticos.
- Cambiar el paradigma de auto-suficiencia por suministro pleno o disponibilidad energética del país requiere de su desarrollo. Para lograr este objetivo, es necesario integrar procesos con los países vecinos.
- El suministro pleno o la disponibilidad de los recursos energéticos es consistente con la conveniencia de los hallazgos de los recursos del subsuelo colombiano, porque mediante el auto-suministro el sector energético contribuye de forma significativa con la economía nacional.

19. Energía térmica para las viviendas

• Objetivos relevantes, políticas, estrategias, planes

La mayoría del sector rural utiliza madera para cocción y calentamiento. Sin embargo, el gobierno, a través de Ecopetrol, tiene un programa de GLP rural que tiene como objetivo cubrir la mitad de las municipalidades del país por medio del remplazo de la madera por cilindros de gas⁶².

• Instituciones nacionales y sus capacidades

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) actualiza los precios del GLP y gas cada mes mediante una fórmula pre-determinada. La UPME ha realizado programas de entrenamiento relacionados con ahorro y eficiencia en el hogar donde se han trabajado programas de refrigeradores eficientes, reductores de flujo y flujo en calentadores de agua caliente.

20. Sector eléctrico

• Objetivos relevantes, políticas, estrategias, planes

El plan de expansión y referencia 2010-2024, aunque resalta la importancia de las fuentes no convencionales de energía, no incluye planes para crear alguna planta eléctrica que trabaje con energías renovables en los próximos años. Además, con el fin de determinar la expansión de los sistemas energéticos se asumieron los siguientes cuatro escenarios⁶³:

- **Escenario 1:** Se basa en la incorporación de plantas que se encuentran actualmente en construcción, donde se define como un escenario de demanda alta la interconexión en enero de 2014 con Ecuador, de 500 MW, y de 300 MW en América Central. Además, las capacidades permanecen constantes durante todo el período de análisis. Bajo estos supuestos, se observa que el sistema de interconexión nacional requiere la instalación progresiva de 1.900 MW.
- **Escenario 2:** A diferencia del escenario 1, Colombia mantendría una condición de exportador dadas las sensibilidades consideradas hacia Ecuador (debido a la demora del período de planificación de la central Coca Codo) y hacia América Central (debido a la mayor capacidad de interconexión eléctrica con Panamá, 600 MW). También se presentarán algunas importaciones procedentes de América Central, las cuales pueden suceder debido a los planes de expansión en esta región.
- **Escenario 3:** Este escenario fue propuesto a partir de una etapa crítica del suministro de gas. Es por eso que en la proyección se incluyó el precio de estos costos adicionales de combustible para la incorporación de una planta de regasificación desde 2016. En cuanto a los intercambios internacionales, Colombia mantiene una condición de exportación similar a la del escenario 2.
- **Escenario 4:** Considerando que las unidades del sistema de generación tienen una vida útil de 30 años, se tomaron como referencia los supuestos del escenario 2 y se retiraron 211 MW, de los cuales 114 MW se retiraron en abril de 2013 y los 97 MW restantes se retirarán en abril de 2015. Para este caso se utilizó el escenario alto de demanda de energía⁶⁴.

Según el escenario, Colombia debe optar por la tercera fase, ya que ha de tener en cuenta la posible falta de gas natural en los próximos años (aunque esto no quiere decir que el país

perdería su condición de exportador de energía). No obstante, hay que señalar que ninguno de los escenarios considerados incluye a las energías renovables.

- **Instituciones nacionales y sus capacidades**

El sector eléctrico colombiano se caracteriza por que las compañías de mercado y los grandes consumidores de energía adquieren la electricidad en un mercado de bloques que opera libremente, de acuerdo a las condiciones de la demanda. La operación y la gestión del mercado se llevan a cabo por XM, quien es responsable de las funciones del Centro Nacional de Despachos (CND). La CREG es responsable de la regulación de los servicios públicos de gas y electricidad en términos técnicos y económicos⁶⁵.

21. Energía moderna para los sectores productivos

- **Objetivos relevantes, políticas, estrategias, planes**

La Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, ha referenciado sectores industriales con grandes potenciales de mejora en eficiencia energética a través de la tecnología y herramientas para el diagnóstico de energía. Los sectores son:

- Textil
- Hierro, acero, metales no-ferrosos
- Ladrillo, vidrio y cerámicas
- Pulpa y papel

Instituciones y estrategias

La UPME tiene un programa para el uso racional de la energía en la industria, el cual muestra una propuesta para implementar una estrategia en dos etapas. El primero se refiere al corto plazo, y el segundo a largo plazo⁶⁶.

22. Marco nacional de monitoreo para SE4ALL

- **Indicadores propuestos para medir y monitorear los logros nacionales de los objetivos del SE4ALL**

- Uso de energía en viviendas:
 - Porcentaje del ingreso del hogar gastado en combustibles y electricidad.
 - Uso de la energía en los hogares de acuerdo al ingreso y fuente de energía.
 - Promedio de energía utilizado por las viviendas.
- Producción de energía y consumo:
 - Inversiones en energías renovables, acceso a financiamiento.
 - Electricidad ahorrada a través de tecnologías eficientes energéticamente (MWh/año, MWh a la fecha ahorrados).
- Ahorro en combustibles fósiles debido al incremento en el uso de energías renovables y tecnologías eficientes energéticamente (barriles de petróleo equivalente).
- Políticas energéticas: políticas y legislaciones aprobadas que incentivan la energía renovable.
- Concientización sobre energías sustentables: número de eventos públicos o programas.

