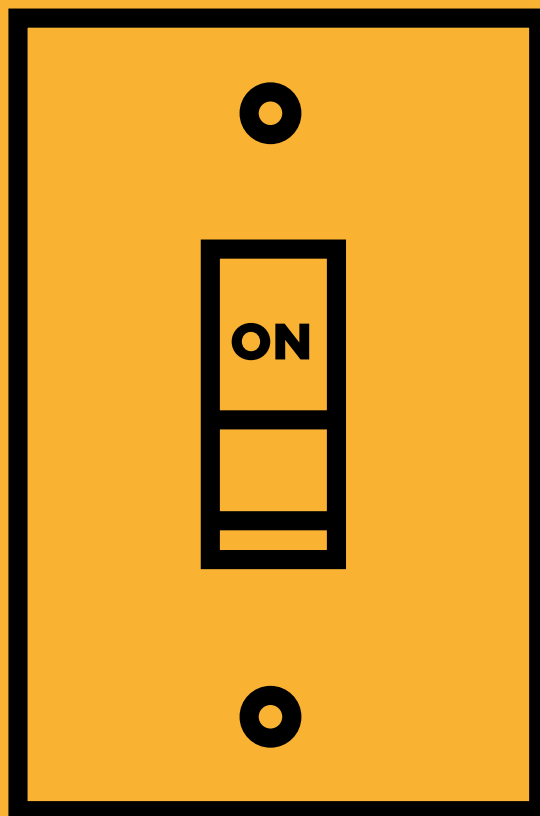


# PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2016 - 2021

UNA REALIDAD Y OPORTUNIDAD  
PARA COLOMBIA



versión para discusión

Ministerio de Minas y Energía -MME- • Unidad de Planeación Minero Energética -UPME-



# PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA -PAI- 2016 - 2021

**República de Colombia**  
**Ministerio de Minas y Energía**

Germán Arce Zapata  
**Ministro**

Rutty Ortiz Jara  
**Viceministra de Energía**

Daniel Mendoza Burgos  
**Asesor Viceministra**

**Unidad de Planeación Minero Energética**

Jorge Valencia Marín  
**Director General**

**GRUPO DE TRABAJO**

**Subdirección de Demanda**

Carlos García Botero  
**Subdirector**

Olga Victoria González González  
**Asesora**

Dora Castaño Ramírez  
**Asesora**

Ómar Báez Daza  
**Profesional especializado**

Luis Andrés Tellez Ávila  
**Profesional especializado**

Diana Carolina Obando Anzola  
**Profesional especializado**

Todos los derechos reservados.

**Diseño y Diagramación**  
Rock 'n Roll Agency.

Octubre de 2016

Versión para discusión

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CORTO Y MEDIANO PLAZO DESDE LA DEMANDA</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos	5
2.3. Contexto energético nacional	5
2.4. Características del consumo de energía por sector	7
2.4.1. Transporte	7
2.4.2. Industrial	16
2.4.3. Comercial, público y de servicios	20
2.4.4. Residencial	26
2.5. Potenciales y metas de EE a 2021 por sector, uso y energético	30
2.5.1. Transporte	31
2.5.2. Industrial	31
2.5.3. Terciario	32
2.5.4. Residencial	32
2.6. Acciones y medidas sectoriales para el cumplimiento de las metas a 2021	32
2.6.1. Transporte	32
2.6.2. Industrial	47
2.6.3. Comercial, público y de servicios	65
2.6.4. Residencial	68
2.7. Estrategias y acciones base para el cumplimiento de metas sectoriales	72
2.7.1. Institucionalidad	72
2.7.2. Consolidación de un mercado activo en eficiencia energética	74
2.7.3. Educación, innovación y desarrollo tecnológico	83
2.7.4. Reglamentos y normas técnicas	84
2.7.5. Edificaciones	84
2.8. Programas regionales - Implementación del programa de eficiencia energética en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	85
<b>3. ESCENARIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CORTO Y MEDIANO PLAZO, DESDE LA OFERTA</b>	<b>89</b>
3.1. Eficiencia energética en plantas de generación de electricidad	89
3.2. Cogeneración y autogeneración	91
<b>4. ESCENARIOS DE LARGO PLAZO – UNA APUESTA DE PAÍS AL 2050</b>	<b>92</b>
<b>[Alineación con el PEN]</b>	
4.1. Nuevas tendencias energéticas	92
4.2. Escenarios alternativos de largo plazo (2050) EE para Colombia	93
<b>ANEXO 1</b>	<b>96</b>
<b>Avances en Eficiencia Energética – Proure 2010-2015</b>	
<b>ANEXO 2</b>	<b>116</b>
<b>Metodología de priorización de medidas de Eficiencia Energética</b>	



# 1. INTRODUCCIÓN

Con el replanteamiento de la política de Eficiencia Energética –EE– colombiana, que incluye un novedoso arreglo institucional, con la participación de un gestor de información y las comercializadoras y empresas de servicios energéticos como brazo ejecutor de los planes y programas, se abre un nuevo mercado y la posibilidad del cumplimiento de las metas de EE definidas para cada sector de la economía.

Lo anterior, sumado a una mejor información y análisis para los dos sectores de consumo prioritario (transporte e industria), que permitieron identificar las características de consumo (energéticos, tecnologías, procesos, prácticas operacionales, etc.) y las propuestas de EE más costo efectivas, nos impone un nuevo reto que se espera alcanzar en el corto y mediano plazo (2021), alineado esto con las iniciativas de cambio climático, como los Planes de Acción Sectorial –PAS– y en procura de contribuir con la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero- GEI, con la que se comprometió el país al año 2030 en la COP21.

La eficiencia energética, es considerada un mecanismo para asegurar el abastecimiento energético, puesto que se sustenta en la adopción de nuevas tecnologías y buenos hábitos de consumo, con el fin de optimizar el manejo y uso de los recursos energéticos disponibles. La eficiencia energética constituye un vehículo para aumentar la productividad y competitividad nacional, y es una de las principales estrategias de mitigación de impactos ambientales en la cadena energética.



## 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CORTO Y MEDIANO PLAZO DESDE LA DEMANDA

### 2.1. Objetivo general

Definir las acciones estratégicas y sectoriales que permitan alcanzar las metas en materia de eficiencia energética, de manera que se contribuya a la seguridad energética y al cumplimiento de compromisos internacionales en temas ambientales; generando impactos positivos en la competitividad del país y en el incremento de la calidad de vida de los colombianos.

### 2.2. Objetivos específicos

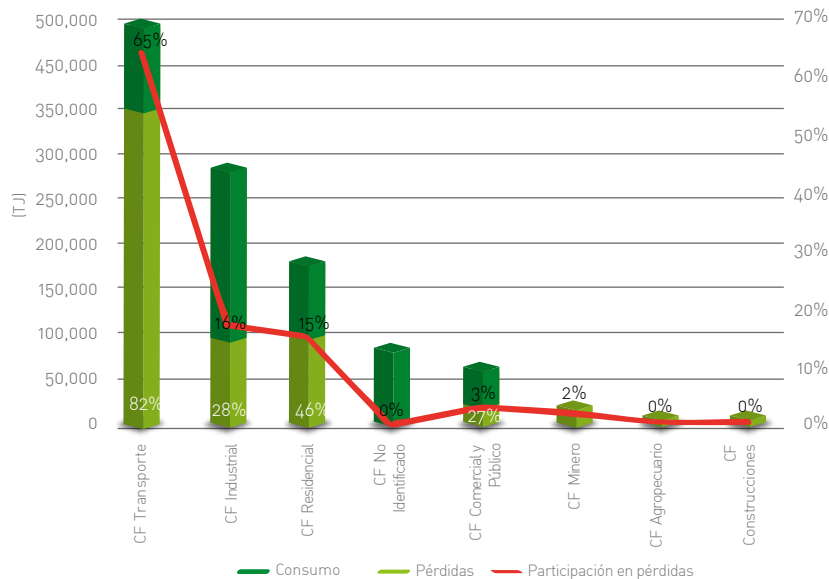
- Definir los potenciales y metas de eficiencia energética más costo efectivas, para cada uno de los usuarios finales de energía, por energético y por equipo de uso final.
- Construir las condiciones económicas, técnicas, regulatorias y de información, para impulsar un mercado de bienes y servicios energéticos eficientes en Colombia.
- Fortalecer las instituciones e impulsar la iniciativa empresarial de carácter privado, mixto o de capital social para el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte del PROURE.
- Facilitar la aplicación de las normas relacionadas con incentivos, incluyendo los tributarios, que permitan impulsar el desarrollo de subprogramas y proyectos que hacen parte del PROURE.
- Consolidar una cultura para el manejo sostenible y eficiente de los recursos naturales a lo largo de la cadena energética.
- Armonizar las metas del presente Plan de Acción Indicativo con los compromisos país establecidos para la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI); a través de los Planes de Acción Sectorial, PAS, o de otros instrumentos diseñados para tal fin.

### 2.3. Contexto energético nacional

#### **Balance Energético Colombiano - BECO**

Teniendo en cuenta que en 2015 la proporción de energía útil y pérdidas en la matriz energética nacional fue de 48% y 52% respectivamente, con unos costos estimados de energía desperdiciada cercanos a los 4.700 millones de dólares al año; es claro que el potencial teórico de Colombia para mejorar la eficiencia energética es significativo.

Gráfica 1. Consumo energético BECO 2015



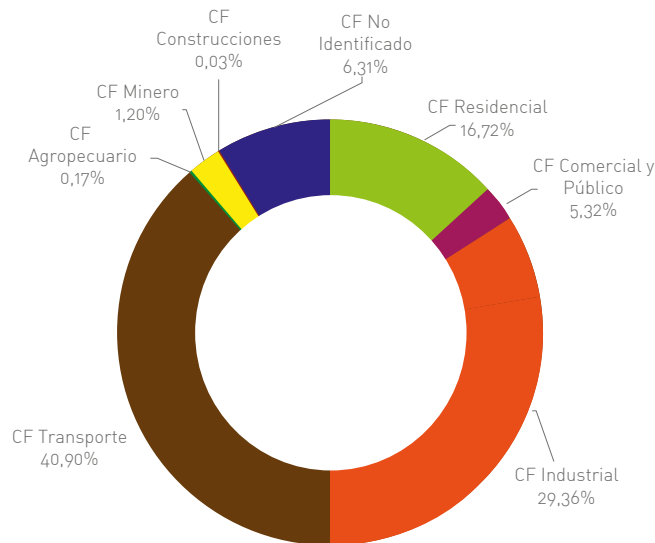
UPME, 2016.

Mejorar la eficiencia en el consumo energético es de suma importancia para el país, puesto que se espera que la demanda interna de energía eléctrica crezca sostenidamente durante los próximos años. Según las proyecciones de la UPME, se podría esperar un aumento cercano al 31% entre 2015 y 2028. Adicionalmente es una alternativa complementaria a la diversificación de la oferta, para mejorar la seguridad del suministro, manteniendo constante o incluso reduciendo el nivel de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de otras emisiones contaminantes.

El nuevo plan de acción del PROURE, considera profundizar la eficiencia energética en transporte, pues hoy el país pierde cerca de \$3.000 millones de dólares al año, por la ineficiencia de los equipos y tecnologías predominantes. La transición energética a nivel global está ofreciendo señales, a las cuales el país no puede ser ajeno.

De otro lado, la energía es un bien fundamental para el desarrollo de todas las actividades comerciales e industriales, así como para el bienestar de los hogares. Por lo tanto, el costo de los insumos energéticos puede tener un impacto significativo en la competitividad de aquellos renglones productivos que sean energo-intensivos. De acuerdo con la revisión del Balance Energético Colombiano – BECO, en el año 2015 el país consumió 1.219.827 Tj de energía final.

**Gráfica 2. Distribución de consumo de energía final. Colombia – 2015**



Fuente: UPME, 2016

Como muestra la Gráfica 2, este consumo se concentra en los sectores transporte (40,90%), industrial (29,36%) y residencial (16,72%). Por su parte, el sector terciario presenta un consumo cercano al 5%, el cual, a pesar de ser bajo, ofrece importantes oportunidades de mejoramiento de la eficiencia energética en segmentos como el comercial, entidades públicas y alumbrado público. Particularmente los proyectos que puedan ejecutarse en las entidades públicas revisten especial interés por cuanto este tipo de entidades constituyen referentes de orden local, regional y nacional y pueden jalonar la ejecución de proyectos en la materia no solo dando ejemplo sino apropiando la temática de manera tal, que se conviertan en promotores de la misma en el ámbito de su jurisdicción y sus funciones.

A continuación se presentan las características del consumo de energía final por sector, atendiendo a las particularidades de cada uno.

## 2.4. Características del consumo de energía por sector

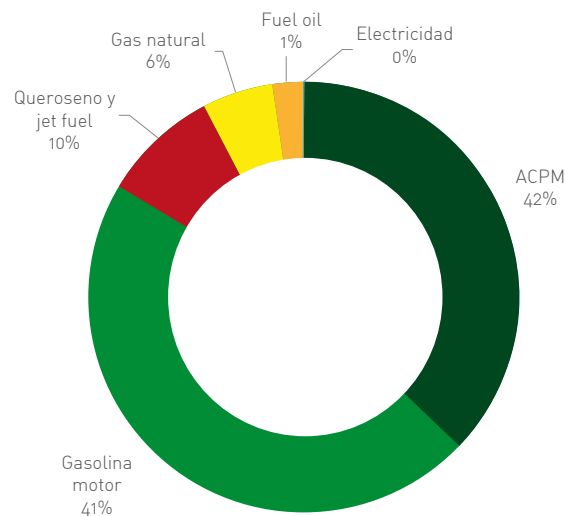
### 2.4.1. Transporte

La realidad geográfica y demográfica del país, ha configurado una exigencia fundamental al transporte, convirtiéndolo en el sector en donde se realiza el mayor consumo de energía y se encuentra la mayor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes así como la mayor erogación estatal en cuanto a recursos del presupuesto, ya que los combustibles utilizados en esta actividad mantienen subsidios implícitos.

El consumo de energía del sector transporte en Colombia, presenta particularidades que no facilitan su comparación con países similares en tamaño de economía, dado que la topografía nacional presenta accidentes geográficos muy variados, la densidad poblacional del país es baja en términos de la totalidad del territorio, pero sus ciudades principales tienen altas densidades<sup>1</sup>, son distantes entre sí y varias de ellas están alejadas de los puertos e incrustadas en valles interandinos. El corredor con mayor tráfico de carga de puerto a ciudad es Buenaventura-Bogotá, llevando 3,2 millones de toneladas al año por 516 kilómetros, y cruzando la cordillera alcanzando una cúspide a 3.265 m.s.n.m (el Alto de la Línea)<sup>2</sup>. No existe en el continente otra distancia tan larga y accidentada topográficamente hablando, desde la ciudad más poblada de un país hasta sus puertos principales.

En el año 2015, el consumo final del sector transporte fue 495.512 TJ (UPME, 2016), y su fuente principalmente combustibles fósiles. El ACPM y la gasolina motor, son los energéticos más importantes en el sector, con una participación de alrededor de 42% y 41% respectivamente; la electricidad cuenta con una participación de menos del 1%. El consumo de ACPM se da en su gran mayoría (88%) en vehículos de transporte público de pasajeros y en transporte de carga, mientras que el consumo de gasolina motor se da en vehículos privados de pasajeros (83%). La Gráfica 3 muestra la participación de cada energético en el consumo del sector.

**Gráfica 3. Distribución del consumo por energético en el sector transporte – 2015**



Fuente: UPME, 2015

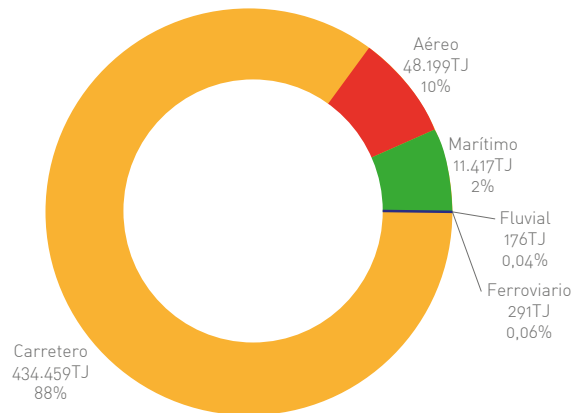
<sup>1</sup>En 2013, mientras que Berlín tenía 3.837 habitantes/ km<sup>2</sup>, Bogotá tenía 4.814 habitantes/ km<sup>2</sup>, Cali 4.293 habitantes/ km<sup>2</sup> y Medellín 2.128 habitantes/km<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Encuesta origen destino. MinTransporte, 2013.



Este sector se compone por cinco subsectores: aéreo, marítimo, fluvial, ferroviario y carretero, siendo este último el de mayor consumo energético dentro del sector. En la Gráfica 4 se muestra la participación en el consumo de energía de cada uno de estos modos.

**Gráfica 4. Distribución del consumo de energía por modo de transporte – 2015**

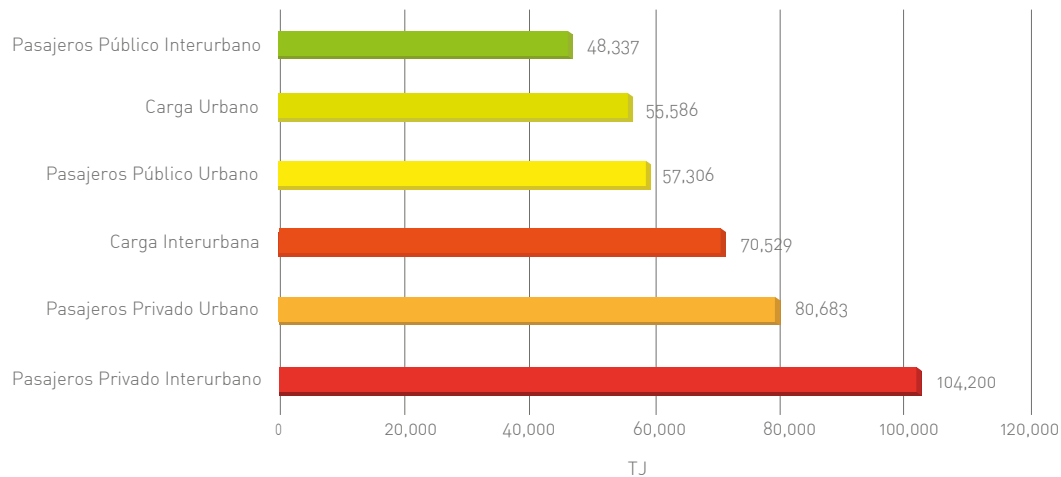


Fuente: UPME, 2016.

Según el estudio realizado por la UPME en 2014 sobre el Mercado de Combustibles Líquidos en Colombia, discriminando los usos dentro de transporte carretero por segmentos, el consumo de energía del transporte privado de pasajeros ha tomado mucha importancia, siendo incluso mayor en alrededor de 23000 TJ el consumo en transporte interurbano de pasajeros que el consumo en transporte interurbano de carga, como se ve en la Gráfica 5. Este comportamiento obedece a los altos consumos reportados por las motos a nivel interurbano y a la disminución del uso de vehículos de carga, esto último, a su vez producto de la devaluación del peso colombiano frente al dólar y a la disminución en la producción petrolera.

Cabe aclarar que en este caso el término "interurbano" se refiere al consumo que se hace fuera de los grandes centros urbanos del país (Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga y Villavicencio).

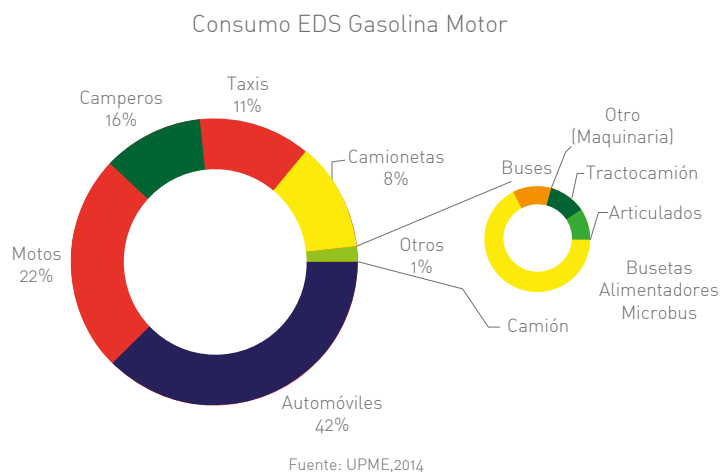
**Gráfica 5 - Consumo de energía en transporte carretero por segmento en 2015 - TJ**



Fuente: Elaboración propia - UPME.

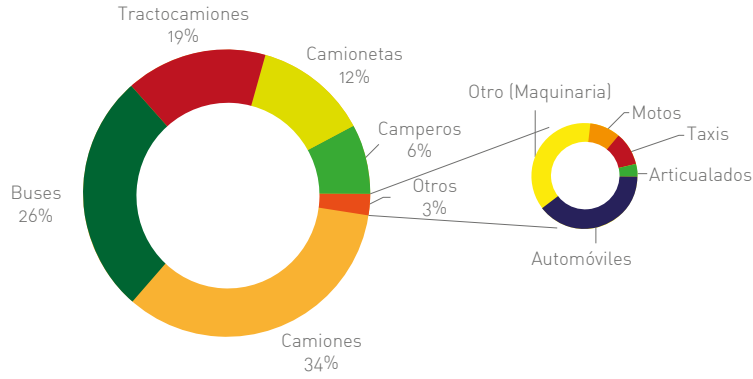
Por otro lado, la Gráfica 6 muestra la distribución de consumo de combustible por categoría vehicular. Esta distribución corresponde a los volúmenes despachados en estaciones de servicio públicas y privadas a nivel nacional.

**Gráfica 6. Distribución del consumo (en EDS) de combustibles por categoría vehicular a nivel nacional**

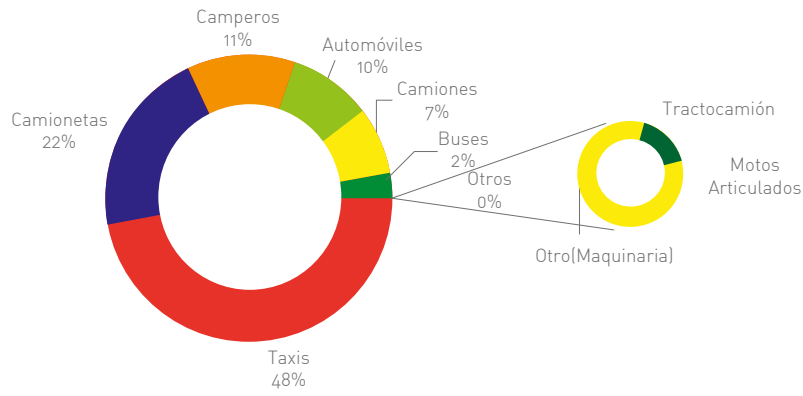




### Consumo EDS ACPM



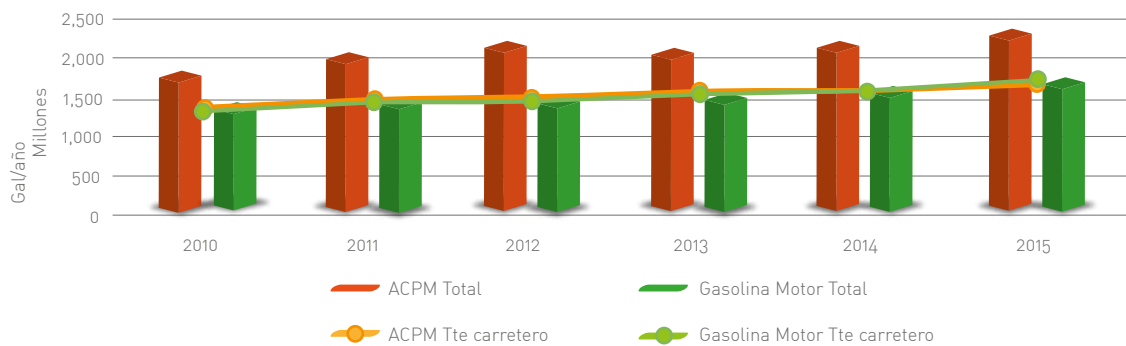
### Consumo EDS GNV



Fuente: UPME, 2014

La Gráfica 7 muestra los consumos de gasolina motor y ACPM en el país, desde el año 2010 hasta el año 2015, en la que se aprecia que el consumo de gasolina motor ha tenido un incremento progresivo en este periodo.

**Gráfica 7. Consumo histórico de combustibles líquidos para transporte carretero**



Fuente: UPME, 2016.

La caracterización de este subsector indica que en el 2012 en las áreas metropolitanas de Bogotá, Valle de Aburrá, Barranquilla y la ciudad de Cali se realizaron aproximadamente 25 millones de viajes al día. En transporte público se realizó el 52% de estos viajes, 23% en transporte particular y el restante en transporte no motorizado.

En cuanto a los vehículos, la Tabla 1 muestra el número de éstos por clase con corte a junio de 2014. Se presenta el total de los registros, los vehículos activos y los vehículos activos que cuentan con SOAT y certificado de revisión técnico – mecánica y de emisiones contaminantes (RTM y EC), los cuales pueden considerarse como los vehículos que actualmente circulan por el país<sup>3</sup>. Como se observa en la tabla, las motos son la categoría vehicular con mayor participación dentro de la flota vehicular, superando a los automóviles.

<sup>3</sup>Se aclara que existen vehículos activos que no cumplen estos requisitos y a la fecha se carece de un estimativo de su cantidad.

**Tabla 1. Número de vehículos y distribución porcentual por categoría registros activos a junio de 2014.**

	Vehículos registrados		Vehículos activos		Vehículos activos SOAT RTM y EC, y SOAT	
	#	Participación	#	Participación	#	Participación
Automóviles	2.683.444	25%	2.568.398	25%	1.840.486	31%
Taxis	354.881	3,2%	226.770	2,2%	184.034	3,1%
Camperos	632.403	5,8%	595.695	5,7%	385.100	6,5%
Camionetas	888.840	8,1%	849.404	8,1%	621.025	10,5%
Motos	5.781.465	53%	5.707.573	54%	2.505.120	42,5%
Buses	90.818	0,8%	68.575	0,7%	41.616	0,7%
Busetas	47.103	0,4%	36.424	0,3%	23.266	0,4%
Microbuses	88.934	0,8%	79.412	0,8%	59.747	1,0%
Camiones	312.463	2,9%	287.094	2,7%	191.026	3,2%
Tractocamión	65.434	0,6%	57.533	0,5%	48.291	0,8%
Total (sin otros)	10.945.785	100%	10.476.878	100%	5.899.711	100%
<b>Otros<sup>4</sup></b>	<b>97.045</b>		<b>95.657</b>		<b>4.105</b>	
<b>Total</b>	<b>11.042.830</b>		<b>10.572.535</b>		<b>5.903.816</b>	

Fuente: RUNT, 2014. Elaboración propia.

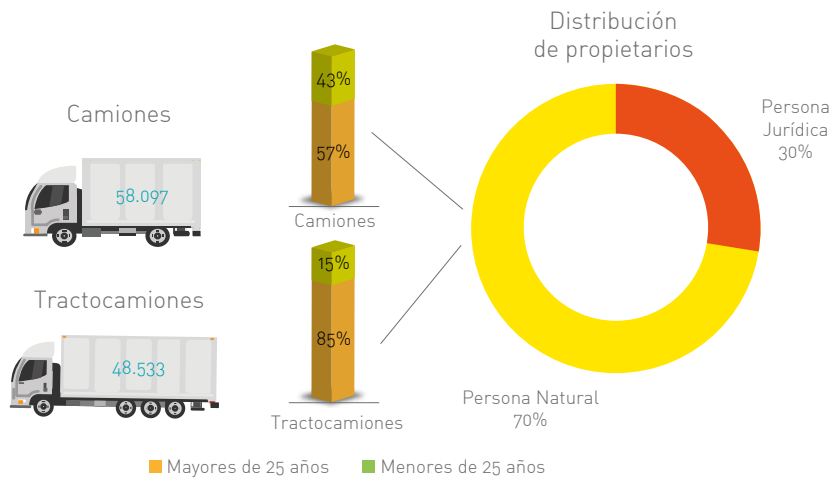
Bogotá concentra el 49% de los vehículos particulares del país y el 28% del total de buses, con un recorrido de aproximadamente 70.000 kilómetros al año, para esta última categoría (Plan Decenal de Descontaminación de Bogotá, 2010).

Luego que Bogotá inició el proyecto Transmilenio en el año 2000, en ciudades como Cali, Medellín, Bucaramanga, Cartagena y Barranquilla también se han adoptado sistemas integrados de transporte masivo. Igualmente, existe un programa nacional para implementar Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP) en ciudades de 250.000 a 600.000 habitantes, dentro de las cuales se encuentran Montería, Sincelejo, Popayán y Pasto.

<sup>4</sup> La categoría "Otros" está conformada por las siguientes clases del RUNT: bicicleta, camión carga extensa, grúa, maquinaria agrícola, maquinaria industrial, montacargas, motoniveladora, remolque, semirremolque, tracción animal, tractor, vibrocompactadora y sin clase.

Con respecto al transporte de carga, según el documento CONPES 3759, más del 85% corresponde a vehículos de más de 10,5 toneladas, y de estos vehículos el 41% tiene más de 20 años. Según el estudio realizado por E&Y para el MME en 2015, específicamente el 43% de los camiones tienen más de 25 años, mientras que solo el 15% de los tractocamiones alcanzan esa edad. Además, el 70% de los propietarios de los vehículos de carga corresponden a personas naturales con baja capacidad de realizar análisis financieros, de endeudamiento y con pobres economías de escala para lograr crecimientos eficientes de la flota. La Gráfica 8 ilustra esta situación.

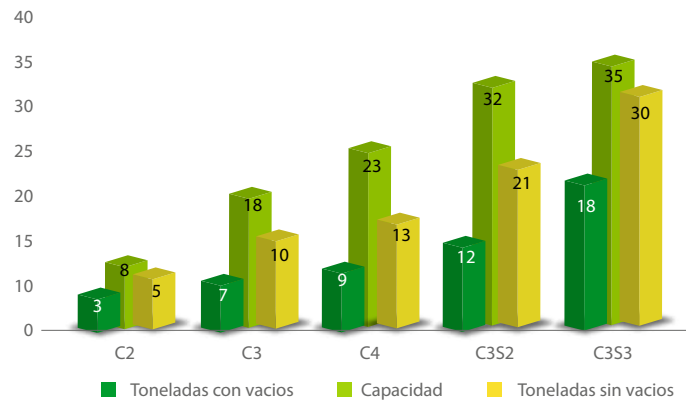
**Gráfica 8. Características del segmento de transporte de carga**



Fuente: MME, 2015 (Consultoría E&Y)

Otra de las características de este segmento es que se realiza un alto número de viajes vacíos (sin carga) debido principalmente a la sobreoferta de vehículos, algo que tiene impacto directo sobre la eficiencia energética y que genera un costo significativo expresado en externalidades (emisiones de gases efecto invernadero y otros contaminantes, congestión, informalidad, deterioro de las carreteras, entre otros). La Gráfica 9 muestra la capacidad de los camiones en toneladas, el número de toneladas promedio transportadas, incluyendo los viajes que realizan vacíos, y el número de toneladas promedio transportadas, sin incluir viajes vacíos.

Gráfica 9. Capacidad y toneladas transportadas por camiones y tractocamiones



Fuente: MME, 2015 (Consultoría E&Y)

En la gráfica se observa que los tractocamiones (con capacidad entre 32 y 35 toneladas) son los que mejor uso hacen del espacio, transportando mayor cantidad de toneladas por viaje, mientras que los camiones (C2, C3 y C4) tienen un menor promedio de uso de su capacidad de carga.

Algunos de los problemas mencionados en este subsector, han pretendido solucionarse con programas de desintegración vehicular que intentan incentivar a los dueños de camiones y tractocamiones viejos, para que realicen la desintegración física de estos vehículos. Sin embargo, los incentivos establecidos no están dirigidos a la solución del problema de sobreoferta, ya que solo se enfocan en la modernización del parque automotor sin importar el tipo de vehículo a desintegrarse, ni si se repone el vehículo por uno nuevo o simplemente se cancela la matrícula.

Por otro lado, los incentivos tributarios de exclusión de IVA y deducción de renta líquida para las tecnologías limpias, reglamentados mediante la Resolución 186 de 2012 (MADS/MME), también buscan impulsar el recambio tecnológico en sistemas de transporte público de pasajeros y carga.

Este esquema, ha facilitado la ejecución de importantes proyectos en ciudades como Bogotá, Medellín, Cartagena y Palmira, que representan beneficios cercanos a los \$90.000 millones por concepto de IVA para los agentes involucrados en la modernización de estos sistemas, y de recursos adicionales por concepto de renta líquida.

Como otros beneficios de la ejecución de estos proyectos, se cuentan mejoras en la movilidad, incremento de la calidad de los servicios prestados, y disminución de impactos negativos en la salud de las personas.

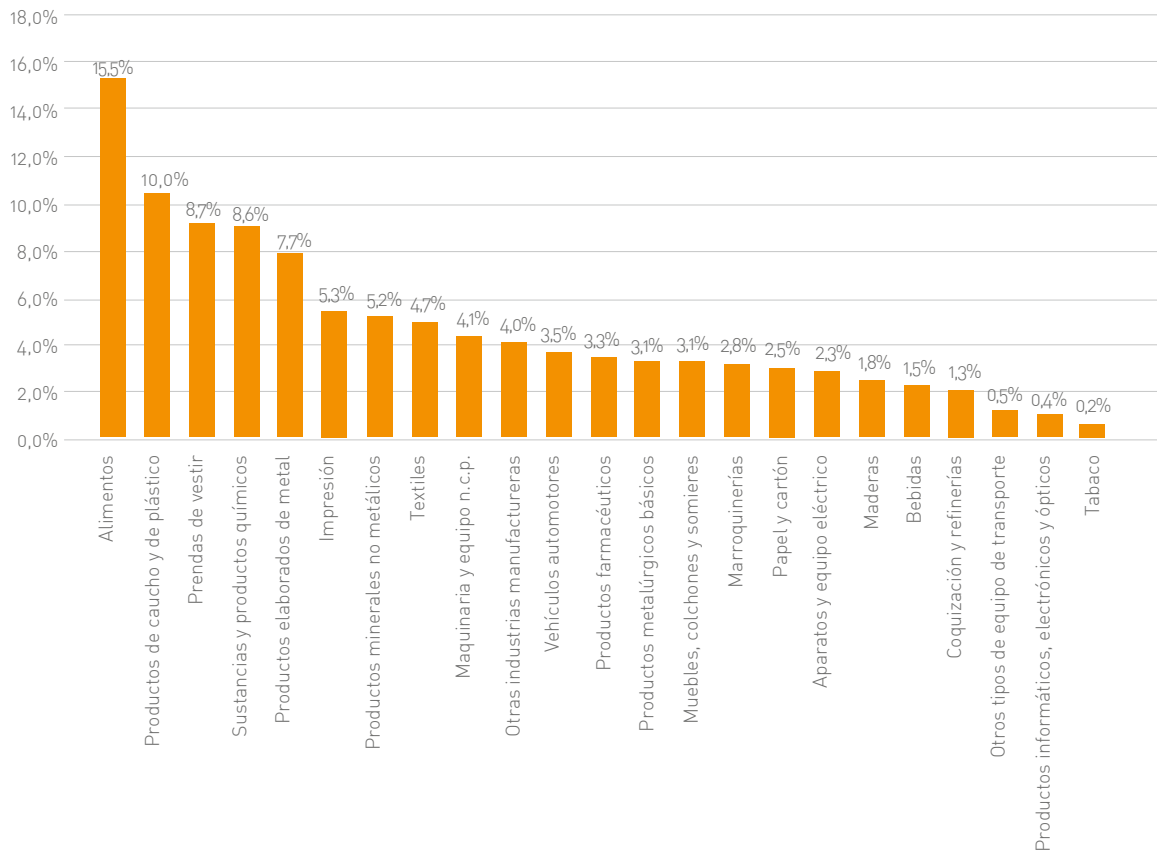
La aplicación de estos incentivos, además de responder directamente a uno de los objetivos específicos del Plan de Acción 2010 – 2015 para desarrollar el PROURE, también ha permitido conocer en detalle los proyectos nuevos que se realizan en el segmento, destacando la cuantificación de los consumos de energía y de la reducción de emisiones.

