

RESUMEN EJECUTIVO

El Ministerio de Minas y Energía en aras de aportar en el cumplimiento del compromiso nacional de reducción de emisiones, busca a través de la formulación del Plan de Implementación de Mitigación (PI), identificar claramente las prioridades sectoriales de mitigación y sus medios de implementación, para así facilitar su integración en la planeación sectorial. Con esto, se prevé establecer el potencial real de reducción de emisiones con el que cuenta el sector Minero-Energético, para así poder establecer su compromiso de mitigación ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y ante el país.

Este estudio, se desarrolló en cinco etapas: (i) el establecimiento de una línea base de emisiones sectoriales al año 2030; (ii) análisis de los PAS, PI y medidas ya propuestas para cada subsector y priorización de las medidas y acciones a desarrollar; (iii) propuesta de modificación de los PI; (iv) propuesta del Plan de Acción de Mitigación Del Sector Minero-Energético; y, (v) propuesta regulatoria que incluya la variable de cambio climático en la normatividad sectorial.

El presente documento resume el PI propuesto para el sector Minero-Energético, este Plan al contrario de los PI existentes, presenta cuatro líneas estratégicas que tienen como objetivo establecer lineamientos transversales a los subsectores de energía eléctrica, minas e hidrocarburos, que indiquen las posibles estrategias de mitigación a implementar. Las líneas estratégicas propuestas son: i. Eficiencia Energética, ii. Emisiones Fugitivas, iii. Generación y iv. Gestión de la Demanda, para cada una de ellas, se plantearon una serie de medidas o acciones que sirven como un indicativo de las oportunidades con las que cuentan las empresas del sector a la fecha.

Las diferentes etapas y resultados del presente estudio fueron socializadas con las empresas y gremios del sector.

A continuación se presenta a grandes rasgos los componentes del Plan de implementación propuesto.

CONTEXTO

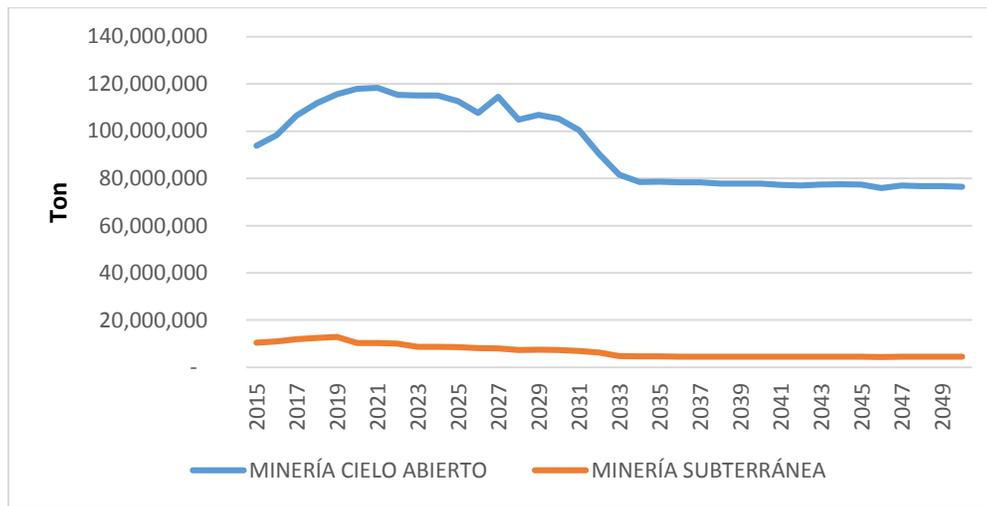
CONTEXTO POR SUBSECTOR

Minería: Las estimaciones de producción nacional de carbón son suministradas por la UPME, la cual tiene en cuenta los siguientes supuestos en el escenario considerado:

- La minería a cielo abierto mantiene su participación frente a la minería subterránea en la producción nacional alrededor del 90% en todo el periodo.

- La tasa de crecimiento de la producción de carbón para el periodo 2010-2030 es de 1.10%.

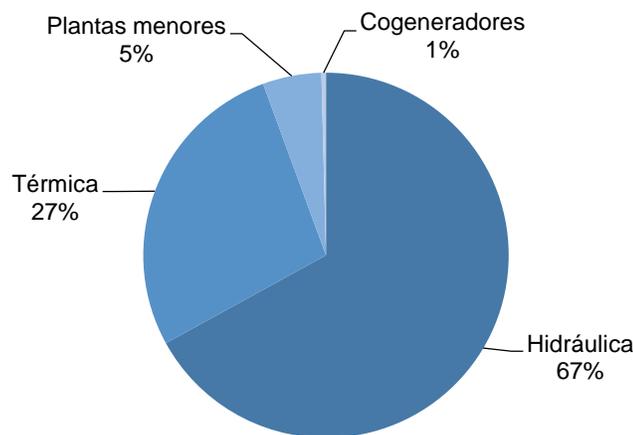
Ilustración 1 Proyección producción de carbón por tipo de minería



Fuente: (Universidad de los Andes, 2015)

Energía eléctrica: Para el sistema interconectado nacional (SIN), la generación de energía se da a través de diferentes tecnologías, como lo son la generación hidráulica, la generación térmica, la cogeneración, entre otras. Colombia presenta una de las matrices de generación más limpias debido a la alta participación de fuentes renovables de energía como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 2 Generación por fuente



Fuente: XM, 2013

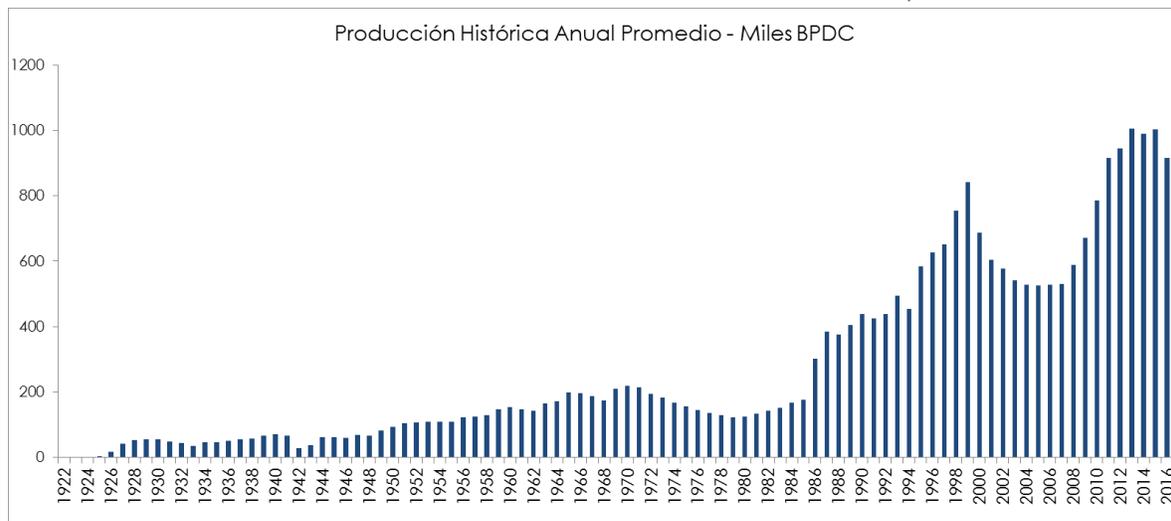
El aporte de las diferentes tecnologías en la generación, está relacionado y condicionado por las condiciones climáticas, en dónde al presentarse fenómenos climáticos como El Niño, las centrales térmicas tienen mayor participación en la generación de energía.