- **Requerimientos de datos, brechas y capacidad asociada en el desarrollo de necesidades**

- Uso de energía en las viviendas según el ingreso.
- Porcentaje del ingreso del hogar que se gasta en combustibles y electricidad.
- Monitoreo de la demanda y el consumo energético a diferentes niveles de agregación.
- Monitoreo de la adopción de políticas de eficiencia energética en el sector privado.

3.2 PROGRAMAS Y FINANCIAMIENTO

23. Energía térmica: programas y financiamiento para mejorar el acceso, eficiencia y uso de FRE en el sector doméstico

- **Programas e inversiones para desarrollar capacidades de la industria manufacturera doméstica**

No se cuenta con investigaciones sobre el proceso de fabricación de los cilindros de GLP, ni de la integración con los fabricantes. Por el momento, no hay apoyo de la empresa privada ya que Ecopetrol es una entidad que cuenta con recursos del Estado.

- **Esquemas de soporte financiero para mejorar la accesibilidad de energía moderna para los usuarios finales**

El Fondo denominado “Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas”, FAER, permite a las autoridades regionales, junto con el apoyo de las compañías proveedoras del servicio eléctrico, gestionar planes, programas y proyectos para inversión. El fin es construir e instalar una nueva infraestructura eléctrica, así como expandir la cobertura y asegurar los requerimientos de la demanda de energía en zonas rurales interconectadas de acuerdo a los planes de expansión de cobertura que se estructuran con cada uno de los operadores de la red, de acuerdo a las viabilidades que la UPME determina⁶⁷. Así mismo, como un beneficio paralelo, se busca la construcción de un mejor conocimiento del tema por parte de los usuarios finales.

- **Programas objetivos para mejorar la sostenibilidad ambiental del suministro de energía para cocción**

Como parte del programa de GLP realizado en el municipio de Totoró (Cauca) en 2005, se evaluó la reducción en el consumo de leña de los hogares, así como el número equivalente de hectáreas desforestadas. Como base para este cálculo, se tomaron 296 toneladas de biomasa por hectárea en un bosque típico de Colombia.

Por otro lado, entre algunos de los programas de mejoramiento de sostenibilidad está la promoción de plantaciones forestales y producción sostenible de carbón de leña.

24. Sector eléctrico: programas y financiamiento para mejorar el acceso, la eficiencia y el uso de FRE en el suministro

- **Acceso físico (electrificación)**

En el 2009, el acceso a la electricidad en Colombia fue del 94.9%, donde el sistema interconectado nacional contaba con una cobertura del 95.56% y las zonas no interconectadas contaban con una cobertura del 65.16%⁶⁸.

- **Disponibilidad (nueva capacidad)**

De acuerdo al “Plan de Expansión 2009-2023”, se cuenta con 70 proyectos, de los cuales 38 son

hidroeléctricas, 10 proyectos de calefacción de gas, 16 proyectos de termoeléctricas a base de carbón, 4 proyectos térmicos basados en líquidos combustibles y 2 proyectos térmicos utilizando el bagazo como fuente de energía. Si bien el plan destaca la importancia de incluir las fuentes no convencionales de energía (solar, eólica, pequeñas instalaciones hidráulicas, biomasa, geotérmica, energía oceánica y energía nuclear), no se evidencia ningún incentivo para los generadores de energía enfocados en la construcción de plantas de energía que funcionen con energías renovables⁶⁹.

- **Mantenimiento de la red y actualización**

Con el fin de cumplir con los criterios de fiabilidad y accesibilidad para el periodo 2010-2024, se requieren 1.900 MW, además de los ya definidos por el mecanismo de subasta; así como otros 2.050 MW si se tiene en cuenta la salida y reemplazo de algunas plantas de generación, las cuales tienen más de treinta años. En general, los índices de confiabilidad no deben exceder los límites establecidos por la regulación⁷⁰.

- **Inversiones en energías renovables, sistema interconectado y no interconectado y eficiencia energética**

La investigación y los planes en energías renovables son los siguientes:

- **Construcción de una planta de energía solar fotovoltaica con capacidad de 125 kilovatios:** Se instalaron 10 colectores solares a dos ejes de 12,5 kW cada uno, ocho en la Alta Guajira y dos en Isla Fuerte. Se evaluarán las tecnologías de los colectores solares, la concentración solar producirá información que permita al país implementar estas tecnologías con criterios de calidad y fiabilidad para cualquier requerimiento de energía⁷¹.
- **Entidades:** El IPSE estructura y promueve proyectos de energía sostenible para contribuir al acceso a la población de electricidad en áreas no conectadas. La UPME promueve el desarrollo de proyectos para la implementación de algunos esquemas de financiamiento de proyectos de eficiencia energética. Aquellos que demuestren ser eficaces se replicarán y se utilizarán como base para establecer el definitivo.
- **Eficiencia energética:** El uso racional de la energía cuenta con intereses sociales, públicos y nacionales, como lo señalan la Ley 697 de 2001 - URE y el "Plan de Acción Indicativo 2010-2015" para el desarrollo del "Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y otras formas de energía no convencional", PROURE⁷².

25. Energía moderna para el sector productivo: programas y financiamiento para mejorar el acceso, eficiencia y uso de las energías renovables en sectores productivos

- **Programas e inversiones para el desarrollo, incluyendo acceso al capital y *know-how* para aplicaciones productivas**

El gobierno actualmente no cuenta con planes para desarrollar energías renovables o mejorar la eficiencia de la maquinaria de la industria manufacturera, mientras que dentro del sector de manufactura las iniciativas son aisladas.