Todo lo anterior demuestra la bondad del instrumento, que resulta fundamental para lograr la transformación del sector propuesta por los sectores energético y ambiental, y que será clave para el cumplimiento de las metas de país frente a los compromisos de la COP21.

## 2.4.2. Industrial

El sector industrial manufacturero del país, códigos 10 a 31 según clasificación CIU, está compuesto por cerca de 4.100 empresas, de acuerdo con el informe de 2014 del Sistema de Información y Reporte Empresarial de la Superintendencia de Sociedades sobre empresas que pertenecen al sector real de la economía. La Gráfica 10 muestra la participación en población de industrias colombianas por actividad.

**Gráfica 10. Participación en población de industrias colombianas por actividad**

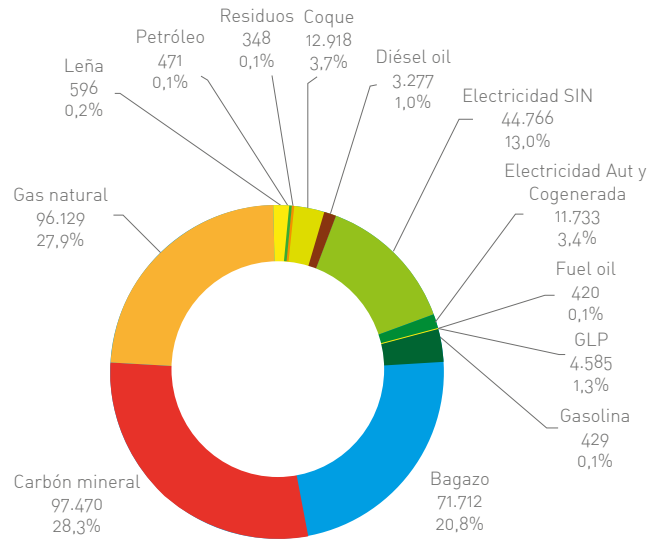


Fuente: Supersociedades, 2014.

De acuerdo con el Balance Energético Colombiano - BECO, el sector industrial colombiano consume casi el 30% de la energía final del país, siendo el segundo sector más consumidor después del de transporte, que consume aproximadamente un 40%. Dentro del consumo industrial, resalta la importancia que tienen los usos térmicos y asociados a ellos, energéticos como el carbón mineral, gas natural y bagazo, que representan el 83% del total de la energía consumida por la industria. El restante 17%, representa usos eléctricos, tanto con energía comprada (de la red) como con energía generada a través de sistemas de auto y cogeneración. Estos consumos de energía se presentan en la Gráfica 11.



**Gráfica 11. Participación de consumo de energía en sector industrial por energético – 2014**

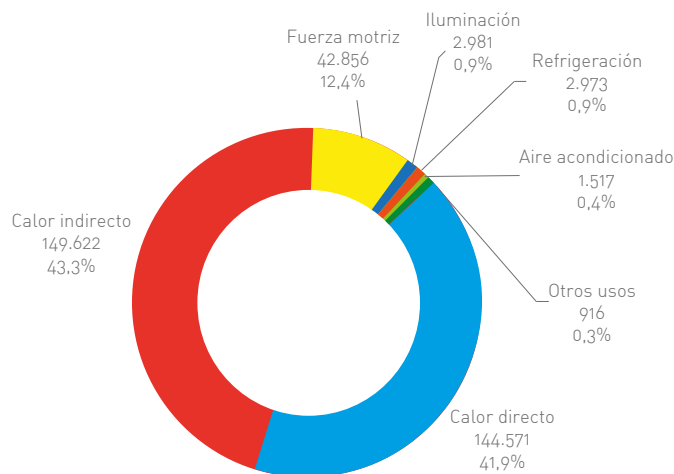


Fuente: UPME, 2015

En los años de 2013 y 2014, la UPME contrató servicios especializados de consultoría con el objeto de "Priorizar programas de eficiencia energética en la industria". La primera parte abarcó las industrias clasificadas dentro de los códigos CIU 10 a 18, y fue desarrollado por la Red de Investigación en Innovación en Combustión de Uso Industrial –INCOMBUSTION-, mientras que el restante de la industria, códigos CIU 19 a 31 fue desarrollado por Corporación EMA –CORPOEMA-.

La primera parte de estos estudios, hace una caracterización de los usos de los principales energéticos consumidos por la industria. La Gráfica 12 muestra un resumen de los principales resultados.

**Gráfica 12. Participación de usos de la energía en sector industrial – 2014**

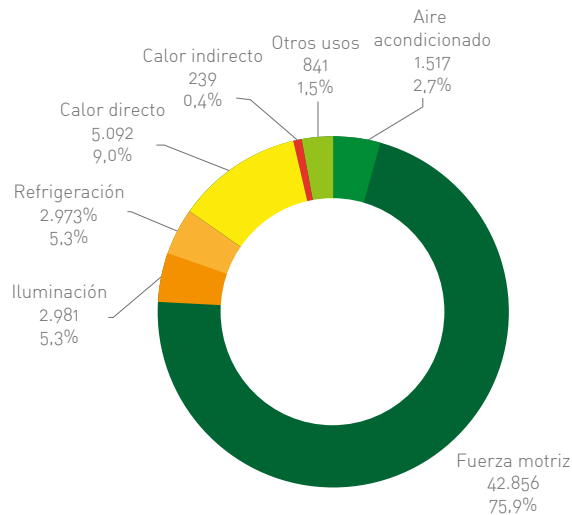


Fuente: UPME, 2015

Versión para discusión

Como ya se mencionó, la energía eléctrica alcanza el 17% de la energía final usada en la industria. La fuerza motriz constituye el principal uso de esta energía con un 76% de participación en el agregado total para todos los subsectores. Esto también incluye procesos de bombeo de agua, compresión de aire y otras aplicaciones indirectas de motorización eléctrica. También se encontró un amplio uso de la energía eléctrica para calor directo, concentrado principalmente en los sectores de metales básicos, plásticos y químicos. La Gráfica 13 muestra la participación de los usos de la electricidad en el sector.

**Gráfica 13. Participación de los usos de la energía eléctrica en la industria**

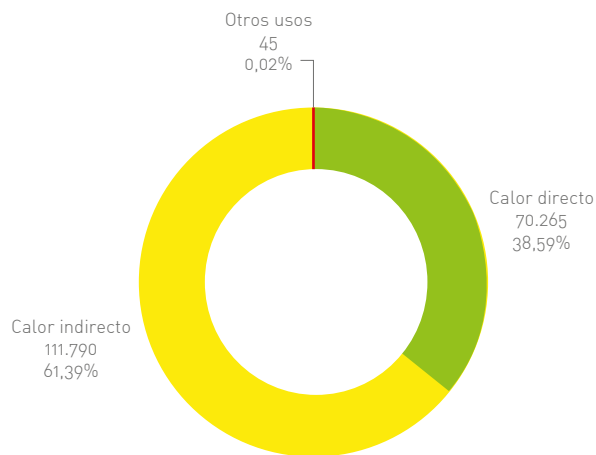


Fuente: UPME, 2015

Como combustibles sólidos, se destacan el carbón mineral, bagazo y coque. Estos representan más del 45% del consumo energético del sector industrial colombiano. Tal agregación, se realiza teniendo en cuenta que los consumos de bagazo y coque se encuentran directamente relacionados con los consumos de carbón mineral. Los usos pueden clasificarse básicamente en dos: calor indirecto con un 61% y calor directo con un 39%.

En cuanto al calor indirecto producido con combustibles sólidos, se encuentran principalmente calderas acuotubulares de gran tamaño, entre 2.400 y 3.000 BHP, asociadas en muchos casos a procesos de cogeneración. No es habitual encontrar calderas de pequeña capacidad que consuman combustibles sólidos. Por otra parte, el uso de combustibles sólidos para calor directo está asociado a procesos energo-intensivos como tratamiento de minerales no metálicos, en donde están incluidos los sectores cementero, químico y metales básicos.

**Gráfica 14. Participación de los usos de los combustibles sólidos en la industria**

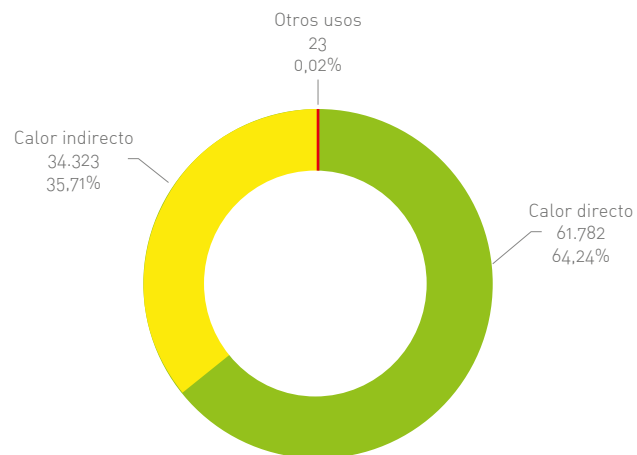


Fuente: UPME, 2015

Contrario a lo que ocurre con los combustibles sólidos, el gas natural se usa ampliamente para producir calor indirecto en la industria nacional, empleando para ello, calderas pirotubulares de tamaños no superiores a los 900 BHP. Los principales sectores de consumo para este uso son el de alimentos y el de papel y cartón.

El uso como calor directo del gas natural, también se encuentra asociado a sectores energo-intensivos, como el cementero, en minerales no metálicos, metales básicos y químicos.

**Gráfica 15. Participación de los usos del gas natural en la industria**

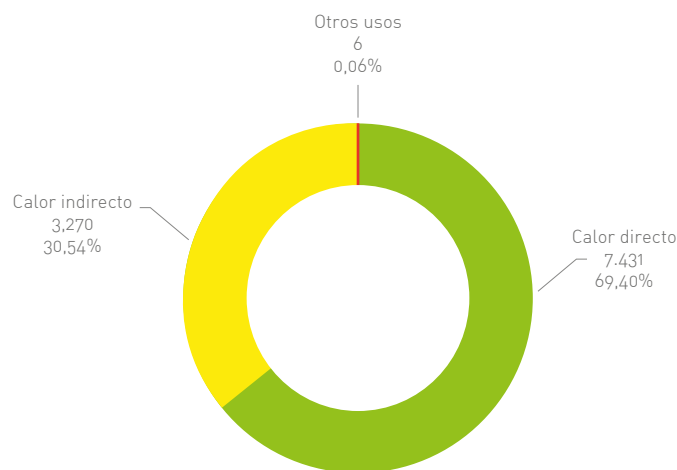


Fuente: UPME, 2015

Conforme a las cifras preliminares del BECO, otros energéticos térmicos, como los combustibles refinados de origen fósil, el crudo y los residuos sólidos, representan casi un 10% del total de energéticos usados en la industria.

Las caracterizaciones indican que algunos combustibles líquidos son usados de forma no intensiva como respaldo de otros energéticos en aplicaciones de calor directo e indirecto. Adicionalmente, la Encuesta Anual Manufacturera –EAM- indica que las empresas adquieren combustibles líquidos para sus flotas privadas de transporte y otras aplicaciones.

**Gráfica 16. Participación de los usos de los otros energéticos en la industria**

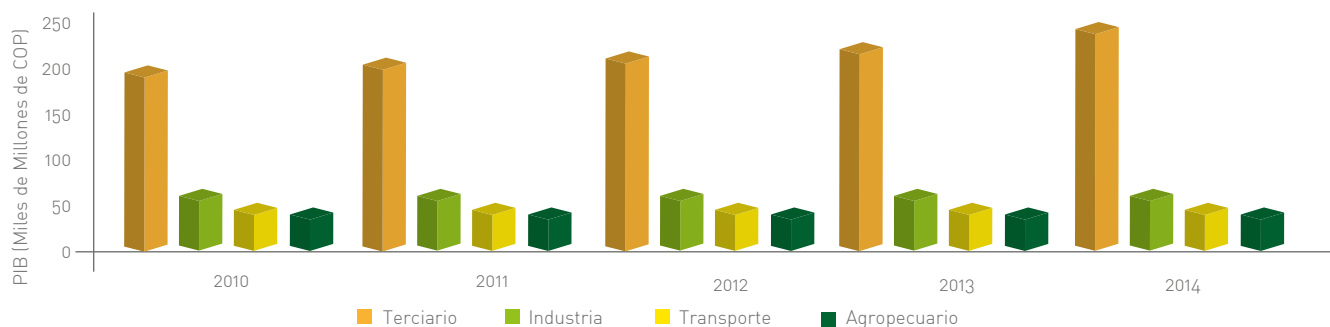


Fuente: UPME, 2015

### 2.4.3. Comercial, público y de servicios

La economía colombiana, al igual que otras del mundo, ha mostrado durante las últimas décadas una mayor participación del sector terciario, de manera que en la actualidad, constituye cerca del 60% del PIB nacional, como se muestra en la Gráfica 17.

**Gráfica 17. PIB por sector - Colombia**



Fuente: MME, 2015 (Estudio E&Y)

Por otra parte, este sector solo consume cerca del 7% de la energía final del país de acuerdo con el BECO 2014, lo que muestra la baja intensidad energética de los servicios generados. Esta baja intensidad energética no implica necesariamente que la energía se use de manera eficiente. Simplemente refleja que el crecimiento económico del país se está dando en un sector que consume poca energía.

No obstante, los estudios de caracterización realizados por parte de la UPME, permiten identificar importantes medidas de eficiencia energética, las cuales bien vale la pena impulsar teniendo en cuenta la participación del sector en la matriz productiva. A lo anterior, se suma que de este sector hacen parte las entidades oficiales, los establecimientos hoteleros y educativos, todos los cuales, resultan estratégicos para demostrar los beneficios de la eficiencia energética y con ello buscar efectos de replicación.

A este sector pertenecen los subsectores correspondientes a los códigos CIU del 50 al 93, los cuales se muestran en la Tabla 2:

**Tabla 2. Código CIU incluidos en el sector terciario**

Gupo	CIU	Subsector
G	50	Comercio, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas; sus partes, piezas y accesorios; comercio al por menor de combustibles y lubricantes para vehículos automotores.
	51	Comercio al por mayor y en comisión o por contrato, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; mantenimiento y reparación de maquinaria y equipos.
	52	Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos automotores y motocicletas; reparación de efectos personales y enseres domésticos.
H	55	Hoteles, restaurantes, bares y similares.
I	63	Actividades complementarias y auxiliares al transporte; actividades de agencias de viajes.
	64	Correo y telecomunicaciones.
J	65	Intermediación financiera, excepto los seguros y los fondos de pensiones y cesantías.
	66	Financiación de planes de seguros y pensiones, excepto la seguridad social de afiliación obligatoria.
	67	Actividades auxiliares de la intermediación financiera.
K	70	Actividades inmobiliarias.
	71	Alquiler de maquinaria y equipo sin operarios y de efectos personales y enseres domésticos.
	72	Informática y actividades conexas.
	73	Investigación y desarrollo.
L	75	Administración pública y defensa; seguridad social de afiliación obligatoria.
M	80	Educación.
N	85	Servicios sociales y de salud.
O	91	Actividades de asociaciones.
	92	Actividades de esparcimiento y actividades culturales y deportivas.
	93	Otras actividades de servicios.

De acuerdo con el estudio de caracterización realizado por la UPME en el año 2013, los principales energéticos empleados en este sector son electricidad (9.146 GWh/año), gas natural (414 millones de m<sup>3</sup>/año) y GLP (52 millones de kg/año)<sup>5</sup>. La distribución del consumo de estos energéticos se muestra en la Gráfica 18:

**Gráfica 18. Consumo de energía eléctrica, gas natural y GLP en el sector terciario**

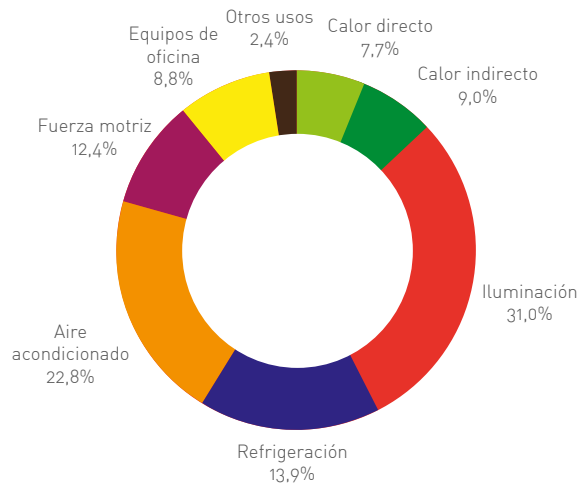


Fuente: UPME 2013

Los principales usos de la electricidad son: iluminación (31%), aire acondicionado (22,8%) y refrigeración (13,9%). Estos consumos se muestran en la Gráfica 19.

<sup>5</sup>También se identificó el uso de diésel, empleado principalmente para plantas de emergencia.

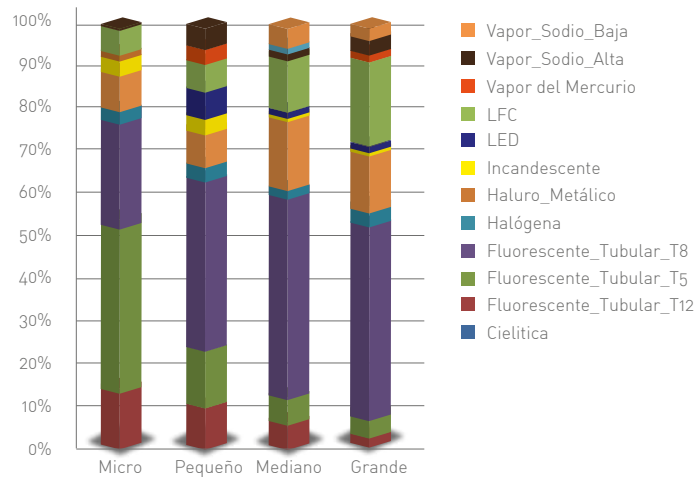
Gráfica 19. Usos de la electricidad en el sector terciario 2013



Fuente: UPME 2013

La caracterización indica que existe una tendencia a la modernización de los sistemas de iluminación empleando T5 y LED, aunque persisten tecnologías como T12 y T8, como muestra la Gráfica 20.

Gráfica 20. Consumo en iluminación por tamaño de establecimiento y tecnología

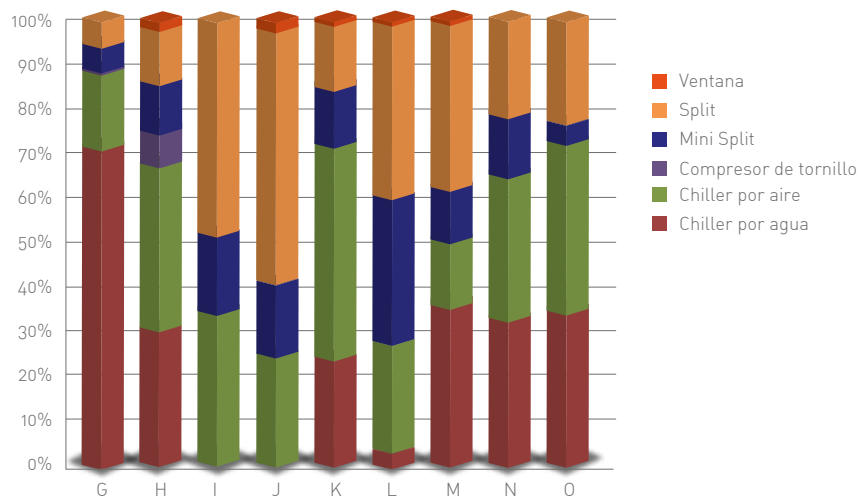


Fuente: UPME 2013

Versión para discusión

En cuanto a los sistemas de aire acondicionado, en la Gráfica 21 se observa que las mayores participaciones las tienen los chillers refrigerados por agua y por aire, y los sistemas split y mini split.

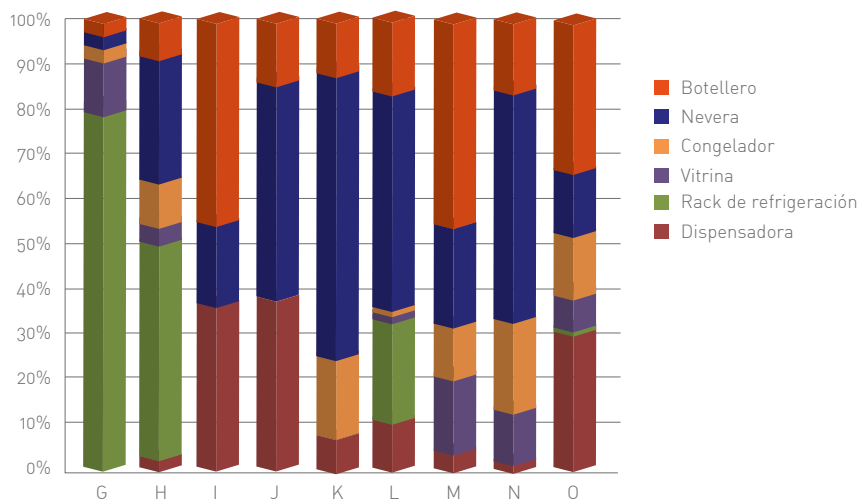
**Gráfica 21. Consumo en aire acondicionado por Grupo CIU y tecnología**



Fuente: UPME 2013

Por su parte, los sistemas de refrigeración más empleados en el sector son neveras y botelleros, lo que explica su gran participación en el consumo como se ve en la Gráfica 22.

**Gráfica 22. Consumo en refrigeración por Grupo CIU y tecnología**



Fuente: UPME 2013



Los usos del gas natural en el sector, se asocian a aplicaciones de calor directo e indirecto como cocción de alimentos, agua caliente sanitaria y climatización de piscinas, en el primer caso; y de zonas de lavandería en hoteles, hospitales y clubes; esterilización en hospitales y SPA, baños turcos, saunas y similares en hoteles y clubes.

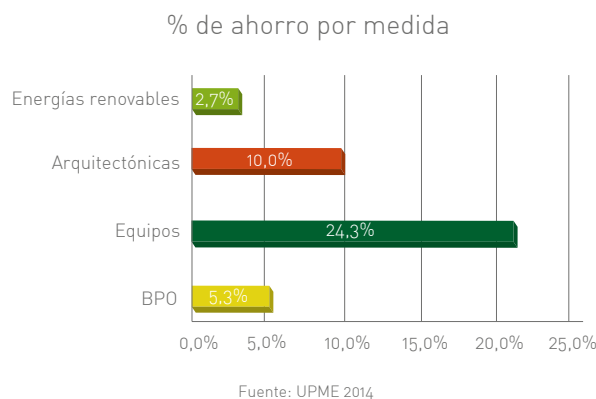
Adicionalmente, la caracterización da cuenta de las opciones de mejoramiento por cambio tecnológico (considerando los equipos puestos en el mercado y sus costos) y la implementación de buenas prácticas.

Otro de los temas abordados durante el 2009 y 2013, fué el de eficiencia energética en edificaciones. Durante este período, la UPME ejecutó el proyecto GEF/PNUD/COL 70476 por el cual recibió del GEF recursos frescos por USD 975.000. En el marco de este proyecto, se destacó la realización de 27 auditorías energéticas en edificaciones de entidades públicas como ministerios, gobernaciones, alcaldías y corporaciones regionales ambientales.

Estas auditorías permitieron caracterizar los consumos energéticos en este importante segmento, identificando potenciales de eficiencia energética en las entidades objeto de la auditoría, potencializando su rol como aliadas y gestoras para promover la temática en las regiones.

Los resultados de estas intervenciones, corroboran que en entidades de naturaleza pública existen grandes oportunidades para mejorar los consumos de energía. La Gráfica 23 muestra los potenciales de reducción de consumo de energía en las 27 entidades estudiadas, asumiendo que se ejecuten la totalidad de las medidas identificadas.

**Gráfica 23. Potencial de eficiencia energética en 27 edificaciones públicas auditadas**



En materia de edificaciones sostenibles, el Ministerio de Vivienda bajo la Resolución 549 de 2015, expidió la guía de ahorro de agua y energía, la cual contiene exigencias en materia de reducción de consumos de estos dos servicios, discriminando el tipo de edificaciones (centros comerciales, oficinas, hoteles, instituciones educativas y hospitales) y el clima (frío, templado, cálido seco y cálido húmedo). La Resolución establece los porcentajes mínimos de ahorro con que deben cumplir las edificaciones nuevas de estos tipos a partir del segundo año de entrada en vigencia de la misma, tomando como referencia una línea base determinada mediante estudios y análisis previos. Los porcentajes de ahorro indicados van desde 10% hasta 45%.

Para alcanzar los porcentajes de ahorro, la guía sugiere la implementación de medidas activas (sistemas mecánicos o eléctricos para garantizar condiciones de confort) o pasivas (que consideran el clima, paisaje, localización, orientación, selección de materiales, diseño interior y aprovechamiento de iluminación y ventilación naturales).

Vale la pena mencionar que análisis realizados por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible indican que los sobrecostos asociados a la construcción de edificaciones sostenibles en el país son menores al 5% con periodos de recuperación de la inversión entre 3 y 5 años<sup>6</sup> lo cual constituye un hecho fundamental para impulsar esta estrategia.

De acuerdo con esa organización, a la fecha, Colombia cuenta con más de 4 millones de m<sup>2</sup> de edificaciones que han recibido la certificación LEED<sup>7</sup> y que están ubicadas en 20 ciudades.

Otro aspecto que merece destacarse, es la implementación del proyecto “Distritos Térmicos en Colombia”, en el marco de un acuerdo de cooperación internacional entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, la Agencia de Cooperación Económica de Suiza – SECO, la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia – APC y las Empresas Públicas de Medellín - EPM.

El proyecto tiene como objeto la implementación de Distritos Térmicos, DT, para mejorar la eficiencia energética de los edificios y sustituir sistemas de enfriamiento que funcionen con sustancias agotadoras de ozono y sustancias de alto impacto ambiental. El proyecto tiene dos componentes; el primero es la implementación de un piloto de distrito térmico en la ciudad de Medellín, para atender los sistemas de aire acondicionado de las entidades públicas ubicadas en el sector de la Alpujarra (la Gobernación y la Asamblea de Antioquia, la Alcaldía y el Concejo de Medellín, la DIAN y la nueva sede de Tigo- UNE) con una reducción estimada de consumo de energía superior al 25% con respecto a la situación previa al proyecto, potencial cercano a lo que indican los referentes internacionales.

El segundo componente, es la promoción de nuevos distritos térmicos en cinco ciudades del país: Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena, donde se están identificando y caracterizando zonas potenciales para la conceptualización de un distrito térmico por ciudad.

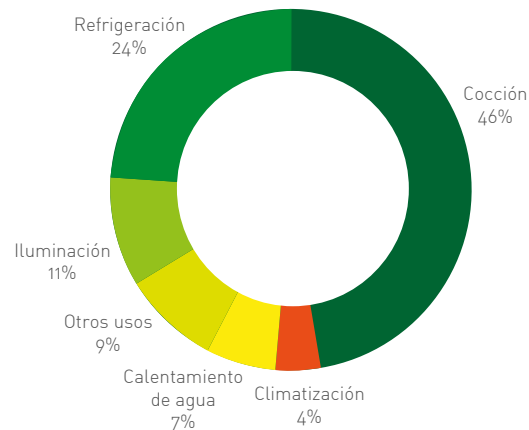
#### 2.4.4. Residencial

En este sector, los principales consumos de energía se dan por refrigeración, iluminación y cocción. En las áreas urbanas los energéticos más empleados son electricidad y gas natural, con participaciones del 55% y 35% respectivamente (también existe una pequeña participación del GLP), mientras que en zonas rurales, la leña sigue siendo un energético con muy alta demanda (77%) seguida del GLP (14%) y la electricidad. La Gráfica 24 muestra la distribución del consumo de energía en el sector residencial urbano.

<sup>6</sup>CCCS, 2014.

<sup>7</sup>Leadership in Energy & Environmental Design, esquema de certificación de origen estadounidense.

**Gráfica 24. Consumo de energía en el sector residencial urbano - Colombia**



Fuente: MME, 2015 (Estudio E&Y)

De acuerdo con los estudios realizados por la UPME y con la consultoría contratada con E&Y por el Ministerio de Minas y Energía -MME-, existe una preponderancia de equipos ineficientes en los estratos 1, 2 y 3 los cuales representan más del 85% de la población. La tenencia de equipos ineficientes puede explicarse, de un lado, por los ingresos limitados de estos estratos y, por otro, por la asignación de subsidios de hasta el 60% en los consumos de subsistencia.

Vale la pena mencionar que los estudios de caracterización realizados por la UPME y resultados del módulo de energía incluido en la Encuesta de Calidad de Vida, ECV 2015, con apoyo de esta misma Unidad, evidencian que durante los últimos años se ha llevado a cabo una renovación de equipos. Lo anterior, posiblemente debido entre otros aspectos, a las facilidades que han ofrecido diversas organizaciones como las empresas de servicios públicos y los almacenes de grandes superficies bajo esquemas de crédito. No obstante, la renovación no implica necesariamente la compra de equipos de alto desempeño energético.

La determinación de los consumos tiene en cuenta varios aspectos. De un lado, la ECV 2015 revela que el 82% de los hogares posee equipo de refrigeración. Por su parte, los estudios y análisis realizados por la UPME indican que el consumo asociado a este uso en el sector, es cercano a los 9.000 GWh/año y que en su mayoría corresponde a equipos de muy bajo desempeño, pues aquellos que funcionan adecuadamente (realizando el ciclo de refrigeración) presentan consumos entre 50 y 60 kWh/mes, frente a consumos de equipos disponibles en el mercado que pueden consumir entre 30 y 35 kWh/mes.

A lo anterior, se suma que muchos refrigeradores presentan consumos exagerados que pueden llegar hasta los 200 kWh/mes, debido a fallas de operación, mantenimiento y ubicación, entre otras causas.

Para el caso de la Iluminación, los resultados de la ECV 2015 muestran que aún existe un 23% de participación de bombillas incandescentes (de filamento y halógenas) que representan el 56% del consumo de iluminación en el sector residencial. No obstante, dado que el MME en el marco de la aplicación del RETILAP emitió disposiciones legales para prohibir la comercialización de estas fuentes, se estima que las que aún están instaladas, lleguen al final de su vida útil a más tardar en 2018.

De otra parte, la misma encuesta revela que las bombillas fluorescentes compactas – LFC, tienen una participación del 64% en la tenencia de luminarias en el sector, seguidas de las LED con 10% y fluorescentes tubulares con el 2% restante.

En lo que respecta a edificaciones eficientes para vivienda, es necesario mencionar que en el periodo 2010 – 2015, entidades como la UPME, MADS, MVCT y DNP han abordado la temática desde diferentes perspectivas. Dentro de los documentos generados en el marco de estas iniciativas se destacan la propuesta de Reglamento Técnico de Eficiencia Energética para VIS, entregada a los Ministerios de Minas y Energía, y al entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; el PAS Vivienda, elaborado en el marco de la ECDBC; la Guía Técnica para ahorro de agua y energía adoptada mediante resolución 549 de 2015 del MVCT, y la propuesta de documento CONPES de edificaciones sostenibles<sup>8</sup>.

Otra de las acciones analizadas por la UPME recientemente, es el consumo en stand by (conocido también como “fantasma”), que es el consumo de energía que se presenta cuando los electrodomésticos se apagan, pero quedan alerta en espera de volver a ser encendidos, en algunos casos por medio de un control remoto.

Revisión de referentes internacionales e información de mercado, revela que los principales equipos domésticos pueden tener potencias en stand by de hasta 23 W, dependiendo del equipo, como se muestra en la Tabla 3, y pueden llegar a representar hasta el 10% del consumo de energía eléctrica de un hogar.

Para reducirlo, se recomienda desconectar los aparatos o colocarlos en una toma que permita suspender de manera efectiva la electricidad.

**Tabla 3. Potencias en stand by de los principales equipos domésticos**

Ítem	Equipo	Potencia en <i>stand by</i> (W)
1	TV CRT	Hasta 23
2	TV LCD	Hasta 4
3	Horno microondas	12
4	Decodificador de TV	12 – 22
5	Módem	10

Por su parte, el sector residencial rural, presenta retos importantes en materia de eficiencia energética. Es generalizado el uso de estufas tradicionales o fogones abiertos que usan leña y que presentan eficiencias de alrededor del 10%. Referentes como el PND, la ECDBC y el Plan de Acción del PROURE, han motivado que el MADS lidere un trabajo en la materia producto, del cual se cuenta con el documento titulado “Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña” publicado en 2015.

La propuesta incluye, entre otros aspectos, un contexto nacional del uso de la leña y sus impactos en la salud y el ambiente; un recuento de las iniciativas a nivel mundial en la materia<sup>9</sup>; referencias a prototipos, sus costos, financiación e impactos positivos en el ambiente y una guía para la implementación de las estufas mejoradas.

<sup>8</sup>Actualmente en elaboración.

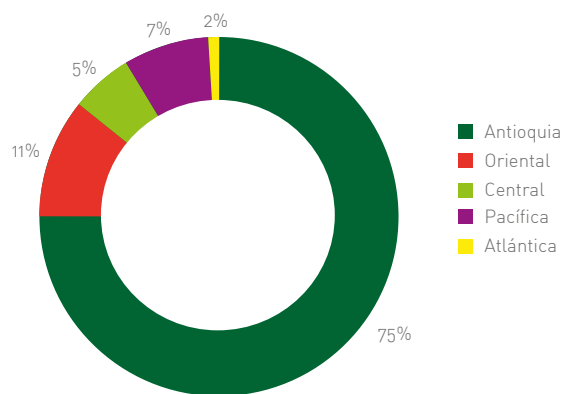
<sup>9</sup>Global Alliance for Clean Cookstoves (GACC), Africa Clean Cooking Energy Solutions (ACCES), Energising Development (EnDev).

El documento menciona que según el DANE (ECV 2013), en Colombia hay 1,6 millones de familias que usan leña diariamente para cocción (1,4 millones rurales y 200.000 urbanas) las cuales se enfrentan a altos niveles de contaminación por esta situación (dioxinas, furanos, material particulado, CO, etc.) siendo las mujeres y los niños los más afectados. Dentro de las enfermedades producidas por la inhalación habitual de humos de combustión de leña se encuentran Infección Respiratoria Aguda - IRA, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica – EPOC y cáncer de pulmón.

Los efectos en el ambiente incluyen generación de Gases de Efecto Invernadero, contaminación del aire interior de las viviendas y degradación de los bosques, entre otros. El mismo documento indica que según el reporte 2011 del Banco Mundial, una estufa eficiente puede reducir hasta el 66% de las emisiones de CO2 comparada con una estufa a fuego abierto, dependiendo de factores como el tipo de combustible empleado, la eficiencia del equipo y las prácticas implementadas.