Las Zonas No Interconectadas (ZNI) del país se caracterizan por baja densidad poblacional y actividad económica. Estas se encuentran en la Llanura del Pacífico, los Llanos Orientales y la Llanura Amazónica, entre otras. De acuerdo a la Ley Colombiana (artículo 1 de la Ley 855 de 2003), las ZNI son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y por tanto, otras regiones como el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, ciudades aisladas en la selva Amazónica como Leticia en el Amazonas y Mitú en el Vaupés, la región norte de la Guajira (Uribía), poblados costeros aislados como Capurganá en el Chocó, o ciudades remotas y aisladas en los Llanos Orientales como Puerto Carreño en el Vichada, forman parte de las ZNI¹. En términos de extensión, las ZNI representan más de la mitad del territorio nacional.

Hidrocarburos: La producción de crudo en Colombia, presentó una tendencia creciente entre los años 1986 hasta un máximo de 1998 donde se logró una producción promedio año de cerca de los 842.000 bpd, año a partir del cual comenzó un descenso en la producción hasta el año 2005 donde la producción cayó hasta los 526.000 bpd (producción promedio diario).

Debido a la evidente caída en las reservas hidrocarburíferas y desde luego la evidente reducción en la producción, el gobierno nacional realizó un cambio en la política pública del sector hidrocarburífero colombiano que finalizó con la creación de la Agencia Nacional de Hidrocarburos. Lo anterior dio un resultado positivo revirtiendo la tendencia de caída de producción y a partir del año 2005 presentó una tendencia al alza, logrando una máxima producción de crudo en el año 2015 con un promedio anual de producción de 1.003.000 bpd.

Ilustración 3 Histórico Producción Anual de Crudo en Colombia en Miles de barriles por día calendario



Fuente: (ACP, 2016)

¹ Es necesario tener en cuenta que hay pequeños núcleos urbanos no conectados al SIN a pesar de que las cabeceras municipales si lo están, por lo que esos núcleos poblacionales se consideran también ZNI.

Las proyecciones de producción para estos energéticos primarios fueron aportadas principalmente por la UPME. Éstas contemplan tres escenarios de referencia: alto, medio y bajo de acuerdo con el optimismo en cuanto a incorporación de nuevas reservas, precios internacionales y nivel de actividad.

Para el caso del petróleo, las proyecciones realizadas se basan en un escenario híbrido construido a partir de las referencias de la UPME y ajustes propuestos por la Universidad de los Andes en los documentos técnicos de soporte de la iNDC. Este escenario involucra supuestos de precios bajos durante los primeros tres años (2015-2018), lo cual se asemeja a los niveles de actividad presentados en el escenario de escasez propuesto por la UPME. Al finalizar este periodo, se asume que los precios del petróleo aumentan de una manera más optimista.

LÍNEA BASE DE EMISIONES DE GEI PARA EL SECTOR MINERO-ENERGÉTICO

La línea base del sector Minero-Energético se obtiene a partir de las emisiones calculadas para cada subsector (Minas, Hidrocarburos y Energía Eléctrica) y reportadas por el IDEAM.

A continuación, se presenta el total de emisiones para el sector en el año base:

Tabla 1 Emisiones del Sector Minero Energético para el año 2010

Actividad	Emisiones 2010 (Mton CO _{2e})
Producción de electricidad y calor como actividad principal	10.1
Producción de coque	1.167
Fugitivas Minería subterránea	2.857
Fugitivas Minería superficial	2.084
Refinación de petróleo	4.11
Otras Industrias de la energía	3.932
Emisiones fugitivas petróleo	1.404
Emisiones fugitivas gas natural	3.418
TOTAL	28.972

Fuente: Elaboración propia a partir de información BUR (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, 2015)

La actividad con mayor aporte en las emisiones del sector Minero-Energético es la producción de electricidad y calor con 10 Mton CO_{2e}, lo que representa el 35% de las emisiones del sector.

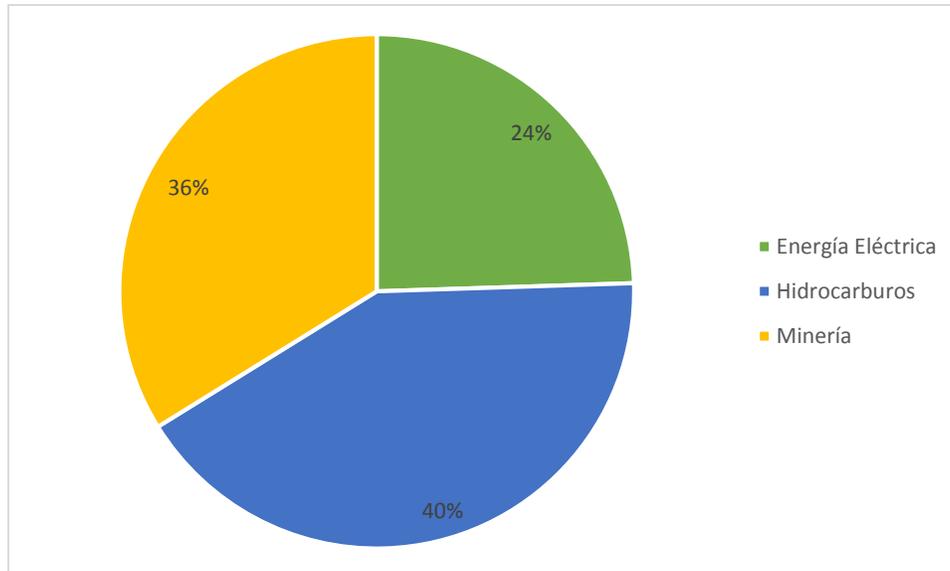
Por otro lado, la refinación de petróleo representa el 14% de las emisiones del sector con 4.11 Mton CO_{2e}, mientras que el menor aporte lo genera la producción de coque, con tan solo el 4% de las emisiones del sector (1.167 Mton CO_{2e}).

Proyecciones del sector

Para el año 2030 se espera que las emisiones del sector Minero Energético alcancen aproximadamente 60 millones de toneladas de CO₂, en donde el subsector de hidrocarburos tendrá

la mayor participación (~40%), seguido por el subsector de minería (~36%) y el de energía eléctrica (~24%).

Ilustración 4 Distribución Emisiones año 2030



Fuente: Elaboración propia a partir de (Universidad de los Andes, 2015)

INTEGRACIÓN PLANES DE IMPLEMENTACIÓN

La integración de los planes de implementación de los subsectores de minas, energía eléctrica e hidrocarburos, se da a partir de la formulación de las cuatro líneas estratégicas, las cuales surgen de la necesidad de ofrecerle al sector ejes de acción sobre los cuales puedan tomar participación activa en la mitigación del cambio climático. Así, las líneas estratégicas fomentarán la reducción de emisiones de manera transversal en el sector.

Las líneas estratégicas indican de forma general un conjunto de posibles acciones y medidas que orientan el camino a seguir por parte de las empresas del sector, pero las cuales no deben ser entendidas como camisa de fuerza. Por esto, los esfuerzos deben estar orientados a las líneas estratégicas en general más que hacia acciones particulares, teniendo en cuenta las diferencias que presentan en términos de capacidad técnica y financiera, las diferentes empresas del sector. Así mismo, el enfoque de línea estratégica deja la puerta abierta a que con el surgimiento de nuevas tecnologías o cambios en el mercado, las acciones concretas se ajusten con el tiempo.

Se realizó una modelación en donde se estimó el potencial de mitigación de cada una de la medidas y líneas estratégicas contempladas en el periodo de tiempo 2010-2030 y con base en lo cual se construyó la Curva de Costo-Abatimiento.