- **Esquemas de apoyo financiero para mejorar la accesibilidad a tecnologías modernas de energía para las empresas industriales y agrícolas**

El gobierno, a través del IPSE, tiene un centro de innovación con énfasis en la agro-energía, donde se han implementado proyectos para la generación de la electricidad utilizando biocombustibles provenientes de especies agrícolas⁷³.

La UPME, a través del programa de gestión integral en energía en centros de producción, busca optimizar la productividad de la industria doméstica a través de la mejora continua en los procesos de actualización de tecnologías en la industria papelera, cemento, vidrio, cerámica, petróleo y amonio⁷⁴.

- **Programas objetivos para mejorar la sostenibilidad ambiental del suministro energético**

Ver sección 24.

3.3 INVERSIONES PRIVADAS Y ENTORNO FAVORABLE PARA LOS NEGOCIOS

26. Energía térmica para las viviendas

- **Actores del sector privado involucrados en la cadena de suministro (compañías de suministro energético, proveedores de tecnología, financiadores)**

En Colombia, diferentes compañías integran la cadena de suministro, tales como:

- ENERGREENCOL ofrece servicios de consultoría técnica en energías renovables con énfasis en ZNI de Colombia⁷⁵.
- Sensstech es el distribuidor autorizado de varias tecnologías de suministro de energía solar y veta de paneles solares⁷⁶.
- En los años ochenta, Colombia realizó una implementación masiva de calentadores de agua solar en diversos proyectos de vivienda. Dicho proyecto estaba financiado principalmente por el Banco Central Hipotecario (BCH). Sin embargo, estos sistemas fueron desplazados por calentadores de agua con gas natural⁷⁷.

- **Barreras para las inversiones privadas en suministro de energía moderna y tecnologías para aplicaciones térmicas**

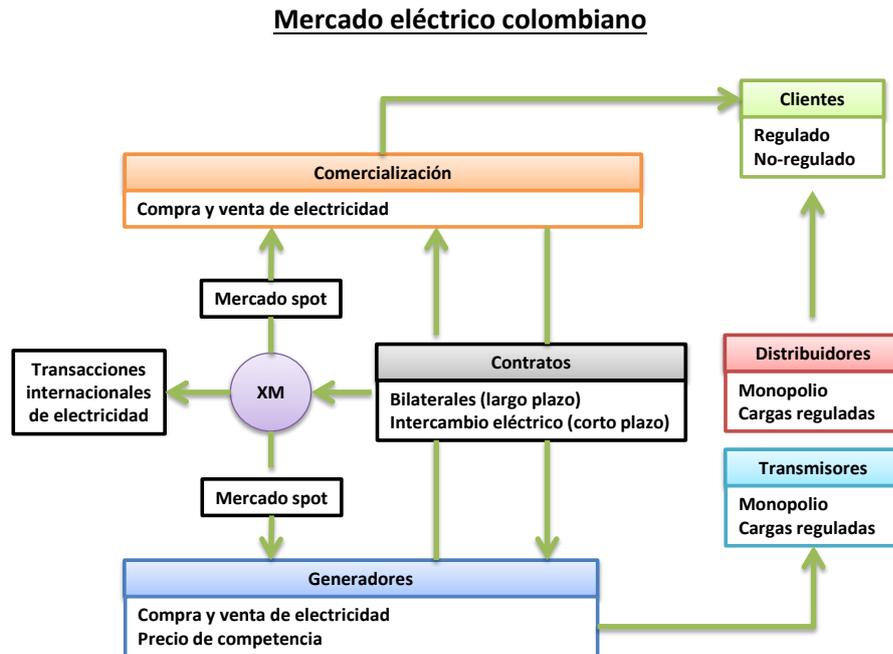
Las principales barreras para la inversión privada incluyen:

- **Mercado.** Las inversiones iniciales altas, los costos de transacción, altos costos de mantenimiento que no permiten a los inversionistas determinar los beneficios y la sostenibilidad del proyecto.
- **Financieros.** Los beneficios dispersos desaniman a los inversionistas, también lo hace la percepción de inversiones complicadas y riesgosas, así como la carencia de concientización de los beneficios financieros por parte de las entidades financieras.
- **Información y concientización.** Carencia de información y de entendimiento sobre los beneficios de las inversiones; así como dificultad para acceder a la tecnología.
- **Regulación e instituciones.** Las regulaciones no generan incentivos para aplicar un suministro moderno de energía. Por otro lado, también existe la incertidumbre sobre regulaciones futuras, especialmente en el tema de subsidios e incentivos.
- **Técnicas.** Falta de suficientes tecnologías adecuadas a las condiciones locales, insuficiente capacidad para identificar, desarrollar, implementar y mantener inversiones (especialmente en ZNI), así como la carencia de personal capacitado en energías renovables.

27. Sector eléctrico

- **Actores del sector privado involucrados en la cadena de suministro (compañías de generación y distribución, productores de electricidad independiente (IPPs), financieros, proveedores de tecnología)**

El sector eléctrico en Colombia es un mercado competitivo creado por la reforma eléctrica (Leyes 142 y 143 / 1994), las cuales incluyen generadores, transmisores, distribuidores, comercializadores y grandes consumidores. Los comercializadores y grandes consumidores de energía obtienen la energía como un gran bloque de mercado, en el cual operan libremente de acuerdo al suministro y a las condiciones de demanda y que, dicho sea de paso, es regulado por la CREG. La siguiente figura describe el mercado eléctrico colombiano⁷⁸.



La empresa XM opera y gestiona el mercado, en el cual participan agentes económicos del sector público y privado. La siguiente tabla muestra las tendencias de participación en el mercado eléctrico colombiano⁷⁹.