Según la encuesta nacional de estufas realizada por el MADS en 2014, se han instalado aproximadamente 30.000 estufas eficientes en el país, correspondientes a 14 prototipos promovidos por autoridades ambientales, varias ONG y el sector privado. Como se muestra en la Gráfica 25, la mayor parte de estas estufas se encuentran en el departamento de Antioquia.

**Gráfica 25. Porcentaje de estufas eficientes instaladas por región**



Fuente: MADS, 2015

El mismo ejercicio ha permitido identificar los costos de implementación de cada una de las soluciones, así como las más usadas, lo cual constituye insumo fundamental para impulsar el programa nacional. En la Tabla 4 se muestran los costos de las estufas identificadas en la encuesta mencionada.

**Tabla 4. Costos de prototipos de estufas eficientes instaladas**

Región	Prototipo	Costo Unitario (s)
Antioquia	Huellas (Cornare)	721.500
	Corantioquia	530.000
Atlántico	Huellas (PNUD)	1.350.000
	Lorena (Patrimonio Natural)	600.000
	Dos puesto (Patrimonio Natural)	580.000
	Rocket (Patrimonio Natural)	380.000
Pacífico	Huellas (Patrimonio Natural)	1.230.000
	Huellas (Corponariño)	1.200.000
	Híbrida triangular (Patrimonio Natural)	462.300
	Triángular - bloque (Patrimonio Natural)	932.840
	Híbrida lineal 2 fogones (Patrimonio Natural)	491.950
Oriental	Huellas (Corpoguvirío)	718.398
	Huellas (Car)	1.720.840
	Fundación Natura	700.000
	ICA-1791 (Corponor)	1.784.671
Central	Huellas (Coporcaldas)	900.000
	Huellas (CAM)	931.060
	Huellas (Carder)	1.333.700

Fuente: MADS, 2015.

No obstante los avances comentados, es preciso aclarar que solamente en pocos casos se han llevado a cabo pruebas de eficiencia de cocción en campo, lo cual es fundamental para tomar las decisiones finales en la materia.

## 2.5. Potenciales y metas de EE a 2021 por sector, uso y energético

La propuesta responde a los lineamientos de la nueva política en EE formulada por el MME y se basa en información generada por la UPME en el periodo 2010 – 2015, dentro de la cual se destacan las caracterizaciones energéticas sectoriales, la evaluación costo-beneficio, las proyecciones de energía eléctrica y de gas, así como los escenarios analizados para el sector transporte y tiene en cuenta insumos de la consultoría contratada por el Ministerio de Minas y Energía en el tema, de la ECDBC, del Plan Nacional de Desarrollo, PND y del Plan Energético Nacional- PEN, entre otros. Incluye metas a 2021 por sector, uso y energético.

En la Tabla 5 se presentan las metas acumuladas en el periodo en relación con el consumo total de energía nacional:

**Tabla 5. Resumen metas de ahorro en el periodo 2016 – 2021**

Sector	Meta de ahorro (TJ)	Meta de ahorro (%)
Transporte	440.042	5,90%
Industria	131.859	1,43%
Terciario	68.123	0,90%
Residencial	59.802	0,79%
	<b>699.826</b>	<b>9,02%</b>

La desagregación por energético se muestra en la Tabla 6. Para el caso del sector transporte, se considera el escenario con medidas que incluyen vehículos con GNL y GLP.

**Tabla 6. Metas de EE desagregadas por sector y energético**

### 2.5.1 Transporte

Ahorro combustible en el periodo						Aumento en el consumo del combustible						Ahorro neto de energía
ACPM	Gasolina	GNV	Electricidad	GLP	GNL	ACPM	Gasolina	GNV	Electricidad	GLP	GNL	
BDC	BDC	MPCD	GWh	BDC	BDC	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
83.985,28	126.902,07	68,41	-486,72	-2.553,43	-2.712,84	188.580,91	236.094,29	24.448,40	-1.751,34	-3.704,52	-3.626,21	440.042

### 2.5.2 Industrial

Ahorro combustible en el periodo				Aumento en el consumo del combustible				Ahorro neto de energía
Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	
GWh	MPC	kTon (Aprox)	N/A	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
8.291,78	30.337,39	3.366,89		29.850,41	30.627,34	71.381,64		131.859,40

### 2.5.3 Terciario

Ahorro combustible en el periodo				Aumento en el consumo del combustible				Ahorro neto de energía
Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	
GWh	MPC	kTon (Aprox)	N/A	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
8.291,78				68.122,60				68.122,60

### 2.5.4 Residencial

Ahorro combustible en el periodo				Aumento en el consumo del combustible				Ahorro neto de energía
Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	Energía eléctrica	Gas natural	Combustible sólido	Otros combustibles	
GWh	MPC	kTon (Aprox)	N/A	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
8.848,00				31.852,00		27.950,00		59.802,00

Fuente: UPME2015

## 2.6. Acciones y medidas sectoriales para el cumplimiento de las metas a 2021

Para mejorar la eficiencia en el consumo de energía es preciso actuar simultáneamente en dos frentes. El primero, corresponde a la forma cómo los usuarios valoran la energía; en este punto, es preciso que los precios de los energéticos no estén distorsionados, con el fin de que transmitan al consumidor la información que refleje su escasez relativa, sus costos de producción, e incluso que incorporen las posibles externalidades negativas derivadas de su explotación.

El segundo frente de acción, corresponde a la forma en cómo los usuarios utilizan la energía. En este sentido, se requiere promover la adopción de mejores hábitos de consumo energético y nuevas tecnologías que permitan reducir la intensidad energética y por ende la intensidad de carbono en la economía.

### 2.6.1. Transporte

El modelo de demanda de energéticos para el sector se construyó con base en las necesidades futuras de movilidad de los colombianos, en términos del crecimiento de la flota y del movimiento de pasajeros y de carga. La información insumo para la construcción de este modelo fueron los datos de flota vehicular del RUNT, los indicadores de operación de la flota estimados en diferentes estudios (rendimientos y distancias recorridas por vehículos de las diferentes categorías vehiculares), información del Ministerio de Transporte sobre movilidad de carga y pasajeros, e información de operación y movilidad de pasajeros de las áreas metropolitanas del país.

El escenario base se construyó bajo los siguientes supuestos:

- Edad promedio de cada categoría vehicular constante, con base en la edad estimada entre los años 2007 y 2012.
- Los vehículos de más de 10 años recorren una distancia promedio menor y tienen un rendimiento menor, en comparación con los vehículos nuevos.
- El rendimiento de los vehículos que se adquieran en el futuro, va incrementando conforme pasa el tiempo.



El escenario de eficiencia energética contempla la diversificación de la canasta por medio de la reducción en el consumo de combustibles líquidos, el impulso del uso de gas natural comprimido (GNVC) y de la electricidad. El comportamiento del crecimiento de la movilidad y la operación de la flota se asumen iguales a los del escenario base. Las siguientes son las medidas por energético:

**Medidas relacionadas con GNV:** Incluye dos medidas en el segmento de transporte público de pasajeros con las que se busca aumentar el uso de GNV.

- **Impulso vehículos dedicados a GNV para servicio público intermunicipal de pasajeros**

Se evaluó un escenario de penetración más fuerte del uso de GNV para la prestación de este servicio y se estableció como meta un 10% adicional de vehículos a GNV en 2023. Dentro de esta medida también se contempla una salida más acelerada de los vehículos a gasolina existentes en el segmento, que serían reemplazados inicialmente por vehículos con motor diésel.

La Tabla 7 muestra el consolidado de vehículos por energético que entrarían a la flota de servicio intermunicipal.

**Tabla 7. No. de vehículos que entrarían a la flota de servicio intermunicipal**

Acumulado 2016 – 2021	ACPM	Gasolinas	GNV	Híbridos
Escenario base	131.939	22.852	20.924	
Medida PROURE	134.944	11.625	28.122	1.024
	Vehículos que deben salir de circulación	Vehículos adicionales a línea base		
	Gasolinas	ACPM	GNV	Híbridos
	11.227	3.005	7.198	1.024

La Tabla 8 muestra los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 8. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por ingreso de vehículos de nuevas tecnologías a la flota de servicio intermunicipal**

Gasolinas		ACPM		Electricidad	GNV
Ahorros en el consumo	BDC	Aumento en el consumo	BDC	GWh/año	MPCD
Volumen	13.701	Cantidad	1.880,4	0	30,1
Energía (TJ)	30.763,7	Energía (TJ)	4.222,3	0	67,6
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	2.054.352,1	Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	315.963,1	0	3.754,9
Ahorro neto de energía w (TJ)	26.473,8	Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		1.734.634,1	

- **Vehículos dedicados a GNV para vehículos públicos de pasajeros en Bogotá**

Dentro de los planes de reposición de los vehículos de Transmilenio y del SITP se está contemplando la incorporación de esta tecnología, entonces se incluye un escenario de penetración lenta de este tipo de vehículos. Los datos de este escenario se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9. Ingreso de vehículos a GNV en Transmilenio y SITP**

Año	Vehículos eléctricos acumulados	Participación del total nacional
2017	23	
2018	94	0,001%
2019	169	0,001%
2020	247	0,002%
2021	303	0,002%
2022	310	0,002%
2023	316	0,002%
2024	323	0,002%
2025	330	0,002%

La Tabla 10 muestra los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 10. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por ingreso de vehículos a GNV en Transmilenio y SITP**

	ACPM	Gasolinas	GNV		Electricidad	
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	668,77	0	2,8		Cantidad	0
Energía (TJ)	1.501,7	0	6,3		Energía (TJ)	0
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	112.371,4	0	348,2		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	0
<b>Ahorro neto de energía w (TJ)</b>		<b>1.495,4</b>		<b>Emisiones netas evitadas de CO<sub>2</sub> (Ton)</b>		<b>112.023,2</b>

**Medidas relacionadas con el uso de electricidad:** El escenario contempla no solo la entrada de vehículos nuevos sino el reemplazo de vehículos en algunas categorías. El objetivo sería reemplazar el 0,15% de la flota total que se movilizaría en el país en 2021 (aproximadamente 14 millones de vehículos), comenzando en 2017.

- **Reemplazo de la flota de combustión del sector oficial, por vehículos eléctricos – meta de EE a 2021**

Una de las políticas que se propone incluir es el reemplazo de flota de combustión del sector oficial por vehículos eléctricos. Se parte de una base según la cual, de los 11,1 millones de vehículos registrados y activos en el país, alrededor de 148 mil son oficiales. La Tabla 11 muestra la distribución de estos vehículos por categoría vehicular. De acuerdo con la directiva presidencial, este es un segmento objetivo para el tema de sustitución tecnológica en el sector.

Si se reemplazaran los vehículos oficiales con año modelo menor a 2002 (58 mil vehículos según el RUNT) por vehículos con tecnología eléctrica, se estaría reemplazando la tecnología del 0,5% de los vehículos de la flota nacional.

**Tabla 11. Distribución de vehículos oficiales por categoría vehicular**

Modelo	Vehículos oficiales modelo - 2002		Total vehículos oficiales 2014	Participación vehículos oficiales del total	Total vehículos 2014
	Vehículos	Participación del total de oficiales			
Automóvil	9.421	66%	14.230	0,5%	3.047.234
Bus	1.534	70%	2.180	2,4%	91.436
Buseta	696	52%	1.329	2,8%	47.473
Camión	5.462	59%	9.231	3,4%	275.318
Camioneta	10.461	39%	26.581	3,0%	899.152
Campero	9.940	62%	15.982	2,5%	649.969
Microbús	492	36%	1.356	1,5%	91.771
Motocicleta	17.900	24%	74.133	1,3%	5.835.944
Tractocamión	215	70%	308	0,5%	67.057
Volqueta	1.358	55%	2.472	6,1%	40.317
Otros	471	60%	783	1,3%	62.627
<b>Total</b>	<b>57.950</b>	<b>39%</b>	<b>148.585</b>	<b>1,3%</b>	<b>11.108.298</b>

Fuente: Elaboración propia, 2016

El estudio de la base de datos del RUNT permite inferir que se subestima el número de vehículos activos, pues en la mayoría de los casos no se registran las dadas de baja o salida de circulación de los mismos. Por esto, es posible asumir que de los 57.950 vehículos oficiales con año modelo anterior a 2.002 que aparecen como activos en la base de datos, solo un 50% realmente sigue siendo utilizado en el país y puede ser reemplazado por una tecnología más eficiente. Este supuesto daría un poco menos de 29.000 vehículos a ser reemplazados, distribuidos por categorías como se muestra en la Tabla 12. También se menciona cuál podría ser la tecnología de reemplazo, según la categoría del vehículo.

**Tabla 12. Potencial de vehículos a reemplazar distribuidos por categorías**

Modelo	Vehículos oficiales modelo - 2002			Tecnología de reemplazo
	Vehículos base de datos	Participación del total de oficiales	Vehículos en circulación	
Automóvil	9.421	66%	4.711	Tecnología híbrida y eléctrica
Bus	1.534	70%	767	Tecnología híbrida
Buseta	696	52%	348	Tecnología híbrida y eléctrica
Camión	5.462	59%	2.731	Tecnología híbrida
Camioneta	10.461	39%	5.231	Tecnología híbrida y eléctrica
Campero	9.940	62%	4.970	Tecnología híbrida y eléctrica
Microbús	492	36%	246	Tecnología híbrida y eléctrica
Motocicleta	17.900	24%	8.950	Tecnología eléctrica
Tractocamión	215	70%	108	Tecnología híbrida
Volqueta	1.358	55%	679	Tecnología híbrida
<b>Total</b>	<b>57.950</b>	<b>39%</b>	<b>28.975</b>	

A continuación, en la Tabla 13, se presenta el perfil de sustitución de vehículos oficiales hasta 2021.

**Tabla 13. Vehículos oficiales a reemplazar a 2021**

Año	Número de Vehículos	Participación del total nacional
2017	-	-
2018	801	0,01%
2019	1.673	0,01%
2020	2.642	0,02%
2021	3.700	0,03%

En la Tabla 14 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 14. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por reemplazo de vehículos oficiales a 2021**

	ACPM	Gasolinas	GNV		Electricidad	
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	27.405	41.519,9	21,9		Cantidad	30,2
Energía (TJ)	61.535,4	93.228,9	49,1		Energía (TJ)	108,6
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	4.604.804,9	6.225.675	2.727,8		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	11.714,6
Ahorro neto de energía w (TJ)	154.704,7		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		10.821.493,1	

• **Sustitución del total de la flota de taxis en las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla) por vehículos eléctricos – meta de EE a 2021**

Teniendo en cuenta los resultados del ejercicio piloto realizado en Bogotá (43 taxis eléctricos) una de las medidas que tendría impactos muy positivos en términos de eficiencia energética, operación y emisión de gases en la operación de taxis en las principales ciudades del país, sería la masificación de vehículos eléctricos. Con base en el Decreto 600 de 2015 de la Alcaldía de Bogotá, se establece que la reposición de vehículos “taxis” de combustión, se deberá hacer por vehículos cero emisiones a partir de enero de 2017.

Conforme a esta disposición, se modeló el reemplazo de un número igual de vehículos “taxis” al que hay en Bogotá (un poco más de 52 mil taxis<sup>10</sup>, parque congelado desde 1993 según disposición en el Decreto 613), pero distribuido en las principales ciudades del país. Es decir, una sustitución de alrededor de 52 mil vehículos “taxis” (con motor de combustión interna) por vehículos eléctricos, en un horizonte de 16 años y en las principales ciudades de Colombia.

<sup>10</sup>Dato tomado del Observatorio de Movilidad de 2013, producido por la Cámara de Comercio de Bogotá.

En la Tabla 15, se presenta el perfil de sustitución de vehículos “taxis” de combustión por vehículos eléctricos, hasta 2021.

**Tabla 15. Sustitución de taxis de combustión por taxis eléctricos**

Año	Vehículos eléctricos acumulados	Entrada anual de vehículos eléctricos	Participación del total nacional
2017	448	448	0,004%
2018	1.994	1.546	0,02%
2019	4.524	2.529	0,04%
2020	8.535	4.011	0,07%
2021	12.480	3.944	0,09%

En la Tabla 16 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 16. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por reemplazo de taxis a 2021**

	ACPM	Gasolinas	GNV		Electricidad	
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	2,97	1.660	5,59		Cantidad	444,3
Energía (TJ)	6,67	3.726	12,54		Energía (TJ)	1.598,6
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	499,4	248.833,8	696,6		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	172,380
Ahorro neto de energía w (TJ)	2.146,9		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		77.649,6	

#### • Entrada de motos eléctricas y automóviles eléctricos nuevos a nivel nacional

Se propone incentivar la entrada de motos eléctricas y automóviles eléctricos como una medida para incrementar la eficiencia de los vehículos de estas categorías, que componen en su mayoría el parque automotor del país (las categorías motos, automóviles, camperos y camionetas representan cerca del 91% del parque automotor colombiano).

A continuación, en las Tablas 17 y 18 se presenta la propuesta de entrada en circulación de motos y automóviles eléctricos, hasta 2021. Es importante mencionar que los números presentados en estas tablas deben ser adicionales a los que actualmente circulan en las ciudades<sup>11</sup>, que no se incorporan en la tabla debido a que se están consolidando los totales de vehículos eléctricos en el país y solo se tienen cifras preliminares.

<sup>11</sup>Con base en el RUNT, en el 2015 había matriculados alrededor de 1.500 vehículos eléctricos en el país, en las diferentes categorías.

**Tabla 17. Propuesta de ingreso de motos eléctricas**

Año	Vehículos (motos) acumulados	Participación del total nacional
2017	-	-
2018	759	0,007%
2019	1.199	0,010%
2020	1.675	0,013%
2021	2.189	0,016%

**Tabla 18. Propuesta de ingreso de automóviles eléctricos**

Año	Vehículos (automóviles) acumulados	Participación del total nacional
2017	-	-
2018	817	0,007%
2019	1.219	0,010%
2020	1.641	0,013%
2021	2.082	0,015%

En las Tablas 19 y 20 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de las medidas, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 19. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por ingreso de motocicletas eléctricas**

	ACPM	Gasolinas	GNV		Electricidad	
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	0	18,1	0		Cantidad	1,32
Energía (TJ)	0	40,6	0		Energía (TJ)	4,8
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	0	2.712,6	0		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	512,9
Ahorro neto de energía w (TJ)		35,9		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		2.199,7

**Tabla 20. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por ingreso de automóviles eléctricos**

	ACPM	Gasolinas	GNV		Electricidad	
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	0	79,4	0		Cantidad	8,3
Energía (TJ)	0	178,3	0		Energía (TJ)	30
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	0	11.905,2	0		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	3.233,8
Ahorro neto de energía w (TJ)		148,3		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		8.671,5

- **Entrada de vehículos eléctricos e híbridos en el transporte público de pasajeros de las principales ciudades del país**

Como complemento al programa de taxis eléctricos de la capital, se sabe de la posibilidad de que los vehículos nuevos tanto de Transmilenio como del SITP, sean de tecnologías eléctricas. Como no se conocen exactamente los planes que tiene el ente gestor, se asumió una entrada de vehículos, según como se ha venido dando hasta ahora con los vehículos de combustión tradicionales. Esta medida se propone para implementación en las ciudades principales del país.

En la Tabla 21 se presenta la propuesta de entrada de vehículos híbridos y eléctricos hasta 2021.

**Tabla 21. Propuesta de entrada de vehículos híbridos y eléctricos hasta 2021**

Año	Vehículos eléctricos acumulados	Participación del total nacional
2017	366	0,003%
2018	385	0,003%
2019	462	0,004%
2020	516	0,004%
2021	706	0,005%



En la Tabla 22 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 22. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por entrada de vehículos híbridos y eléctricos hasta 2021**

	ACPM	Gasolinas	GNV			Electricidad
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	923	0	0		Cantidad	2,59
Energía (TJ)	2.073,6	0	0		Energía (TJ)	9,3
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	155.171,1	0	0		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	1.006,7
Ahorro neto de energía w (TJ)		2.073,6		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		154.164,4

- **Establecimiento de los estándares de eficiencia energética en el sector y etiquetado para los vehículos**

Conforme a lo establecido en el Plan de Acción 2015–2016 de la Agenda Ambiental Interministerial acordada entre los ministerios de Transporte y de Ambiente y Desarrollo Sostenible; hay una actividad que consiste en formular una propuesta normativa para establecer estándares de eficiencia energética para los vehículos del parque automotor nacional. Adicionalmente, como continuación y complemento al reglamento de etiquetado (RETIQ), adoptado mediante Resolución 41012 de 2015, se propone establecer un sistema de etiquetado para los vehículos del parque automotor nacional.

De otro lado, actualmente hay otros dos energéticos con posibilidades de ser implementados en el sector transporte en Colombia, que son el GNL (Gas Natural Licuado) y el GLP (Gas Licuado de Petróleo).

El GNL es usado en países como China, Estados Unidos, Bélgica, el Reino Unido, España, Suecia y Holanda para vehículos de transporte de carga y transporte acuático (barcos y ferris), y Australia y Japón están buscando implementarlo como combustible<sup>12</sup>; por su parte, el GLP es ampliamente usado en más de 25 países del mundo, siendo Corea, Rusia, Turquía, Polonia Italia, Japón y Australia, los principales consumidores de este energético<sup>13</sup>. En el caso de los países asiáticos, el autogas es usando para vehículos de la flota de taxis y en una menor proporción para vehículos livianos, mientras que en Europa, este energético se usa principalmente en vehículos livianos de uso privado.

<sup>12</sup><http://www.reuters.com/article/japan-lng-transport-idUSL3NoYQ1NI20150618>

<http://www.lngindustry.com/liquid-natural-gas/19062015/Japan-to-introduce-LNG-fuelled-transport/>

<http://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/lng-for-transport.html>

<http://www.lngworldnews.com/gea-budget-fails-in-support-of-lng-as-transport-fuel/>

<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/03/NG-84.pdf> CITA DE ESTE

<sup>13</sup><http://auto-gas.net/about-autogas/the-autogas-market/HYPERLINK>

["http://www.prinsautogas.com/articles/en-corporate-2008/Autogas%20on%20the%20rise%20as%20world's%20preferred%20alternative%20fuel.html](http://www.prinsautogas.com/articles/en-corporate-2008/Autogas%20on%20the%20rise%20as%20world's%20preferred%20alternative%20fuel.html)

**Medidas relacionadas con el GLP:** se tomó como base el escenario A, presentado en la Cadena del GLP (UPME, 2013), según el cual en 2024 el 3% de la flota nacional operaría usando GLP; bajo este escenario, habría alrededor de 25.000 vehículos funcionando con GLP en 2018, principalmente en las categorías motos y vehículos particulares (automóviles, camperos y camionetas).

Usando una aproximación un poco más realista, teniendo en cuenta que aún no hay marco regulatorio para este energético, se asumió que se alcanzaría una meta del 2% de la flota nacional en 2028 y que la entrada de las primeras conversiones se daría en 2018, con una flota de alrededor de 8.000 vehículos<sup>14</sup>. Este combustible sería sustituto principalmente de la gasolina, aunque también desplazaría una proporción del consumo de ACPM.

La Tabla 23 muestra el perfil de entrada de vehículos a GLP hasta 2025. El segmento en el que el número de conversiones es mayor, es el de transporte privado de pasajeros; especialmente en las categorías motos y automóviles.

**Tabla 23. Perfil de entrada de vehículos a GLP hasta 2025**

Año	Número de Vehículos	Vehículos Transporte privado de pasajeros	Participación	Participación del total nacional
2018	8.000	7.459	93,2%	0,07%
2019	14.644	13.654	93,2%	0,12%
2020	21.946	20.463	93,2%	0,17%
2021	29.732	27.722	93,2%	0,22%
2022	48.266	45.003	93,2%	0,34%
2023	71.389	66.562	93,2%	0,47%
2024	131.493	122.603	93,2%	0,82%
2025	160.039	146.650	91,6%	1,64%

En la Tabla 24 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

<sup>14</sup>Para poner esta cifra en contexto, el número de conversiones a GNV que se alcanzaron en el primer año de implementación de este programa (el Ministerio de Minas y Energía reporta oficialmente datos desde el 2002) fueron 18,400 vehículos.

**Tabla 24. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por entrada de vehículos a GLP hasta 2021**

	ACPM	Gasolinas	GNV			Electricidad
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	27.650	42.181	21,87		Cantidad	2.553
Energía (TJ)	62.086	78.476	7.817		Energía (TJ)	3.705
Emissiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	4.646.018	5.240.489	434.131		Emissiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	175.184
Ahorro neto de energía w (TJ)	144.674		Emissiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		10.145.454	

**Medidas relacionadas con el GNL:** Se evaluó la penetración de este energético solo en la categoría tractocamiones, como sustituto del ACPM, y se asumió un reemplazo de 1.500 vehículos a 2020, que se traduce en alrededor de 550 vehículos en 2018 (año de arranque de la sustitución).

La Tabla 25 presenta el perfil de entrada de tractocamiones a GNL hasta 2025. Con esta sustitución se estarían reemplazando alrededor del 0,01% de los tractocamiones que actualmente circulan en el país.

**Tabla 25. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por entrada de vehículos a GNL hasta 2025**

Año	Número de Vehículos	Participación del total nacional
2018	544	0,005%
2019	1.000	0,008%
2020	1.504	0,012%
2021	1.516	0,011%
2022	1.488	0,010%
2023	1.482	0,010%
2024	1.636	0,010%
2025	1.740	0,010%

Versión para discusión

En la Tabla 26 se muestran los cambios en el consumo de los diferentes energéticos y el impacto de la medida, no solo en términos de consumo energético sino de emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 26. Cambios en el consumo de los diferentes energéticos por entrada de vehículos a GLP hasta 2021**

	ACPM	Gasolinas	GNV			Electricidad
Ahorros en el consumo	BDC	BDC	MPCD		Aumento en el consumo	GWh/año
Volumen	27.334,7	41.444	21,9		Cantidad	2.712,8
Energía (TJ)	61.377,5	77.104	7.817		Energía (TJ)	3.626
Emisiones Evitadas CO <sub>2</sub> (Ton)	4.592.988	5.148.900	434.131		Emisiones generadas CO <sub>2</sub> (Ton)	201.396
Ahorro neto de energía w (TJ)	142.672,2		Emisiones netas evitadas de CO <sub>2</sub> (Ton)		9.974.623	

- **Impactos en consumo de energía de las medidas en el sector**

Se presenta la evaluación del impacto de cada una de las medidas en el consumo de energía, para el periodo 2015 – 2020. La Tabla 27 muestra las cantidades de energía que se dejan de consumir o que se requerirían para el sector, y el porcentaje de reducción o aumento en el consumo con respecto al escenario base, en cada una de las medidas.

Tabla 27. Porcentaje de reducción o aumento en el consumo con respecto al escenario base, en cada una de las medidas de transporte.

Medida		ACPM	Gasolinas	GNV	Electricidad	GLP	GNL
Proyecto taxis eléctricos - Bogotá	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	2 0,002%	904 0,61%	- 0%	246 ↑		
Motos eléctricas	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	0 0%	4 0,003%	0 0%	0,288		
Buses GNV	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	415 0,4%	0 0%	1,7 1,1% ↑	0		
Buses EVs y HEVs	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	712 0,6%	0 0%	0 0%	0,854 ↑		
Todas las medidas - Bogotá	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	1,126 1%	908 0,6%	1,7 1,1% ↑	274,3 ↑		
Entrada de GLP en todas las categorías	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh	BDC	
	Cambio %	25,814 12,3%	34,114 10,3%	31,3 19,8%	0,2 2%	1.531 ↑	
GNL en tractocamiones	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		BDC
	Cambio %	25,628 12,2%	33,667 10,2%	31,1 19,8%	0%		1.811 ↑
Medida		ACPM	Gasolinas	GNV	Electricidad	GLP	GNL
Vehículos oficiales EVs y HEVs	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	25.732 12,3%	33.757 10,2%	31,3 19,8%	38,2 364% ↑		
Todas las medidas - país	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh	BDC	BDC
	Cambio %	25,917 12,3%	34,204 10,4%	31,3 19,8%	38 361,9% ↑	1.531 ↑	1.811 ↑
GNV en buses pasajeros intermunicipales	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh		
	Cambio %	1.880 1,2% ↑	13.701 37,8%	30,1 30,2% ↑			
<b>TOTAL MEDIDAS</b>	Volumen	BDC	BDC	MPCD	GWh	BDC	BDC
	Cambio %	25.163 4,4%	48.812 7,5%	1 0,1% ↑	150 26,9% ↑	1.531 ↑	1.811 ↑



↑ Aumento en el consumo  
↓ Reducción en el consumo

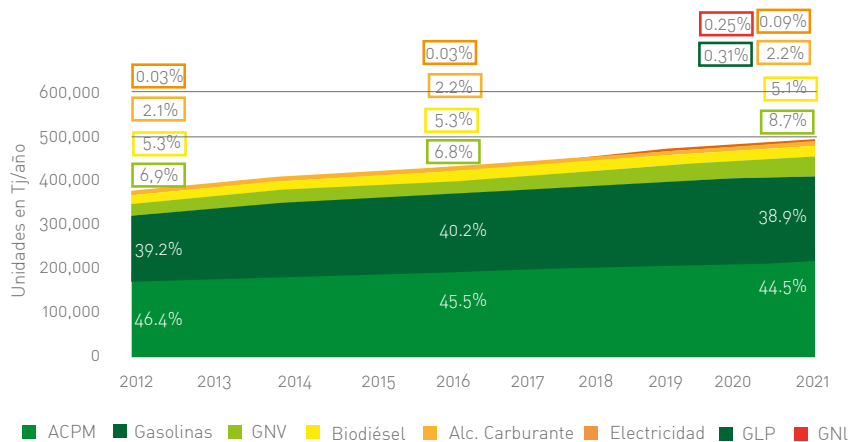
En general, se considera necesario continuar con las estrategias planteadas en el plan indicativo 2010-2015 e impulsar nuevas estrategias en materia de I) reconversión tecnológica del parque automotor, renovación con vehículos eficientes y promoción de la introducción de vehículos eléctricos e híbridos en los sistemas de transporte público de pasajeros (colectivo y masivo); II) implementación de planes de movilidad urbana y proyectos para desincentivar el uso del vehículo particular (automóviles y motos), acompañados al mismo tiempo de la promoción del uso de energéticos alternativos para este segmento, dado el crecimiento en la tenencia de vehículos particulares y motos per cápita; III) promoción de buenas prácticas en el sector, a partir de programas de información y capacitación impartida por instituciones técnicas y tecnológicas a conductores de vehículos particulares, transporte de carga y de pasajeros; y IV) promoción del uso de energéticos alternativos en los vehículos de transporte de carga y optimización de la logística de carga en el país, medidas que se articulan con las acciones definidas en la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire.

En el caso del transporte urbano particular, es claro que debe avanzarse en la sustitución del vehículo particular con baja ocupación por el transporte público de pasajeros, el transporte en bicicleta y hacia la implementación de planes de transporte en las empresas o centros de trabajo.

Para el segmento de transporte de carga, es necesario evaluar el tema de optimización de la cadena logística (reducción de viajes vacíos, reorganización de la tipología de vehículo a usar según la carga que se va a transportar), como estrategia para reducir el consumo y promocionar el uso de energéticos como el gas natural licuado, gas licuado de petróleo, electricidad (vehículos híbridos para transporte de carga urbana, por ejemplo) para diversificar la canasta energética en el sector; además, hay que evaluar la posibilidad de utilizar modos alternos como el transporte por vía fluvial y no descartar, en el largo plazo, la inversión en transporte férreo.

En la Gráfica 26 se presenta la evolución de la canasta energética para el sector, teniendo en cuenta la implementación de las medidas anteriormente mencionadas. En los 5 años de vigencia del PROURE tendríamos reducciones en el consumo de ACPM, gasolina, biodiésel y alcohol carburante del 1%, 1,3%, 0,12% y 0,07%, respectivamente; por otro lado, la implementación de las medidas supone un aumento en el consumo de GNV, electricidad, GLP y GNL del 1,9%, 0,06%, 0,31% y 0,25%, respectivamente. En total, las medidas generarían una reducción del 1.65% del consumo de energía en el sector.

**Gráfica 26. Canasta energética sector transporte**



Fuente: UPME, 2016

## 2.6.2. Industrial

Tras la caracterización del consumo de energía en los subsectores industriales, se identificaron las posibilidades técnicas y tecnológicas de eficiencia energética por fuente y uso. A continuación, se muestra un resumen con las principales medidas de eficiencia energética por energético y uso.

### Energía eléctrica

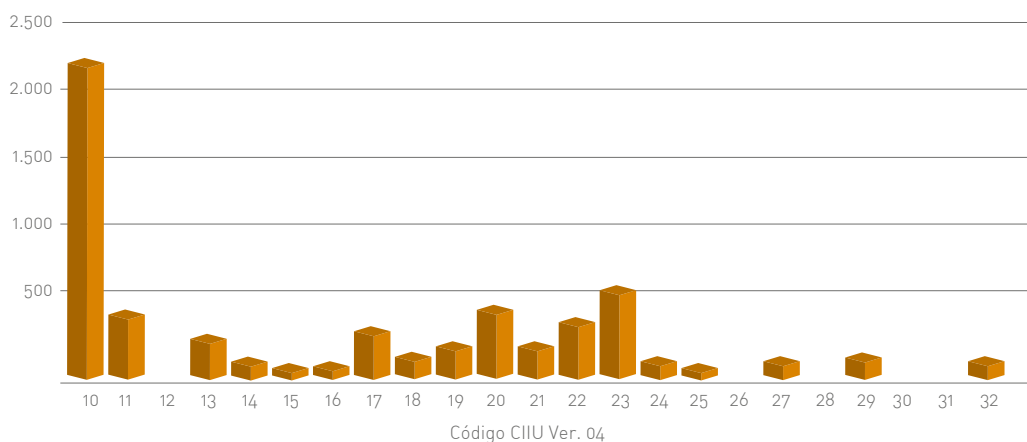
- **Instalaciones eléctricas**

**Tabla 28. Principales medidas y potenciales de EE en instalaciones eléctricas de la industria**

Uso	Medidas	Potencial Aplicación	Potencial Eficiencia
Energía eléctrica			
	Programa de buenas prácticas en las instalaciones eléctricas.	40%	3%
	Programa de calidad de la energía, energía reactiva y distorsión armónica.	40%	3%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,58% 0,09% 0,03% 2.440 263	

- **Refrigeración y aire acondicionado**

**Gráfica 27. Energía eléctrica para aire acondicionado y refrigeración en industria**



Fuente: UPME, 2016

El sector industrial colombiano consume cerca del 8% de su energía eléctrica en procesos de refrigeración y acondicionamiento de aire. Si bien esta cifra no parece muy alta, hay subsectores como alimentos, bebidas y de productos farmacéuticos donde esta participación puede ascender hasta 20 o 30%.

En términos generales, las opciones para la pequeña y mediana empresa, están centradas en garantizar la correcta operación de sus sistemas de refrigeración bajo la condiciones de presión y temperatura que fueron diseñados los sistemas.

Otra opción, es reemplazar los sistemas independientes de refrigeración, es decir, aquellos usados para atender cuartos fríos independientes, por sistemas de refrigeración paralelos o en rack, los cuales tienen varias ventajas desde el punto de vista de operación, entre las que se destacan: un menor consumo de energía por tener compresores operando a su mayor carga posible, mayor confiabilidad por contar con varios compresores funcionando en paralelo y por la secuenciación que se pueda hacer de los equipos dependiendo de la carga del sistema, así mismo se puede beneficiar la reducción de carga de refrigerante en sistemas centralizados o el uso de refrigerantes de bajo impacto ambiental.

En el caso de industrias con grandes sistemas de refrigeración, las oportunidades están en la optimización de los sistemas actuales.