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL MODELO

El modelo desarrollado consistió de siete etapas que se presentan en la Ilustración 5. Las emisiones presentadas en este documento siguen una metodología de arriba hacia abajo y que tiene como objetivo la evaluación del posible impacto de distintas medidas sobre un escenario tendencial del país y sigue los principios de modelación empleados para el desarrollo de la línea base nacional y para los documentos técnicos de la iNDC (Uniandes, 2014). Una guía de estos principios se puede consultar en el estándar para políticas y acciones del GHG Protocol liderado por el WRI. En este sentido, cabe resaltar que existen diferencias sustanciales entre las metodologías de abajo hacia arriba seguida por estándares corporativos y frecuentemente empleados por el sector privado, y las metodologías que aquí se presentan. Es natural que los resultados que se presentan no sean directamente comparables con los inventarios de emisiones desarrollados por el sector privado. Lo anterior no implica que haya inconsistencias ni que una metodología sea mejor que otra, sino que los resultados se deben interpretar bajo este entendimiento. Por lo anterior, los compromisos puntuales de reducción de emisiones con las empresas se deben dar sobre acciones implementadas y un monitoreo de sus impactos reales en emisiones y no basados en estos resultados. El equipo modelador no recomienda el uso directo de estos cálculos para la definición de compromisos de reducción de toneladas de CO₂ con el sector privado y resalta que sería un error conceptual tomarlo así. Por otra parte, estos cálculos sí constituyen un insumo importante para identificar las acciones necesarias en el sector para alcanzar una meta de reducción en 2030 con respecto a un escenario tendencial siguiendo la línea base nacional ya establecida.

Ilustración 5. Las siete etapas de la modelación de potencial de reducción de emisiones



Fuente: Elaboración Propia

Las medidas contempladas son:

Sector de minas:

- Reducción de emisiones fugitivas en minas a cielo abierto mediante la recuperación vertical de metano previa a la explotación
- Aumento en la eficiencia energética dentro de las operaciones mineras del país

Sector de hidrocarburos:

- Optimización en el uso de glicol como deshidratante del gas natural
- Recuperación de condensados en sistemas de almacenamiento de crudo
- Recuperación de gas anular en compresores de viga
- Medidas para la mejora de eficiencia energética en refinerías
- Autogeneración de energía eléctrica

Sector de generación de energía eléctrica:

- Repotenciación, reconversiones o cambios en elementos conducentes a recuperar o mejorar eficiencia energética
- Gestión de la demanda
- Diversificación de la matriz de generación de energía eléctrica
- Implementación del RETIQ
- Uso de sistemas híbridos para la generación de energía eléctrica en zonas no interconectadas

El análisis de sensibilidad consistió en definir rangos probables de cada factor y evaluar su impacto sobre los resultados de la estimación de su potencial de reducción de emisiones en el año 2030. Si bien se iniciaron esfuerzos por encontrar información de las distribuciones de probabilidad, la cantidad de información disponible no contaba con el poder estadístico para esto. Por consiguiente, en la mayoría de los casos se asumieron distribuciones uniformes en las que es igualmente probable que un parámetro tome cualquier valor entre el máximo y el mínimo y el valor esperado es el punto medio. En otros casos, se fijaron igualmente valores de máximos y mínimos pero la distribución no es uniforme ya que el valor esperado presenta un sesgo a alguno de los extremos.

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

Como se menciona anteriormente, el Plan de Implementación presenta líneas estratégicas que fomentarán la reducción de emisiones de manera transversal en el sector. Cada una de estas líneas contempla una serie de medidas que deben ser entendidas como un indicativo de las acciones que se pueden adelantar de forma privada.

Sin embargo, las medidas incluidas en cada una de las líneas estratégicas, no son de cumplimiento obligatorio, ni deben ser entendidas como una camisa de fuerza. Los esfuerzos deben estar orientados a las líneas estratégicas en general más que hacia acciones particulares. Esto deja la puerta abierta a que con el surgimiento de nuevas tecnologías o cambios en el mercado, las acciones concretas se ajusten con el tiempo. Los potenciales de cada medida deben ser vistos como un punto de partida y de comparación para otras medidas que llegasen a surgir. Esto permitirá la integración de nuevas iniciativas privadas o públicas a los planes de desarrollo y de mitigación del Ministerio de Minas y Energía.

Para cada línea estratégica se definió el objetivo, el alcance, las posibles medidas a implementarse, se estimó el potencial de reducción de emisiones, se realizó el análisis de incertidumbre y sensibilidad, se estableció el tiempo de implementación, se plantearon las actividades e instrumentos para implementar la línea estratégica y se definieron de manera preliminar las zonas a nivel departamental para la aplicación de dichas líneas.

Con base en la formulación de las medidas se estimó el potencial de mitigación de cada una de las líneas estratégicas. Así mismo se realizó un análisis de costos unitarios en los que se podría incurrir para la implementación de estos ejes estratégicos. Se realizó también un análisis de sensibilidad e incertidumbre que permite establecer un rango bajo el cual se podría encontrar el potencial de mitigación de la estrategia, teniendo en cuenta la incidencia del cambio en los factores que afectan el potencial de mitigación de cada una de las medidas (ej. Costos, tiempos, cantidad y tipo de combustible, tecnología, etc.)

Si se consideran las medidas completas de las cuatro líneas estratégicas, los resultados indican una reducción esperada de 11.47 Mton CO₂e (min: 10.44; max: 13.73) que corresponden a un 21.1% (min: 19%; max: 25.2%) de reducción sobre la línea base. El aporte acumulado de cada línea estratégica se presenta a continuación:

Tabla 2. Potenciales de mitigación en 2030 de cada línea estratégica

Potencial de mitigación en 2030	Mton CO ₂ e	min	max
Generación	4.74	4.74	4.74
Gestión de la demanda	2.01	1.91	2.13
Emisiones fugitivas	3.24	2.66	4.65
Eficiencia energética	1.21	0.90	1.91

Fuente: Elaboración propia

Co-beneficios

Como parte de este estudio, se realizó también un análisis de co-beneficios el cual se desarrolló de forma semi-cualitativa, es decir para algunos de los co-beneficios se calculó su valor económico en USD pero para otros se realizó un análisis cualitativo.

Los co-beneficios que se considera pueden estar asociados a las líneas estratégicas, fueron organizados en cuatro (4) componentes: (i) Ambiental, (ii) Social, (iii) Económico y (iv) Operacional.

- (i) Co-beneficios Ambientales: hacen referencia a las mejoras en la calidad del aire, la disminución del ruido, la reducción de la vulnerabilidad y la reducción del consumo de agua.
- (ii) Co-beneficios Sociales: tienen en cuenta la generación de empleo
- (iii) Co-beneficios Económicos: consideran el aumento en la productividad del sector, los ahorros asociados a la operación eficiente y la reducción en costos de salud.
- (iv) Co-beneficios Operacional: incluyen la confiabilidad del servicio y la reducción del consumo de combustibles y/o energía eléctrica.

De forma general, existe un impacto positivo en el aumento de la productividad y en los ahorros por operación en todas las líneas estratégicas y como resultado de este análisis, se estimó que entre los co-beneficios evaluados se puede obtener un beneficio aproximado de 1,478 Millones de dólares.

Priorización de medidas

Las medidas contenidas dentro de las líneas estratégicas se priorizaron a partir de un análisis que contempla cinco aspectos fundamentales: potencial de mitigación, reducción de material particulado, ahorros en el consumo de combustible fósil o energía eléctrica, otros co-beneficios, aspectos regulatorios o cambios normativos requeridos y tiempo de implementación.

Para la priorización, el aspecto de mayor relevancia es el potencial de mitigación, seguido de los aspectos regulatorios o los cambios normativos requeridos, los cuales viabilizaran la implementación de las medidas, el tiempo de implementación, los co-beneficios y los ahorros tiene el mismo peso en la priorización.

Así mismo, se realizó la priorización de las líneas estratégicas y se analizó si las líneas estratégicas posibilitan la formulación de mecanismos de mitigación adicionales como lo son las NAMA (Acciones de mitigación nacionalmente apropiadas).