Tendencias en la participación del mercado eléctrico colombiano⁸⁰

Participantes	1995			2009		
	Público	Privado	Mezcla	Público	Privado	Mezcla
Generadores	7	5	6	6	28	10
Transmisores	9	-	-	5	1	3
Distribuidores	24	-	-	26	3	2
Comercializadores	26	5	9	14	41	18

- **Barreras para las inversiones privadas en nuevas redes, extensión y mantenimiento de la red, gestión de la demanda (DSM) y eficiencia energética.**

Ver las secciones 26 y 28, donde se describen las principales barreras relacionadas con la inversión privada en generación de escala distribuida y capacidad de generación en redes no interconectadas.

Otras barreras (específicamente para las FRE) están relacionadas con las condiciones locales en lo que respecta al clima. Esto no permite mantener un suministro constante y disminuye la fiabilidad en la generación (excepto en sistemas híbridos, donde es importante desarrollar regulaciones adecuadas). Además, la carga por confiabilidad no tiene prioridad para fuentes específicas o tecnologías y un bajo costo de las fuentes convencionales de energía es una limitante para la diversificación de la matriz energética colombiana.

Se cuenta con regulaciones basadas en incentivos tecnológicos de bajo costo, donde no se pueden valorar las externalidades de las tecnologías tradicionales de las energías convencionales. Además, Colombia no tiene regulaciones específicas para fuentes de energía limpia para el SIN y las ZNI.

28. Energía moderna para sectores productivos

• Actores del sector privado sobre la demanda y el suministro (PYMEs, empresas agrícolas, proveedores de tecnología, financiadores)

La implementación de energía moderna para sectores productivos es una buena estrategia para el desarrollo y crecimiento en Colombia. En los esquemas de financiamiento han participado activamente tres entidades, que son BANCOLDEX, FINDETER y BANCOLOMBIA. Además, los servicios energéticos en Colombia tienen diferentes agentes que incentivan las aplicaciones de energía moderna, eficiencia energética y energías renovables, donde la UPME ha liderado el proceso en las instituciones públicas; mientras que el Instituto Colombiano de Normas y Técnicas de Certificación, ICONTEC, ha direccionado los procesos de normalización y eco-etiquetado relacionado con uso eficiente de la energía, entre otros. La siguiente tabla muestra los agentes de los servicios energéticos en Colombia⁸¹.

Agentes de los servicios energéticos en Colombia

Tipo de organización	Servicios ofrecidos
Generadores y comercializadores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestión de la demanda ▪ Eficiencia energética ▪ Gestión energética ▪ Termografía ▪ Análisis predictivo de transformadores
Distribuidores eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auditorías energética ▪ Venta de tecnología y equipos ▪ Calibración de equipos
Universidades y consultores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de potencia y energía ▪ Innovación, investigación y desarrollo ▪ Servicios de consultoría energética
Comercializadores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de potencia ▪ Asesoría técnica y financiera ▪ Calidad de servicio ▪ Mantenimiento ▪ Eficiencia energética ▪ Análisis de Red ▪ Auditorías energéticas ▪ Análisis de combustión

- **Barreras para las inversiones privadas en energía moderna para usos productivos y socio-económicos, focalizados en tecnologías y soluciones de eficiencia energética y energías renovables**
 - **Información y concientización.** Carencia de información suficiente sobre los costos y beneficios de las tecnologías y proyectos relacionados con energía sostenible. Por ejemplo, los propietarios de los negocios buscan mejorar la productividad y reducir los costos de producción. Si el proyecto no resulta rentable, esto será la principal barrera. Además, la información incompleta entre los sistemas financieros también afectan la disponibilidad de créditos para las tecnologías y proyectos de energía sostenible.
 - **Regulación e instituciones.** Las regulaciones relacionadas con los precios de energía se formulan a corto plazo, lo cual impide que los inversionistas desarrollen proyectos relacionados con la sustitución de combustibles y eficiencia energética. Además, la inestabilidad en las regulaciones también limita las inversiones en proyectos energéticos.

3.4 BRECHAS Y BARRERAS

29. Energía térmica para viviendas

- **Instituciones, políticas y fortalecimiento de las capacidades**

Existe una necesidad de fortalecer el marco institucional para la energía sostenible en Colombia, donde las diversas instituciones del sector energético reconocen esta necesidad. El “Plan Energético Nacional 2010-2030” identifica lo siguiente:

- Lograr mejor coordinación entre las diferentes agencias e instituciones relacionadas con el sector, con el fin de determinar y clarificar los roles y acciones en conjunto.
- Lograr mejor coordinación entre los ministerios relacionados con el fin de desarrollar políticas energéticas sustentables de acuerdo a los requerimientos del país.
- Fortalecer la institucionalidad de algunas entidades, como la UPME y la CREG; así como definir para la primera el origen de los recursos y fondos.
- Definir e implementar un marco institucional autónomo para promover la eficiencia energética y las Fuentes de Energía Renovables.
- Publicación y continua actualización de la información de las tecnologías energéticas y estadísticas confiables.
- Mejorar los sistemas de información sectoriales.

Sin embargo, en el “Plan Energético Nacional 2010-2030” es necesario definir planes de acción específicos, con el fin de implementar estrategias y medidas. La asistencia técnica y financiera podría requerirse.

- **Cadena de suministro (acceso a capital, tecnologías y *know-how*)**

Las tecnologías energéticas a nivel térmico son accesibles en Colombia. Sin embargo, la competitividad es limitada y la futura disminución de gas natural podría generar un mayor uso de estas tecnologías. En lo que respecta a las ZNI, la aplicación de estas energías es una estrategia clave para el crecimiento y el desarrollo sostenible.