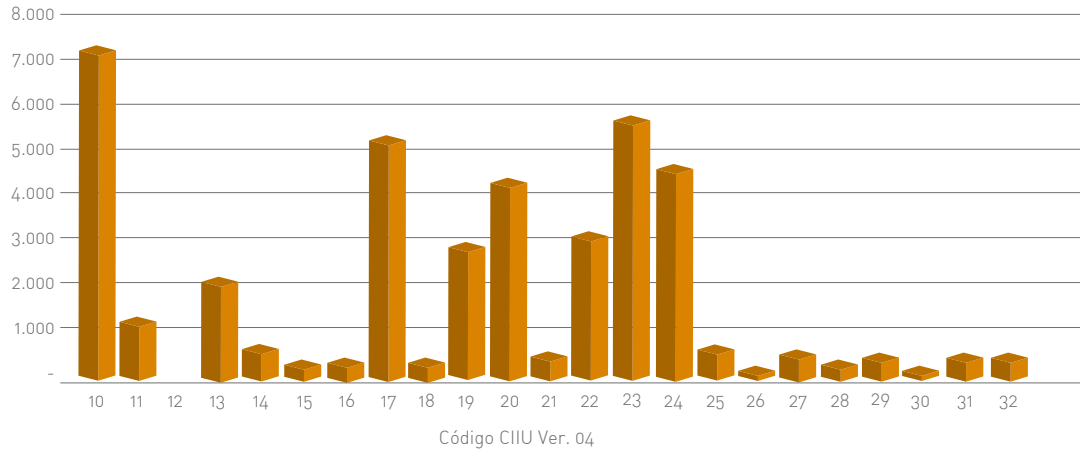
**Tabla 29. Principales medidas y potenciales de EE en para aire acondicionado y refrigeración en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Energía aire acondicionado			
	Programa de buenas prácticas en el uso, mantenimiento de las superficies de los intercambiadores de calor y en la correcta operación de los sistemas de refrigeración bajo las condiciones de presión y temperatura con que fueron diseñados.	70%	10%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Sustancias Agotadoras de Ozono (Ton SAO).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,18% 0,03% 0,01% 751 0.2 317	



- Fuerza motriz

Gráfica 28. Energía eléctrica para fuerza motriz en industria



Fuente: UPME, 2016

Los sistemas de fuerza motriz representan más del 75% del consumo de energía en el sector industrial colombiano. Este consumo se ve fuertemente afectado por factores como la antigüedad y carga de los equipos. Durante las caracterizaciones, se determinó que el promedio de edades de los motores eléctricos ronda los 20 años, con casos extremos de motores con más de 50 años en funcionamiento.

Respecto a los factores de carga, la situación no es mejor; se calculó que más de un 70% de los motores tienen factores de carga del 50% o menos. Debido a la falta de registro, no se pudo penalizar la eficiencia de los motores rebobinados.

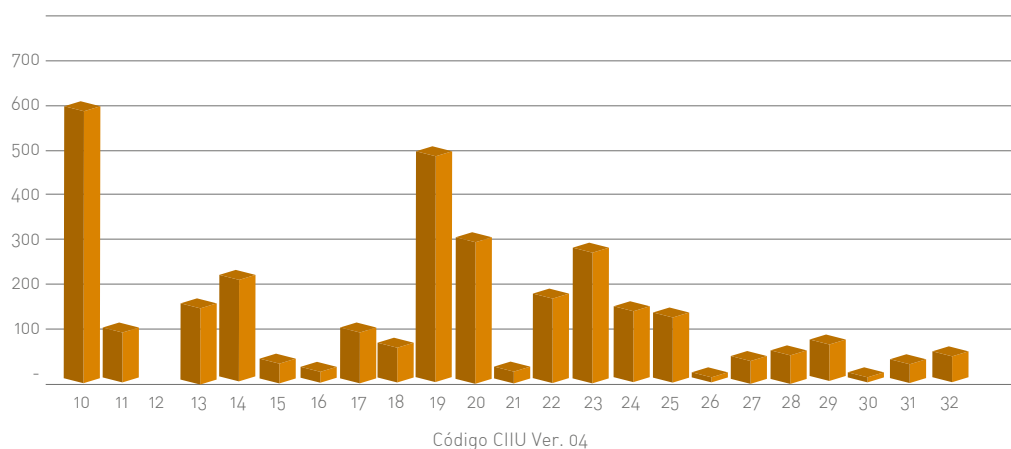
Estudios técnicos y económicos muestran que si se analizan a 10 años los costos totales de un motor, el costo de compra es de 1%, el costo de la energía es de 95 %, el costo de mantenimiento de 3% y el costo de ingeniería y logística del 1%. Así, el costo de compra del motor es poco significativo respecto al costo total de operación, por eso, al seleccionar motores eléctricos se debe considerar además del costo inicial de compra, su eficiencia nominal, por lo cual, la implementación o sustitución de motores eléctricos estándar por motores de alta eficiencia garantiza menores consumos energéticos.

**Tabla 30. Principales medidas y potenciales de EE en fuerza motriz en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Fuerza motriz			
	Programa de buenas prácticas en la compra, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de fuerza motriz.	60%	10%
	Programa de sustitución de motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia.	80%	15%
	Programa de instalación de Variadores de velocidad o Drivers VSDs.	50%	30%
	Programa de buenas prácticas en la operación y mantenimiento del sistema de aire comprimido: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Control de fugas.</li> <li>•Reguladores de presión en las salidas.</li> <li>•Calidad del aire de admisión en el compresor.</li> </ul>	10%	30%
	Impactos de las medidas		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>•Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	5,51%	
		0,90%	
		0,25%	
		23.213	
		2.502	

• **Iluminación**

**Gráfica 29. Energía eléctrica para iluminación en industria**



Fuente: UPME, 2016

De acuerdo con las caracterizaciones del sector, la industria utiliza en promedio un 5,3% de su energía eléctrica en sus sistemas de iluminación. Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), adoptado en Colombia, la iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural y luz artificial; en lo posible se debe buscar una combinación de ellas que conlleven al uso racional y eficiente de la energía.

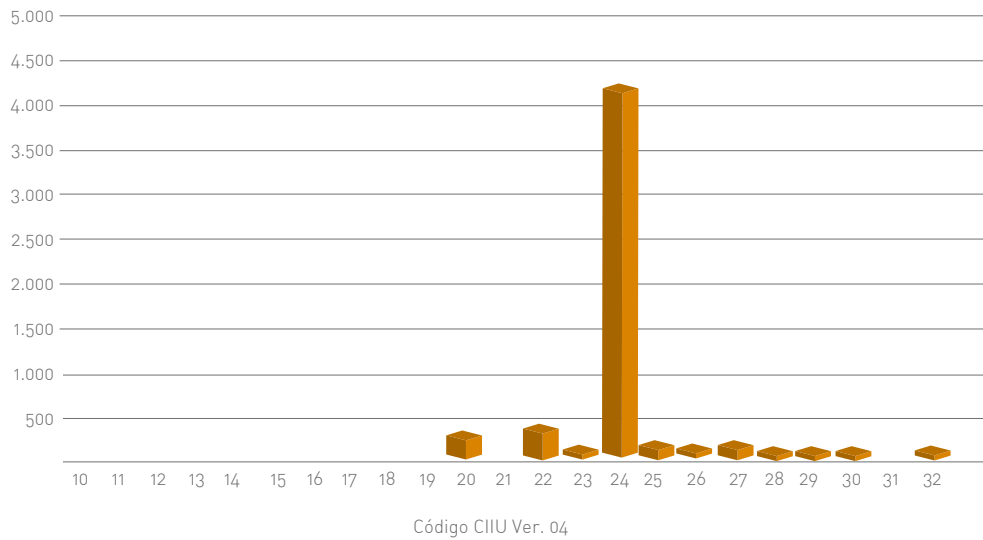
Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de ambientes agradables, empleando los recursos tecnológicos más apropiados y evaluando todos los costos que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación, buscando alcanzar el menor costo integral.

**Tabla 31. Principales medidas y potenciales de EE en iluminación en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Iluminación			
	Programa de buenas prácticas en diseño, instalación, control, mantenimiento y renovación de los sistemas de iluminación: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso de luz solar.</li> <li>•Mantenimientos simples.</li> <li>•Sistemas automatizados de control.</li> </ul>	60%	30%
	Programa de reconversión de equipos y sistemas de iluminación de baja eficiencia.	30%	40%
	Impactos de las medidas		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>•Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>•Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,40% 0,07% 0,02% 1.715 185	

• **Calor directo**

**Gráfica 30. Energía eléctrica para calentamiento directo en industria**



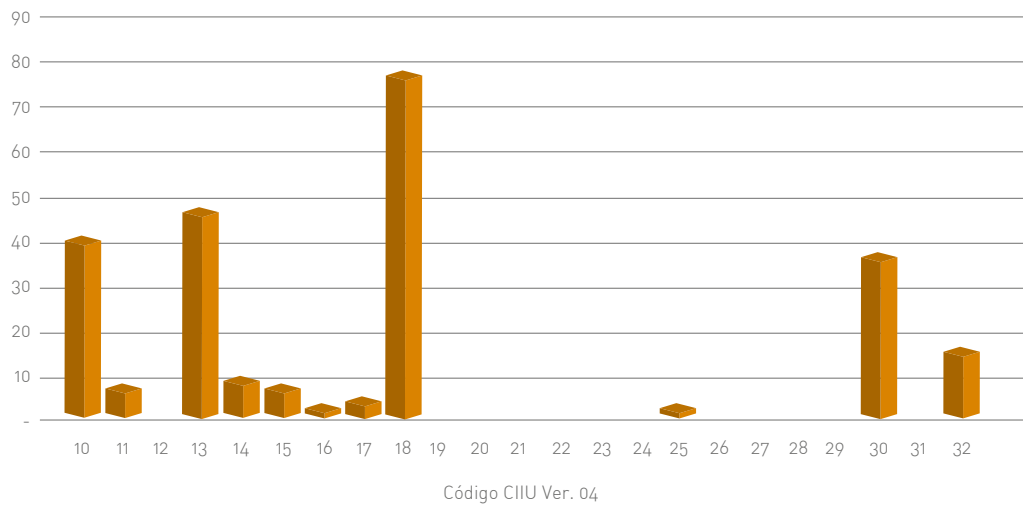
Fuente: UPME, 2016

El sector industrial colombiano consume un 9% de su energía eléctrica en sistemas de calentamiento directo. Sin embargo, como se puede apreciar en la Gráfica 30, estos consumos se encuentran principalmente asociados al sector de fabricación de productos metalúrgicos básicos (CIIU 24), donde la participación de este uso supera el 45% de la energía eléctrica consumida. Otros sectores con consumos significativos son: fabricación de productos químicos (CIIU 20), y la fabricación de productos de plástico y caucho (CIIU 22). Finalmente, aun cuando el calentamiento directo para el sector de productos informáticos, electrónicos y ópticos (CIIU 26) supera el 40% de su consumo de energía eléctrica, no es significativo en el total industrial.

**Tabla 32. Principales medidas y potenciales de EE en calor directo en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor directo			
	Programa de buenas prácticas en la carga, operación, control automatizado y mantenimiento de hornos.	40%	15%
	Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	50%	7%
	Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	18%	35%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,40%	
		0,06%	
		0,02%	
		1.712	
		186	

• **Calor indirecto**

**Gráfica 31. Energía eléctrica para calentamiento indirecto en industria**


Fuente: UPME, 2016

El uso de energía eléctrica para calentamiento indirecto es bastante singular. Este se estima de acuerdo con las últimas caracterizaciones que indican que su participación apenas alcanza el 0,4% del consumo total de energía eléctrica en la industria.

Versión para discusión

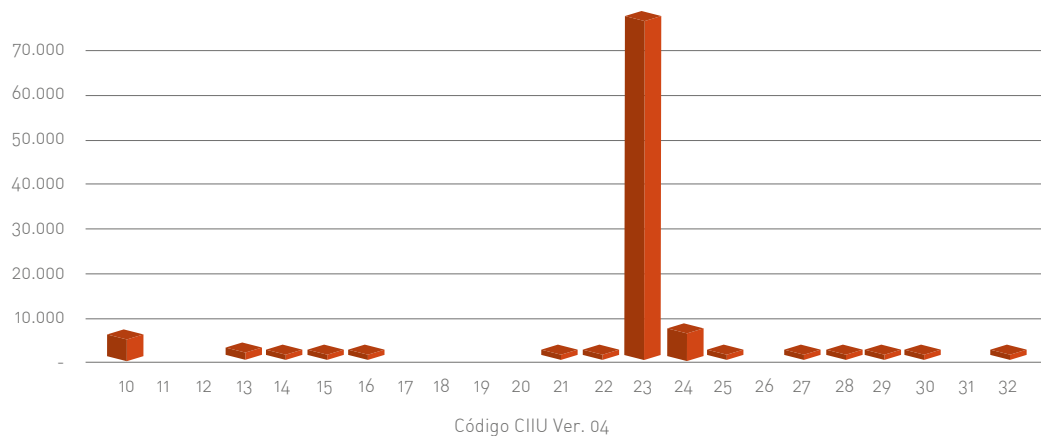
**Tabla 33. Principales medidas y potenciales de EE en calor indirecto en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor indirecto			
	Programa de buenas prácticas en operación y mantenimiento de sistemas de calentamiento indirecto.	50%	7%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre energía eléctrica del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kt CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,01% -% -% 20 2	

### Combustibles sólidos

- **Calor directo**

**Gráfica 32. Combustibles sólidos para calentamiento directo en industria**



Fuente: UPME, 2016

El uso de combustibles sólidos para calentamiento directo está principalmente en los sectores de productos minerales no metálicos (que incluye cemento, vidrio, cerámicas, ladrillo y demás) y productos minerales básicos, principalmente en fundición. Los sistemas de calentamiento directo consumen más del 45% de los combustibles sólidos de la industria, un 22% de la energía de la industria.

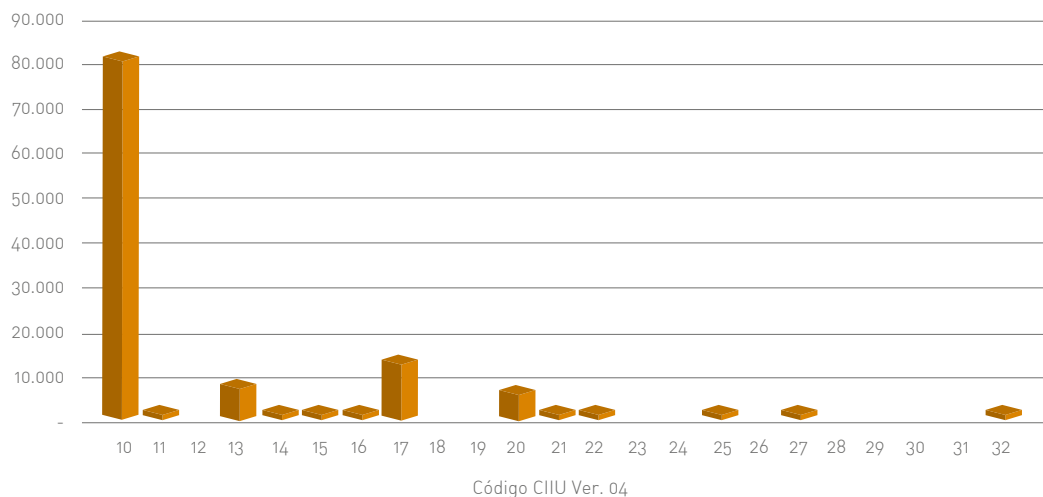
Los sistemas de calentamiento directo, generalmente hornos, son diversos, heterogéneos, con características, condiciones y restricciones particulares, que dependen de las cualidades de las materias primas, las exigencias en calidad y terminados de los productos, e incluso de exigencias ambientales. Estos sistemas utilizan la energía para generar ambientes calientes que permitan secar productos, calentar (aumentar la energía interna de una sustancia dada), provocar transformaciones químicas de sustancias, fundir minerales u otros materiales, para realizar tratamientos térmicos, entre otras.

**Tabla 34. Principales medidas y potenciales de EE en calor directo en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor directo			
	Programa de buenas prácticas operación y mantenimiento de hornos.	40%	10%
	Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	40%	7%
	Programa de mejoras en combustión de combustibles sólidos.	60%	8%
	Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	40%	10%
	Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	18%	35%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre combustibles sólidos del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kTon CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	5,30% 2,78% 0,78% 26.902 2.593	

• **Calor indirecto**

**Gráfica 33. Combustibles sólidos para calentamiento directo en industria**



Fuente: UPME, 2016

Los sistemas de calentamiento indirecto son principalmente de calderas de vapor. En el país, la gran mayoría de calderas que utilizan combustibles sólidos son acuotubulares de más de 1.000 BHP, y con eficiencias promedio de combustión de 65%, que en su total consumen el 54% de los combustibles sólidos o 25% de la energía de la industria.

No hay que confundir el anterior dato de eficiencia, con la capacidad o disponibilidad de energía para los procesos. Las calderas son un equipo centralizado de combustión y transferencia de calor a un fluido de trabajo, generalmente agua, distanciadas de los procesos y en la mayoría de los casos, con potencias instaladas superiores a las necesarias. Lo anterior, ocasiona una serie de ineficiencias diversas aunque simultáneas, asociadas a la transferencia, transporte y uso del calor.

**Tabla 35. Principales medidas y potenciales de EE en calentamiento directo en industria**

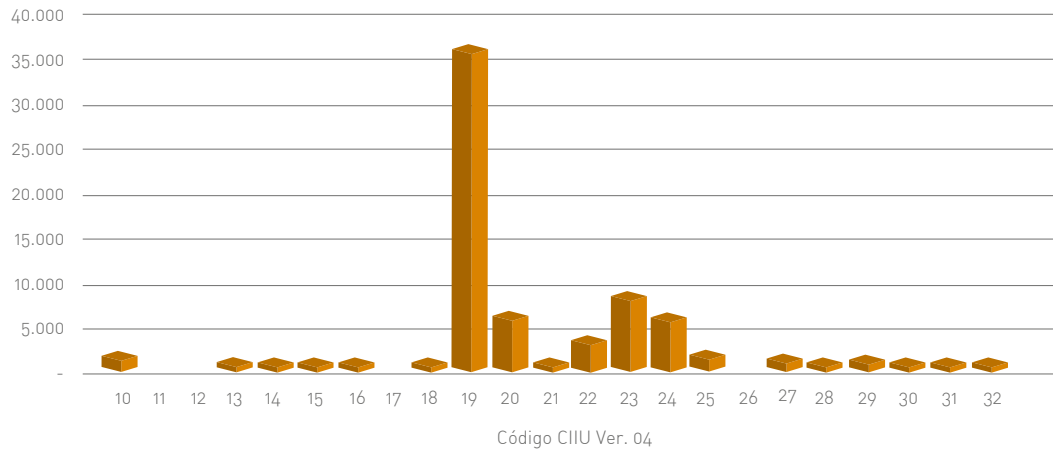
Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor directo			
	Programa de buenas prácticas en operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas.	60%	7%
	Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	60%	18%
	Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	40%	8%
	Programa de mejoras en combustión de combustibles sólidos.	50%	8%
	Programa de reconversión de calderas convencionales a calderas de lecho fluidizado.	30%	23%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre combustibles sólidos del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final 2014 (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kTon CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	3,30% 1,71% 0,48% 44.480 4.288	



## Gas natural

- Calor directo

Gráfica 34. Gas natural para calentamiento directo en industria



Fuente: UPME, 2016

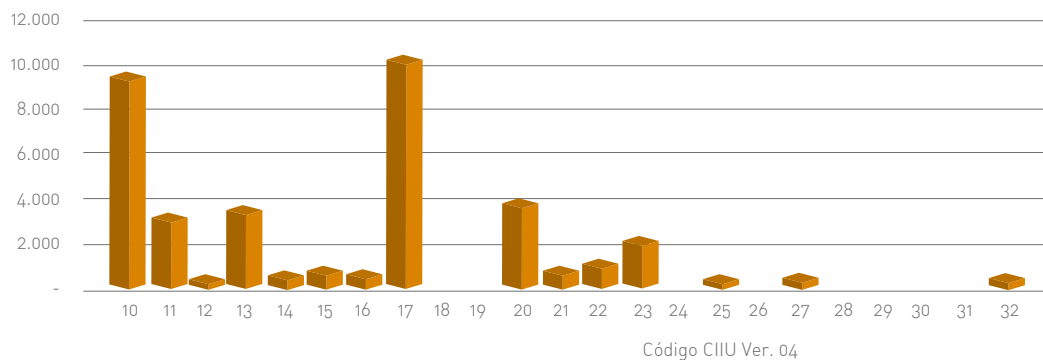
Los sistemas de calentamiento directo consumen el 65% del gas natural del sector industrial, casi el 20% del total de energía del sector. Aparte de la disponibilidad del combustible, las decisiones sobre el uso de hornos de gas o de combustibles sólidos tienen que ver con condiciones de calidad de los productos, para lo cual las cenizas de este tipo de combustibles es inconveniente.

En todo caso, la combustión de gas natural es generalmente más eficiente, más sencilla de lograr y más fácil de controlar. Sus humos también son más limpios, lo que disminuye costos en sistemas de control ambiental y facilita procesos de recuperación de calor.

**Tabla 36. Principales medidas y potenciales de EE en calentamiento directo en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor directo			
	Programa de buenas prácticas de operación y mantenimiento de hornos.	40%	10%
	Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	40%	7%
	Programa de mejoras en combustión de gas natural.	60%	6%
	Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	40%	9%
	Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	18%	35%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre gas natural del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kTon CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	2,29% 0,65% 0,18% 16.863 937	

• **Calor indirecto**

**Gráfica 35. Gas natural para calentamiento indirecto en industria**


Fuente: UPME, 2016

Los sistemas de calor indirecto a partir de gas natural en el país, son principalmente calderas pirotubulares de menos de 1.000 BHP, con eficiencias de combustión cercanas al 75% y consumen en total el 35% del gas natural del sector industrial o un 10% de la energía total del sector.

Versión para discusión

En cuanto a las características de estos sistemas, se tienen los mismos inconvenientes que con los sistemas de calentamiento descentralizado con combustibles sólidos, con la diferencia de que las calderas pirotubulares son generalmente más pequeñas y generan vapor saturado, no sobrecalentado. Esto significa que los sistemas de distribución tienen menos potencial de generar pérdidas.

Sin embargo, se encontraron procesos en los que se generaba vapor saturado a más de 200 °C para procesos con requerimientos de calor por debajo de 100 °C, obligando el desperdicio de grandes cantidades de calor.

Es por esto, que se hace énfasis en la última medida de eficiencia energética para sector industrial con disponibilidad de gas natural, que requiera calor para procesos de baja o media temperatura, la reconversión de sistemas centralizados de calor indirecto (calderas) a quemadores directos de gas natural in situ.

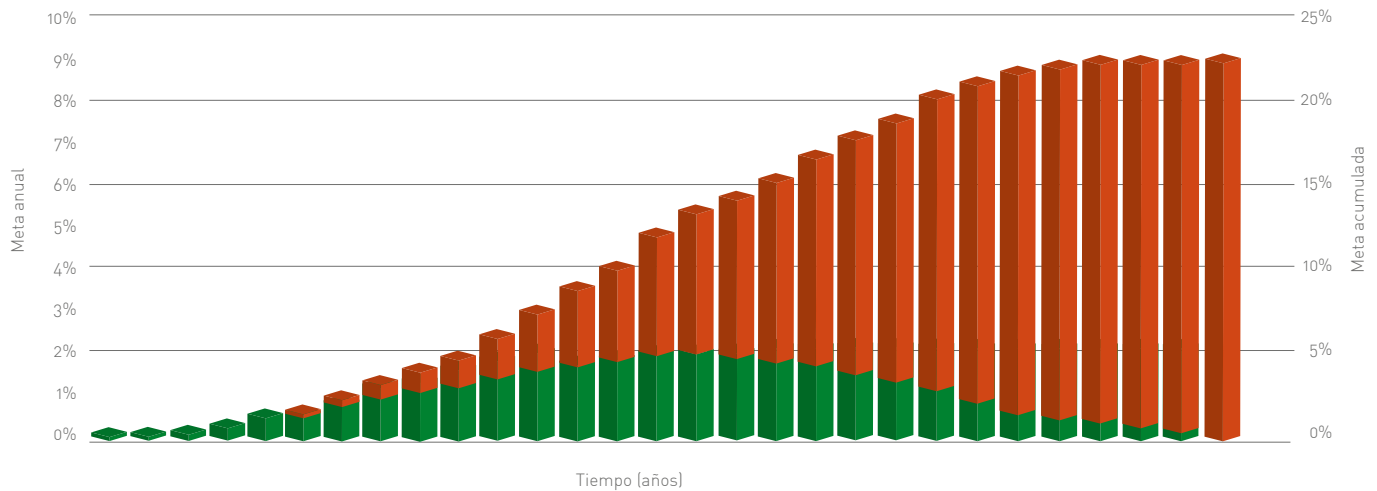
**Tabla 37. Principales medidas y potenciales de EE calentamiento indirecto en industria**

Uso	Medidas	Potencial aplicación	Potencial eficiencia
Calor indirecto			
	Programa de buenas prácticas en operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas.	60%	7%
	Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	60%	8%
	Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	40%	8%
	Programa de mejoras en combustión de gas natural.	30%	6%
	Programa de reconversión de calderas pirotubulares a súper calderas.	30%	18%
	Programa de reconversión de calentamiento indirecto a quemadores directos.	25%	33%
Impactos de las medidas			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto sobre gas natural del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía total del sector industrial (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto sobre energía final país (Periodo 2015-2021).</li> <li>• Impacto en consumo final (TJ).</li> <li>• Gases de efecto invernadero (kTon CO<sub>2</sub>).</li> </ul>	0,48% 0,14% 0,04% 13.764 764	

### Senda de cumplimiento de las metas de eficiencia energética

Para elaborar las sendas de cumplimiento de cada una de las alternativas de eficiencia energética, teniendo en cuenta que estas consisten mayormente en reconversiones tecnológicas, se utilizó una curva estándar de penetración tecnológica, en función del tiempo estimado para el total cumplimiento de la meta.

**Gráfica 36. Curva estándar de introducción tecnológica**



Fuente: UPME, 2016

En la Gráfica 36, las barras verdes significan el valor porcentual de la introducción tecnológica anual en cada uno de los periodos de la proyección, mientras que las barras rojas muestran la sumatoria. A forma de ejemplo, se puede ver cómo la introducción tecnológica anual supera apenas el 1% en los periodos más altos, mientras que la sumatoria de todo el ejercicio alcanza el 22%.

Se estimaron tiempos de cumplimiento por cada tipo de medida, 10 años para buenas prácticas, y 15 años para reconversiones tecnológicas; con lo cual se construyeron las curvas características de introducción de medidas de eficiencia energética para cada una de los energéticos tratados.

Versión para discusión

**Tabla 38. Línea base de demanda de energía por energético**

Demanda línea base - Unidades energéticas (TJ)									
Sectores	Uso	Energético	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Industrial	Térmico	Combustibles sólidos	184.614	187.193	189.837	192.550	195.335	197.772	200.269
		Gas natural	98.388	100.701	103.068	105.491	107.971	110.328	112.738
		Otros energéticos térmicos	10.871	11.037	11.205	11.375	11.549	11.709	11.871
	Eléctrico	Electricidad	57.388	58.290	59.207	60.138	61.084	61.960	62.850
Demanda Escenario Eficiencia Energética - Unidades Energéticas (TJ)									
Sectores	Uso	Energético	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Industrial	Térmico	Combustibles sólidos	184.614	185.784	185.646	184.332	182.055	178.717	175.040
		Gas natural	98.388	100.125	101.334	102.049	102.335	102.124	101.704
		Otros energéticos térmicos	10.871	11.037	11.205	11.375	11.549	11.709	11.871
	Eléctrico	Electricidad	57.388	57.698	57.445	56.687	55.518	53.993	52.337
Porcentaje Eficiencia Energética									
Sectores	Uso	Energético	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Industrial	Térmico	Combustibles sólidos	0,00%	0,75%	2,21%	4,27%	6,80%	9,64%	12,60%
		Gas natural	0,00%	0,57%	1,68%	3,26%	5,22%	7,44%	9,79%
		Otros energéticos térmicos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Eléctrico	Electricidad	0,00%	1,02%	2,98%	5,74%	9,11%	12,86%	16,73%

**Tabla 39. Resumen medidas de eficiencia energética en energía eléctrica**

Medidas de Eficiencia Energética	Total meta (TJ)	Impacto en uso (%)	Impacto energético (%)	Impacto en Industria (%)	Impacto en país (%)	IMPACTO kTon CO <sub>2</sub>
	<b>29.851</b>	<b>24,27%</b>	<b>7,09%</b>	<b>1,15%</b>	<b>0,35%</b>	<b>3.218</b>
<b>Instalaciones eléctricas</b>	<b>2.440</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,09%</b>	<b>0,03%</b>	<b>263</b>
Programa de buenas prácticas en las instalaciones eléctricas, puestas a tierra, protecciones.	1.620	0,38%	0,38%	0,06%	0,02%	175
Programa de calidad de la energía, energía reactiva y distorsión armónica.	820	0,19%	0,19%	0,03%	0,01%	88
<b>Aire acondicionado</b>	<b>254</b>	<b>0,83%</b>	<b>0,06%</b>	<b>0,01%</b>	<b>0,00%</b>	<b>27</b>
Programa de buenas prácticas en el uso, mantenimiento de las superficies de los intercambiadores de calor, y en la correcta operación de los sistemas de refrigeración bajo las condiciones de presión y temperatura con que fueron diseñados.	254	0,83%	0,06%	0,01%	0,00%	27
<b>Fuerza motriz</b>	<b>23.213</b>	<b>7,27%</b>	<b>5,51%</b>	<b>0,90%</b>	<b>0,25%</b>	<b>2.502</b>
Programa de buenas prácticas en la compra, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de fuerza motriz.	6.143	1,92%	1,46%	0,24%	0,07%	662
Programa de sustitución de motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia.	6.222	1,95%	1,48%	0,24%	0,07%	671
Programa de instalación de variadores de velocidad o Drivers VSDs.	7.777	2,44%	1,85%	0,30%	0,08%	838
Programa de buenas prácticas en la operación y mantenimiento del sistema de aire comprimido.	3.071	0,96%	0,73%	0,12%	0,03%	331
<b>Iluminación</b>	<b>1.715</b>	<b>7,72%</b>	<b>0,41%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,02%</b>	<b>185</b>
Programa de buenas prácticas en diseño, instalación, control, mantenimiento y renovación de los sistemas de iluminación.	1.282	5,77%	0,30%	0,05%	0,01%	138
Programa de reconversión de equipos y sistemas de iluminación de baja eficiencia.	433	1,95%	0,10%	0,02%	0,00%	47
<b>Refrigeración</b>	<b>497</b>	<b>2,24%</b>	<b>0,12%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>	<b>54</b>
Programa de buenas prácticas en el uso, mantenimiento de las superficies de los intercambiadores de calor y en la correcta operación de los sistemas de refrigeración bajo las condiciones de presión y temperatura con que fueron diseñados.	497	2,24%	0,12%	0,02%	0,01%	54
<b>Calor directo</b>	<b>1.712</b>	<b>4,51%</b>	<b>0,41%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,02%</b>	<b>185</b>
Programa de buenas prácticas en la carga, operación, control automatizado y mantenimiento de hornos.	730	1,92%	0,17%	0,03%	0,01%	79
Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	216	0,57%	0,05%	0,01%	0,00%	23
Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	766	2,02%	0,18%	0,03%	0,01%	83
<b>Calor indirecto</b>	<b>20</b>	<b>1,12%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>2</b>
Programa de buenas prácticas en operación y mantenimiento de sistemas de calentamiento indirecto.	20	1,12%	0,00%	0,00%	0,00%	2

**Tabla 40. Resumen medidas de eficiencia energética en combustibles sólidos**

Medidas de Eficiencia Energética	Total meta (TJ)	Impacto en uso (%)	Impacto en energético (%)	Impacto en Industria (%)	Impacto en país (%)	IMPACTO kTon CO <sub>2</sub>
		<b>71.382</b>	<b>10,55%</b>	<b>5,30%</b>	<b>2,76%</b>	<b>0,77%</b>
<b>Calor directo</b>	26.902	5,17%	2,00%	1,04%	0,29%	2.593
Programa de buenas prácticas en operación y mantenimiento de hornos.	6.653	1,28%	0,49%	0,26%	0,07%	641
Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	2.358	0,45%	0,18%	0,09%	0,03%	227
Programa de mejoras en combustión de combustibles sólidos.	4.043	0,78%	0,30%	0,16%	0,04%	390
Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	3.369	0,65%	0,25%	0,13%	0,04%	325
Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	10.479	2,02%	0,78%	0,41%	0,11%	1.010
<b>Calor indirecto</b>	44.480	5,38%	3,30%	1,72%	0,48%	4.288
Programa de buenas prácticas en operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas.	11.114	1,34%	0,82%	0,43%	0,12%	1.071
Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	14.472	1,75%	1,07%	0,56%	0,16%	1.395
Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	4.288	0,52%	0,32%	0,17%	0,05%	413
Programa de mejoras en combustión de combustibles sólidos.	5.360	0,65%	0,40%	0,21%	0,06%	517
Programa de reconversión de calderas convencionales a calderas de lecho fluidizado.	9.246	1,12%	0,69%	0,36%	0,10%	891

**Tabla 41. Resumen medidas de eficiencia energética en gas natural**

Medidas de Eficiencia Energética	Total meta (TJ)	Impacto en uso (%)	Impacto en energético (%)	Impacto en Industria (%)	Impacto en país (%)	IMPACTO kTon CO <sub>2</sub>
	<b>30.627</b>	<b>8,77%</b>	<b>4,14%</b>	<b>1,18%</b>	<b>0,33%</b>	<b>1.701</b>
<b>Calor directo</b>	<b>16.863</b>	<b>3,55%</b>	<b>2,28%</b>	<b>0,65%</b>	<b>0,18%</b>	<b>937</b>
Programa de buenas prácticas en operación y mantenimiento de hornos.	6.162	1,30%	0,83%	0,24%	0,07%	342
Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	2.186	0,46%	0,30%	0,08%	0,02%	121
Programa de mejoras en combustión de gas natural.	2.810	0,59%	0,38%	0,11%	0,03%	156
Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	2.810	0,59%	0,38%	0,11%	0,03%	156
Programa de cambios de procesos productivos para industrias manufactureras con sistemas de calentamiento directo.	2.895	0,61%	0,39%	0,11%	0,03%	161
<b>Calor indirecto</b>	<b>13.764</b>	<b>5,22%</b>	<b>1,86%</b>	<b>0,53%</b>	<b>0,15%</b>	<b>764</b>
Programa de buenas prácticas en operación, simultaneidad de procesos, optimización de purga y mantenimiento de calderas.	3.594	1,36%	0,49%	0,14%	0,04%	200
Programa de reposición y mantenimiento de aislamiento térmico.	2.082	0,79%	0,28%	0,08%	0,02%	116
Programa de aprovechamiento de calor residual de procesos de combustión.	1.388	0,53%	0,19%	0,05%	0,02%	77
Programa de mejoras en combustión de gas natural.	781	0,30%	0,11%	0,03%	0,01%	43
Programa de reconversión de calderas piro-tubulares a súper calderas.	2.342	0,89%	0,32%	0,09%	0,03%	130
Programa de reconversión de calentamiento indirecto a quemadores directos.	3.578	1,36%	0,48%	0,14%	0,04%	199

Versión para discusión



### 2.6.3. Comercial, público y de servicios

El estudio de caracterización realizado por al UPME en 2013 indica que el potencial de eficiencia energética en electricidad por cambio tecnológico en el sector terciario es del 14,8%, como se indica en la Tabla 42:

**Tabla 42: Potencial de eficiencia energética en electricidad en sector terciario**

	% de participación	Potencial de ahorro	Potencial total nacional
Calor Directo	7.7%		
Calor Indirecto	0.9%		
Iluminación	31.0%	8.9%	2.8%
Refrigeración	13.9%	18.6%	2.6%
Acondicionamiento de espacios	22.8%	34.5%	7.9%
Fuerza motriz	12.4%	12.4%	1.5%
Equipos de oficina	8.8%		
Servicios generales	1.4%		
Otros usos	1.0%		

Fuente: UPME, 2013

A este potencial, puede sumarse de un 5% a un 10% por la implementación de buenas prácticas, con lo cual el potencial total de eficiencia energética para usos eléctricos en este sector se estima entre un 20% y un 25%.