Tabla 3 Priorización de las medidas dentro de la línea estratégica

Línea Estratégica	Posición	Medidas (por orden de priorización dentro de la línea Estratégica)
Eficiencia Energética	1	Eficiencia energética en refinerías
	2	Eficiencia energética dentro de operaciones mineras a cielo abierto
	3	Repotenciación, reconversiones o cambios en elementos conducentes a recuperar o mejorar eficiencia energética en las termoeléctricas del país
Emisiones Fugitivas	1	Captura de gas normalmente emitido por venteo en pozos de bombeo mecánico

	2	Aprovechamiento de metano en pozos
	3	Optimización de la recirculación de glicol en el gas natural e instalación de tanques separadores de líquido
	4	Recuperación de condensados en sistemas de almacenamiento de crudo
	5	Aprovechamiento del gas metano en minería de cielo abierto
Generación	1	Diversificación de la matriz de generación eléctrica
	2	Utilización de sistemas híbridos diésel-renovables en ZNI
Gestión de la Demanda	1	Reglamento técnico de etiquetado RETIQ
	2	Gestión de la demanda de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Priorización Líneas Estratégicas

Posición	Líneas estratégicas	Posibilidad de NAMA
1	Emisiones fugitivas	
2	Eficiencia Energética	✓
3	Gestión de la demanda	✓
4	Generación	✓

Fuente: Elaboración propia

Arreglo Institucional y MRV

Adicionalmente, se dispuso un arreglo institucional y un flujo de competencias entre los agentes del sector y las entidades nacionales sectoriales e intersectoriales. Así, los principales dentro de los principales actores se encuentran el SISCLIMA, los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Minas y Energía y sus viceministerios (Energía y minas), la oficina de asuntos ambientales, el DNP, la UPME y las agencias, comisiones, agremiaciones y asociaciones del sector (CREG, IPSE, ANH, ANM, ACOLGEN, ANDEG, ACP y ACM).

Se Plantea también un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para el sector minero-energético que este en línea y que responda a los requerimientos del Sistema Nacional MRV. El Sistema Nacional, abarca tres aspectos principales: Emisiones, Reducciones y Financiamiento. El MRV buscará guiar el proceso de toma de decisiones, monitorear y mejorar el resultado de la

implementación de las estrategias y proyectos para garantizar una adecuada rendición de cuentas que pueda ser verificada y que esté en línea con el esquema nacional.

Dentro de este sistema, se plantearon una serie de indicadores que ayuden a monitorear el estado de las empresas en términos de emisiones de GEI, consumo de energía eléctrica y combustibles fósiles, captura de metano, utilización de fuentes no convencionales de energía, antes y después a la implementación de las estrategias de mitigación. Así mismo, se propone un formato de reporte, así como un mecanismo de reporte y verificación, de acuerdo a unos parámetros de control y calidad.

ANÁLISIS DE CADENA DE IMPACTO Y RIESGOS

Para este plan de implementación se realizó un análisis de cadena de impacto el cual involucra las líneas estratégicas formuladas, las medidas incluidas en cada una de las líneas, los factores o *drivers de cambio* que pueden incidir sobre las medidas o las líneas estratégicas, la interacción tanto entre medidas y líneas estratégicas como la interacción con otros sectores y los potenciales impactos que puedan surgir de esta interacción.

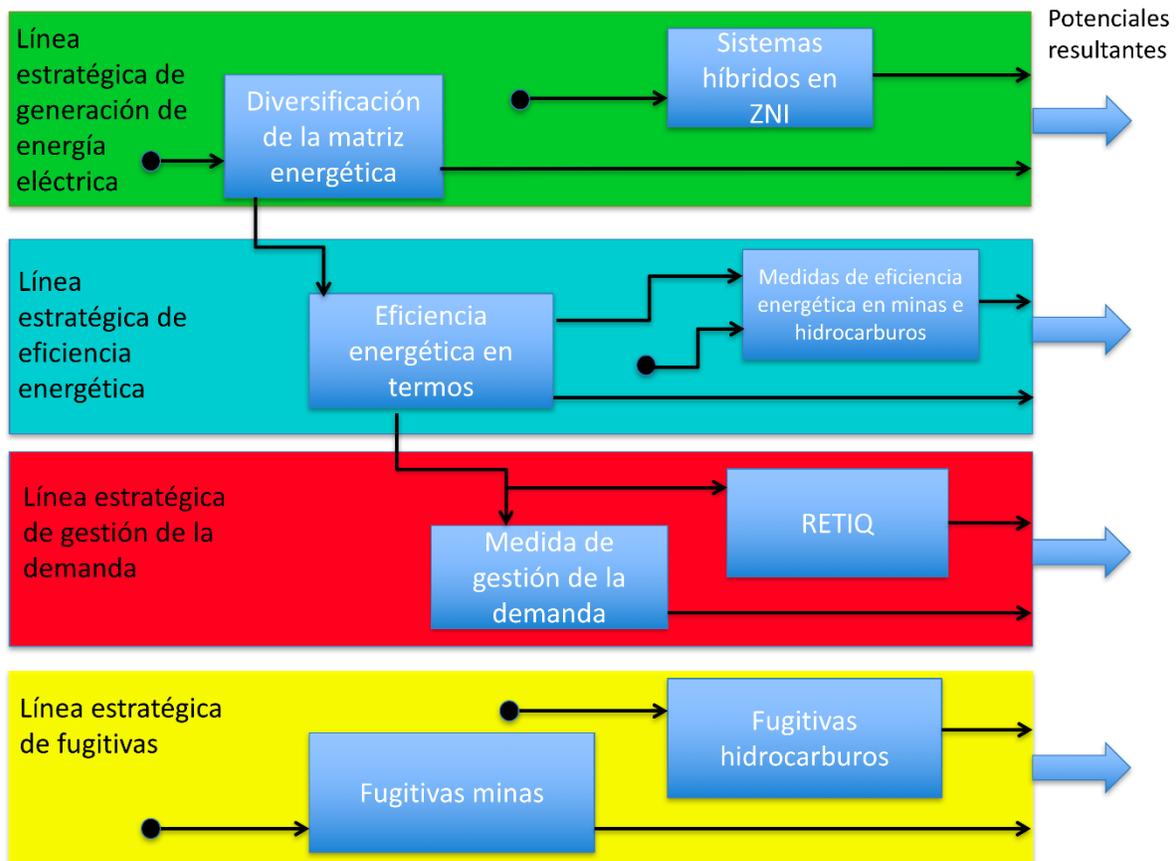


Ilustración 6 Interacción entre líneas estratégicas. Fuente Elaboración Propia

Es importante considerar que hay diferentes factores o *drivers de cambio* que pueden afectar el potencial de mitigación de las líneas estratégicas presentadas. Estos factores serán determinantes para que el PI pueda implementarse de forma satisfactoria. Principalmente, se deben considerar los aspectos regulatorios que viabilicen su implementación, la disposición del sector, las condiciones del mercado y los costos asociados a la implementación o de las tecnologías o infraestructura necesaria. De igual forma, cada medida y línea estratégica tienen asociados algunos impactos positivos representados por la competitividad del sector, la mitigación del cambio climático y co-beneficios esperados.