- **Viviendas (capacidad y acceso al capital)**

En el sector residencial, se cuenta con la carencia de acceder a capital e información sobre tecnologías modernas de energía. Las instituciones gubernamentales y el ICONTEC están trabajando en un proyecto de eco-etiquetado para fortalecer las tecnologías y la información de los electrodomésticos, la cual deberá estar enfocada hacia un mejor desempeño ambiental y energético. Además, se debe buscar apoyo desde las instituciones financieras y compañías de servicios energéticos, con el fin de facilitar el financiamiento a bajo costo, para que las viviendas inviertan en nuevas tecnologías y en electrodomésticos ahorradores de energía que disminuyan los efectos de la contaminación.

30. Sector eléctrico

• Existencia de un marco normativo propicio para las inversiones

El gobierno colombiano, a través del “Plan Energético Nacional 2010-2030”, ha determinado varios retos para el sector eléctrico de la siguiente manera:

○ Expansión del sector eléctrico:

- i. Establecer una mezcla de tecnologías para garantizar un suministro confiable y disminuir la vulnerabilidad del sistema, especialmente por las condiciones climáticas e hidrológicas.
- ii. Fomentar el uso de energías renovables en nuevas plantas eléctricas modificando la confiabilidad de carga.
- iii. Lograr mejoras en la eficiencia energética de las plantas eléctricas.
- iv. Mejorar las regulaciones del mercado.

○ Mercado:

- i. Lograr definir un precio efectivo que refleje la escasez de los recursos, los efectos ambientales y el riesgo.
- ii. Definir mecanismos para una contratación eficiente.

○ Transporte y distribución:

- i. Mejorar la calidad técnica de las subestaciones.
- ii. Definir mecanismos de remuneración para planes de reducción de pérdidas.

○ Subvenciones y contribuciones:

- i. Analizar el nivel de subvenciones y contribuciones con el objetivo de permitir acceso a toda la población, manteniendo o incrementando la competitividad de la industria colombiana.
- ii. Mantener el financiamiento de los “Fondos de Apoyo para Electrificación Rural” (FAER), el apoyo al “Fondo para Zonas No Interconectadas” (FAZNI) y el “Fondo de Energía Social” (FOES), con el fin de incrementar el acceso a energía moderna en las zonas pobres y aisladas de Colombia.

• Cadena de suministro

El acceso a la red y las tecnologías ha tenido un gran desarrollo en el SIN. Sin embargo, en las ZNI el acceso a la red y las tecnologías no es suficiente, especialmente por las características sociales y culturales de estas zonas, donde se carece de capital y de técnicas para instalar y mantener tecnologías relacionadas con las energías renovables. También se necesita de un soporte adicional para proveer capital para invertir y mejorar la educación técnica en energía sostenible. El “Plan Nacional Energético 2010-2030” busca generar una red, incentivos, programas, estrategias y diversos instrumentos para el desarrollo de la experiencia local para instalar, operar y mantener sistemas de energía renovables. El objetivo de esto es diversificar la matriz energética que garantice accesibilidad, seguridad y disponibilidad de los servicios energéticos en Colombia.

- **Usuarios finales**

Los usuarios finales se enfrentan a barreras significativas con respecto a la asequibilidad y el acceso al capital. Adicionalmente, la información y concientización limitada sobre los beneficios de las FRE y la eficiencia energética han impedido una mayor aplicación de las tecnologías comerciales y económicamente viables relacionadas con FRE y eficiencia energética. Es importante continuar con los proyectos de eco-etiquetado, especialmente en electrodomésticos. Así mismo, hay que incentivar el uso de tecnologías limpias y la eficiencia energética en el sector residencial a través de programas de información y financiación.

31. Energía moderna para el sector productivo

- **Existencia de un marco normativo propicio para las inversiones**

A través de la UPME, Colombia ha desarrollado diversas iniciativas con sub-programas para incrementar la eficiencia energética para mejorar el uso de la energía en el sector industrial, aplicar sistemas de gestión energética y auditorías energéticas, informarse sobre el cambio tecnológico, entre otros. Sin embargo, estas iniciativas requieren fortalecer el marco regulatorio e institucional. Además, en ZNI se debe garantizar la sustentabilidad de los sistemas modernos de energía, donde es importante desarrollar nuevos sistemas productivos que generen crecimiento y bienestar de la población.

- **Cadena de suministro**

El acceso a tecnologías de generación de escala distribuida es adecuado en SIN, aunque el acceso a tecnologías eficientes energéticamente y a FER se podría mejorar. En cambio, en ZNI el acceso a tecnologías energéticas es limitado, lo cual implica un mayor esfuerzo. En este momento, el IPSE, como una entidad del gobierno, está liderando diversos proyectos para mejorar los sistemas energéticos en ZNI. Sin embargo, es importante fortalecer su gestión y la accesibilidad a recursos privados e inversiones internacionales.

- **Usuarios finales**

La falta de acceso a capital, información y regulación es un impedimento para implementar tecnologías energéticamente sostenibles en los sectores productivos. Adicionalmente, se requiere apoyo para generar acceso a financiamiento a bajo costo y lograr una mayor implementación de proyectos tecnológicos en los sectores productivos relacionados con eficiencia energética y energías renovables.