Dentro de este potencial se pueden considerar aquellas medidas identificadas por la UPME mediante la realización de 27 auditorías energéticas a edificaciones de entidades públicas de orden nacional, departamental y municipal durante los años 2012 y 2013 en diversas regiones del país mencionadas anteriormente en este mismo documento. Las auditorías llevadas a cabo por la UPME, indican que el potencial de eficiencia energética en este tipo de edificaciones debido a buenas prácticas, es del 5%; por sustitución de equipos actuales por otros más eficientes, del 20%; por la implementación de medidas arquitectónicas, 10% ;y al posible uso de energías renovables, de alrededor de 2,7%.

Es importante mencionar que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) contrató una consultoría en el marco de la formulación de una posible acción de mitigación nacionalmente apropiada (NAMA) en el sector hotelero de Colombia, la cual contempla alternativas de eficiencia energética mediante la formulación de proyectos enfocados en la optimización de sistemas de iluminación, sistemas de climatización, sistemas de calentamiento de agua sanitaria y piscinas (incluyendo la posibilidad de uso de sistemas solares térmicos), introducción de sistemas fotovoltaicos, y la incorporación de sistemas de control para los ítems anteriores según aplique. El sector hotelero tiene una importante oportunidad de fomentar este tipo de proyectos y establecer sistemas de monitoreo de ahorro energético con el fin de analizar su relación con las metas de eficiencia energética del sector terciario.

De otro lado, el estudio de caracterización también indica que los potenciales de eficiencia energética para el uso de gas natural en el sector están asociados a la recuperación de calor en *chillers* (para sistemas de aire acondicionado) con el propósito que éste pueda ser usado para producir agua caliente. Esta medida radica en que en este tipo de equipos, el calor que se disipa en el condensador principal está en condiciones de generar agua caliente entre 60°C y 80°C, aplicación para lo cual regularmente se usan sistemas de calentamiento con gas natural. La estrategia consiste entonces en aprovechar este calor de recuperación, desplazando el uso del gas en subsectores específicos como hoteles, hospitales, clubes y centros de recreación.

Dada la tenencia de *chillers* en este sector, con esta estrategia sería posible disminuir técnicamente hasta un 30% el consumo de gas natural. No obstante, se advierte que es necesario detallar las demandas tanto de agua caliente como de aire acondicionado en estos establecimientos y considerar el potencial económico.

Otro segmento en el cual se identifica la posibilidad de aprovechar un potencial de eficiencia energética es el alumbrado público. Este servicio representa aproximadamente el 3% de la energía eléctrica del país.

De acuerdo con los resultados de un estudio desarrollado en 2014 por la Unidad a través de la Universidad Nacional y con el apoyo de FINDETER, el BID, y de otros análisis realizados al interior de la Unidad, se estima que con la modernización de 300.000 lámparas (30% de las existentes) sustituyendo tecnología de sodio de alta presión por tecnología LED, se lograría reducir un 12% el consumo de energía en este segmento (en promedio 40% menos en cada punto<sup>15</sup>), con una reducción además en los costos de mantenimiento y un mejoramiento de la calidad de la iluminación.

Para lograr los ahorros energéticos propuestos en las aplicaciones de aire acondicionado, pueden desarrollarse estrategias encaminadas a promover la sustitución de los refrigerantes agotadores de ozono (SAO), por alternativas de bajo impacto ambiental que permitan la reducción de carga de refrigerantes y del consumo energético, y la adopción de nuevos sistemas más eficientes con sustancias de bajo impacto ambiental.

Otra de las alternativas identificadas para mejorar la eficiencia energética en este sector, es la construcción de Distritos Térmicos (DT)<sup>16</sup>, los cuales permiten centralizar la oferta de servicios de energía térmica ya sea en forma de agua fría, agua caliente o vapor, a ser usados por diferentes clientes, ofreciendo beneficios como el bajo impacto ambiental (reducción o eliminación de SAO y GEI), la facilidad en la operación, la reducción de costos y labores asociadas al mantenimiento de los equipos. En experiencias de implementación de DT a nivel nacional e internacional se ha podido establecer un ahorro promedio cercano al 25% del uso de la energía en relación a la situación sin sistema centralizado, lo que representa una oportunidad en el cumplimiento de las metas de eficiencia energética para el sector.

En este contexto, un trabajo interinstitucional para la identificación y caracterización de sitios potenciales en ambientes urbanos para la evaluación de Distritos Térmicos en el territorio nacional se considera una medida a ser promovida y evaluada en desarrollo del presente Plan de Acción<sup>17</sup>.

<sup>15</sup>Los sistemas de alumbrado público deben cumplir parámetros de uniformidad, nivel de iluminación y límites de deslumbramiento, entre otros, y que en ese sentido, las sustituciones deben realizarse bajo una modelación que asegure la conformidad con los mismos. Esto podría implicar, en algunos casos, modificar la altura de montaje de las luminarias o incorporar más puntos de iluminación, lo cual tiene un impacto tanto en los costos como en los ahorros de un proyecto de sustitución.

<sup>16</sup>Un Distrito Térmico es una red de distribución urbana que produce vapor, agua caliente y agua helada - a partir de una planta central - y que transporta estos productos por tuberías subterráneas a las edificaciones cercanas, con el fin de proporcionar servicios de acondicionamiento térmico de espacios (calor o frío) o de agua caliente sanitaria.

<sup>17</sup>Los DT son susceptibles de ser empleados en otros sectores como el industrial o el residencial.



Por su parte, el sector de acueductos también presenta importantes oportunidades de mejoramiento de la eficiencia energética, toda vez que el uso de fuerza motriz es común en estos sistemas y las empresas cuentan con equipos (principalmente motores y bombas) sobredimensionados, obsoletos y sin sistemas de control.

Información recopilada por la UPME, indica que acueductos con un alto componente de bombeo, presentan indicadores cercanos a los 1,4 kWh/m<sup>3</sup> mientras que los acueductos por gravedad presentan indicadores de 0,82 kWh/m<sup>3</sup>. Referentes internacionales muestran indicadores de 0,45 kWh/m<sup>3</sup> lo cual evidencia el alto margen de reducción de consumos. Lo anterior cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que se trata del servicio de agua potable, el cual es básico para toda la población.

Finalmente, el tema de medición inteligente también representa un potencial de eficiencia energética. Experiencias internacionales demuestran que cuando los usuarios pueden conocer de manera detallada sus consumos energéticos, se motivan a gestionarlos haciéndolos más eficientes. Lo anterior, debido a que pueden contar con información detallada y comparable sobre el consumo individual, desagregado y en tiempo real, así como sus costos. Cuando se trate de sistemas prepago, el usuario puede conocer en cualquier momento la energía disponible. A lo señalado, se suman otros beneficios como el de los bajos costos de energía<sup>18</sup>, una facturación precisa, y un mejor servicio al cliente.

Adicionalmente, esta medida representa beneficios para las empresas prestadoras de los servicios, como lo son reducción de fraudes, reducción de costos en la lectura de los medidores, detección y restauración más rápida de fallas del sistema, entre otros.

Un beneficio común para usuarios y Gobierno, es que la implementación de un sistema de medición inteligente puede convertirse en un vehículo fundamental para los esquemas de seguimiento y evaluación de las medidas de eficiencia energética ejecutadas y, a su vez, constituye uno de los pasos hacia la estructuración de esquemas de respuesta de la demanda y, de manera más amplia, de redes inteligentes.

En Colombia, empresas como Codensa, EPM, Emcali y Sopesa cuentan con alguna experiencia en la materia con la instalación de este tipo de medidores en algunos sectores de la población.

Con base en lo expuesto, y teniendo en cuenta:

- El estudio de costo efectividad realizado por la UPME en 2014;
- La receptividad mostrada por parte de las entidades públicas auditadas y el acompañamiento que realiza actualmente la UPME para facilitar la ejecución de las medidas así como lo contenido en la ley 1715 de 2014 en relación con la destinación que deberán hacer estas entidades para implementar medidas de gestión eficiente de la energía;
- El estudio contratado por el MME con E&Y para la formulación de una nueva política en la materia, el cual referencia también medidas en iluminación y acondicionamiento térmico de espacios como las de mayor potencial<sup>19</sup>.

<sup>18</sup>Debido a la reducción de costos por lectura de medidores.

<sup>19</sup>En el estudio de E&Y también se mencionan medidas orientadas a la sustitución de motores y equipos de refrigeración aunque con menor impacto y sí mucho esfuerzo pues los usuarios están atomizados.

Se proponen las siguientes metas y medidas de eficiencia energética en el sector:

**Tabla 43. Medidas de eficiencia energética en el sector terciario**

Ítem	Medida	% Segmento	% Sector	% País
1	El rediseño del sistema de iluminación, sustitución de luminarias, automatización e implementación de buenas prácticas.	2,72	0,71	0,05
2	Implementación de sistemas de aire acondicionado eficientes energéticamente y libres de Sustancias Agotadoras de Ozono, de bajo potencial de calentamiento global.	16,31	2,72	0,19
3	Mejoras en el diseño, la construcción y la adecuación arquitectónica de edificaciones (incluyendo mejoramiento en la transferencia de calor por los techos, ventanas y muros).	N/A	6,5	0,45
4	La actualización o reconversión tecnológica del alumbrado público, empleando luminarias de tecnología LED y sistemas de telegestión.	12	2,30	0,03
5	Implementación de Distritos Térmicos.	N/A	0,07	0,01
6	El mejoramiento de la eficiencia energética en acueductos, principalmente por la optimización de los sistemas de fuerza motriz.	15	0,91	0,14
7	Medición inteligente.	N/A	2,00	0,31
8	Implementación de buenas prácticas y sustitución de equipos de uso final en entidades públicas (en su mayor parte sistemas de iluminación y aire acondicionado).	10	2,08	0,33

De otro lado, se propone fijar como meta de reducción de consumo de gas en este sector un 10%, aunque se reitera la necesidad de realizar los estudios específicos que permitan detallar las demandas térmicas (calor y frío) en los establecimientos del segmento que operen chillers.

#### 2.6.4. Residencial

En este sector, para el caso de la energía eléctrica, se presentan importantes potenciales de eficiencia energética en los mayores usos, es decir, refrigeración e iluminación.

De acuerdo con los análisis realizados por la UPME, la sustitución de los equipos de refrigeración de más de 10 años (3.297.874), puede llevar a una reducción de consumo de energía de 1,702 GWh/año. Esta medida, se soporta en el avance de varias iniciativas como la propuesta de desarrollo de NAMA de refrigeración doméstica liderada por el MADS, la cual contiene 3 componentes: I) apoyo a la industria para mejorar sus procesos y productos; II) diseño y aplicación de un esquema que facilite la sustitución de equipos por parte de los usuarios finales, principalmente de los estratos 1, 2 y 3; III) fortalecimiento del esquema de disposición final de los equipos dados de baja de manera que se garantice un manejo adecuado con criterios ambientales. En el marco de la NAMA se pretende ejecutar un piloto para sustituir 300.000 equipos y estructurar el esquema para que dicha sustitución siga su desarrollo.

Con respecto al componente I), durante la fase de formulación se identificaron proyectos por parte de fabricantes nacionales, los cuales ya cuentan con alcances y presupuestos preliminares. Dentro de los proyectos identificados se mencionan el de mejoramiento de la eficiencia energética de los productos y el cambio de sustancias refrigerantes. En cuanto al componente II) se consideran acciones orientadas a facilidades de financiamiento, incentivos tributarios, aplicación del reglamento de etiquetado y estrategias de sensibilización y comunicación. Así mismo, en referencia al componente III), derivado de las disposiciones legales en torno a la gestión pos consumo, los fabricantes han conformado un esquema para la disposición final de los equipos, el cual presenta algunos avances en su gestión y operación, pero requiere apoyo para ampliar su cobertura territorial y racionalizar costos de funcionamiento.

Frente a la aplicación del reglamento de etiquetado, el cual fue expedido por el MME en 2015 mediante la Resolución 41012, vale la pena aclarar que si bien este instrumento no restringe la comercialización de refrigeradores ineficientes, progresivamente inducirá a los usuarios a comprar equipos de mayor desempeño energético. La experiencia obtenida en la Unión Europea indica que mientras en el año 2000 solamente el 21% de los equipos de refrigeración doméstica eran tipo A, en 2008 esa proporción ascendió a 90% debido a la preferencia de los usuarios<sup>20</sup>.

De otro lado, como se mencionó anteriormente, para el caso de Iluminación, la ECV 2015 revela que aún existe un 23% de participación de bombillas incandescentes (de filamento y halógenas) seguidas de las bombillas fluorescentes compactas – LFC que tienen una participación del 64%, de las LED con 10% y fluorescentes tubulares con el 2% restante.

En ese contexto la propuesta a desarrollar en el marco del presente Plan de Acción, se orienta a promover la sustitución de 20 millones de LFC (y de la cantidad remanente de las incandescentes) por bombillas LED.

Otra medida a promover, está relacionada con el diseño, construcción, equipamiento y operación de edificaciones. Frente a esta estrategia, se propone, de un lado, impulsar el diseño y construcción de edificaciones que privilegien el uso de iluminación y ventilación naturales manteniendo las condiciones de confort de los ocupantes.

Lo anterior, incluye el uso de materiales alternativos que demuestren ventajas en el desempeño energético de las edificaciones, por un comportamiento térmico más estable, lo cual no solo contribuirá con el confort, sino con una mayor eficiencia energética de los equipos instalados al interior de esas edificaciones, dependiendo de la ubicación de las mismas.

De otro lado, se impulsará el uso de otros equipamientos eficientes (además de iluminación y refrigeración) como sistemas de acondicionamiento térmico de espacios (extractores eólicos, aires acondicionados eficientes, sistemas de aprovechamiento geotérmico y distritos térmicos), transformadores dimensionados de acuerdo con las necesidades reales de carga<sup>21</sup>, estaciones de recarga de vehículos eléctricos y sistemas de calentamiento de agua con energía solar.

Adicionalmente, siguiendo las indicaciones contenidas en la Ley 1715 de 2014, se promoverá la instalación de sistemas de generación de electricidad con FNCE en el sector, en los casos en los cuales resulte pertinente, incluyendo viviendas pertenecientes a los estratos 1, 2 y 3.

Con el propósito de alcanzar los objetivos planteados, se apoyará la aplicación de estándares nacionales o internacionales de diseño y construcción de edificaciones sostenibles<sup>22</sup> y la guía de ahorro de agua y energía publicada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – MVCT-, bajo la Resolución 549 de 2015. Esta guía contempla medidas pasivas (asociadas al diseño) y activas (asociadas al equipamiento).

<sup>20</sup>GIZ, 2012

<sup>21</sup>Actualmente existe un número significativo de subestaciones con transformadores que resultan sobredimensionados frente a las cargas que atiende. Esta condición representa pérdidas de energía en los sistemas de distribución local.

<sup>22</sup>Ejemplos de ellos son LEED, EDGE, BREEAM.



Por otra parte, derivado de análisis de estudios internacionales sobre el consumo en stand by de equipos domésticos considerando consumos de referencia de televisores CRT y de plasma, hornos microondas, decodificadores y otros equipos de amplio uso; se fija una meta de reducción de consumo de energía por este concepto en 1% de la demanda residencial.

Así como para el sector terciario, el tema de medición inteligente también representa un potencial de eficiencia energética para este sector, con los beneficios comentados en el aparte mencionado (menores costos de energía<sup>23</sup>, facturación más precisa y un mejor servicio al cliente). Al respecto se considera factible que a 2021 la instalación masiva de este tipo de equipos en los hogares colombianos represente un 4,7% de reducción en el consumo de energía eléctrica de este sector.

Con respecto al uso del gas natural, en este sector se considera un mejor uso del energético por la implementación de buenas prácticas por parte de los usuarios, asociadas al empleo regular de ollas adecuadas al tamaño del fogón, de la tapa de los recipientes, y a moderar el fuego durante la cocción, cerrar las válvulas una vez finalizada esta labor y prescindir del uso de pilotos. Con la consolidación de estas prácticas, se espera alcanzar una disminución en el consumo de alrededor del 3% a 2018, con respecto al escenario base.

Para el sector rural, con la implementación en los próximos años de una norma que regule las condiciones de desempeño de las estufas operadas con biomasa leñosa (específicamente leña y carbón vegetal), se pretende que estas tecnologías de cocción incrementen su eficiencia como mínimo hasta un 20%, es decir, que dupliquen la eficiencia de las tecnologías del escenario de referencia (línea base). Esto permitirá, al menos teóricamente, reducir en un 50% el consumo de leña (o carbón vegetal) y por ende, el consumo de energía térmica.

Asumiendo una meta de un millón de estufas en los próximos 15 años, como se establece en el documento oficial "Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción con leña", se estima que cada año se ahorraría 2,9 t de leña por estufa implementada, lo que implica un ahorro anual de energía de 0,043 TJ por cada unidad en operación.

Si se considera un escenario ideal en donde cada año entran en operación 65.000 estufas con el referido nivel de eficiencia, se disminuiría el consumo de energía térmica en 2.795 TJ/año. En la tabla 43 se muestra un ejercicio de simulación de la cantidad de energía ahorrada en un lapso de 15 años.

<sup>23</sup>Debido a la reducción de costos por lectura de medidores.

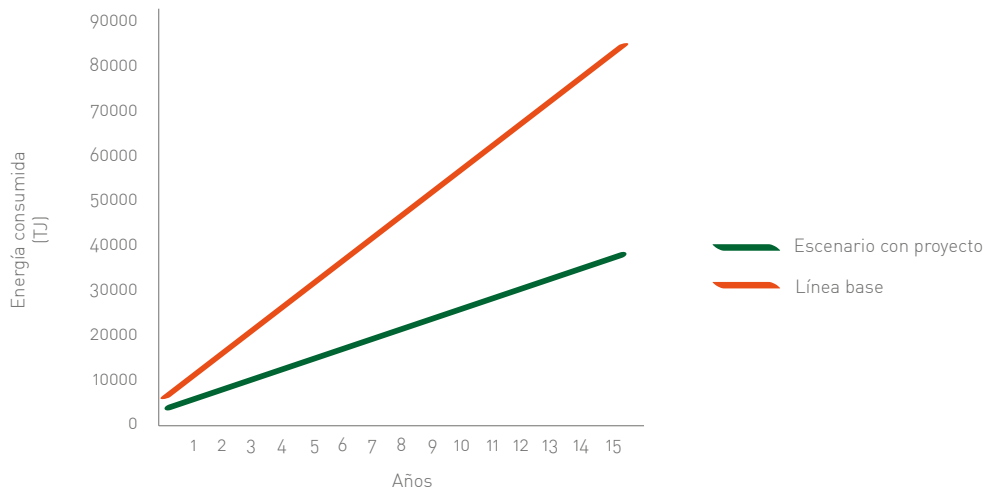
Tabla 44. Ahorro de energía por la implementación de estufas eficientes en el sector rural

Año	Ahorro de energía acumulada (TJ)
1	2.795
2	5.590
3	8.385
4	11.180
5	13.975
6	16.770
7	19.565
8	22.360
9	25.155
10	27.950
11	30.745
12	33.540
13	36.335
14	39.130
15	41.925

Fuente: MADS, 2015

Se puede observar que con el cumplimiento de la meta de masificación de un millón de estufas en un periodo de 15 años, se ahorrarían 41.925 TJ. En la Gráfica 37, se efectúa una comparación entre la cantidad de energía consumida bajo el escenario de referencia (línea base) y la cantidad que se consumiría con la implementación de un programa nacional de estufas eficientes.

Gráfica 37. Consumo de energía por instalación de 1 millón de estufas rurales eficientes



Fuente: MADS, 2015

## 2.7. Estrategias y acciones base para el cumplimiento de metas sectoriales

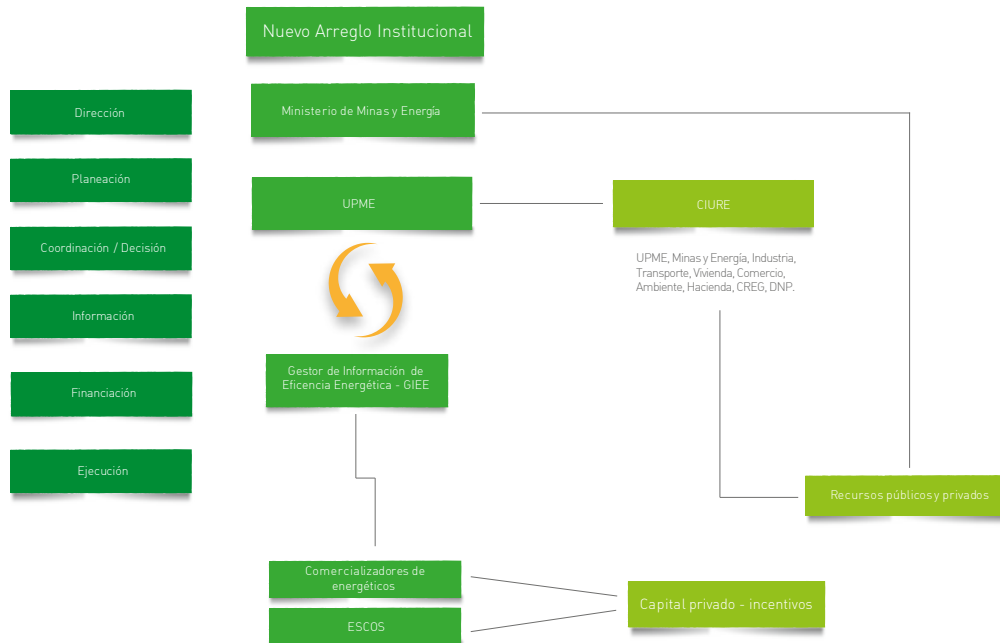
### 2.7.1. Institucionalidad

- Nuevo Arreglo Institucional que se constituya en el enlace entre la política y el mercado y específicamente con los usuarios finales en todos los sectores.
- Creación y operación del Gestor de la Información de EE (GIEE).
- Fortalecimiento de la Comisión Intersectorial para el Uso Racional de Energía y Fuentes no Convencionales de Energía (CIURE).



- Nuevo arreglo institucional que se constituya en el enlace entre la política y el mercado, y específicamente con los usuarios finales en todos los sectores

Gráfica 38. Nuevo arreglo institucional de EE en Colombia



Fuente: UPME, Adaptado de la presentación de la Política, MME – 2016.

En términos institucionales, y tras la evaluación y selección del esquema óptimo que permita articular los esfuerzos en materia de eficiencia energética y lograr una efectiva implementación de la política, se recomendó la conformación de un nuevo esquema que incluya a un gestor de la información de EE, unos agentes ejecutores, entre ellos comercializadores, Empresas de Servicios Energéticos – ESE- y una CIURE fortalecida con actores como el Ministerio de Transporte. Esto, en el marco de la nueva normatividad que expedirá el MME, que tiene como propósito establecer los lineamientos e instrumentos para promover el desarrollo de un mercado de eficiencia energética en el país.

La gestión de la información en este nuevo esquema, contemplará la recolección, centralización, administración y análisis, entre otras, de la información que exista en el país sobre consumo y usos de energía y potenciales de eficiencia energética por sector, con la finalidad de proponer medidas y estrategias de eficiencia energética, técnica y económicamente viables.

De otra parte, los agentes ejecutores, prestarán servicios energéticos, técnicos y comerciales, que buscarán optimizar y/o mejorar la eficiencia energética por parte de los usuarios finales. Incluirá entre otros, el diseño, estructuración, financiamiento, inversión, operación, mantenimiento y control necesarios para lograr una mejora de la eficiencia energética verificable y medible.

Esta alianza, estaría encargada de promover y desarrollar los proyectos en los sectores transporte, industrial, comercial y residencial, y hacer que las políticas se materialicen en proyectos con resultados concretos que tengan un efecto replicador. Lo anterior, es importante para respaldar y legitimar los proyectos que se deriven de la alianza, puesto que el éxito de éstos requiere una buena articulación entre la política pública, con las posibilidades e intereses de los sectores de consumo final.

- **Creación y operación del Gestor de la Información de EE (GIEE)**

El MME establecerá la metodología de selección y remuneración del servicio que prestará el GIEE, teniendo en cuenta las actividades y los requerimientos de recursos en sistemas, confidencialidad, herramientas analíticas, así como de la propuesta y gestión de políticas y medidas de eficiencia energética, definidas en la nueva normatividad que expedirá el MME para tal fin. Será una persona jurídica que cumpla con los requerimientos técnicos y de experiencia, para prestar el servicio de gestión de la información de eficiencia energética en Colombia.

La UPME definirá el alcance de las actividades de la gestión de la información de eficiencia energética establecidas en la nueva normatividad mencionada así como las condiciones, los criterios y los parámetros bajo los cuales deberán ejecutarse. Así mismo, la UPME con base en parámetros y esquemas de monitoreo que defina para tal fin, deberá establecer las actividades para que el Gestor apoye el seguimiento a los planes, políticas y medidas implementadas por el Gobierno Nacional en materia de eficiencia energética, así como a los planes de EE derivados de estos, que se suscriban y aprueben con los diferentes agentes intervinientes en el mercado energético.

El Gestor propondrá a la UPME las estrategias, planes y medidas en materia de eficiencia energética que considere técnica y económicamente viables, para que la UPME, en el marco de las funciones establecidas en el Decreto 1258 de 2013, lo considere como insumo a la hora de diseñar y establecer los planes, programas y proyectos prioritarios relacionados con el ahorro, conservación y uso eficiente de la energía en todos los campos de la actividad económica y adelante las labores de difusión necesarias y el seguimiento y evaluación de los planes, programas y proyectos relacionados con EE así como evaluar la conveniencia económica, social y ambiental de su desarrollo.

Para asegurar su operatividad, se proponen cuatro etapas: I) Contratación del GIEE en la cual se realizarán los ajustes legales y normativos necesarios para establecerlo como una entidad privada que pueda ser contratada por el Ministerio de Minas y Energía; II) Consolidación de la plataforma informática, recolección de la información y construcción de los vínculos administrativos y tecnológicos con los distintos agentes, para contar con información actualizada y oportuna; III) Elaboración y propuesta de medidas costo efectivas y metas de EE, como insumo para que la UPME presente a la CIURE para su aprobación (el primer paquete de medidas se está estableciendo en el presente Plan de Acción Indicativa, PAI, y las metas serán voluntarias); y IV) Ejecución a través de la concertación entre agentes intervinientes en el mercado y los usuarios finales de la energía. Con el esquema anterior, se espera la consolidación de un mercado de eficiencia que involucra una intervención fuerte en los sectores de consumo.

- **Fortalecimiento de la CIURE**

De forma complementaria, se debe fortalecer la Comisión Intersectorial para el Uso Racional de Energía y Fuentes no Convencionales de Energía (CIURE), creada a través del Decreto 3683 de 2003. Esta Comisión tiene por objeto asesorar y apoyar al ministro de Minas y Energía en la coordinación de políticas sobre uso racional y eficiente de la energía y demás formas de energía no convencionales.

La UPME, encargada de la secretaría técnica, buscará vincular como miembro permanente al Ministerio de Transporte y de otros ministerios, para implementar los proyectos identificados en los sectores, los cuales tienen un gran potencial en términos de eficiencia energética.

## 2.7.2. Consolidación de un mercado activo en Eficiencia Energética

- Instrumentos (técnico-legales) para la participación de ESE.
- Sistemas de Gestión de la Energía.
- Evaluación de la creación de Certificados de EE y de su metodología de valoración y operación en el mercado.
- Actualización Incentivos tributarios y no tributarios.
- Gestión y uso de recursos de Clean Technology Fund, CTF reembolsable y no reembolsable.
- Líneas de crédito preferenciales para EE.
- Diseño y aplicación del FENOGE.

- **Instrumentos (técnico-legales) para la participación de las Empresas de Servicios Energéticos, ESE**

Las ESE son personas jurídicas cuyo objeto social corresponde exclusivamente a proporcionar servicios energéticos según lo definido en la nueva normatividad expedida por el MME para tal fin. En tal sentido, asumen los riesgos técnicos y económicos asociados con proyectos de eficiencia energética, y su remuneración se basará parcial o totalmente en la obtención de ahorros a partir de mejoras de eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás beneficios convenidos con los usuarios.

Se deben establecer los mecanismos para el registro de las ESE ante el gestor de información de eficiencia energética que serán avaladas por la UPME. Las ESE deben constituirse de acuerdo con las normas colombianas para prestar sus servicios y deben presentar reportes periódicos de la información en la forma y plazos que la UPME determine para tal fin.

Se definirán los instrumentos jurídicos y financieros para su fortalecimiento. El financiamiento es parte constitutiva del propio modelo de negocio ESE y en términos simplificados, en un contrato de servicios energéticos la inversión asociada a los proyectos de mejora de la eficiencia energética puede ser asumida por la ESE, por el cliente, en esquemas mixtos, o por terceras partes mediante la estructuración del financiamiento (Alfonso Blanco, Manlio Coviello – Estudio CEPAL/GIZ, 2015).

Para fomentar el desarrollo de una industria que aplique contratos de Ahorros Garantizados, se deben desarrollar los instrumentos financieros que permitan establecer estas garantías (técnicas) de ahorros, y que las mismas sean válidas para su aplicación contractual. Debe existir una oferta potencial de instrumentos que actúen respaldando la acción de la ESE y responder ante el incumplimiento de los ahorros estimados. En ese sentido, las ESE pueden recurrir a fondos de reserva, fondos de garantía que brindan certificados de fianza.

Como parte de los incentivos, las empresas de servicios energéticos registradas, podrán obtener certificados de eficiencia energética, como producto de la ejecución de actividades contempladas en un plan de eficiencia energética.

- **Sistemas de Gestión de la Energía**

El Gobierno nacional promoverá la adopción del sistema de gestión de la energía, compatible con la Norma Técnica Colombiana NTC/ISO 50.001, como medida para mejorar la eficiencia energética de las instituciones públicas y privadas, con fines comerciales, industriales o de servicios. Los sistemas de gestión de la energía recopilarán información detallada sobre el consumo energético y sobre la mejora del desempeño energético, y reportarán dicha información al Gestor de Información de Eficiencia Energética de acuerdo con la metodología que establezca la UPME.

Se establecerá un Sistema Nacional de Certificación de Técnicos en Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía, que permita reconocer las competencias técnicas de los individuos que ofrezcan los servicios de implementación. Así mismo, se promoverá la acreditación por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), de instituciones nacionales o internacionales que cumplan con los requisitos establecidos en la norma ISO 50.003 que será adoptada por Colombia.

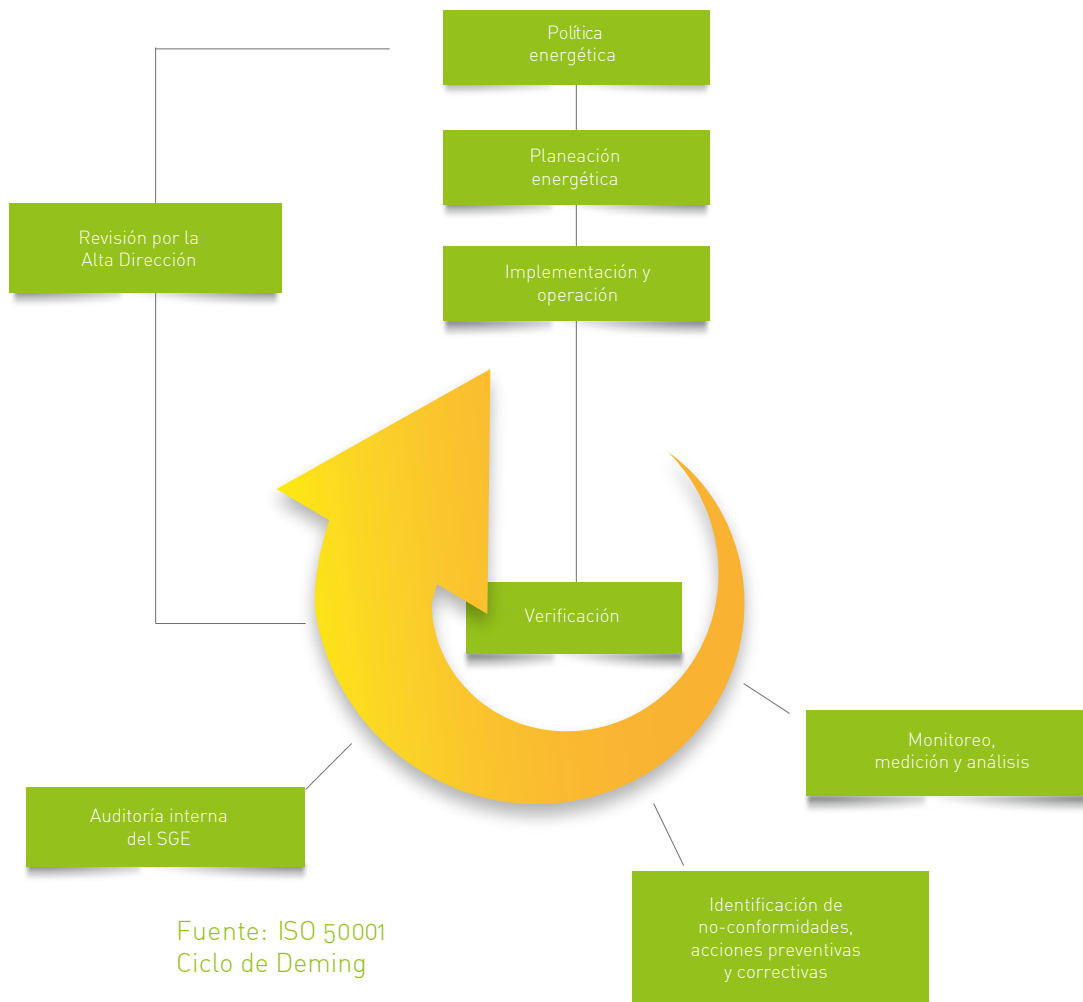
Se definirán los incentivos económicos para garantizar las inversiones necesarias que resultaren del diagnóstico realizado por cada institución como producto de la aplicación de un sistema de gestión de la energía. Las medidas de EE identificadas pueden implicar modificaciones en la operación (medidas de bajo o nulo costo) o inversiones en procesos o tecnologías (medidas de inversión moderada o alta).

De otra parte, se extenderá el programa nacional de formación en sistemas de gestión integral de la energía (SGIE) para garantizar que las organizaciones e individuos accedan a ella y puedan responder a la demanda dentro del nuevo esquema de eficiencia energética en Colombia.

El sistema podría estar articulado a los departamentos de Gestión Ambiental creados por la Ley 1124 de 2007 y reglamentados por el Decreto 1299 de 2008, para que contemplen un módulo de gestión energética que permita hacer una gestión integral para incrementar la eficiencia energética y aportar al compromiso del país en términos de reducción de emisiones de GEI.