Así mismo resulta importante resaltar la señal que el Plan de Implementación de mitigación del sector Minero-Energético transmite sobre los otros sectores de la economía y sobre las diferentes entidades nacionales, como se ilustra a continuación:

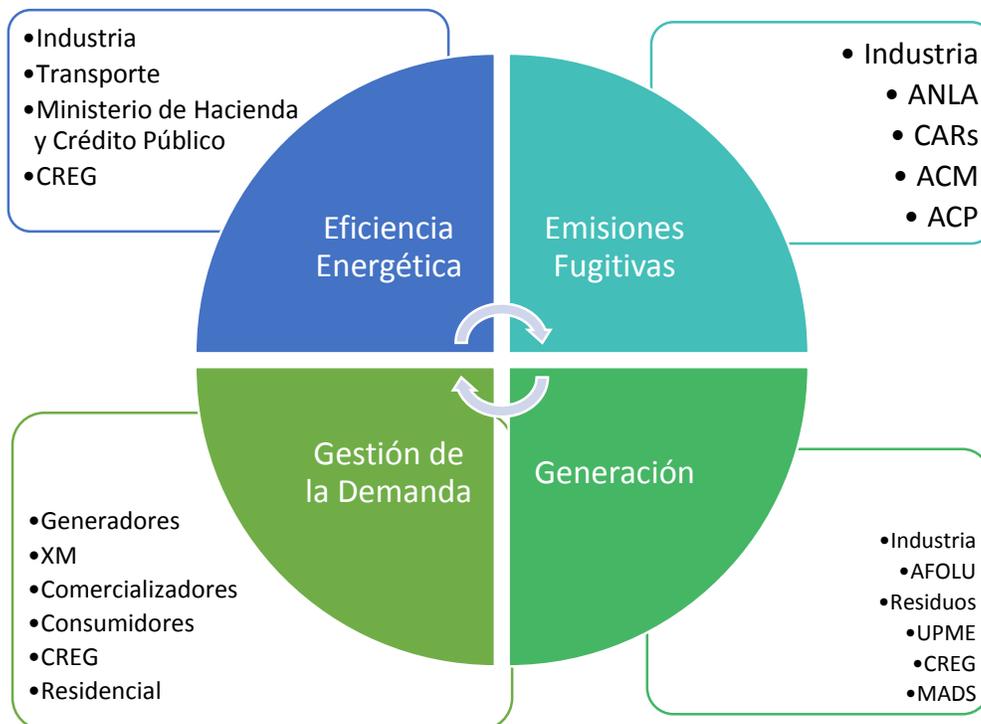


Ilustración 7 Relación líneas estratégicas con otros sectores y entidades. Fuente: Elaboración Propia

Tal y como se menciona en el análisis de cadena de impacto presentado, el Plan de Implementación de mitigación del sector minero-energético, depende de diferentes factores, que sugieren identificar los riesgos a los que podrían estar sujetos la implementación de las líneas estratégicas. Dentro de los riesgos identificados se encuentran los cambios de las políticas gubernamentales, los bajos precios de los productos y los servicios, los compromisos gremiales y sectoriales y los requisitos legales para la implementación.

TEMPORALIDAD DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

De manera general, se propone un plan de implementación que se ejecute en distintas etapas que permitan hacer una exigencia progresiva al sector a medida que las incertidumbres se reducen. Dicho de otra manera, el plan de implementación debe acordar acciones generales al principio cuando la incertidumbre es alta, y a medida que avanza en el monitoreo, reporte y verificación de emisiones, aumenta el nivel de especificidad de los compromisos. La siguiente ilustración muestra un esquema de este proceso.

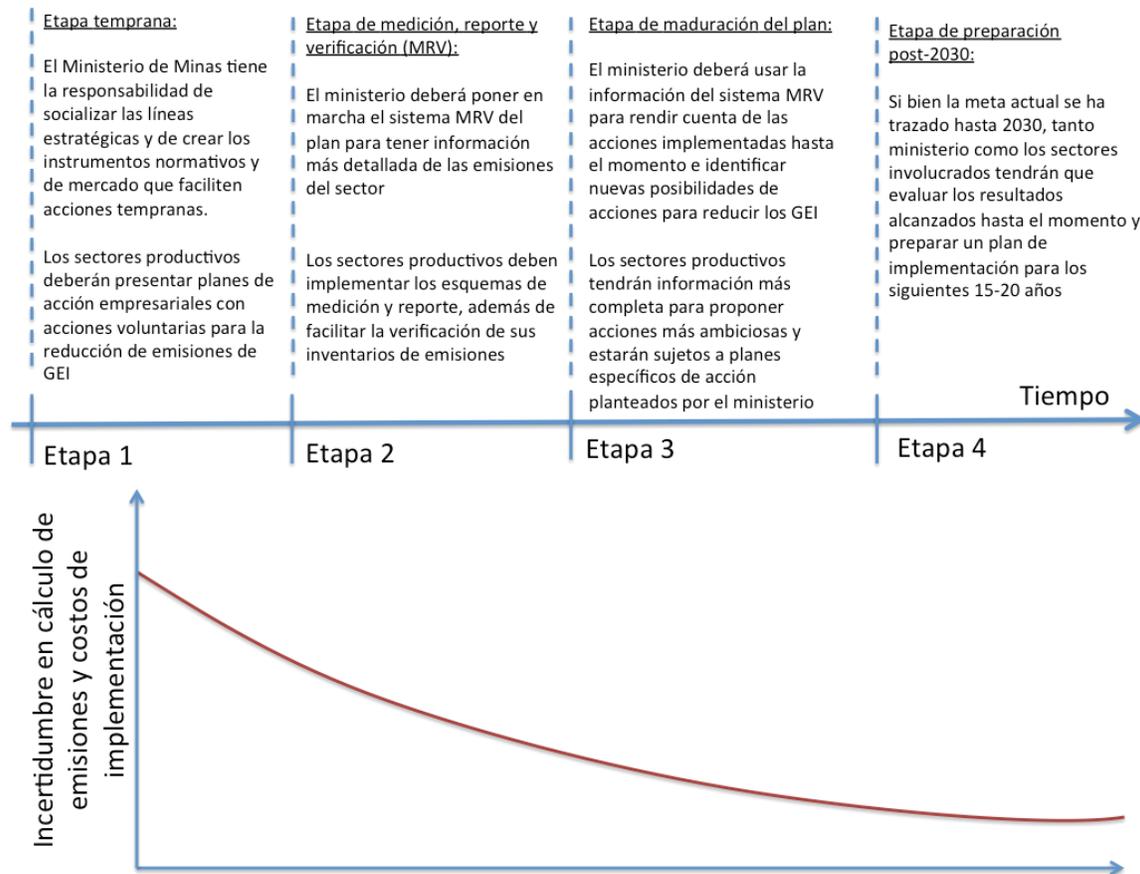


Ilustración 8 Esquema del plan de implementación Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA REGULATORIA

Paralelamente, se desarrolló una propuesta normativa, teniendo en cuenta el estado actual de la regulación sectorial, para incluir la variable de cambio climático en la normatividad sectorial, para así viabilizar la implementación de las líneas estratégicas formuladas.

La propuesta parte a raíz de un árbol de problemas que se resume en la siguiente tabla

<p>Efectos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de competitividad del sector • Externalidades no asumidas • Alta dependencia de recursos hidroeléctricos, aumento de la dependencia de combustibles fósiles • Pérdida de Motor de Desarrollo Económico, generación de tecnología y empleos • Retraso en el cumplimiento de la política de crecimiento verde • Riesgo de aumentar la emisión de gases efecto invernadero
<p>Problema</p> <ul style="list-style-type: none"> • FALTA DE INCLUSIÓN DE LA VARIABLE DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DE MINAS Y ENERGÍA
<p>Barreras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incipiente vigencia del SISCLIMA, liderazgo permanente del MADS • Incertidumbre asociada al desarrollo de proyectos con tecnologías renovables como son oposición por temas sociales o ambientales • Existencia de incentivos a fuentes convencionales de energía, deficiencia técnica en los procesos de certificación y la necesidad de desarrollar la gestión eficiente de la demanda. • Escasos esquemas para la promoción e integración de las FNCER en Sistema Interconectado Nacional. • Incipiente aplicación de la regulación encaminada a incentivar el aprovechamiento del gas metano. • Forma cómo los usuarios valoran la energía, falta de promoción de mejores hábitos de consumo energético y nuevas tecnologías que permitan reducir la intensidad energética

Esta propuesta plantea la necesidad de establecer definiciones claras dentro de la normatividad sectorial sobre las diferentes variables del cambio climático que tienen incidencia a nivel sectorial. Así mismo, establece las responsabilidades de los diferentes actores y determina las condiciones necesarias para la operación del plan de implementación.