32. Resumen: brechas claves, barreras y requerimientos adicionales

Las principales barreras que impiden la aplicación de energías renovables en Colombia son la información imperfecta, la inercia, la reglamentación y el acceso al capital, lo que crea un bucle de retroalimentación negativa. Los ciudadanos y los inversionistas en Colombia no están plenamente conscientes de los beneficios económicos de las energías renovables y tecnologías de eficiencia energética. Los ciudadanos, y especialmente el sector productivo, no están dispuestos a invertir en estas tecnologías cuando no tienen claros sus beneficios económicos, y también, en gran parte, no pueden pagar los altos costos iniciales de estas tecnologías. A su vez, los bancos no están dispuestos a prestar dinero para financiar las nuevas tecnologías que no se aplican ampliamente. Como resultado, hay una cantidad limitada de técnicos calificados y compañías de instalación de tecnologías relacionadas con la energía sostenible. Esto limita la información sobre las tecnologías disponibles y evita que las economías de escala puedan generar precios bajos.

Anexo 1 –Matriz de los programas existentes y financiación requerida para lograr los objetivos del SE4ALL

1.1 Iniciativas en curso por parte del gobierno y socios desarrolladores

Título	Agencia líder	Financiador	Objetivos relevantes del SE4ALL (Acceso/Eficiencia/ Energía renovable)	Breve descripción y plazos	Valor, US\$
Programa de fortalecimiento para la reducción de emisiones (LECB) en Colombia	Ministerio de Medio Ambiente y PNUD	Ministerio de Medio Ambiente, Unión, USAID Europea, PNUD	Eficiencia energética	Este programa busca analizar seis sectores productivos para determinar sus potenciales de reducción de emisiones, garantizando desarrollo sustentable y formulando planes y un sistema de monitoreo. Programa de tres años.	US\$856.000
Soluciones energéticas estructurales	IPSE	USAID	Acceso a la energía	Soluciones estructurales energéticas para comunidades rurales. Programa de un año (2012-2013)	No determinado
Luces para aprender	IPSE / OEI	OEI	Acceso a la energía y energías renovables	Promoción de proyectos de energías renovables en ZNI para llevar electricidad a las escuelas. Programa de tres años (2012-2015)	No determinado
Energía y el plan Colombia	IPSE	KEEI	Acceso a la energía	Estrategias de cooperación con Corea en temas de energía. Programa de seis meses (2012)	US\$40.000
Energización de zonas seleccionadas	IPSE	USAID	Acceso a la energía	Energización de zonas seleccionadas en la Sierra Nevada de Santa Marta. Programa de un año (2012-2013)	US\$600.000
Cooperación técnica y académica en energías renovables	IPSE	GCC-KOLAC	Energías renovables	Este programa busca incrementar la cooperación internacional en tecnologías e investigación en energías renovables. Programa de cinco años (2012-2017)	No determinado
Fondo de apoyo para electrificación rural (FAER)	Ministerio de minas y energía - UPME	Ministerio de minas y energía	Acceso a la energía	Este fondo busca promover proyectos de electrificación en zonas rurales de Colombia.	En 2012 se asignaron alrededor de US\$37 millones
Inversiones catalizadoras para energía geotérmica - Componente I	UPME	GEF-BID-UPME	Energías renovables	Promover enfoques de mercado para las energías renovables no convencionales, contribuyendo a la	US \$1.4 mill

				eliminación de las barreras que impiden su desarrollo (dic 2011 – nov 2014)	
Inversiones catalizadoras para energía geotérmica - Componente II	ISAGEN	GEF-BID-ISAGEN	Energías renovables	Realizar estudios de evaluación del subsuelo, y estudios técnicos, ambientales y sociales para la construcción de una planta geotérmica	US \$3.3 mill
Eficiencia energética en edificaciones	PNUD-UPME	GEF	Eficiencia energética	Promover la eficiencia energética en edificios eliminando barreras institucionales, legales y regulatorias así como de capacidad y técnicas que actualmente limitan su adopción generalizada	US\$ 0,975 mill
Normalización y etiquetado de eficiencia energética	PNUD-UPME	GEF	Eficiencia energética	Información y concientización a los usuarios finales en materia de eficiencia energética en el uso electrodomésticos y equipos.	US\$2.5 mill
Evaluación del recurso hidroenergético	UPME	UPME, COLCIENCIAS IDEAM, IGAC,	Energías renovables	Evaluación del recurso hídrico en todo el territorio colombiano, lo que permitirá la evaluación del potencial y de posibilidades de desarrollo de proyectos hidroeléctricos	US\$ 0,350 mill
Evaluación de los recursos renovables promisorios	UPME	UPME, COLCIENCIAS IDEAM, IGAC, SENA...	Energías renovables	Investigar e innovar para diseñar e implementar un programa piloto de evaluación a escala regional de los recursos eólicos y solares. Así como aplicar estrategias sostenibles para la consolidación de una red de actores, que contribuya al levantamiento de información en Fuentes No Convencionales de Energía en la Región Costa Caribe de Colombia, con énfasis en la Guajira	US\$0,75 mill
Parque eólico Japirachi	IPSE	IPSE-EPM	Energías renovables	Parque eólico localizado al norte de Colombia.	No determinado
Potencial geotérmico	UPME-EPM-BID	UPME-EPM-BID	Energías renovables	Determinar barreras y potencial geotérmico en el Volcán-Nevado del Ruiz.	No determinado
Eco-etiquetado	PNUD-ICONTEC	PNUD-ICONTEC	Eficiencia energética	Información y concientización de los usuarios finales en eficiencia energética en electrodomésticos y equipos.	US\$2.5 millones
Actualización del inventario de energías renovables en Colombia	IDEAM	IDEAM, IGAC, COLCIEN-CIAS	Energías renovables	Actualizar el potencial de energías renovables en Colombia.	No determinado
Estandarización	ICONTEC	Cooperación internacional	Eficiencia energética	Dos años para actualizar los estándares relacionados con	No determinado