Lo anterior, permitirá el desarrollo de instrumentos normativos, fiscales, de acceso al conocimiento técnico y de gestión y de fortalecimiento de capacidades de la infraestructura del subsistema nacional de calidad.

**Gráfica 39. Metodología SGE**



Fuente: UPME- ONUDI – 2016.

• **Evaluación de la creación de Certificados de EE y de su metodología de valoración y operación en el mercado**

El universo de medidas de eficiencia energética está determinado por el desarrollo tecnológico de los equipos que aprovechan las bondades de los energéticos para generar bienestar o producir bienes y servicios, así como por el buen uso que reciben estos equipos durante su operación. Adicionalmente, como parte de este universo, están las medidas relacionadas con las readecuaciones arquitectónicas y su relación e impacto en la disminución de carga térmica en su interior y el uso final de la energía a través de sus equipos de mayor participación en la edificación.

Versión para discusión

La implementación de estas medidas va más allá del potencial técnico, e involucran, en el caso del privado, de manera inevitable una evaluación económica y financiera de los proyectos que pretenden llevarlas a cabo; en donde la decisión de inversión dependerá del beneficio energético, de los ahorros en costos de operación, del tiempo de recuperación de la inversión, de la tasa interna de retorno del proyecto y VPN del proyecto.

No obstante, como bien lo ha demostrado la literatura internacional, la eficiencia energética presenta claras, y no despreciables externalidades para la sociedad. A saber, competitividad vía menores costos de los energéticos, aumentos en la productividad, disminución de las necesidades de inversión en infraestructura de producción y distribución de energéticos y mejoras en la calidad del ambiente y la salud, entre otros. En efecto, son estas externalidades las que justifican la intervención estatal. Lo anterior, lleva a aplicar para el caso de la eficiencia energética, el concepto de costo efectividad.

Desde el punto de vista económico, las medidas de eficiencia energética pueden clasificarse en tres tipos: En el primer tipo están aquellas medidas de eficiencia que, por sus potenciales de ahorro energético en comparación con sus costos, tienen cierre financiero y son atractivas para que sean ejecutadas por los privados. En el segundo tipo de medidas, están aquellas que no son atractivas económicamente para el privado, pero una vez se incluyen las externalidades dentro de la evaluación económica, se encuentra una relación beneficio-costos positiva para la sociedad. Es decir, en este tipo de medidas el usuario no observa un beneficio concreto, pero la sociedad se beneficia en su conjunto.

Finalmente, en el tercer tipo están aquellas que no son atractivas para el privado y la sociedad en razón de los altos costos de implementación.

Teniendo en cuenta la clasificación de los tres tipos de medidas, la Política Pública de Eficiencia Energética propuesta por el Ministerio de Minas y Energía, está evaluando de manera prioritaria, la implementación del segundo tipo de medidas, es decir, de las que en principio no son atractivas económicamente para el privado pero una vez incluidas las externalidades, se encuentra una relación positiva para la sociedad, a través de un incentivo que tenga en cuenta la valoración de las externalidades que entrega determinada medida de eficiencia energética a la sociedad. Este incentivo se entregará al usuario buscando que con él, se logre el cierre financiero de la medida de eficiencia energética que en la valoración privada no se lograba.

Al respecto, se debe definir una metodología de valoración de las externalidades de las medidas de eficiencia energética, que permita optimizar el uso de los recursos públicos y asegurar el cumplimiento de los objetivos del mecanismo.

#### • **Actualización incentivos tributarios y no tributarios**

Los incentivos tributarios para EE (exclusión de IVA y deducción renta líquida), se otorgan actualmente bajo el mandato del Estatuto Tributario, ET, derivado de los artículos 158-2 (Renta Líquida, RL - Por inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente), 424-7 (exclusión de IVA para equipos nacionales o importados); a partir de la reglamentación de una excepción contenida en los decretos reglamentarios 2532 de 2001 (IVA) y 3172 de 2003 (RL), que mencionan que los equipos para proyectos de eficiencia energética no serían objeto de los beneficios a menos que dichos proyectos correspondieran al cumplimiento de metas ambientales concertadas entre los ministerios de Ambiente y Minas y Energía.

Las metas ambientales se concertaron a través de la Resolución 186 de 2012 y tienen vigencia hasta diciembre de 2016. En este escenario, el ET establece que el "valor a deducir por este concepto, en ningún caso podrá ser superior al veinte por ciento (20%) de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión."

De otra parte, el artículo 11 de la Ley 1715 de 2014 planteó un nuevo escenario para otorgar el beneficio de deducción de renta líquida a proyectos de gestión eficiente de la energía (eficiencia energética + respuesta de la demanda), estableciendo que el "valor a deducir por este concepto, en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión."

Para actualizar los diferentes incentivos tributarios y no tributarios asociados a nuevas o existentes medidas de eficiencia energética por sector, se propone evaluar las siguientes alternativas:

**Tabla 45. Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos en el sector transporte**

Categoría	Medida	Incentivo
Sustitución de combustibles	Adquisición y uso público o privado de vehículos con tecnologías limpias (híbrida, 100% eléctrica, dedicada a gas natural o de hidrógeno).	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) y arancelarios (exención de arancel).
	Instalación y uso de estaciones de recarga (lenta y rápida) para vehículos eléctricos e híbridos.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) y arancelarios (exención de arancel).
	Recarga de vehículos 100% eléctricos e híbridos enchufables.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y exención de contribución) para la electricidad con destino a esta recarga.
	Masificación de combustibles más limpios (gas natural) en reemplazo de gasolina y diésel oil.	Impuestos a los combustibles líquidos.
Eficiencia en la infraestructura del sistema	Cambio modal de transporte privado por transporte público de personas.	Cargos por congestión. Cargos diferenciales en las matrículas. Instalación de peajes. Cargos por contaminación.
	Cambio modal de reemplazo de automóviles por bicicletas.	Cargos por congestión. Cargos diferenciales en las matrículas. Instalación de peajes.
	Cambio modal de reemplazo de automóviles por caminatas.	Cargos por congestión. Cargos diferenciales en las matrículas. Instalación de peajes.
	Medida de adquisición y reemplazo de la flota de carga: desintegración de camiones.	Reducción en impuestos por recambio de unidades (desintegración) e impulso en la financiación de nuevos camiones.
Tecnología	Vehículos mejorados y sistemas de información a bordo, de alta tecnología.	Implementación de estándares de eficiencia en los vehículos y etiquetado.

Fuente: UPME. Adaptado de Monitoreo y Evaluación de la política de eficiencia energética en Colombia. Fundación Bariloche, 2016.

**Tabla 46. Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos tributarios para el sector industrial**

Categoría	Medida	Incentivo
Mejora de la productividad y la eficiencia en forma integral.	Actualización tecnológica en los siguientes casos: Sustitución de motores eléctricos de eficiencia baja por motores eléctricos de eficiencia alta, Premium o Súper Premium. Instalación de variadores de velocidad para motores de 10 HP a 50 HP. Instalación de calderas de recuperación. Instalación de quemadores con control de la relación aire/combustible en equipos de combustión. Sustitución de sistemas de calor centralizado por sistemas de calor descentralizado. Instalación de hornos eficientes. Instalación de calderas de biomasa. Instalación de sistemas de refrigeración eficiente.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) por tipo de equipo de uso final. Acceso a certificados-bonos de EE. Régimen especial de amortizaciones.
	Uso de contadores bidireccionales.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida).
	Fijación de metas de EE.	Acceso a programas de CTI.
	Programas de auditorías energéticas voluntarias	Cofinanciación a través de FENOGÉ o de cooperación técnica internacional a medias y pequeñas industrias.
		Financiamiento a tasas concesionales.
		Financiamiento específico a pequeños y medianos industriales.
Gestión eficiente de la Energía	Diseño e implementación de SGEN.	Acceso a mercado con certificados o bonos de EE.

Fuente: UPME. Monitoreo y Evaluación de la política de eficiencia energética en Colombia. Fundación Bariloche, 2016.

Versión para discusión

**Tabla 47. Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos tributarios para el sector terciario**

Categoría	Medida	Incentivo
Mejora de la productividad y la eficiencia en forma integral	Actualización tecnológica en los siguientes casos: Sustitución de motores eléctricos de eficiencia baja por motores eléctricos de eficiencia alta, Premium o súper Premium (RETIQ). Uso de aires acondicionados de alta eficiencia (RETIQ). Uso de sistemas de inmótica. Uso de pinturas atérmicas. Uso de películas reflectivas en las ventanas. Uso de estrategias de acondicionamiento ambiental por medios naturales. Uso de sistemas de alumbrado público con tecnologías LED. Uso de sistemas de telegestión para sistemas de alumbrado público.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) por tipo de equipo de uso final. Acceso a certificados-bonos de EE. Régimen especial de amortizaciones.
	Uso de contadores bidireccionales.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida).
	Construcción de edificaciones con certificación energética o ambiental reconocida (LEED, EDGE, HQE, etc.).	Disminución de pago de impuesto predial durante los primeros 3 o 5 años de funcionamiento.
Gestión eficiente de la Energía	Diseño e implementación de SGEN.	Acceso a mercado con certificados o bonos de EE.

Fuente: UPME. Monitoreo y Evaluación de la política de eficiencia energética en Colombia. Fundación Bariloche, 2016.

**Tabla 48. Propuesta de medidas de eficiencia energética objeto de incentivos tributarios para el sector residencial**

Categoría	Medida	Incentivo
Mejora de la productividad y la eficiencia en forma integral	Actualización tecnológica en los siguientes casos: Sustitución de motores eléctricos de eficiencia baja por motores eléctricos de eficiencia alta, Premium o súper Premium (RETIQ). Uso de estufas de inducción. Uso de sistemas de domótica. Uso de pinturas atérmicas. Uso de extractores eólicos. Uso de películas reflectivas en las ventanas. Uso de estrategias de acondicionamiento ambiental por medios naturales. Uso de sistemas solares para calentamiento de agua sanitaria.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida, esta última, cuando aplique) por tipo de equipo de uso final. Acceso a certificados-bonos de EE. Régimen especial de amortizaciones.
	Uso de contadores bidireccionales.	Incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida, esta última, cuando aplique).
	Construcción de edificaciones con certificación energética o ambiental reconocida (LEED, EDGE, HQE, etc.).	Disminución de pago de impuesto predial durante los primeros 3 o 5 años de funcionamiento.
Gestión eficiente de la Energía	Diseño e implementación de SGEN.	Acceso a mercado con certificados o bonos de EE.

Fuente: UPME. Monitoreo y Evaluación de la política de eficiencia energética en Colombia. Fundación Bariloche, 2016.

Versión para discusión



- **Gestión y uso de recursos de Cooperación Técnica Internacional - CTI reembolsable y no reembolsable**

La cooperación internacional es un mecanismo de apoyo a procesos de desarrollo mediante el aporte de recursos técnicos y financieros entre gobiernos u organizaciones.

La cooperación técnica se basa en la transferencia de conocimientos, habilidades y experiencias de países avanzados a países beneficiarios con el propósito de contribuir al fortalecimiento de capacidades, al avance tecnológico y a la formación de recursos humanos en este último.

La cooperación financiera puede ser reembolsable (préstamos con bajos intereses, periodos de gracia y amplios plazos para el pago) o no reembolsable (préstamos que no exigen la devolución de los recursos).

Actualmente, Colombia cuenta con amplia experiencia en la gestión de recursos de CTI, tanto reembolsables como no reembolsables. Dentro de los proyectos asociados a la captura de estos recursos, ejecutados o en ejecución, se destacan los siguientes:

- Proyecto de etiquetado de equipos – GEF/PNUD/UPME (USD 2,5 millones).
- Proyecto de eficiencia energética en la industria colombiana - EEI – GEF/ONUDI/UPME (USD 2 millones).
- Proyecto de eficiencia energética en edificaciones – GEF/PNUD/UPME (USD 0,95 millones).
- PPF – Estructuración técnica y financiera de proyectos de inversión (USD 0,5 millones).
- Programa de EE para San Andrés Islas (CTF/BID/DNP/MME/UPME) (USD 10 millones).

Adicionalmente, el país se encuentra en proceso de capturar recursos adicionales para la ejecución de los siguientes proyectos:

- Eficiencia energética en edificaciones, fase II - GEF/PNUD/UPME (USD 2 millones): Este proyecto incluye componentes orientados a fortalecer la normativa en la materia, generar mayor capacidad técnica en el país, mejorar la oferta financiera para los diferentes agentes involucrados en el segmento y realizar pilotos de inversión con los cuales se demuestren de manera práctica las ventajas de implementar medidas de eficiencia energética en edificaciones nuevas o existentes a fin de generar un efecto de replicación a nivel nacional. Actualmente, este proyecto se encuentra en fase de formulación mediante preparación de PRODOC (documento del proyecto).
- Renovación de edificaciones existentes – AFD/TERAO/UPME (USD 550 mil): Este proyecto cuenta con apoyo del Gobierno de Francia a través de su Agencia de Cooperación Económica (AFD) y de la firma TERAQ, aliada estratégica para la ejecución. Se realizará en la ciudad de Medellín, seleccionada previamente por el país europeo, y constará de dos fases: la primera orientada a realizar auditorías energéticas en entidades oficiales, y la segunda, enfocada en la ejecución de proyectos de renovación energética para edificaciones seleccionadas del grupo participante en la primera fase. La UPME será la entidad encargada del desarrollo técnico y se contará con socios como EPM, la Gobernación de Antioquia y la Cámara de Comercio de Medellín.
- Ciudades energéticas – SECO/UPME: Este proyecto se desarrollará con el apoyo de la Agencia Suiza de Cooperación Económica – SECO. Su objetivo es identificar y ejecutar proyectos demostrativos de eficiencia energética y uso de FNCE que permitan mejorar la gestión de la energía en las regiones, con la consecuente reducción de emisiones de GEI, siguiendo un modelo de liderazgo local y participación comunitaria. Este proyecto ya ha surtido una primera fase de preidentificación, producto de la cual, se han seleccionado las ciudades de Montería, Pasto y Fusagasugá como aquellas a ser intervenidas. El líder técnico de este proyecto también será la UPME.

- **Líneas de crédito preferenciales para EE – BANCOLDEX – FINDETER y banca de primer piso (cobertura, condiciones y aplicación)**

Basándose en lecciones aprendidas, recientemente BANCOLDEX ha diseñado líneas de crédito específicas para el financiamiento de proyectos de eficiencia energética, como la línea de desarrollo sostenible, la línea eficiencia energética y energías renovables, y la línea de eficiencia energética para hoteles, clínicas y hospitales. Estas líneas cuentan con condiciones financieras diferenciadas de las condiciones de líneas de crédito para otras inversiones. Adicionalmente, para el último caso, la línea se acompaña de la labor de actores estratégicos como expertos técnicos en la formulación de proyectos, validadores y aseguradores que cubren los riesgos para las partes.

De igual manera, FINDETER ha diseñado líneas de crédito específicas para EE como la orientada a financiar la modernización de sistemas de alumbrado público.

Durante los próximos años, se espera fortalecer estos esquemas continuando con el apoyo desde el sector energético, así como contribuir a su difusión y aplicación por parte de los usuarios finales.

Por su parte, algunos bancos de primer piso también han diseñado líneas de crédito específicas para financiar inversiones en EE, agentes a los cuales también se les seguirá brindando el apoyo técnico necesario para facilitar la promoción de este tipo de productos.

- **Diseño y aplicación del FENOGÉ**

El Fondo de Energías Renovables y Gestión Eficiente de la Energía - FENOGÉ fue creado por el artículo 10 de la Ley 1715 de 2014, en el cual se determinó, por un lado, que su objeto es el de “financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía” y, por otro, que los recursos que “nutran este Fondo podrán ser aportados por la Nación, entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional”. Asimismo, se estipuló que “será reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía y administrado por una fiducia que seleccione el Ministerio de Minas y Energía para tal fin”.

Como aportes de la Nación, se tienen previstos los derivados del Mercado de Energía Mayorista, de acuerdo con lo indicado en el artículo 190 de la Ley 1753 de 2015, por medio de la cual se adoptó el Plan Nacional de Desarrollo, y en el cual se dispuso un aporte para el fondo de \$0,40 por cada KWh que se trance en la bolsa de energía.

Con base en lo anterior, entre otros elementos considerados, se redactó un proyecto de decreto, a través del cual se aclara la naturaleza jurídica del Fondo, se establecen los tipos de proyectos que pueden ser financiados a través de este, y los mecanismos de asignación de recursos para el efecto; teniendo en cuenta, la determinación de la política pública en materia de expansión de cobertura (ver Decreto 1623 de 2015), así como los lineamientos en materia de eficiencia energética.

Ahora bien, el artículo 10 de la Ley 1715 de 2014 impuso varios retos en materia de interpretación jurídica: I) Determinó que el FENOGÉ debe ser administrado por una fiducia, sin establecer si dicha fiducia es pública o mercantil; II) Dejó abierta la posibilidad de que el FENOGÉ reciba recursos de fuentes distintas al Presupuesto Público Nacional, específicamente de parte de privados y organismos de carácter multilateral, condición sui generis en materia de fondos de naturaleza pública; III) No se le creó ninguna fuente de ingresos y IV) Determinó que sus recursos deben ir “entre otros”, a financiar proyectos de eficiencia energética y a la promoción de fuentes no convencionales de energía en zonas no interconectadas, dejando abierta la puerta para otro tipo de destinaciones que deben ser definidas.

En tal sentido, el MME continuará trabajando en su reglamentación, con la Presidencia de la República y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, para solventar las dificultades mencionadas y asegurar que el objetivo del Fondo pueda ser cumplido a cabalidad, teniendo en cuenta la normativa en materia presupuestal y contractual, entre otras.

### 2.7.3. Educación, innovación y desarrollo tecnológico

- Aplicación de la metodología para incorporar la temática de EE y FNCE en la educación formal - niveles preescolar, básico y escuela media.
- Desarrollo de programas de EE a nivel de pre y post-grados.
- Propuesta y desarrollo de programas que incluyen normas de competencia laboral con el SENA.

- **Aplicación de la metodología para incorporar la temática de EE y FNCE en la educación formal - niveles preescolar, básico y escuela media**

Se diseñarán los programas para la generación de capacidades en los centros educativos nacionales, para construir una cultura que combine la incorporación estructural de los conceptos de eficiencia energética y FNCE en sus proyectos educativos, con la infraestructura de edificaciones verdes o sostenibles.

Se desarrollarán pilotos y talleres pedagógicos de eficiencia energética y uso de FNCE en colegios públicos y privados, dando inicio a la generación de capacidades en los centros educativos para construir una cultura que combine la incorporación estructural de los conceptos de eficiencia energética y FNCE en sus proyectos educativos con la metodología diseñada, con la infraestructura de edificaciones verdes o sostenibles. Colegios sostenibles, saludables y conducentes al aprendizaje.

Los pilotos deben incluir un diagnóstico ambiental y energético; un diagnóstico curricular sobre energía con prueba a pequeña escala; un programa de capacitación a docentes y estudiantes líderes para las jornadas o talleres pedagógicos demostrativos; una evaluación de los resultados del piloto; unas recomendaciones a los cambios de infraestructura y al currículo de cada uno de los colegios escogidos como pilotos, y una implementación a gran escala, en casos seleccionados, de las recomendaciones de infraestructura y del currículo que quedaría establecido en cada colegio (UPME, Fundación Educativa Rochester, Bogotá, Colombia, 2015).

En el currículo se proponen competencias sobre I) Hábitos sistémicos; II) Conceptos de energía y ambiente; III) Fuentes energéticas, tecnología y aplicaciones; y IV) Asuntos ambientales sobre energía, cada tópico con su metodología y aprendizajes esperados.

En relación con la capacitación de los docentes y estudiantes, se incluye un material educativo, con kit y guías que contengan lecciones y proporcionen actividades que se puedan ejecutar en el aula escolar.

Los resultados esperados después de implementada esta propuesta en cada colegio incluyen: I) Reducir el consumo energético del colegio con relación a su línea base; II) Mejorar considerablemente las condiciones ambientales de las aulas y oficinas para reducir problemas de salud y aumentar el nivel de aprendizaje (calidad de aire, temperatura ambiental, aislamiento acústico, iluminación); III) Aprovechar la infraestructura energética para la enseñanza curricular sobre energía; IV) Aumentar considerablemente la comprensión científica sobre energía por parte de los estudiantes y docentes del colegio; V) Establecer lineamientos y estándares curriculares sobre energía en el colegio; y VI) Dotar al colegio de implementos didácticos para la experimentación curricular sobre energía (Fundación Educativa Rochester, Bogotá, Colombia, 2016).

El fin último es crear una cultura desde los jóvenes hacia el uso eficiente y ético de la energía, y generar infraestructuras escolares que promuevan y faciliten óptimos niveles de aprendizaje y salud (Fundación Educativa Rochester, Bogotá, Colombia, 2016).

Se diseñará un mecanismo que incluya la metodología con sus diferentes módulos de aprendizajes, y con interactividad para que las diferentes instituciones educativas se registren y lo usen para sus propósitos, adaptándolo a cada esquema o programa educativo más apropiado.

#### 2.7.4. Reglamentos y normas técnicas

- Etiquetado de eficiencia energética en otros equipos de uso final.
- Etiquetado de edificios eficientes.
- Etiquetado de vehículos.
- Expedición y aplicación del Reglamento y guía de calderas eficientes.

- **Etiquetado de eficiencia energética**

Tras la expedición de la Resolución 41012 de 2015 por parte del MME, mediante la cual entró en vigencia el Reglamento Técnico de Etiquetado – RETIQ que obliga el porte de la etiqueta energética en equipos de uso final como neveras, congeladores, calentadores de agua, lavadoras, motores, equipos de cocción a gas, aires acondicionados y balastos electromagnéticos; se concretó parte del esfuerzo del Gobierno por establecer un instrumento efectivo para promover tecnologías eficientes energéticamente.

Por la implementación del RETIQ se estima una reducción en el consumo de energía, y por ende, una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero –GEI-, calculada en 1,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año, cifra que corresponde a cerca del 2% del total de emisiones del sector energía –de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones, INGEI-.

En el futuro, el país debe enfocar sus esfuerzos en la aplicación del etiquetado a otros equipos de uso final en los sectores industrial y terciario, así como a edificaciones y vehículos, y continuar con el monitoreo del mercado para tomar medidas en cuanto a la evolución de los niveles mínimos y las clases energéticas más eficientes.

#### 2.7.5. Edificaciones

- Formulación de una guía para el diseño e Implementación de los planes de gestión energética para los edificios públicos según lo establecido en la Ley 1715 de 2014.
- Actualización y consolidación de una línea base de consumo de energía y agua en edificaciones.
- Generación de proyectos demostrativos en construcción que sirva como referente de lo que se puede realizar en el país (Colegio y sedes administrativas de entidades regionales).
- Implementación de medidas de eficiencia energética en viviendas de estratos 1 y 2.
- Transición de la industria de la construcción y el mercado hacia el uso de materiales de baja intensidad energética en su fabricación y mejores propiedades constructivas.
- Actualización de códigos de construcción y reglamentos técnicos para incluir avances en tecnología.
- Impulso a Distritos Térmicos - DT.
- Diseño e implementación de Planes de Gestión Eficiente de la Energía en Entidades Públicas.
- Diseño de incentivos para promover EE en Edificaciones y en viviendas de interés social y prioritario.

En relación con el diseño e implementación de PGEE en EP, es necesario:

- Reglamentación de Leyes y actualización de normatividad técnica: Se destacan: I) Actualización del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP); II) Actualización del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE); III) Reglamentación del FENOGÉ por parte del Ministerio de Minas y Energía, IV) Evaluación de la implementación del Decreto 1285 de 2015 y resolución 549 de 2015 con sus anexos del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; V) Revisión del Decreto 0845 de 2015 del Ministerio de Minas y energía y VI) Elaboración del decreto y de una guía para reglamentar los PGEE EP en Colombia.

- Desarrollo de capacidades técnicas de las partes interesadas: A la fecha, hay en el ámbito colombiano algunas primeras empresas e iniciativas, enfocadas en trabajar específicamente temas de eficiencia energética en edificaciones. Sin embargo, aún se encuentran barreras económicas y de mercado que relegan las inversiones en proyectos de mejora en eficiencia energética en las edificaciones y si bien existen líneas de crédito orientadas a éste tipo de soluciones, su utilización está lejos de ser masiva por el desconocimiento técnico de las partes interesadas. Se propone: I) Mejorar el conocimiento en términos de eficiencia energética de los propietarios/responsables del mantenimiento de los edificios a nivel público y privado; II) Mejorar el conocimiento del sector financiero tanto público como privado sobre el esquema de trabajo y financiación para proyectos de eficiencia energética en Colombia; III) Mejorar la representatividad estadística de las líneas base de consumo de energía por tipo de edificación y clima.
- Proyectos demostrativos: Se implantará un sistema de selección de empresas/entidades que participarán en el desarrollo de proyectos demostrativos para los entes estatales. Las empresas/entidades seleccionadas auditarán y estructurarán proyectos de eficiencia energética para los edificios públicos que les sean asignados. Se instalará un sistema de monitoreo que permita seguir los consumos/ahorros y tendencias en los edificios intervenidos.
- Plan de medición y evaluación: Se implantará un sistema de evaluación y avance periódico del proyecto a nivel de gestión. También se implementará un plan de verificación a largo plazo para la validación de la operación de las edificaciones intervenidas, y se evaluará el proyecto al finalizar su desarrollo y se socializarán los resultados de su evaluación.
- Elaboración de una guía para el diseño, validación e implementación de Planes de Gestión Eficiente de la Energía, PGEE-EP: Se elaborará y validará una guía para la formulación de Planes de Gestión Eficiente de la Energía, como instrumento que permita el mejoramiento continuo de su desempeño energético y facilite el cumplimiento de las obligaciones contenidas en la Ley 1715 de 2014. Esta guía incluirá los mecanismos y estrategias de apoyo para su formulación e implementación.

## 2.8. Programas regionales - implementación del programa de eficiencia energética en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Este programa se desarrollará con recursos de cooperación técnica internacional provenientes de Clean Technology Fund - CTF, canalizados a través del BID y será la base para el desarrollo de programas similares en otras ZNI. El objetivo, es implementar un programa de gestión de la demanda de electricidad en el Archipiélago, para mejorar su sostenibilidad energética, económica y ambiental, reduciendo las emisiones de GEI en 13.599 toneladas por año. El tiempo de ejecución es de 10 años. Durante este tiempo, serán desarrollados dos componentes: el primero consiste en implementar un mecanismo de crédito, según el tipo de cliente, para apoyar a los usuarios del Archipiélago en la adquisición de equipos energéticamente eficientes, y para el uso de fuentes no convencionales de energía renovable. El segundo, consiste en capacitar tanto a los usuarios como al personal técnico, acerca de los buenos hábitos para el uso racional de la energía eléctrica, y establecer medidas tendientes a garantizar la disposición final adecuada de los equipos que se remplacen con el programa.

La formulación y desarrollo del programa se fundamentan en los diversos estudios realizados por la UPME, los cuales muestran un potencial de eficiencia energética del 25% de la demanda eléctrica total de este territorio. Los potenciales por tipo de medida se muestran en la Tabla 49.

**Tabla 49. Potenciales de EE en SAI por tipo de medida**

Medida	Potencial de EE
Implementación de buenas prácticas.	50% A 10%
Situación de refrigeradores domésticos.	20% A 25%
Situación de aires acondicionados en el sector hotelero, comercial y oficial.	Hasta 30%
Adecuaciones arquitectónicas y de instalaciones eléctricas, y uso de FNCE.	10% a 15%

Fuente: CONPES 3855, 2016

Se debe señalar que la materialización de este potencial depende del desarrollo de distintas medidas que tienen diferentes costos de inversión, operación y administración y que, desde el punto de vista económico y social, presentan períodos de retorno diferentes.

El número de usuarios beneficiados se muestra en la Tabla 50.

**Tabla 50. Número de usuarios beneficiados del programa de EE en SAI por segmento de consumo**

Año	Residencial		Comercial	Hotelero	Oficial	Total
	Estrato 1-3	Estrato 4-6				
2016	239	5	16	2	4	266
2017	294	5	16	2	5	322
2018	1.095	24	66	8	17	1.210
2019	1.334	24	66	8	22	1.454
2020	1.596	24	66	8	26	1.720
2021	757	-	-	-	14	771
2022	649	-	-	-	12	661
2023	405	-	-	-	7	412
2024	262	-	-	-	5	267
2025	114	-	-	-	2	116
<b>Total</b>	<b>6.745</b>	<b>82</b>	<b>230</b>	<b>28</b>	<b>114</b>	<b>7.199</b>

Fuente: CONPES 3855, 2016

La proyección de los beneficios anuales derivados del programa se muestran en la Tabla 51.

**Tabla 51. Proyección de los beneficios anuales derivados del programa**

Año	Beneficiarios	Ahorro en consumo (kWh)	Ahorro de subsidio (USD)	Reducción de emisiones (toneladas de CO <sub>2</sub> )
2016	266	418.573	63.532	279
2017	322	1.302.599	199.037	868
2018	1.210	4.222.781	645.149	2.813
2019	1.454	7.688.469	1.179.813	5.122
2020	1.720	12.313.296	1.896.655	8.202
2021	771	13.551.290	2.102.688	9.027
2022	661	14.101.838	2.201.808	9.394
2023	412	14.445.326	2.263.649	9.623
2024	267	14.668.118	2.303.760	9.771
2025	116	14.765.124	2.321.225	9.836

Fuente: CONPES 3855, 2016

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 51, se estiman reducciones anuales en el consumo de energía que comienzan en 418.000 kWh durante el primer año de implementación del proyecto, hasta alcanzar reducciones anuales de 14,7 millones kWh en 2025, con la consecuente reducción de emisiones de GEI. Similarmente, se estima que para 2025 el Gobierno Nacional puede llegar a ahorrar cerca de USD 2,3 millones anuales, por concepto de subsidios.

Las tecnologías a instalar se muestran en la Tabla 52.

**Tabla 52. Tecnologías a instalar en cada segmento**

Tecnología	Estrato residencial				Comercial	Industria	Oficial
	1-2	3	4	5-6			
Refrigeración	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Aire acondicionado	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Iluminación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Extractores eólicos	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Sistemas solares fotovoltaicos	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓

Fuente: CONPES 3855, 2016



## 3. ESCENARIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE CORTO Y MEDIANO PLAZO, DESDE LA OFERTA

### 3.1 Eficiencia energética en plantas de generación de electricidad

Un reto importante para Colombia en tecnologías más eficientes para generación termoeléctrica, tienen que ver con aumentar significativamente la eficiencia de transformación de las centrales mediante el uso de ciclos combinados con turbinas de gas y de vapor, y la utilización y penetración comercial generalizada de calderas con ciclos de vapor supercríticos y ultra-supercríticos. Igualmente, la posibilidad de optimizar a largo plazo los combustibles fósiles y reducir significativamente y evitar las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante tecnologías de separación y almacenamiento. Otro paso será la generación distribuida con la aparición de micro redes que generarán cerca de los puntos de consumo como mecanismo eficiente para la generación de energía.

En este ejercicio, se revisan las posibilidades de mejoramiento en la transformación de la generación de energía eléctrica de parque térmico existente, y de lo proyectado como expansión de acuerdo con el escenario 7 del plan de expansión generación 2015-2019. Estos mejoramientos obedecen a supuestos de actualización tecnológica en las plantas existentes y para el caso de las nuevas, el ingreso de plantas con eficiencias superiores a las tecnologías convencionales.

Dentro de la revisión histórica de proyectos de generación térmica del registro de proyecto de la UPME, se ha visto intenciones de generar con carbón y gas, sin embargo, todavía se manifiesta por parte de los promotores la generación con tecnologías convencionales.

En Colombia existen 715 MW instalados provenientes de centrales térmicas convencionales que operan a carbón. En algunos proyectos se han emprendido procesos de renovación tecnológica o modernización de las calderas, que consiste especialmente en la instalación de sistemas de control e instrumentación, y al montaje de precipitadores electrostáticos, igualmente, existen dos nuevas plantas de 329 MW que ingresaron al sistema y utilizan tecnologías de lecho fluidizado. Las plantas de Termoguajira funcionan como duales 300MW con combustible principal en carbón. En cuanto a la vida útil de las plantas de carbón, en promedio llevan operando cerca de los 40 años y algunas ya superan los 50 años de funcionamiento, esto, excluyendo las nuevas plantas que ingresaron en el año 2015.

En gas, existen instalados 3444 MW provenientes de centrales de ciclo simple, 1127 MW (13 plantas) y ciclo combinado 2327MW (6 plantas), sin contar con las plantas menores. En cuanto a la vida útil, en promedio llevan operando cerca de los 20 años y algunas ya superan los 36 años de operación.

De acuerdo con lo anterior, estimamos que se hace necesario que se emprenda una actualización del parque térmico a partir del 2018 y 2019, mejorando la eficiencia y optimizando el consumo de combustible. En particular, se actualizaron las eficiencias de plantas a carbón del interior del país y en gas, se estima que a partir del 2018 y 2019, son posibles algunos cierres de ciclo en la costa atlántica.

**Tabla 53. Ahorros producto de la generación térmica**

Año	Base ESC 7	Base ESC 7 eficiencia	Ahorro de energía anual (TJ)	Ahorro de energía acumulada (TJ)
2016	120.441,82	120.441,82	-	0
2017	136.822,08	136.822,08	-	0
2018	143.976,18	141.110,91	2.865,27	2.865
2019	102.545,30	99.444,64	3.100,66	5.965
2020	83.935,07	81.990,87	1.944,20	7.910
2021	83.600,44	82.111,04	1.489,40	9.400
2022	66.712,37	65.628,46	1.083,91	10.483
2023	77.973,94	76.776,59	1.197,35	11.681
2024	95.064,37	93.470,93	1.593,44	13.274
2025	118.236,74	116.134,77	2.101,96	15.376
2026	146.438,89	143.631,47	2.807,42	18.184
2027	164.860,45	161.592,66	3.267,79	21.451
2028	190.791,01	186.947,00	3.844,01	25.295
2029	216.304,64	212.088,56	4.216,08	29.511
2030	238.728,42	234.088,72	4.639,71	34.151

Si se realizaran las actualizaciones del parque térmico, se puede observar en la Tabla 53 que en un periodo de 15 años, se ahorrarían 34.151 TJ, cifra que puede ser muy superior considerando que el análisis obedece a un despacho del modelo SDDP, Programación Dinámica Dual y Estocástica, que tiene como objetivo minimizar los costos de operación del sistema y que a pesar que cuenta con la hidrología histórica de más de 30 años, para casos extremos como el fenómeno de El niño, históricamente la generación térmica es notablemente importante.

Versión para discusión

### 3.2 Cogeneración y autogeneración

En el año 2014, la UPME realizó un estudio sobre el inventario de la capacidad instalada de autogeneración y cogeneración en las áreas interconectadas del país, para los sectores petróleo, industrial manufacturero, comercial y público. A manera de resumen, los principales resultados se muestran en la Tabla 54.

**Tabla 54. Potencial de auto y cogeneración por segmento**

Sector	Autogeneración [MW]	Cogeneración [MW]	Emergencia [MW]	Total [MW]
Industria	234,0	596,7	136,4	967,1
Petróleo	955,0	95,0	4,3	1054,3
Comercial/Público	4,1	0,0	65,0	69,1
<b>Total</b>	<b>1.193,1</b>	<b>691,7</b>	<b>205,7</b>	<b>2.090,5</b>

Fuente: UPME, 2015

Las principales conclusiones del estudio se listan a continuación:

- La capacidad total de autogeneración y cogeneración encontrada en los sectores estudiados representa el 13% de la capacidad total del SIN<sup>24</sup>. Esta cifra es significativa, máxime si se tiene en cuenta que el estudio no cubrió sectores consumidores importantes como la minería del carbón y la producción y distribución de agua potable, que se sabe poseen capacidades de autogeneración no despreciables.
- Las cifras de autogeneración muestran la gran participación del sector petróleo (con el 80%) seguido de la industria manufacturera (con casi el 20% restante).
- De la información obtenida, se infiere una pobre participación de las energías renovables no convencionales en la autogeneración de los sectores estudiados, las cuales alcanzan solo algo más de 9 MW. Sin embargo, esta cifra debe tomarse con reserva ya que el muestreo no estuvo diseñado para estimar este tipo de energías, con lo cual la cifra real podría ser superior.