Para lograr resultados de reducción de emisiones varias de las medidas de implementación implican el trámite de permisos, autorizaciones, concesiones, licencias ambientales o sus modificaciones tanto a nivel regional (CARs) como a nivel de autoridades nacionales (ANLA). Si estos trámites no son eficientes en la evaluación y respuesta en sus solicitudes, es posible que varias de las medidas propuestas no puedan ser implementadas para el año 2030

Así mismo, paralelo a la consolidación de una regulación que adopte los criterios de cambio climático en la normatividad sectorial, es indispensable crear un portafolio de incentivos suficiente para promover un desarrollo sectorial tendiente a reducir las emisiones de gases efecto invernadero.

FICHAS RESUMEN

A continuación se presentan las fichas que resumen cada una de las líneas estratégicas, en donde se exponen las medidas contenidas en cada una, el potencial de mitigación y el rango en el que puede variar y los co-beneficios cuantificados. Así mismo, se presenta un mapa donde se indica a nivel departamental, las zonas prioritarias para la implementación de estas líneas estratégicas.

Eficiencia Energética

Línea estratégica:		EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Descripción:		Medidas	
Esta estrategia tiene como objetivo identificar las medidas de mejoras en la eficiencia energética de equipos, termoeléctricas, y refinерías.		1. Eficiencia energética en minas (Azul en la figura) 2. Eficiencia energética en refinерías (Naranja en la figura) 3. Repotenciación, reconversiones o cambios en elementos conductentes a recuperar o mejorar eficiencia energética en las termoeléctricas del país (Gris en la figura)	
Potencial de reducción en 2030	Potencial acumulado	Ahorros en combustible	
Mton CO2-eq	Mton CO2-eq	Millones USD 2015	
1.214	14.39	\$ 281.06	
Cobeneficios cuantitativos		Reducción por interacción con otras líneas	
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	
\$ 281.23		0.1808	
Ahorro en costo por salud		Potencial mínimo	Potencial máximo
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	Mton CO2-eq
\$ 0.17		0.896	1.908
COSTOS UNITARIOS (Millones USD 2015)			
Descripción		Valor Unidad [Millones de USD]	
Bombilla LED (20 W)		\$ 5	
Promedio de precios Aires Acondicionados eficientes		\$ 483	
Dosificador para diésel		\$ 12,282	
Celda fotovoltaica		\$ 1,081	
Turbogeneradoras		\$ 2,029	
Caldera recuperadora de calor, HRSG		Sin información disponible Depende de las características de la maquinaria actual de la refinерía	
Turbogas más eficiente			
Tanque de condensador más eficiente			
Cambiar bombas booster por unas más eficientes			
Sistemas de recuperación de calor eficientes			
Cambio a calderas más eficientes			
Cambio a turbinas más eficientes			
Caldera		\$211 - \$232 USD/kW	
Turbina		\$65 - \$73 USD/kW	
Generador		\$40 - \$44 USD/kW	
Precipitadores		\$53 - \$58 USD/kW	
ANÁLISIS GLOBAL DE LA LÍNEA ESTRATÉGICA			
		Posición en ranking	
		2 de 4 líneas	
		Puntaje de priorización	
		46.43	

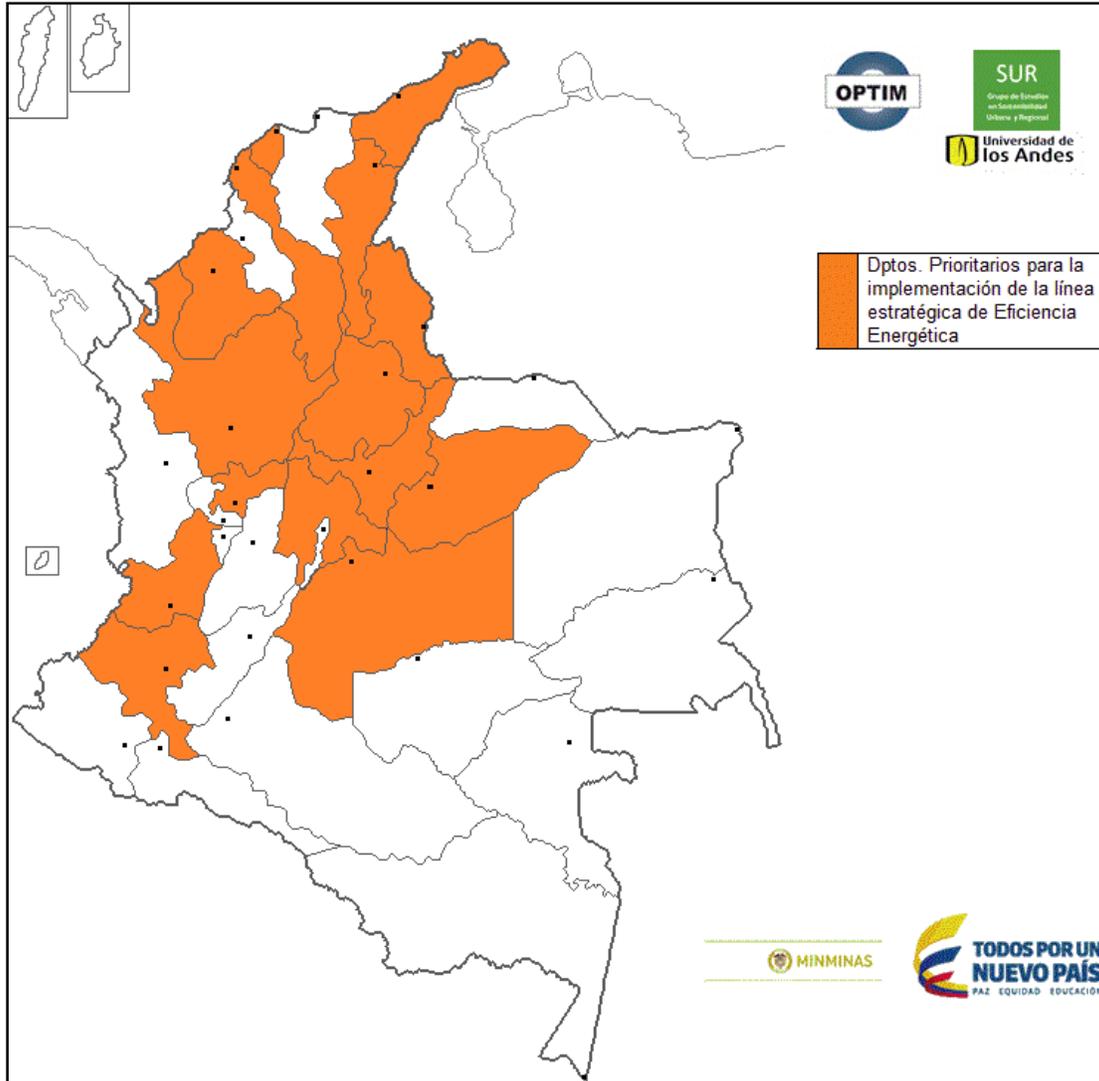


Ilustración 9 Mapa zonas de implementación Línea Estratégica de Eficiencia Energética. Fuente: Elaboración propia