				test, sellos y valores de eficiencia energética.	
Programa estratégico para la innovación en la gestión empresarial	<p>Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.</p> <p>Universidad Pontificia Bolivariana.</p> <p>Universidad de Antioquia.</p> <p>Universidad del Atlántico.</p> <p>Universidad Industrial de Santander.</p> <p>Universidad Autónoma de Occidente.</p> <p>Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín</p>	<p>UPME.</p> <p>COLCIENCIAS.</p> <p>Entidades del sector energético</p>	Eficiencia energética	<p>Proyecto que tiene como objetivo implementar sistemas de gestión energética en la industria, lo que permite puntos óptimos de producción a través del uso eficiente de los recursos energéticos. El programa se está desarrollando en cinco ciudades (Bogotá, Barranquilla, Cali, Medellín y Bucaramanga).</p> <p>Está conformado por tres proyectos:</p> <p>Proyecto 1: Nuevas posibilidades académicas en gestión energética y nuevas tecnologías en instituciones de educación superior para el entrenamiento de multiplicadores en estas temáticas.</p> <p>Proyecto 2: Implementación de sistemas integrados de gestión energéticas, a través de la transferencia de nuevos conocimientos y resultados de proyectos de investigación y eficiencia energética para grupos de compañías en las regiones del país.</p> <p>Proyecto 3: Definir estrategias para fortalecer las capacidades sobre sostenibilidad en R&D en los temas de gestión energética en el sector productivo nacional. De igual modo, desarrollo en conocimientos de gestión e información y de un modelo de mantenimiento de la eficiencia.</p> <p>Tiempo: 48 meses (Comenzó en el 2009)</p>	<p>US\$</p> <p>2.500.000</p>

1.2 Estimación y orden de magnitud de los requerimientos de costos e inversiones para realizar progresos en los tres objetivos del SE4ALL.

Primero que nada, cabe señalar que se entiende que estos son solo cálculos aproximados de acuerdo a los datos disponibles. Por lo tanto, un análisis con mayor detalle podría seguir durante la fase de preparación del plan de acción para el SE4ALL.

Por otro lado, el gobierno colombiano no ha estimado los gastos totales de los objetivos del SE4ALL en cuanto a acceso a la energía, energías renovables y eficiencia energética. Sin embargo, se han realizado algunos cálculos para el desarrollo de proyectos específicos de acuerdo al “Plan Energético Nacional Plan 2010-2030”.

Referencias

- ¹ DANE ‘Estadísticas Colombianas’ Accedido 29 Octubre, 2012 en: www.dane.gov.co
- ² World Bank data.
- ³ CIA. ‘The World Factbook: Colombia.’ Accedido 29 Octubre, 2012 en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/co.html>
- ⁴ UPME, ‘Balances energéticos de Colombia 2010’.
- ⁵ UPME, ‘Plan energético colombiano 2006-2025’.
- ⁶ UPME, ‘Balances energéticos de Colombia 2000-2010’.
- ⁷ CIA. ‘The World Factbook: Colombia.’ Accedido 29 Octubre, 2012 at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/co.html>
- ⁸ CIA. ‘The World Factbook: Colombia.’ Accedido 29 Octubre, 2012 at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/co.html>
- ⁹ UPME. ‘Balances energéticos colombianos’.
- ¹⁰ UPME. ‘Balances energéticos colombianos’.
- ¹¹ UPME. ‘Balances energéticos colombianos’.
- ¹² UPME. ‘Balances energéticos colombianos’.
- ¹³ World Bank data.
- ¹⁴ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ¹⁵ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ¹⁶ UPME, ‘Plan indicativo de expansión 2010-2014’.
- ¹⁷ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ¹⁸ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ¹⁹ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ²⁰ UPME, ‘Plan energético colombiano 2010-2030’.
- ²¹ UPME, ‘Balances energéticos colombianos 2010’.
- ²² Entrevistas con representantes del UPME y Ministerio de Medio Ambiente, Noviembre 2012.
- ²³ UPME, ‘Balances energéticos colombianos 2010’.
- ²⁴ Entrevistas con representantes del UPME y Ministerio de Minas y Energía, Noviembre 2012.
- ²⁵ Sistema Único de Información (SUI). Accedido 03 Noviembre, 2012 en: <http://reportes.sui.gov.co/reportes/SUI-ReporteEnergia.htm>
- ²⁶ UPME, ‘Plan Indicativo de Cobertura de Expansión de electricidad 2010-2014’.
- ²⁷ UPME, ‘Plan Indicativo de Cobertura de Expansión de electricidad 2010-2014’.
- ²⁸ UPME, ‘Plan Indicativo de Expansión 2003’ y Entrevistas con representantes del IPSE, Noviembre 2012.
- ²⁹ Superintendencia de Servicios Públicos (SSP), ‘Informe Sectorial de los costos de electricidad’.
- ³⁰ Para más información sobre este tipo de cargos, se refiere a la resolución 004-1994 en www.creg.gov.co o CREG-1996-C961867 conceptos que contienen una explicación sobre los cargos de conexión para usuarios no regulados. Leyes 142/94, 143/94 y 286/96.
- ³¹ Sistema Único de Información (SUI). Accedido el 03 Noviembre, 2012 en: <http://reportes.sui.gov.co/reportes/SUI-ReporteEnergia.html>
- ³² UPME, ‘Plan Energético Colombiano 2010-2030’.
- ³³ UPME. ‘Balances Energéticos Colombianos’.
- ³⁴ Entrevistas con representantes del Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente.
- ³⁵ Entrevistas con representantes del Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Medio Ambiente.
- ³⁶ Ministerio de Minas y Energía, ‘Programa PROURE’ y entrevistas con representantes del Ministerio de Minas y Energía.
- ³⁷ UPME, ‘Balances energéticos colombianos’.
- ³⁸ World Bank data.
- ³⁹ World Bank and UPME, ‘Balances energéticos colombianos’.
- ⁴⁰ UPME, ‘Balances energéticos colombianos’.
- ⁴¹ Ministerio de Minas y Energía, ‘Programa PROURE’ y entrevistas con representantes de la UPME.
- ⁴² Ministerio de Minas y Energía, ‘Programa PROURE’ y entrevistas con representantes de la UPME.
- ⁴³ UPME, ‘Plan Energético Colombiano 2010-2030’.
- ⁴⁴ Ministerio de Minas y Energía, ‘Programa PROURE’ y entrevistas con representantes de la UPME.
- ⁴⁵ UPME, ‘Plan Energético Colombiano 2010-2030’.
- ⁴⁶ Conversaciones con el IPSE, Noviembre 2012.
- ⁴⁷ UPME, ‘Formulación del desarrollo del Plan de Energías renovables’.
- ⁴⁸ Conversación con el IPSE, Noviembre 2012.
- ⁴⁹ UPME, ‘Formulación del Plan de Desarrollo de Energías Renovables’ y Conversación con el IPSE, Noviembre 2012.
- ⁵⁰ Gobierno de Colombia. ‘Plan Visión -2019’.
- ⁵¹ UPME, ‘Plan Indicativo de Expansión 2010-2014’.
- ⁵² Gobierno de Colombia, ‘Resolución 180919/2010’.