<sup>24</sup>Para la estimación del porcentaje de participación se consideró la capacidad efectiva de generación del SIN reportada por la UPME a diciembre 31 de 2013 (14.585 MW).

## 4. ESCENARIOS DE LARGO PLAZO – UNA APUESTA DE PAÍS AL 2050 (Alineación con el PEN)

### 4.1. Nuevas tendencias energéticas

En el mundo ha venido tomando fuerza desde hace ya algunos años, el término “transición energética”<sup>25</sup>. Algunos la definen como “un conjunto significativo de cambios en los patrones de uso de la energía en una sociedad, afectando los recursos, los portadores, los equipos y los servicios energéticos”<sup>26</sup>. Esta transición está caracterizada por un cambio hacia energías renovables como principal medio de producción energética, reduciendo progresivamente la producción con combustibles fósiles y carbón (PEN 2015).

La seguridad de la oferta energética y la diversificación de la canasta son motivadores para el país, debido principalmente a aquellas corrientes que consideran que Colombia está muy cerca de llegar al pico de la producción petrolera y estaríamos próximos a entrar en una fase declinante. El motivador principal ha sido la preocupación de los países desarrollados por el cambio climático y la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), como aportante principal a la concentración atmosférica de Gases de Efecto Invernadero.

Adicionalmente, se ha buscado así un cambio de la producción centralizada y alejada de los puntos de consumo, a una producción o generación distribuida, cercana a estos, y de tamaño pequeño. Esto implica que el número de actores en el mercado aumentará considerablemente, encaminándose hacia una democratización en la producción energética.

Esta transición se está presentando también para el sector de transporte de carga y pasajeros (mayor consumidor de energía del país). Un modelo que favorece vehículos individuales no es sostenible, debido al alto consumo de energía per cápita y la necesidad de espacio vial. Las tendencias muestran un cambio hacia vehículos híbridos y eléctricos. Diferentes análisis muestran la necesidad de cambiar hacia modos como el transporte masivo de pasajeros, uso compartido del vehículo privado y modos alternos como la bicicleta y la motocicleta.

La Unión Europea<sup>27</sup> desarrolló un escenario de largo plazo, con horizonte hasta el año 2050 sobre el sector energético y de transporte. Los supuestos tecnológicos, incluyen aumentos de eficiencia energética, incremento de energías renovables tanto centralizadas como descentralizadas, plantas de carbón de casi cero o cero emisiones, captura y uso de CO<sub>2</sub>, generación nuclear de 3a y 4a generación, redes inteligentes, sistemas de transmisión avanzados, transporte de pasajeros y de carga híbridos y eléctricos, y mejora en los motores convencionales. Los resultados muestran mejoras sensibles de eficiencia, debidas a las políticas y directivas planteadas en la Unión Europea, las cuales son exhaustivas y comprenden todos los modos y usos finales, así como estrategias educativas. El resultado agregado en toda la cadena energética muestra mejoras de más del 20% con respecto al año 2007.

<sup>25</sup>[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_EN\\_EnergyVision\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyVision_Report_2013.pdf),  
<http://www.gmfus.org/programs/climate-energy/energy-transition-forum/>  
<http://www.energytransition.msu.edu/>

<sup>26</sup>Energy Transitions, Peter A. O'Connor, THE PARDEE PAPERS / No. 12/  
November 2010, Boston University.

<sup>27</sup>EU Energy, Transport and GHG Emissions. Trends to 2050. Reference  
Scenario 2013. European Commission.

Sobre las energías renovables, se simularon las metas obligatorias establecidas para los países miembros. Se observan aumentos considerables en las participaciones de las renovables. En el sector de electricidad, la participación aumenta del 35% a 50%. En el sector de calentamiento y enfriamiento, pasa del 21% al 27% y en el sector transporte del 10 al 14%. En total, se observa un crecimiento de la participación de renovables del 21% al 29% en todo el horizonte a 2050.

Sobre los parámetros agregados, se observa que la combinación de uso de renovables y medidas de eficiencia resulta en una reducción de la intensidad energética. Mientras que el PIB crece monótonicamente, en todo el horizonte, el consumo de energía permanece prácticamente constante, y con tendencia a disminuir al final del período. La reducción en la intensidad energética es de un poco menos del 50% en el periodo 2010-2050.

El sector transporte es uno de los principales consumidores de energía en prácticamente todas las economías, por eso, los estimativos en este sector se vuelven entonces determinantes en el perfil de los futuros sistemas energéticos. La apuesta de acuerdo con un estudio realizado por Deloitte en conjunto con la Transportation Research Board<sup>28</sup>, a través de un foro con especialistas del sector en 2012, muestra tres frentes para el desarrollo de los sistemas de transporte del futuro: I) Optimización del desempeño de las redes de transporte; II) Desarrollo de una visión de red; y III) Diseño y desarrollo de nueva generación de vehículos y de servicios de movilidad.

Los sistemas de transporte y de servicios de movilidad del futuro serán entonces masivamente conectados en redes con tecnologías de información y comunicación, con tarificación dinámica que balancee la oferta y demanda de servicios; centrados en las necesidades y prioridades del usuario e integrados en diferentes modos, es decir, multimodales y basados en nuevos esquemas de colaboración público-privada.

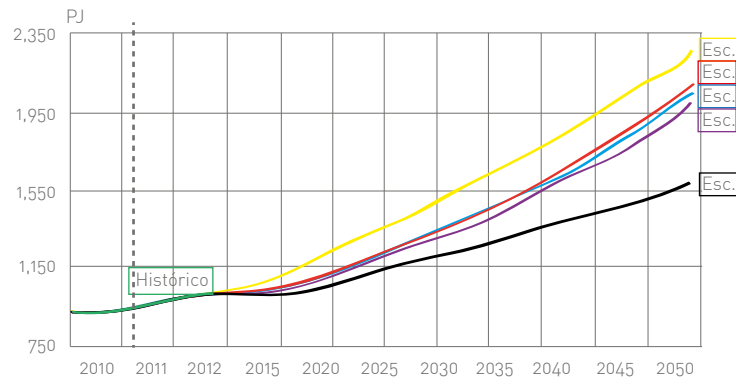
La preocupación por la sostenibilidad de los sistemas (en general) ha hecho que se presente un entusiasmo renovado por la eficiencia energética en los discursos de política a nivel mundial.

## 4.2. Escenarios alternativos de largo plazo (2050) de EE para Colombia

- Escenario 1 (T1): Parte del escenario base, suponiendo un mayor consumo de gas natural y energía eléctrica, en detrimento del uso de energéticos tradicionales y del carbón mineral. Lo anterior, con el fin de buscar mayor eficiencia en los procesos industriales y de disminuir emisiones de gases de efecto invernadero.
- Escenario 2 (T2): Parte del escenario tecnológico 1, suponiendo la firma de un acuerdo de paz, que conllevaría a un mayor crecimiento económico y a la aplicación de políticas de impulso a las Fuentes No Convencionales de Energía que podría verse reflejado en un mayor desarrollo rural, aumentando la participación de la biomasa en la matriz energética nacional. Además, se presenta una mayor participación de la electricidad y del GLP en detrimento del gas natural.
- Escenario 3 (EE): Parte del escenario base, suponiendo metas de aumento de eficiencia en procesos agrícolas e industriales (25% a 2030 y 30% a 2050), así como en procesos de cocción y calentamiento de agua en el sector residencial. También se presenta penetración de energía solar (0,6%) y eólica (2%) en los procesos de transformación.
- Escenario 4 - Mundo Eléctrico (ME): Parte del escenario base, suponiendo que el energético predominante sería la electricidad, por lo que se reemplaza como energético en todos aquellos usos y sectores donde sea posible. Por ejemplo, en los sectores ACM e Industria, reemplazar energéticos en calentamiento directo y en algunos casos fuerza motriz y en los sectores residencial y de servicios, la electricidad reemplaza procesos de cocción y calentamiento de agua. También se presenta penetración de energía solar (0,5% a 2050) y eólica (1,7% a 2050) en los procesos de transformación.

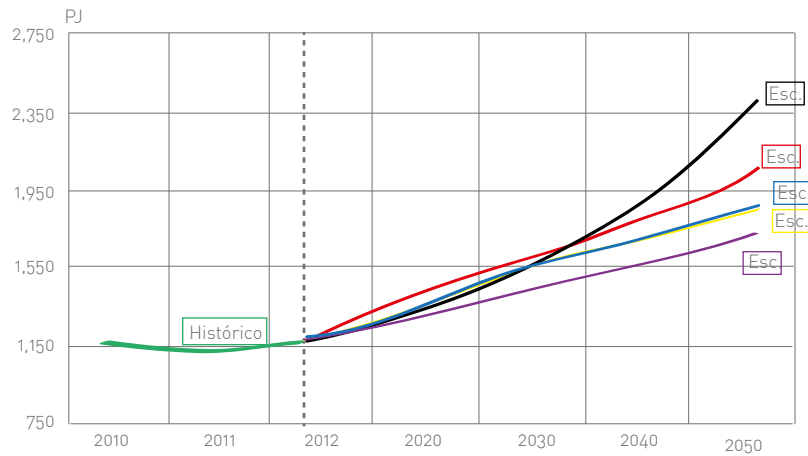
<sup>28</sup>Digital Age Transportation: The Future of Urban Mobility, Deloitte University Press.

**Gráfica 40. Evolución demanda por energéticos sectores de consumo final (PJ)**



Fuente: Balance Energético Nacional (2010 – 2012) – UPME, 2014

**Gráfica 41. Evolución demanda de energéticos por procesos de transformación (PJ)**



Fuente: Balance Energético Nacional (2010 – 2012) – UPME, 2014



De los resultados obtenidos se observa que:

- En el escenario T1 para el sector transporte se asume la penetración de vehículos que utilizan electricidad, gas natural licuado y GLP como energéticos. En el resto de sectores se asume una reducción significativa de los energéticos tradicionales, leña y carbón de leña, entre los años 2010 y 2020, el consumo del primero se reduce en 27% y del segundo en 41%, debido a su reemplazo por otros energéticos más eficientes. Con respecto al escenario base, la canasta energética sigue siendo dominada por la demanda por diesel oil, gas natural, electricidad y gasolina motor, pero el consumo de energía en el año 2050 se reduce alrededor de 9%.
- En el escenario T2 se aprecia un incremento en el consumo del bagazo, de los residuos, del biodiesel y del alcohol carburante, como parte de una política de impulso a las biomásas, con la que se espera que tengan un crecimiento promedio anual de 2,4%. Con respecto al escenario base, la participación de las biomásas en el año 2050 aumenta de un 4% a un 7%, pasando de un consumo de 82.83PJ a un consumo de 134.08PJ.
- En el escenario ME, la electricidad tendrá una participación del 90% del mercado energético en 2050. El total de energía consumida en el año 2050 en este escenario es de 1.609PJ, lo que representa una disminución del 28% con respecto a la energía demandada para el mismo año en el escenario base, sustentada en una mayor eficiencia que se espera lograr en los procesos por el cambio tecnológico.
- En el escenario EE, la energía final con respecto al escenario base, disminuye en promedio en un 11%. Dicha reducción, se presenta por el aumento en la eficiencia descrita en los supuestos, así como en la sustitución de energéticos, como por ejemplo la leña por gas natural o carbón mineral. Adicionalmente, se aprecia una mayor diversidad en la canasta energética.
- Para los procesos de transformación, el energético de mayor participación en 2050 para 3 de los 4 escenarios alternativos es el petróleo (Escenarios: T1, T2 y EE). Su consumo está sujeto a la cantidad de barriles que puedan procesar diariamente las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena. También se puede apreciar que los cambios en participación de los diferentes energéticos están en gran medida sujetos a la generación de energía eléctrica, ya que la mayor variación se presenta en energéticos como el carbón y la hidroelectricidad. Por ejemplo, en el escenario ME, en conjunto estos dos energéticos alcanzan un valor de casi 1.300 PJ para el año 2050, como consecuencia de un consumo de más de 1.400 PJ de electricidad en los sectores de consumo final.
- En la Gráfica 41 y en la Gráfica 42 se aprecia la comparación de las evoluciones de los diferentes escenarios a 2050. Por ejemplo, se resalta el escenario ME, en el cual la demanda de energía en sectores de consumo final es la menor de todos los escenarios, pero por la cantidad de electricidad demandada en los procesos de transformación, es el escenario que necesita mayor cantidad de energía primaria.



# ANEXO 1

## AVANCES EN EFICIENCIA ENERGÉTICA – PROURE 2010-2015

### A. Política y normatividad

Existe un marco de política a partir de la Ley 697 de 2001 y de la expedición de decretos reglamentarios, entre ellos el que crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes no Convencionales (CIURE). Diez años después, el Ministerio de Minas y Energía, MME, adoptó mediante resolución 180919 de junio de 2010, El Plan de Acción Indicativo, PAI, 2010-2015 para desarrollar el PROURE, con metas y acciones de eficiencia energética por sector de consumo prioritario; prorrogado mediante la Resolución 41430 del 29 de diciembre del 2015.

El Plan mencionado se articuló con el pasado Plan Nacional de Desarrollo, considerando cuatro frentes estratégicos: I) El autoabastecimiento energético y la sostenibilidad ambiental; II) La diversificación de la matriz energética; III) La articulación de políticas de uso eficiente de energía con otras políticas sectoriales, particularmente con la de transporte; y IV) El establecimiento de medidas para contribuir a la conservación del medio ambiente a través del uso de tecnologías eficientes energéticamente.

El PAI del PROURE contempló 5 subprogramas estratégicos de carácter transversal (fortalecimiento institucional, financiero e impulso al mercado, educación e innovación y desarrollo tecnológico, seguimiento y evaluación y promoción a las FNCER) y 4 sectoriales de carácter prioritario: transporte, industria, residencial y terciario.



## B. Sectoriales

**Tabla 55. Estructura del Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 para desarrollar el PROURE  
Resolución 180919 de 2010 Plan de Acción Indicativo 2010-2015 PROURE**

Subprogramas Estratégicos			
SPE - 1 Fortalecimiento institucional.			
SPE - 2 Educación, I+D+i y Gestión de conocimiento.			
SPE - 3 Estrategia financiera e impulso al mercado.			
SPE - 4 Protección al consumidor y derecho a la información.			
SPE - 5 Gestión y seguimiento de metas e indicadores.			
SPE - 6 Promoción del uso de Fuentes No Convencionales de Energía.			

Subprogramas Prioritarios			
Residencial	Industrial	Comercial, Públicos y Servicios	Transporte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Hornillas</li> <li>• Edificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza motriz</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Calderas</li> <li>• Combustión</li> <li>• Cogeneración</li> <li>• Gestión energética</li> <li>• PYMES</li> <li>• Cadena de frío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación</li> <li>• Refrigeración</li> <li>• Aire acondicionado</li> <li>• Edificaciones</li> <li>• Alumbrado Público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconversión tecnológica</li> <li>• Modos de transporte</li> <li>• Buenas prácticas</li> </ul>

El sector transporte es el mayor consumidor de energía en el país, en la actualidad representa el 44% de la demanda energética nacional. Este sector se caracteriza por su alta dependencia de combustibles fósiles, en particular de la gasolina y el diésel, cuya participación es de 75% (Balance 2014).




Las ineficiencias identificadas por la UPME en el sector transporte, además de la alta dependencia de combustibles fósiles, están ligadas al mantenimiento inapropiado de los vehículos, la congestión vehicular y el envejecimiento del parque automotor. Por lo anterior, los subprogramas para el sector de transporte establecidos en el Plan Indicativo de Acción 2010-2015 PROURE contemplaron la reconversión tecnológica del parque automotor, reducir el uso del vehículo particular mediante la expansión de sistemas de transporte masivo limpio y desarrollar campañas sobre buenas prácticas de transporte.

En el Plan Indicativo de Acción 2010-2015 PROURE, el potencial del ahorro que se alcanzaría mediante la reconversión tecnológica de diésel a eléctrico de los sistemas de transporte público colectivo (buses articulados de Transmilenio y una fracción de buses tradicionales) sería cercana al 0.5%. En el caso del potencial de ahorro en el sector transporte considerando solamente mejoras en las prácticas de conducción de los buses y busetas a nivel nacional, se encontró la posibilidad de reducir el consumo de otros energéticos en un 1,06%.

La meta asociada a reconversión tecnológica del parque automotor, se calculó considerando la sustitución de vehículos de los sistemas de transporte masivo de las ciudades de Bogotá, Pereira y Cali, que usan diésel, por vehículos eléctricos. Para el efecto, se incluyeron tanto los buses articulados como los alimentadores que hacían parte de los mencionados sistemas al momento de realizar el cálculo. En ese sentido, la meta hace referencia a la posibilidad de reemplazar dichos vehículos, por cuanto el valor numérico representa la disminución en la cantidad de diésel que usan los mismos.

La Tabla 56 muestra los datos considerados para cada uno de los sistemas contemplados:

**Tabla 56. Sistemas de transporte masivo**

	Tipo	No. De buses	Recorrido (Km/día)	Consumo (Gal/Km)	Consumo flota (Barril/día)
	Troncal	1080	260	0,16	1045
	Alimentadores	448	164	0,10	179
<b>Transmilenio</b>					
	Tipo	No. De buses	Recorrido (Km/día)	Consumo (Gal/Km)	Consumo flota (Barril/día)
	Troncal	51	190	0,16	36
	Alimentadores	89	150	0,10	32
<b>Megabus</b>					
	Tipo	No. De buses	Recorrido (Km/día)	Consumo (Gal/Km)	Consumo flota (Barril/día)
	Troncal	77	190	0,16	54
	Alimentadores	60	150	0,10	22
<b>Mío</b>					
<b>TOTAL 3 SISTEMAS* (BPD)</b>					<b>1368</b>

Así, los 1.368 Barriles por día –BPD (equivalentes a 679 Tcal/año<sup>29</sup>) corresponden al 0,33% de la demanda de otros energéticos (diferentes a electricidad), teniendo en cuenta que la base de cálculo corresponde a 205.496 Tcal para ese concepto en 2008.

De otro lado, la meta asociada a buenas prácticas de conducción fue tomada de una estimación realizada por la UPME en años anteriores, que dio como resultado la posibilidad de ahorrar 3.977 BPD (equivalentes a 1.972 Tcal/año).

<sup>29</sup>Factor: 0,0013589 para convertir B/año a Tcal/año



## • Industrial

Para final de 2013 el sector industrial representó el 23.7% de la demanda final de energía y el 31% en el consumo de energía eléctrica del país. El consumo de este sector, se caracteriza por una alta utilización de energía térmica, con participaciones del 35% y 28% del carbón y el gas natural respectivamente. Los mayores consumos energéticos están asociados a los procesos de generación de calor (34%), producción de vapor (24%), auto y cogeneración (14%) y fuerza motriz (6%).

A partir del balance energético y de algunos estudios de caracterización, la UPME han estimado de manera preliminar, los siguientes potenciales de EE por usos: I) Generación de Calor 25%; II) Producción de Vapor 27%; y III) Fuerza motriz 28%.

En lo que al consumo de energía eléctrica se refiere, se estima un potencial de ahorro actual de 13.401 TJ, repartidos en medidas de eficiencia a ser logrados en aplicaciones de motores (58%), refrigeración (14%), iluminación (6,3%) y otros usos (21,7%).

Lo anterior pone de manifiesto que es necesario desarrollar un esfuerzo en el sector, donde además se ha identificado un potencial de ahorro por eficiencia energética del 25%, principalmente asociado al uso del gas natural y de energía eléctrica.

Las mayores ineficiencias en la industria están asociadas a la obsolescencia tecnológica de los equipos térmicos y eléctricos (principalmente calderas y motores de baja eficiencia), a la prevalencia del uso de calor indirecto en los procesos, y a la falta de implementación de buenas prácticas operacionales. En el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 del PROURE, para el sector industrial se estableció una meta de reducción de demanda de 3,43% en energía eléctrica y de 0,25% en otros energéticos. Cabe aclarar que las metas definidas para este sector estuvieron limitadas por la escasa información de línea base.

Los subprogramas concebidos para lograr las metas de ahorro en el sector industrial están encaminados a promover, entre otros, proyectos que busquen: I) optimizar el uso de la energía eléctrica para fuerza motriz, II) optimizar el uso de calderas, III) optimizar los procesos de combustión, IV) implementar una gestión integral del uso de la energía con énfasis en tecnologías limpias, y finalmente, V) la cogeneración y autogeneración.

De la experiencia de algunas iniciativas, entre ellas, el Proyecto OPEN y del Programa de Gestión Integral de la Energía; se ha encontrado que por buenas prácticas operacionales se lograría una reducción en el consumo de energía de entre 8 y 15%; y por reconversión tecnológica, hasta de un 30% en promedio.

Este programa, ejecutado en 5 regiones del país con el apoyo de 15 universidades, contribuyó a fortalecer la relación Universidad-Empresa-Estado y mostró un sinnúmero de oportunidades para el desarrollo de acciones de gestión energética en la industria, con lo cual se espera un incremento progresivo en la productividad y competitividad de este sector.

Los principales resultados del programa, incluyen 245 gestores energéticos avanzados certificados; 199 líderes energéticos certificados; 138 auditores internos de la norma NTC ISO 50001 certificados; formación de docentes en el área SGIE en las 15 universidades co-ejecutoras, implementación de líneas de investigación y especializaciones en la materia en las universidades participantes; 45 empresas del sector industrial pre-caracterizadas y 13 caracterizadas energéticamente, y 456 empresarios sensibilizados mediante la realización de seminarios en Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali y Bucaramanga.

## •Residencial

El sector residencial representó aproximadamente el 20% del consumo final de energía en el país en 2012. Los energéticos con los que se satisface la demanda de este sector son mayoritariamente, la energía eléctrica que cubre cerca de 38% del total y gas natural que representa alrededor de un 18%<sup>30</sup>. (UPME, 2015).

Las tres mayores fuentes de ineficiencia que se han identificado en el consumo de energía del sector residencial son, en primer lugar, el elevado uso de electricidad en refrigeración, resultado de la tenencia de equipos con altos consumos asociados a factores como la tecnología empleada (la mayoría podría clasificarse en rangos muy bajos de eficiencia energética), la falta de mantenimiento, y la edad. En segunda instancia, la persistencia del uso de bombillas incandescentes en algunas regiones y finalmente, el alto consumo de energía térmica para la cocción y el calentamiento de agua.

En el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 PROURE, se identificó al sector residencial como el de mayor potencial de ahorro de energía con un 10,6% y se fijó una meta de reducción de 8,66% en la demanda de energía eléctrica y de 0,55% en otros energéticos para 2015.

Para cumplir dicha meta, se diseñaron cinco subprogramas de acción para este sector, los cuales corresponden a las acciones que se identificaron como las que tendrían los menores costos de abatimiento. El primero consiste en la sustitución de 32 millones bombillas ineficientes que supondrían un ahorro de 2.200 GWh/año (3,45%). El segundo, está encaminado a la sustitución de 2 millones de equipos de refrigeración, principalmente en los estratos 1, 2 y 3, que equivaldría a un ahorro de aproximadamente 2.400 GWh/año y tendría un costo cercano a 770 millones de dólares.

De lo anterior, después de una evaluación preliminar del avance del PROURE realizada por UPME en 2014, se pudo determinar que se dio cumplimiento en un 2,16% de la meta por iluminación entre 2008 y 2012 y del 1,17% de la meta por refrigeración entre 2008 y 2012.

Con respecto a la sustitución de las bombillas se estimó el recambio de 32 millones de unidades en estratos 1, 2 y 3, considerando 8 millones de hogares y 4 bombillas a sustituir en cada uno de ellos. La base para este cálculo la constituyó el estudio de caracterización energética del sector residencial realizado por la UPME en 2006, en el cual se indicaba que existían en promedio 6 bombillas incandescentes por hogar: 3 de 100 W y 3 de 60 W. Con el ánimo de implementar la medida gradualmente, se supuso la sustitución de las 3 de 100 W y 1 de 60 W.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta los resultados arrojados por el estudio de caracterización técnica de las bombillas realizado por la Unidad en 2007, en el cual, mediante pruebas de laboratorio, se determinó que una bombilla incandescente de 100 W equivale a una fluorescente compacta de 26 W y que una incandescente de 60 W equivale a una fluorescente compacta de 16 W.

Bajo estas consideraciones, se concluyó que al llevar a cabo la sustitución, al año 2015 el país podría alcanzar una demanda de electricidad menor a la proyectada en una magnitud de 2.298 GWh, correspondiente a 3,45%<sup>31</sup>.

Las disposiciones normativas emanadas del Ministerio de Minas y Energía, en el sentido de restringir gradualmente el uso de las bombillas incandescentes, las jornadas de capacitación en diversas ciudades del país, y el establecimiento de un programa nacional de posconsumo ordenado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, han contribuido al avance en la ejecución de la medida propuesta.

<sup>30</sup>Otros energéticos de amplio uso en el sector residencial son GLP y leña, el primero tanto a nivel urbano como rural y la segunda mayoritariamente en el sector rural asociada a cocción.

<sup>31</sup>Al momento de elaborar el Plan de Acción, la demanda nacional de electricidad proyectada al año 2015 era de 66.906 GWh.

Prueba de lo anterior, son los resultados del estudio de caracterización energética desarrollado por la UPME en 2012, en el cual, se evidencia una importante penetración en los hogares de la tecnología fluorescente compacta y la consecuente reducción en la tenencia de bombillas incandescentes.

A partir de ahí, se replanteó en su momento una meta en donde se estima que la sustitución se completará al final del año 2017, alcanzando una reducción en la demanda de 1.835 GWh con respecto a la demanda que hoy se tiene proyectada para ese año (72.452 GWh) la cual equivale al 2,53%.

De ahí en adelante, la demanda de electricidad por iluminación en el sector residencial, se incrementará pero a una tasa menor por el uso de tecnologías más eficientes. Así, el efecto de la sustitución, para el año 2020 por ejemplo, implicará una reducción del 1,27% con respecto a la situación actual.

**Tabla 57. Sustitución de sistemas de iluminación**

Horizonte	Medida	Meta
2010 – 2015	Sustituir 32 millones de bombillas ineficientes. Estratos 1, 2 y 3.	3,43%
2014 – 2020	Sustituir 38 millones de bombillas ineficientes.	1,27%

Con respecto a las acciones encaminadas a sustituir equipos de refrigeración doméstica, bajo consideraciones similares a las ya expuestas, se calculó un potencial de eficiencia de 2.441 GWh al año 2015, el cual equivalía al 3,65% de la demanda de electricidad proyectada a ese año.

El estudio realizado recientemente, revela que a la fecha el número de equipos a sustituir está alrededor de 1 millón, con lo cual se lograría una reducción cercana a 1.801 GWh a 2017<sup>32</sup>, que representa un 2,48% de la demanda nacional proyectada a ese año.

**Tabla 58. Sustitución de sistemas de refrigeración**

Horizonte	Medida	Meta
2010 – 2015	Sustituir 2 millones de equipos de refrigeración ineficientes.	3,65%
2014 – 2020	Sustituir 1 millón de equipos de refrigeración ineficientes.	2,48%

<sup>32</sup>Se considera que la sustitución de tales equipos terminaría en esta fecha.

De otra parte, se ha considerado relevante trabajar en eficiencia energética en viviendas, de modo que se contribuya notablemente al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, con el uso de materiales adecuados, un diseño arquitectónico que permita lograr un confort térmico y lumínico aprovechando los recursos naturales y el uso de electro y gasodomésticos más eficientes, todo lo cual permitirá optimizar los consumos y reducir los costos energéticos para las familias.

En ese marco, se formuló una propuesta metodológica de Reglamento Técnico de Eficiencia Energética para Vivienda de Interés Social (VIS). El documento fue compartido y está en evaluación por parte de los ministerios de Minas y Energía; de Vivienda, Ciudad y Territorio, y de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La metodología desarrollada, considera una evaluación conjunta entre el consumo de energía en el ciclo de vida de la vivienda (diseño, construcción, uso y demolición/rehabilitación) y el consumo de energía asociado a los factores de confort que lo afectan (iluminación, temperatura, renovación del aire y ruido).

Alineado con la propuesta anterior, se desarrolló una herramienta de cálculo para estimar el consumo de energía considerando el ciclo de vida de la vivienda y las condiciones de confort para quienes las habitan, y un estudio que determinó las propiedades físicas y el consumo energético en la producción de materiales de uso convencional y no convencional utilizados en la construcción de edificaciones colombianas, principalmente VIS.

Considerando la experiencia de otros países en la materia, la APC – Colombia (Agencia Presidencial de Cooperación) en representación de la UPME y el DNP, firmó un acuerdo con México y Alemania, para promover un esquema que apoye la implementación de eco tecnologías en las viviendas, basado en el modelo de hipoteca verde desarrollado por el INFONAVIT (Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores) de México.

El tercer subprograma, tuvo como objetivo invertir en capacitación e investigación aplicada en los temas de hornillas eficientes en el sector rural (Informe MADS - Patrimonio Natural). Durante el quinquenio, diferentes entidades del sector no gubernamental adelantaron proyectos enfocados al desarrollo e investigación en estufas eficientes. Entre estas entidades se destacan: la Fundación Natura, Patrimonio Natural y Mar Viva, que trabajaron en el desarrollo de nuevos modelos de estufas eficientes que se ajustaran a las expectativas y necesidades de las comunidades rurales donde ejecutaban sus proyectos.

También resultan destacables las investigaciones adelantadas por diferentes instituciones académicas sobre consumo de leña asociados al uso de estufas tradicionales, y que han servido de base para configurar un escenario de referencia que le permita al país determinar cuál es el “estado del arte” de este tema en el contexto nacional.

El potencial de los proyectos de estufas eficientes como estrategia para reducir las emisiones de GEI, impulsó el desarrollo de un Programa de Actividades (PoA) de estufas para el mercado voluntario, el cual ya fue aprobado y se espera que para 2017 se emitan los primeros VERs por las primeras 5.000 unidades construidas en Antioquia y Santander.

Desde lo institucional, se conformó la Mesa Interinstitucional de Estufas Mejoradas, que desde 2013 reúne a las diferentes entidades del orden gubernamental y privado que trabajan diferentes aspectos del tema de estufas eficientes en el país. Resultados concretos de este espacio de interacción han sido la organización del Taller Internacional de Estufas Eficientes en 2014 y la elaboración de los Lineamientos para un Programa Nacional de Estufas Eficientes para Cocción en Leña, publicados en 2015.

El cuarto, estuvo relacionado con los sistemas de arquitectura con conceptos de eficiencia energética. Y finalmente, el objetivo del quinto subprograma era adelantar una consultoría para investigar la posibilidad de la utilización de GLP en el sector rural y zonas marginales.

### •Comercial, público y de servicios

De acuerdo con el estudio de caracterización realizado por la UPME en el 2013, este sector tiene una participación cercana al 6% de la demanda energética en el país. El 66,2% de esta demanda se abastece con energía eléctrica, el 28,9% con gas natural y el 4,8% con GLP.

Si bien, la alta concentración en energía eléctrica es consecuencia de la naturaleza de las actividades agrupadas en este sector, la UPME reconoce que parte de esta demanda puede ser explicada por la sobreiluminación de las grandes superficies comerciales y los crecientes requerimientos de energía eléctrica para acondicionamiento de espacios y refrigeración.

Las principales líneas a promover en los sectores comercial, público y de servicios, fueron: 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 sostenible en edificaciones, y 3) Actualización o reconversión tecnológica del alumbrado público, entre otros.

### •Edificaciones

Como parte de las iniciativas de este sector, se desarrollaron 27 auditorías energéticas en sedes administrativas de entidades públicas del orden nacional, regional y local (principalmente ministerios, gobernaciones, alcaldías y corporaciones autónomas regionales), con el fin de obtener una comparación de su consumo energético e identificar y promover las oportunidades de mejora que aporten al uso eficiente de la energía, que harían parte de sus planes de gestión eficiente exigidos por la ley 1715, y de los demás departamentales, locales y ambientales, liderados por ellas.

Lo anterior tendría un gran impacto, toda vez que se busca que este tipo de entidades promuevan y apoyen el tema a través de sus planes e iniciativas de desarrollo departamental y local.

Las auditorías estimaron un potencial de ahorro de este sub sector de alrededor de un 40% sobre la línea base de consumo de electricidad. Este potencial, se encuentra distribuido en mejoras en iluminación, que puede estar entre el 8% y el 13%, optimización del aire acondicionado entre un 10% y 18% y ofimáticos en un 5%. Adicionalmente, hay un potencial estimado por cuenta de readecuaciones arquitectónicas de entre un 10 a 15%.

De otra parte, en Colombia se han promovido proyectos con miras a certificarse en LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) en edificaciones en su gran mayoría de entidades privadas. El país cuenta con 24 certificados y 90 proyectos más registrados, de los cuales 13 ya se encuentran pre-certificados (Fecha por confirmar). Del total mencionado, el 48% corresponde a nuevas construcciones, 7% al mejoramiento de construcciones existentes, 7% a centros de salud y colegios y 38% a edificios de diferentes usos comerciales. Bogotá y Medellín son las ciudades que cuentan con mayor número de proyectos LEED (49% y 14% respectivamente).

Los ahorros en iluminación, asociados a estos proyectos nuevos, se encuentran entre el 20% y hasta 47%, y en el uso por aire acondicionado desde 20% hasta 37% al utilizar ventilación mixta. Colombia cuenta en la actualidad con 147 profesionales certificados LEED.

## C. Transversales

### •Estrategia financiera y de impulso al mercado

Este componente incluyó: I) El diseño y aplicación de incentivos para eficiencia energética; II) La identificación y gestión de recursos de cooperación internacionales de donación o créditos preferenciales, y III) El diseño y desarrollo de esquemas financieros, principalmente.

Uno de los instrumentos que ha contribuido a tomar decisiones de inversión en sistemas y equipos eficientes en la industria y transporte, lo constituye el acceso a beneficios tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida), reglamentado a través de las Resoluciones 186 del MME y MADS, y 563 de la UPME, ambas en el 2012, con el objeto de reducir el costo de capital necesario para llevar a cabo la reconversión tecnológica.

La ley 1715 de 2014, en proceso de reglamentación, también contiene beneficios para impulsar el desarrollo de proyectos de gestión eficiente de la energía, FNCE, auto y cogeneración que pueden ser aplicados.

En materia de emisión de conceptos favorables para otorgar incentivos tributarios (exclusión de IVA y deducción de renta líquida) a proyectos industriales, de transporte limpio y de FNCE; se han presentado a la fecha (Abril 25/2016) 76 solicitudes de evaluación técnica para incentivos tributarios, de las cuales 39 han obtenido concepto técnico positivo, con un potencial mayor a 240.000 millones de pesos entre IVA y Renta. La información agregada se muestra en la siguiente tabla y gráfica.