Emisiones Fugitivas

Línea estratégica:		EMISIONES FUGITIVAS	
Descripción:		Medidas	
Conjunto de medidas destinadas a la reducción de las emisiones generadas por las actividades de extracción, procesamiento, producción, venteo, almacenamiento y distribución de productos de hidrocarburos (gas y petróleo) y minería a cielo abierto y subterránea.		1. Aprovechamiento de gas metano en minas a cielo abierto (Azul claro en la figura) 2. Optimización de la recirculación de glicol e instalación de tanques separadores de líquido (Naranja en la figura) 3. Recuperación de condensados en sistemas de almacenamiento de crudo (Gris en la figura) 4. Captura de gas normalmente emitido por venteo en pozos de bombeo mecánico (Amarillo en la figura) 5. Aprovechamiento de gas para generación de energía eléctrica (Azul oscuro en la figura)	
Potencial de reducción en 2030	Potencial acumulado	Ahorros en combustible	
Mton CO2-eq	Mton CO2-eq	Millones USD 2015	
3.24	41.85	\$ 102.13	
Cobeneficios cuantitativos		Reducción por interacción con otras líneas	
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	
\$ 102.13		-	
Ahorro en costo por salud		Potencial mínimo	Potencial máximo
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	Mton CO2-eq
\$ -		2.66	4.65
COSTOS UNITARIOS (Millones USD 2015)			
Descripción		Valor Unidad [Millones de USD]	
Tanque separador de líquidos (TSS) vertical típico		\$ 0.00326 a \$0.00652	
Tanque separador de líquidos (TSS) horizontal típico		\$0.00391 a \$0.00652	
Costo UVR - Capacidad 100 Mcf/día Potencia 15 a 25 HP		\$	0.041
Costo UVR - Capacidad 500 Mcf/día		\$	0.117
Generador		\$	0.111
Venteo principal		\$	0.033
Compresor de viga OFC e instalación		\$	0.028
Separador de Gas		\$	0.001
Detector de gas		\$	0.001
Gasoducto		\$	187.760
Plataforma de perforación		\$	88.665
Compresor de mineral		\$	200.000
Gasoducto		\$	0.010
Tubos transportadores laterales		\$	9.470
Turbo generador TG-2951-2-3		Sin información disponible	
Turbo generador TG-5100 General Electric MS-6001			
Caldera recuperadora de calor, HRSG			
Compresor y bombas			
Turbogas TG-2961 (LM-6000)		Depende del tipo de aprovechamiento de gas metano que requiera la refinería	
ANÁLISIS GLOBAL DE LA LÍNEA ESTRATÉGICA			
		Posición en ranking	
		1 de 4 líneas	
		Puntaje de priorización	
		77.01	

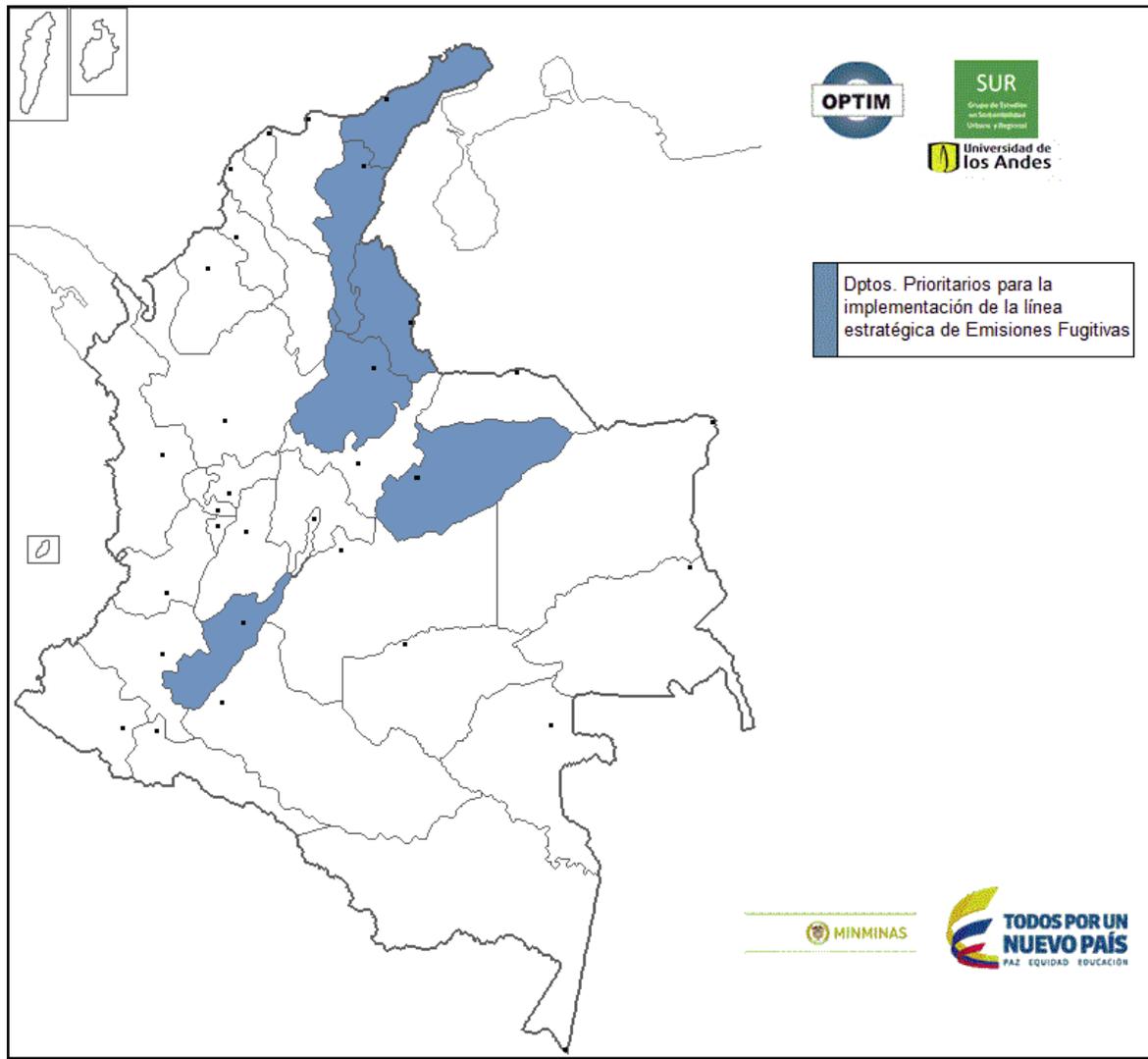


Ilustración 10 Mapa zonas de implementación Línea Estratégica de Emisiones Fugitivas Fuente. Elaboración Propia

Generación

Línea estratégica:		GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
Descripción:		Medidas	
Esta línea estratégica tiene como objetivo la diversificación de la matriz energética colombiana, y la transformación de la generación energética en las Zonas no Interconectadas. Además, buscará la armonización de los requisitos ambientales para el desarrollo de las FENC.		1. Utilización de sistemas híbridos diesel-renovables en ZNI (Color azul en la figura) 2. Diversificación de la matriz de generación eléctrica (Color naranja en la figura)	
Potencial de reducción en 2030	Potencial acumulado	Ahorros en combustible	
Mton CO2-eq	Mton CO2-eq	Millones USD 2015	
4.738	39.24	\$ 1,018.83	
Cobeneficios cuantitativos		Reducción por interacción con otras líneas	
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	
\$ 1,019.37		-	
Ahorro en costo por salud		Potencial mínimo	Potencial máximo
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	Mton CO2-eq
\$ 0.5400		4.738	4.738
COSTOS UNITARIOS (Millones USD 2015)			
Descripción		Valor Unidad	
Kit de celda fotovoltaica y batería [USD/kW]		4899 - 7253	
Valor total de diversificación según Uniandes 2014 [Millones de USD]		\$ 40	
ANÁLISIS GLOBAL DE LA LÍNEA ESTRATÉGICA			
		Posición en ranking	
		4 de 4 líneas	
		Puntaje de priorización	
		28.67	