-
- ⁵³ UPME, “Plan Indicativo de Expansión 2010-2014”.
- ⁵⁴ Gobierno Colombiano, “Resolución 180919/2010”.
- ⁵⁵ UPME, “Plan Indicativo de Expansión 2010-2014”.
- ⁵⁶ Gobierno Colombiano, “Resolución 180919/2010”.
- ⁵⁷ UPME, “Plan Indicativo de Expansión 2010-2014”.
- ⁵⁸ Gobierno Colombiano, “Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014”, UPME, “Plan energético Colombiano 2010-2030”.
- ⁵⁹ UPME, “Balances Energéticos Colombianos”, Misión para reducir la pobreza y la desigualdad (MERPD). “Estadísticas Socio-económicas”.
- ⁶⁰ Ministerio de Minas y Energía; Gobierno de Colombia. Website del Ministerio. Accedido online, 15 Noviembre 2012 en: www.minminas.gov.co
- ⁶¹ UPME, “Plan Energético Colombiano 2010-2030”.
- ⁶² Gobierno de Colombia. “PROPANO A LA MANO.” 2011. Accedido online 11 Noviembre 2012 en: http://www.ecopetrol.com.co/especiales/cartapetrolera118/rev_suministro.htm
- ⁶³ Gobierno de Colombia. “PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN-TRANSMISIÓN 2010-2024” 2010. p. 69.
- ⁶⁴ Gobierno de Colombia. “PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN-TRANSMISIÓN 2010-2024” 2010. p. 71-81.
- ⁶⁵ XM S.A. E.S.P. Accedido online 12 Noviembre 2012 en: <http://www.xm.com.co/Pages/DescripciondelSistemaElectricoColombiano.aspx>
- ⁶⁶ Gobierno de Colombia. “UPME.”. Accedido online 12 November 2012 en: <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/georeferenciacion.html>
- ⁶⁷ Gobierno de Colombia. “MINMINAS”. Accedido online 12 November 2012 en: http://www.minminas.gov.co/minminas/energia.jsp?cargaHome=3&id_subcategoria=276&id_categoria=71
- ⁶⁸ UPME, 2010, “PLAN INDICATIVO DE EXPANSIÓN DE COBERTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2010-2014”. p. 38 (tabla 7).
- ⁶⁹ Gobierno de Colombia. “PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA GENERACIÓN-TRANSMISIÓN 2010-2024” 2010. p. 61.
- ⁷⁰ Gobierno de Colombia. “Sector Energía Eléctrica”. 2011. p. 152.
- ⁷¹ Gobierno de Colombia. “Construcción Y Puesta en Operación se 125 Kw de Energía Solar Fotovoltaica Para Republica De Colombia Ministerio de Minas y Energía Solar Fotovoltaica Para Diferentes Localidades De Las Zonas No Interconectadas.” IPSE. 2009. p3.
- ⁷² Gobierno de Colombia. “Elementos de política para el funcionamiento del PROURE”. 2011. p. 10.
- ⁷³ Gobierno de Colombia. “Agroenergía.” 2009. Accedido online 15 Noviembre 2012 en: http://www.ipse.gov.co/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=208&Itemid=552&lang=es
- ⁷⁴ Gobierno de Colombia. “UPME.”. Accedido online 12 November 2012 en: <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/consulta-documental.html>
- ⁷⁵ ENERGREENCOL Website. Accedido online 22 Noviembre 2012 en: <http://www.energreencol.com/>
- ⁷⁶ Sensstech Website. Accedido online 22 Noviembre 2012 en: www.sensstech.com/soluciones-y-productos/suministro-integral/
- ⁷⁷ UPME PEN 2010-2030.
- ⁷⁸ XM Website. Accedido online 22 Noviembre 2012 en: <http://www.xm.com.co>.
- ⁷⁹ XM Website. Accedido online 22 Noviembre 2012 en: <http://www.xm.com.co>.
- ⁸⁰ PIEC UPME 2010-2014.
- ⁸¹ UPME Website. Accedido online 23 Noviembre 2012 en: <http://www.si3ea.gov.co/Home/UREenlaIndustria/tabid/117/language/es-ES/Default.aspx>