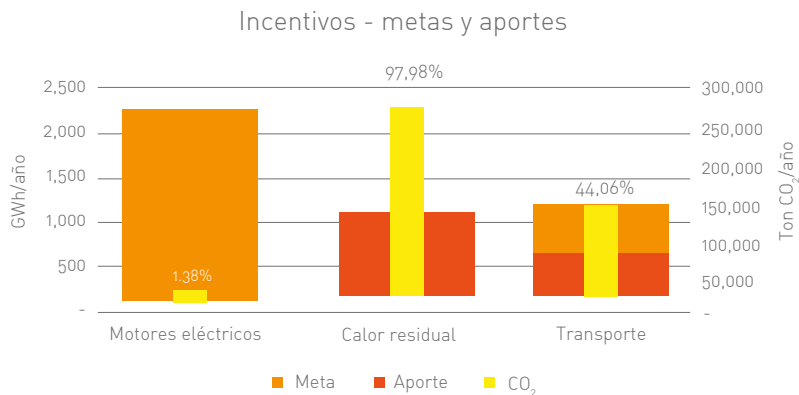
**Tabla 59. Conceptos técnicos favorables sobre solicitudes de incentivos tributarios por ejecución de proyectos de eficiencia energética y FNCE**

Conceptos técnicos favorables			
Línea de acción	Conceptos positivos	IVA (MCOP)	Renta (MCOP)
Promover la sustitución de los motores actuales por motores de alta eficiencia.	4	445	7
Promover el aprovechamiento del calor residual generado en el proceso de combustión.	6	8.036	201
Promover la utilización de vehículos eléctricos e híbridos en los sistemas de transporte masivo.	3	34.636	-
Masificar el uso del tren.	0	-	-
Masificar sistemas de transporte limpio.	18	87.213	110.517
Desarrollo de proyectos demostrativos en FNCE SIN.	1	216	-
Desarrollo de proyectos demostrativos en FNCE ZIN.	3	2.915	-
Caracterización o medición de potenciales de FNCE.	4	85	-
<b>Total general</b>	<b>39</b>	<b>133.546</b>	<b>110.725</b>

UPME, Agosto de 2016



**Gráfica 42. Metas y aportes de los proyectos de eficiencia energética y FNCE que han recibido concepto favorable por solicitudes de incentivos tributarios**



Fuente: UPME, Agosto de 2016.

El subprograma más beneficiado con los incentivos ha sido el de Modos de transporte, seguido por el de Reconversión tecnológica del parque automotor, estos dos con proyectos concentrados especialmente en Bogotá y Medellín. Le siguen proyectos en la industria por recuperación de calor residual.

Uno de los objetivos del estudio Monitoreo y evaluación de la política de eficiencia energética en Colombia, realizado por la Fundación Bariloche como parte del consorcio con el CTCN, para la UPME (2016), fue la evaluación de la efectividad de los incentivos tributarios en Transporte e Industria en el Plan de Acción Indicativo 2010-2015. Dicho estudio, concluyó que los mayores grados de éxito estaban en las líneas de promoción de la utilización de vehículos eléctricos e híbridos, masificar sistemas de transporte limpio, y la recuperación del calor residual.

Tomando en consideración el grado de desarrollo industrial y de transporte en Colombia, dicho estudio concluyó que el número de solicitudes recibida fue bajo, en relación con el tamaño de los sectores. Uno de los principales motivos identificados para este bajo grado de reacción a los incentivos por parte de los agentes, radica en que la Resolución 186 estableció líneas de acción muy acotadas y que muchas de las acciones potenciales de eficiencia energética, particularmente en el caso del sector industrial, quedan por fuera de estas líneas de acción.

Se observaron igualmente que factores relacionados con la complejidad del proceso y otras condiciones del mercado energético nacional, por ejemplo, relacionado con el esquema tarifario (premia la ineficiencia en el consumo de energético y no hay regulación en tarifa diferenciada) han colaborado en este bajo grado de alcance.

Uno de los escenarios para continuar con la aplicación del incentivo tributario llevó a la prórroga del actual, manteniendo el esquema vigente: Expedir un acto administrativo prorrogando transitoriamente la aplicación de las metas ambientales actuales contenidas en la Resolución 186 de 2012, hasta que se adopte un nuevo PROURE para el periodo 2015 – 2020. En ese sentido, se mantendría el esquema actual [justificación de la resolución de aplazamiento de PROURE].

Otro de los mecanismos de dicha estrategia es la gestión de recursos de cooperación técnica internacional no reembolsable, dentro de los que se cuenta uno por valor de 2 millones USD provenientes de GEF 5 a través de ONUDI para promover la gestión energética en el sector productivo nacional. A través de este proyecto, gestionado con el apoyo del MADS, se espera vincular más de 500 empresas en todo el país y fortalecer la capacidad técnica en la implementación de SGE y en optimización de procesos, mediante programas de formación con universidades.

Así mismo, por parte de la UPME, se ejecutan 2,5 millones USD de recursos GEF 4 con apoyo del PNUD, que promueve la expedición y apoyará la implementación del reglamento técnico de etiquetado de eficiencia energética en equipos, a través del fortalecimiento de laboratorios, actualización de normas técnicas, y capacitación a distribuidores y usuarios finales.

En relación con los recursos de cooperación no reembolsables, de lo asignado por la línea de Cambio Climático, CC del GEF 4, el 31% corresponde a proyectos de EE+ER orientados a eficiencia energética en edificaciones, etiquetado de equipos eficientes de uso final y remoción de barreras para promover la participación de las FNC-ER en Colombia.

De otra parte, desde 2009 se viene trabajando con el BID en la gestión de recursos del Clean Technology Fund-CTF, orientados al transporte y eficiencia energética. De estos recursos, se gestionaron entre el 2013 y 2015 US\$10 millones del CTF (Clean Technology Found) para adelantar el programa de EE en el Archipiélago de San Andrés, y se ejecutaron alrededor de US\$500.000 de Cooperación Técnica Internacional no reembolsable a través del BID.

En el sector de transporte, se espera invertir USD 40 Millones en el programa de transporte urbano sostenible para la ciudad de Bogotá, con lo cual se busca adelantar la decisión de adoptar medios de transporte bajos generación de carbono, como lo es el Sistema Integrado de Transporte Público -SITP e influenciar a otras ciudades del país a adoptar un medio de transporte similar.

La Tabla 60 muestra los recursos asignados y en ejecución para EE:

**Tabla 60. Recursos de cooperación internacional**

Gestión de recursos para EE (2009 - 2013)	Valor (MUS\$)	Valor (MUS\$)		Total (MUS\$)	Proyecto
		EE	ER		
1. Recursos del CTF (Reembolsables)*					
1.1. Por ejecutar BID	32.26		10		EE en hospitales y hoteles a través de BANCOLDEX (MUS\$10) 2014 - 2020
1.2. Ejecutado por IFC	6.74				
<b>1. Total Recursos CTF</b>		<b>39</b>	<b>10</b>	<b>49</b>	
2. Recursos GEF4 - Línea de CC (No reembolsables)					
2.1. Ejecutado UPME (PNUD)		1			EE en edificaciones Febrero 2010 - Noviembre 2013
2.2. En ejecución UPME (PNUD)		2.5			Etiquetado de equipos Octubre 2012 - 2017
2.3. En ejecución UPME (BID)			1		Remoción barreras ER Noviembre 2011 - 2014
<b>2. TOTAL GEF4 - Línea de CC</b>		<b>3.5</b>	<b>1</b>	<b>4.5</b>	
<b>Total recursos gestionados</b>				<b>53.5</b>	

Fuente: UPME - 2015

De otra parte, se creó y puso en marcha el “Mecanismo para la Promoción de Proyectos de Energía Limpia – PPF (por sus siglas en inglés)” ; bajo el convenio de asociación UPME-USAID, con aportes cercanos a los USD500.000, se han estructurado 9 proyectos de eficiencia energética en la industria, con un costo aproximado de COP\$830 millones, que promoverían inversiones cercanas a COP\$140.000 millones, con un potencial impacto energético superior a los 280 GWh/año y de reducción de emisiones de GEI de 50.000 ton CO<sub>2</sub>c/año. La Tabla 46 resume los proyectos aprobados en la primera fase de ejecución de este mecanismo.

**Tabla 61. Proyectos PPF**

	Tipo de proyecto	Sector	Recursos PPF (MCOP)	Inversiones potenciales (mco)	Impacto energético	Impacto ambiental (Ton CO <sub>2</sub> /año)
Primeros proyectos - PPF	Recuperación de calor residual	Metalúrgico	52	890,00	950 **	190
	Cogeneración	Químicos	151	98.400	224.910 *	30.740
	Cogeneración (FNCE)	Papel	125	26.410	35.370 **	16.400
	Sustitución combustibles (FNCE)	Alimentos	50	920	4.760 **	1.240
	Motores eléctricos	Textil	15	3.050	7.600 **	2.410
	FNCE Solar fotovoltaica	Comercial	20	3.050	780 *	250
	FNCE Solar fotovoltaica	Grandes superficies	30	5.590	1.410 *	450
	Recuperación de calor residual	Metalúrgico	72	9.310	8.320 **	2.640
				515	147.620	284.100

Fuente: UPME - 2015

\* Energía eléctrica generada  
 \*\* Eficiencia en otros energéticos

En el marco del memorando de entendimiento MME-UPME y ANDI y del Programa de Energía Limpia para Colombia – CCEP, por sus siglas en inglés, financiado por USAID, se han definido y estructurado proyectos con la mediana y gran industria del país. En el primer caso, el monto estimado del portafolio de proyectos identificados con grandes industriales es superior a los 80,000 millones de pesos, de los cuales, el 62% corresponden a proyectos de cogeneración, el 23% a optimización en combustión y el 9% a fuerza motriz.

En relación con el diseño de créditos preferenciales y esquemas operativos que viabilicen proyectos de EE, BANCOLDEX y el BID diseñaron una línea de EE para hoteles y hospitales, que parte de la identificación de actores y caracterización de consumo de los sectores objetivo, con el apoyo del Ministerio de Comercio, y Cotelco para el caso de hoteles.

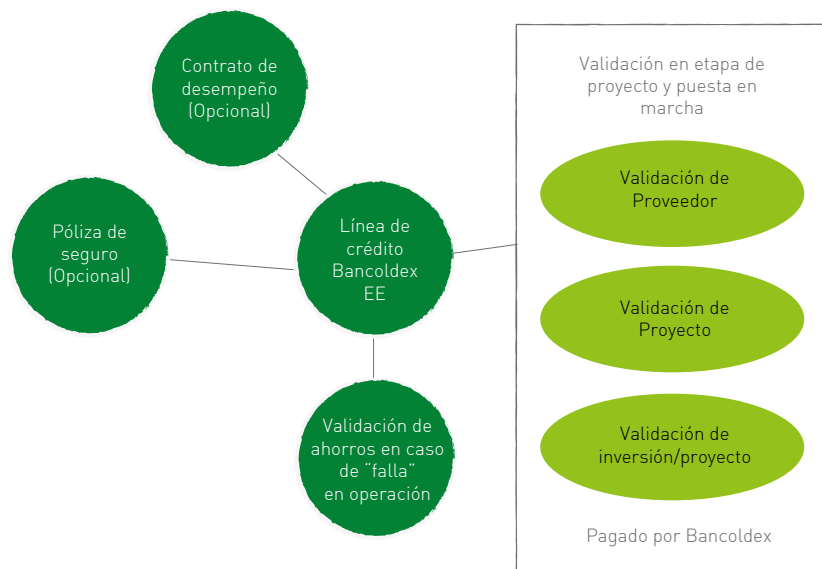
La caracterización determinó los potenciales de ahorro y la tecnología de los equipos disponibles en el mercado. Se estimaron inversiones por USD 13,68 millones para el sector hotelero, y USD 6,31 millones para el sector de hospitales; para un total de inversión de 20 millones USD.

La línea de crédito diseñada por BANCOLDEX para este propósito, establece entre otros, los siguientes requisitos: I) Validación técnica del proyecto por parte de Icontec; II) Verificación del proyecto en implementación junto con la disposición de los equipos a ser reemplazados; III) Reporte de ahorros energéticos durante la vida del crédito y IV) Capacidad crediticia del cliente.

Así mismo, para proyectos presentados en colaboración con las Empresas de Servicios Energéticos (ESE), se debe contar con un contrato firmado entre la ESE y el cliente y se puede optar por una póliza de seguros que responda en caso de no cumplimiento de los ahorros estimados, la cual es pagada por la ESE.

Se espera que esta línea de crédito entre en funcionamiento en el segundo semestre del 2016.

**Gráfica 43. Esquema financiero para la línea de crédito dirigida a hoteles, clínicas y hospitales**



Mitigación de emisiones de Gases Efecto Invernadero a través de la implementación de medidas de eficiencia energética, en los subsectores: hotelería y hospitalario.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo BID-Bancoldex, 2013



### •Educación, innovación y desarrollo tecnológico

El Plan de Acción Indicativo 2010 – 2015 consideró esta estrategia como uno de los pilares fundamentales para la consolidación de una cultura en Eficiencia Energética, en todos los ámbitos y niveles del conocimiento.

En tal sentido, la UPME con base en el aporte de la tesis de post grado de Juan Pablo Aljure León, denominada "Lineamientos curriculares de Energía sugeridos para los cursos K-11 en Colombia, realizada en 2009; avanzó en la definición de una metodología para incorporar la temática en los niveles preescolar, básico y escuela media de la educación formal, alineada con las directrices vigentes del sector educativo y que gira en torno a la actualización curricular, la formación de los docentes y la implementación mediante el desarrollo de proyectos integrados cuyo eje sea la energía. Posteriormente, la UPME con el apoyo de la Fundación Educativa Rochester, desarrolló unos pilotos para la aplicación de dicha metodología y realizó un taller pedagógico de eficiencia energética en un colegio público de la ciudad de Cartagena (Institución Educativa Ambientalista) en el marco del WEC, dando inicio a la generación de capacidades en los centros educativos nacionales, para construir una cultura que combine la incorporación estructural de los conceptos de eficiencia energética y FNC-ER en sus proyectos educativos, con la infraestructura de edificaciones verdes o sostenibles; en concordancia con los tres ejes centrales de la política de gobierno: equidad, paz y educación.

El piloto incluyó un diagnóstico ambiental y de infraestructura energética; un diagnóstico curricular sobre energía; una capacitación a estudiantes y docentes para la jornada pedagógica, y unas recomendaciones a los cambios de infraestructura y currículo (UPME, Fundación Educativa Rochester- Jornada pedagógica y estudio curricular y de infraestructura en colegio de Cartagena, noviembre de 2014, Bogotá, Colombia).

En el currículo se propusieron competencias sobre I) Hábitos sistémicos; II) Conceptos de energía y ambiente; III) Fuentes energéticas, tecnología y aplicaciones; y IV) Asuntos ambientales sobre energía y cada tópico con su metodología y aprendizajes esperados. La capacitación de los docentes y estudiantes incluyó material educativo, con kit y guías que proporcionaron por ejemplo, lecciones y actividades de los sistemas fotovoltaicos que se puedan instalar en el aula escolar.

Las recomendaciones a los cambios de la infraestructura y el equipamiento, estuvieron orientadas a: I) Instalación de cortasoles exteriores para que ingrese luz pero de forma indirecta; II) Utilización de pinturas térmicas y de bajos niveles de compuesto volátiles orgánicos; III) Instalación de aire acondicionado central que renueve el aire al interior de las aulas y baje la temperatura a niveles óptimos para el aprendizaje (19 a 22 grados C); IV) Corrección de puntos para mejorar los luxes y cambio de luminarias e instalación de sensores lumínicos y de ocupación para reducir consumos; V) Ajustes acústicos a las aulas e insonorización de puertas para mitigar el nivel de ruido producido internamente y el que ingresa de afuera. Se sugirió además la instalación de un arreglo fotovoltaico con inyección en línea con capacidad de 20 kW que cubrirá aproximadamente el 40% de las cargas del colegio. Lo anterior, podría representar más del 25% de reducción del consumo de energía eléctrica de la edificación.

Gráfica 44. Piloto de EE en colegios

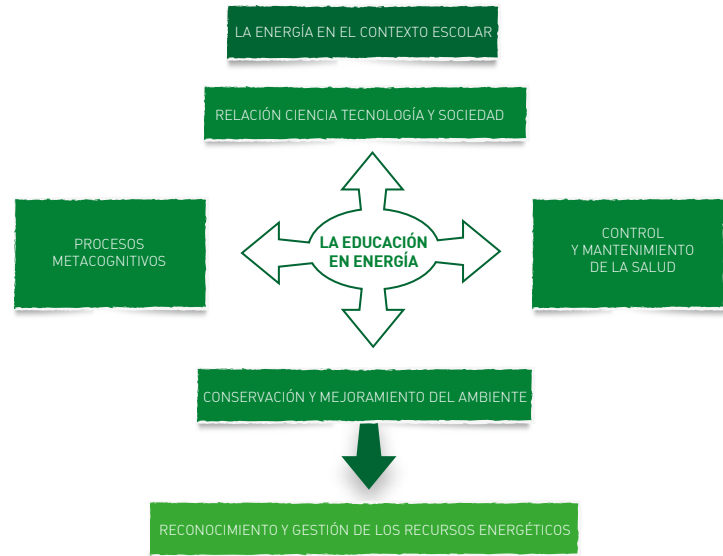
**Desarrollo de programas de eficiencia energética y ambientales conducentes al aprendizaje en colegios públicos de Colombia**

**Objetivo:**

Diseñar e implementar estrategias curriculares relacionadas con energía y mejoramiento de infraestructura para la aplicación de prácticas sostenibles.

- Propuesta curricular para incorporar la temática de EE en educación formal-contribución de Juan Pablo Aljure-Fundación Educativa Rochester, 2010 UPME.
- Piloto en 3 colegios de Colombia - 2011-2012 (UPME, CORPOEMA).
- Piloto en colegio en Cartagena en el marco del Consejo Mundial de Energía 2014. Iniciativa Fundación Educativa Rochester 2014.

**Piloto: Eficiencia Energética en Colegios**



A nivel tecnológico, el Ministerio de Minas y Energía en convenio con el SENA, avanzó en la elaboración de normas de competencia laboral y en la estructuración de especializaciones tecnológicas en temas de luminotecnía y gestión integral de la energía.

En una primera fase, se han sensibilizado a docentes de más de 55 centros de formación en diversas regiones del país y se han certificado alrededor de 130 aprendices vinculados a los cursos llevados a cabo en Bogotá. Esta actividad tendrá importantes impactos positivos en el mejoramiento de la eficiencia energética en el país, principalmente en el sector industrial.

Finalmente, a través del Programa Estratégico Nacional “Gestión Integral de la Energía” dirigido al sector industrial, se ha avanzado en la formación de un importante grupo de profesionales a nivel de educación superior en esta temática (581 en total).

Se destaca que mediante la ejecución del componente 1 de este Programa, se ha dejado instalada una capacidad docente en 15 universidades de cinco regiones del país, lo cual garantiza una dinámica de sostenibilidad en pro del incremento de la productividad y la competitividad de las industrias, en donde se han encontrado potenciales de reducción de consumo de entre el 10% y 30%.

Versión para discusión

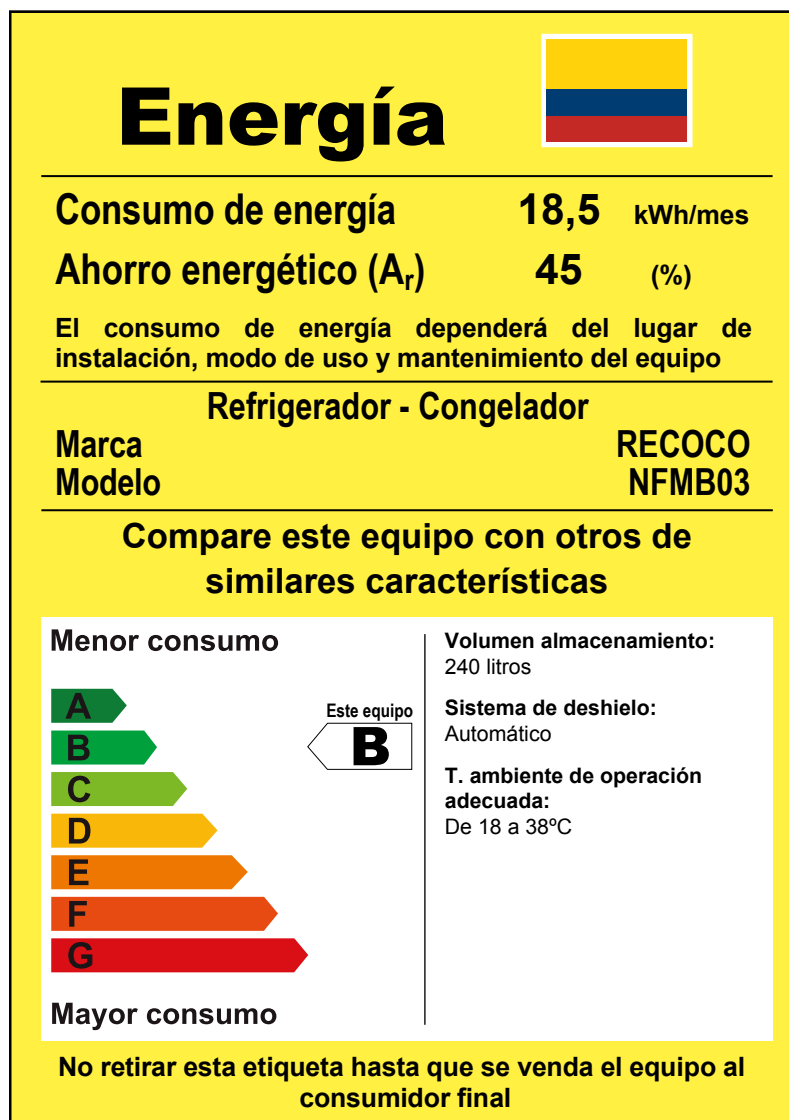
• **Reglamentos y normas**

Uno de los programas transversales del PROURE se focalizó en la protección al consumidor y el derecho a la información, dentro del cual la estrategia de etiquetado de eficiencia energética para equipos de uso final, ha sido considerada fundamental.

El gobierno colombiano trabajó en la iniciativa CONOCE, un programa coordinado por la UPME en cooperación con otras entidades gubernamentales, fabricantes, minoristas y universidades con el objetivo de lograr los potenciales de eficiencia energética relacionados con la optimización de la eficiencia energética de los equipos de uso final; un aporte inicial en torno a la preparación de la normatividad y de aspectos asociados a implementación y estrategias de información y formación de cara a la implementación de mecanismos para lograr la transformación del mercado hacia tecnologías eficientes.

Uno de reglamentos técnicos más relevantes en materia de EE es el reglamento de etiquetado de equipos eficientes de energía, RETIQ, expedido mediante Resolución MME 41012 de 2015.

Gráfica 45. Etiqueta de EE



Fuente: MME, 2015



Para apoyar la aplicación del mencionado reglamento, la UPME ejecuta un proyecto de etiquetado de eficiencia energética de equipos de uso final de energía en Colombia y gestionó con el apoyo del PNUD recursos del GEF por valor de USD 2,5 millones de pesos.

El Proyecto contribuirá a promover condiciones de mercado para que los equipos de mayor eficiencia energética tengan una ventaja competitiva, y a implementar mecanismos que permitan tanto a los comercializadores de estas tecnologías como a los usuarios finales, tener en cuenta el consumo de energía de los equipos a la hora de realizar una compra-venta.

El Proyecto se soporta en las siguientes estrategias:

- Fortalecimiento de la industria nacional: Teniendo en cuenta que a través del proyecto se busca promover un mercado de equipos eficientes energéticamente, un aspecto fundamental lo constituye la capacidad de la industria nacional para producirlos. En ese sentido, el proyecto proporcionará información técnica de referencia internacional para la mejora de los procesos de fabricación de ciertos equipos y motivará a los fabricantes para realizar las mejoras correspondientes.
- Fortalecimiento de la red de laboratorios a nivel nacional: A través de esta actividad se actualizará el inventario de laboratorios, se generarán referentes para complementar o crear establecimientos de este tipo, y se propenderá por el apoyo para la certificación y acreditación de los mismos. Igualmente, se promoverá la formación de profesionales asociados a las labores propias de esta rama y se ejecutarán labores tendientes a fortalecer el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.
- Actualización y elaboración de nuevas normas técnicas: El proyecto abordará la revisión y actualización de las NTC relacionadas, y propondrá la elaboración de nuevas normas que se consideren pertinentes por el impacto potencial que puedan tener a nivel nacional.
- Formación y capacitación a todos los agentes de la cadena: El programa pondrá en marcha diversas actividades orientadas a informar y a capacitar en el tema de etiquetado de eficiencia energética a fabricantes, importadores, distribuidores, comercializadores, vendedores y compradores de equipos de uso final de energía, de tal manera que se divulguen las bondades de este mecanismo y se garantice la correcta apropiación del mismo por parte de todos los involucrados.

Esta actividad incluyó el apoyo a la expedición del Reglamento Técnico de Etiquetado – RETIQ y su promoción a nivel nacional a través de eventos y publicaciones.

Adicionalmente, incluirá actividades específicas dirigidas a las entidades nacionales encargadas de realizar trámites de importación de equipos y de ejercer control y vigilancia sobre el cumplimiento de reglamentos técnicos en el país.

Todo lo anterior tendrá beneficios asociados a un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, a la mitigación de impactos ambientales por reducción de emisiones de GEI y al mejoramiento de la competitividad tanto de empresas fabricantes de equipos como a aquellas que son consumidoras o usuarias. De la misma manera, el programa contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida de la población en general.



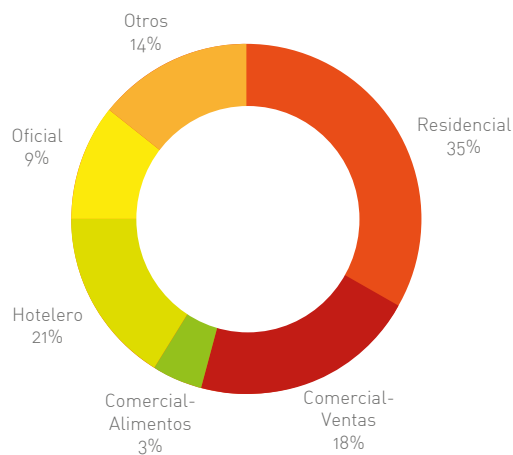
## D. Regional caso piloto San Andrés, SAI

### • Programa de EE para SAI

A partir de los estudios de caracterización del consumo de energía 2010 y de las auditorías energéticas de 2012 a usuarios tipo del Archipiélago de San Andrés y Providencia, se establecieron la línea base y las medidas de eficiencia energética costo beneficiosas tanto para el usuario final como para el Estado.

El 85% de usuarios pertenece al sector residencial y consume el 35% de la energía, mientras que el hotelero, que representa menos del 1% de los usuarios, consume el 21% de la energía.

**Gráfica 46. Participación del consumo de energía eléctrica por sector en SAI**



Fuente: Elaborado por UPME/CORPOEMA con base de datos SOPESA 2011

**Tabla 62. Usuarios del servicio de energía eléctrica en SAI**

Tipo de proyecto	Sector
Residencial	15.795
Industrial/Hotelero	112
Comercial	2.175
Oficial	287
Otros	106
<b>Total</b>	<b>18.475</b>

Fuente: SOPESA 2015

Las auditorías energéticas se hicieron a 85 usuarios tipo de las islas, como parte de un Piloto de EE que se diseñó en el mismo año. El piloto incluye otras estrategias como la financiera, de capacitación y comunicación, y la de reconversión tecnológica y ambiental; que viabilicen la implementación de las medidas de EE propuestas para el Archipiélago. Las medidas van desde buenas prácticas asociadas a equipos de uso final de la energía y a instalaciones eléctricas, pasando por la reconversión tecnológica, hasta llegar al rediseño arquitectónico bioclimático.

Las primeras son de bajo costo o costo cero y ahorrarían entre el 10% y el 15 % de la energía; las segundas de reconversión de equipos, ahorrarían hasta un 25% ,mientras que las adecuaciones arquitectónicas disminuirían el consumo de energía entre el 10% y el 15% aproximadamente. El mayor o menor logro, dependerá de cada usuario tipo.

En general, la priorización de las medidas indica que se debe promover el uso de buenas prácticas y de reconversión tecnológica asociados principalmente a sistemas de refrigeración y aire acondicionado, pues por un lado, en un hogar estos consumos abarcan más del 70% de la demanda mientras que en los sectores comercial, hotelero y público, el aire acondicionado puede representar más del 60% del consumo, en todos casos con altas ineficiencias.

A partir de lo anterior, se priorizan y diseñan dos propuestas: I) Sustitución de refrigeradores en el sector residencial, que podría representar en promedio una reducción del 20% de su consumo a un costo aproximado de 15.000 millones de pesos, si se considera el 80% del total de usuarios residenciales estratos 1, 2 y 3; y II) Medidas asociadas con el acondicionamiento de aire (Sustitución de aires acondicionados y automatización de los sistemas asociados), que podrían representar alrededor de un 30% de reducción del consumo en los sectores hotelero, comercial y entidades públicas.

Como parte de la estrategia financiera, se examinan propuestas de apalancamiento financiero con el BID para el caso residencial con recursos del CTF (crédito blando de USD 10 millones, a 20 años con una tasa de interés del 0,75%) y con BANCOLDEX para el Hotelero.

Los pasos a seguir para garantizar la implementación de las medidas de EE y el éxito del piloto son: I) Evaluación del esquema operativo para la reconversión, que incluya mercado de equipos eficientes y el adecuado manejo ambiental de los que se reemplazarían; II) Evaluación de alternativas financieras, entre ellas la propuesta de usar USD10 millones del Clean Technology Fund- CTF, canalizado a través del BID y del BM, y que hace parte del Plan de Inversiones de Colombia.



Ligado a esto, se gestionaron recursos de asistencia técnica del BID por cerca de USD 580.000, para preparar la operación de crédito y permitir avanzar en la definición del esquema operativo para sustituir los equipos ineficientes, entre otros aspectos.

También, se trabaja en el mecanismo que haga viable desde el punto de vista legal, la cofinanciación por parte del Gobierno, de las medidas de EE priorizadas, que incluye la reconversión de equipos, a los usuarios finales de SAI.

## ANEXO 2

# Metodología de priorización de medidas de eficiencia energética

### Sector Industrial

Gráfica 47. Metodología de priorización de medidas en el sector industrial



#### •Caracterización del consumo de energía en sectores seleccionados

Cómo se describió anteriormente, durante los años 2013 y 2014 se realizaron más de 500 caracterizaciones en establecimientos industriales, las cuales consistían en visitas con el propósito de hacer un levantamiento de información sobre usos energéticos en la industria, a través de mediciones y encuestas. A continuación un detalle de actividades:

- Identificar el universo de empresas de los subsectores industriales seleccionados para el estudio.
- Establecer con criterios estadísticos la muestra de empresas para realizarla caracterización.
- Realizar una investigación sobre los procesos y tecnologías empleadas en los subsectores industriales objeto del estudio.
- Determinar el tipo de información necesaria para el estudio.
- Determinar los mejores métodos de levantamiento de información necesaria para el estudio.
- Calcular el consumo energético de la empresa por usos y equipos.
- Desarrollar en una representación matricial la cadena de consumo energético del sector y subsector industrial colombiano con sus respectivos indicadores.
- Identificar las principales fuerzas impulsoras (variables) y correlaciones existentes entre ellas, que determinan el consumo de energía en los subsectores industriales objeto de este estudio.

### • Identificación de alternativas técnicas y tecnológicas de eficiencia energética por fuente y uso

La identificación de las alternativas técnicas se hizo a partir del consolidado de las caracterizaciones, en donde se obtuvieron resultados sobre eficiencias técnicas, factores de carga, factores de uso y edades para los diferentes equipos asociados a procesos industriales. A continuación el detalle de las actividades:

- Identificar el estado de obsolescencia tecnológico.
- Comparar los consumos característicos con aquellos que se lograrían empleando equipos y procesos de mayor eficiencia energética.
- Determinar la disponibilidad de tecnologías de mayor eficiencia en el país.
- Proponer alternativas técnicas de eficiencia energética para las empresas objeto del presente estudio.
- Estimar el potencial en términos de aumento de eficiencia energética y reducción de consumo de energía.

### • Evaluación de alternativas de eficiencia energética

La evaluación financiera y normativa de las alternativas de eficiencia energética identificadas, se hizo por cuenta de su propio proponente, quien además de contar con las variables técnicas, se encargó de hacer las cotizaciones correspondientes.

Por su parte, la evaluación económica se realizó a través de una tercera consultoría que tuvo como objeto la "Evaluación costo efectividad de programas de eficiencia energética en los sectores residencial, terciario e industrial", la cual tomó las alternativas de eficiencia identificadas previamente, desarrolló una metodología de evaluación costo efectividad que tuviera en cuenta aspectos técnicos, financieros, ambientales y sociales. A continuación, las actividades:

- Realizar la evaluación financiera de las diferentes alternativas técnicas de eficiencia energética propuestas anteriormente.
- Evaluar el impacto económico de las diferentes alternativas técnicas de eficiencia energética propuestas anteriormente.
  - Evaluación de Costo Efectividad para el Privado.
  - Evaluación de Costo Efectividad para la Sociedad Evaluación de Costo Efectividad Total del Recurso.
- Evaluar normativa y regulatoriamente la viabilidad de desarrollar las diferentes alternativas técnicas propuestas de reducción de consumo energético.

### • Selección de alternativas de eficiencia

La selección de las alternativas de eficiencia energética presentadas en este documento se realizó con base en el resultado de las evaluaciones anteriores. Si bien el cálculo del Índice de Costo Efectividad brinda una estimación individual de la pertinencia de implementación de cada alternativa de eficiencia energética, por sí solo no es suficiente para priorizar dichas alternativas y proponer programas de eficiencia energética sectoriales.

Tomando en cuenta lo anterior, se calculó un Factor de Decisión (FD) para el usuario y la sociedad, que permitiera comparar las alternativas entre sí, a partir del costo que plantea cada unidad de energía ahorrada, frente al costo de mantener su consumo ineficiente. El resultado de estos dos factores permitió tener una perspectiva clara de las alternativas que son costo efectivas tanto para el usuario como para la sociedad; aquellas alternativas que son solo costo efectivas para uno de estos actores, y las medidas que no son costo efectivas para ninguno de los dos.

Adicionalmente, se estimó un factor de Facilidad de Implementación (FI) para cada una de las alternativas, el cual permite determinar la viabilidad real de implementación, con base en la rentabilidad para el usuario, el potencial de ahorro energético, la inversión necesaria, el desempeño ambiental y las posibles barreras técnicas, de información, regulatorias y culturales.

Por último, para ampliar el análisis, se construyeron las Curvas de Costo de Abatimiento (CCA), que muestran cuál es el costo o beneficio social asociado a la implementación de alternativas de eficiencia energética, en función de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes. Con las CCA se mide el costo de la reducción de cada Ton de CO<sub>2</sub> para la sociedad.

Con base en los indicadores descritos, se realizó la priorización de las alternativas de eficiencia energética. Dado que las alternativas a priorizar varían según cada uno de los indicadores, se hizo necesario evaluar las medidas bajo un enfoque más global, mediante una matriz que evalúa cada indicador de forma independiente, escogiendo aquellas que representaran los mejores valores en cada categoría.

En el presente documento, se encuentran recopiladas las alternativas de eficiencia energética priorizadas, desde buenas prácticas de operación, hasta cambios tecnológicos o variaciones de procesos; además de los potenciales de disminución de consumo que se pueden lograr mediante su implementación.



**Contacto:**

Avenida Calle 26 # 69 D - 91  
Torre 1 Oficina 901  
PBX: 222 06 01  
Fax: 221 95 37  
Línea Gratuita Nacional: 01800911729  
[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)  
Síguenos en: @UPMEOFICIAL