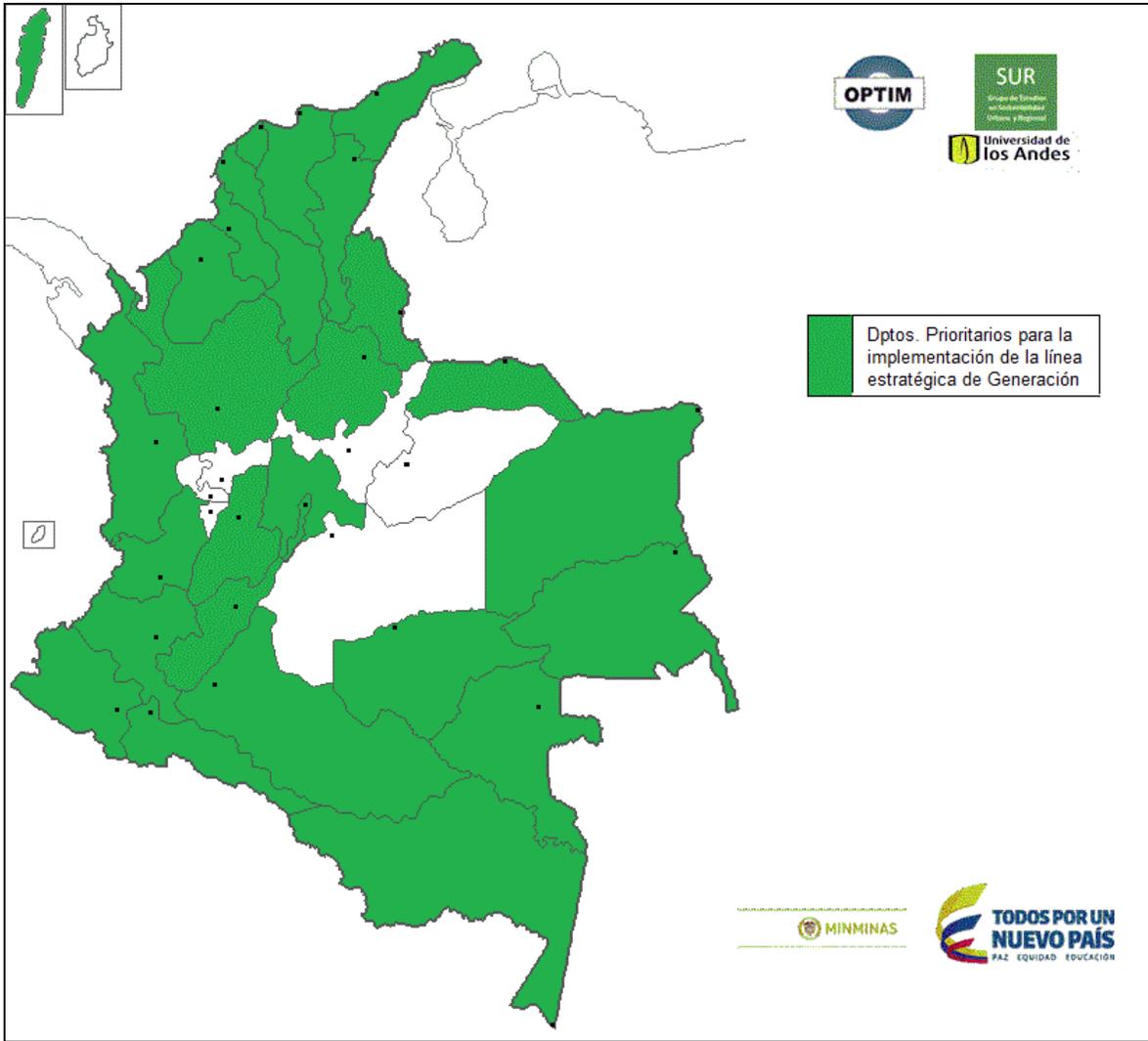


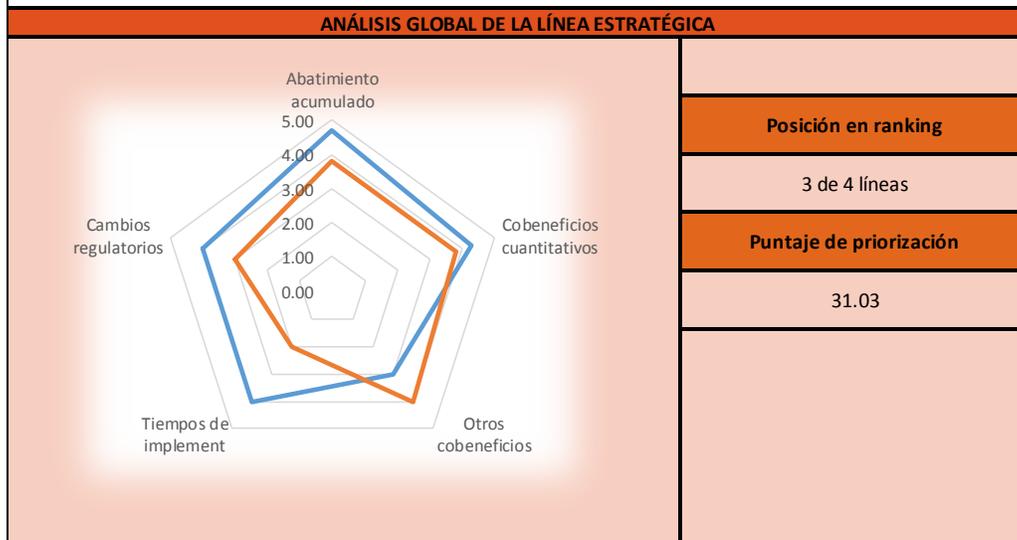
Ilustración 11 Mapa zonas prioritarias implementación línea estratégica de Generación Fuente: Elaboración propia

Gestión de la Demanda

Línea estratégica:	GESTIÓN DE LA DEMANDA	
Descripción:	Medidas	
Esta línea estratégica busca reducir la diferencia de consumo de energía eléctrica entre horas pico y valle, la generación de energía eléctrica en horas valle a partir de fuentes no contaminantes y la promoción para la futura implementación de tecnologías como las redes inteligentes y las tarifas dinámicas. Además reduce la demanda de energía mediante la implementación del RETIQ.	1. Implementación del RETIQ siguiendo los supuestos del escenario 1 del informe de la UPME y PNUD (Color azul en la figura) 2. Medida de gestión de la demanda en los picos y valles (Color naranja en la figura)	

Potencial de reducción en 2030	Potencial acumulado	Ahorros en combustible	
Mton CO2-eq	Mton CO2-eq	Millones USD 2015	
2.007	16.81	\$ 235.68	
Cobeneficios cuantitativos		Reducción por interacción con otras líneas	
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	
\$ 235.99		0.8657	
Ahorro en costo por salud		Potencial mínimo	Potencial máximo
Millones USD 2015		Mton CO2-eq	Mton CO2-eq
\$ 0.31		1.909	2.129

COSTOS UNITARIOS (Millones USD 2015)	
Descripción	Valor Unidad [Millones de USD]
Aire acondicionado [USD/BTU]	80 - 112
Estufas [USD/Hornilla]	94 - 141
Lavadoras [USD/L]	37 - 40
Refrigeradores comerciales [USD/L]	4,14 - 4,33
Refrigeradores domésticos [USD/L]	3,93 - 5,12
Desarrollo tecnológico de modelos de redes inteligentes	2,942 - 6,486



La implementación de la línea estratégica de gestión de la demanda resulta prioritaria en todo el territorio nacional.