

Plan Nacional de Sustitución de Leña

**Y otros combustibles de uso ineficiente y
altamente contaminante para la cocción
doméstica de alimentos.**

Tomo I Documento de formulación del plan

**Subdirección de Hidrocarburos
Unidad de Planeación Minero Energética**

República de Colombia
Ministerio de Minas y Energía

Bogotá D.C. - Colombia, Junio 2023



Unidad de Planeación **Minero Energética**

PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE USO INEFICIENTE Y ALTAMENTE CONTAMINANTE PARA LA COCCIÓN DOMÉSTICA DE ALIMENTOS

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME

Carlos Adrián Correa Flórez
Director General

Mauricio Andrés Palma Orozco
Subdirector de Hidrocarburos

Autores

Wilson Sandoval Romero
Beatriz Herrera Jaime
Erika del Pilar Murillo Tinoco
Raúl Báez Delgado
José Alejandro Salamanca García
Héctor Hernando Herrera Flórez
Magda Mallen Sierra Urrego
Henry Oliveros Carvajal
Eider Camilo Quintana Suarez
Katherine Rodríguez León

La Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, agradece la gestión para el desarrollo del Plan Nacional de Sustitución de Leña a Christian Rafael Jaramillo Herrera y a Carolina Cruz Carvajal; de igual forma agradece al Departamento Nacional de Estadística – DANE, al Departamento Nacional de Planeación - DNP, al Ministerio de Minas y Energía, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM y a la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y a los actores de la cadena de valor del sector energético Naturgas, Bioenergy4u S.A.S, Agremgas, Montagas S.A. E.S.P., Canacol, EPM y Norgas, por la participación en espacios de retroalimentación.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. ESTRATEGIA	8
1.1. Visión	8
1.2. Pilares	8
1.3. Objetivos	8
2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL	10
2.1. Contexto Internacional	10
2.2. Regionalización - Uso de energéticos para la cocción de alimentos en Colombia	11
2.2.1. Uso de CIAC para cocinar a nivel departamental	15
2.2.2. Uso de CIAC para cocinar en las zonas rurales	18
2.3. Caracterización integral de la problemática asociada al uso de CIAC	20
3. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DE CIAC	23
3.1. Gas Natural	23
3.1.2. Opción 2. Red virtual de Gas Natural Comprimido - GNC	24
3.1.3. Opción 3. Red virtual de Gas Natural Licuado - GNL	25
3.2. Gas Licuado de Petróleo - GLP	25
3.2.1. Opción 1. Red virtual de Gas Licuado de Petróleo	26
3.2.2. Opción 2. Gas Licuado de Petróleo en cilindros	26
3.3. Biogás	27
3.3.1. Opción 1. Red de Biogás Comunitarios	27
3.3.2. Opción 2: Soluciones Individuales de Biogás	28
3.4. Energía Eléctrica	28
3.4.1. Opción 1: Estufa de Inducción	28
3.4.2. Opción 2: Estufa Eléctrica Convencional	29
3.5. Leña con uso eficiente	29
3.5.1. Opción 10: Estufas Eficientes de Leña	29
4. ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LAS ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN	31
4.1. Análisis técnico sectorial de las alternativas	31
4.1.1. Alternativa GLP	31
4.1.2. Alternativa Gas Natural	33
4.1.3. Alternativa Biogás	34
4.1.4. Alternativa Energía Eléctrica	35
5. METAS DE SUSTITUCIÓN DE CIAC Y HORIZONTES DEL PNSL	38
5.1. Línea base y agrupación de hogares	38
5.1.1. Grupo 1	38
5.1.2. Grupo 2	40

5.1.3. Grupo 3	42
5.2. Definición de horizontes y metas del PNSL	44
5.2.1. Horizonte a corto plazo (años 2023 a 2026)	46
5.2.2. Horizonte a mediano plazo (años 2027 a 2030)	49
5.2.3. Horizonte a largo plazo (año 2031 a 2050)	51
6. ACCIONES ESTRATÉGICAS Y PLAN DE ACCIÓN	55
6.1. Acciones estratégicas Pilar 1	55
6.2. Acciones estratégicas Pilar 2	57
6.3. Acciones estratégicas Pilar 3	58
6.4. Acciones estratégicas Pilar 4	59
6.5. Mapa de actores y aliados estratégicos para la implementación del PNSL	60
6.5.1 Actores sectoriales	60
6.5.2 Aliados estratégicos intersectoriales	61
7. COSTOS ESTIMADOS DE LA SUSTITUCIÓN DE CIAC	63
7.1 Inversión en kits domésticos para cocinar con energías limpias	64
7.2 Inversión en infraestructura de abastecimiento de energéticos para sustitución de CIAC	65
7.3 Estimación de costos de posibles subsidios al consumo de energéticos limpios para la cocción doméstica	67
7.3.1 Escenario 1	68
7.3.2 Escenario 2	68
7.3.3 Escenario 3	69
7.4 Agregación de costos de los componentes requeridos para la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar	70
8. PRINCIPALES IMPACTOS ESPERADOS	72
8.1 Consumos anuales de combustibles requeridos para la sustitución	73
8.2. Proyecciones de consumo energético por sustitución de CIAC	75
8.3. Reducción en el uso de leña para la cocción en los hogares	76
8.4. Comportamiento de las emisiones asociadas a la sustitución de leña por energéticos limpios	77
8.5. Ahorros en tiempos de recolección de leña	79
8.6. Valoración económica de los beneficios por sustitución de CIAC para cocinar	79
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	86
FUENTES DE CONSULTA	89
LISTA DE SIGLAS	93
LISTA DE TABLAS	94
LISTA DE GRÁFICAS	95
LISTA DE FIGURAS	96

PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE USO INEFICIENTE Y ALTAMENTE CONTAMINANTE PARA LA COCCIÓN DOMÉSTICA DE ALIMENTOS

INTRODUCCIÓN

La Unidad de Planeación Minero Energética – UPME debe contribuir con el aporte del sector energético a la economía y a la sociedad en un marco de sostenibilidad, y fomentar el uso eficiente, el ahorro y la conservación de la energía. En este contexto ha construido el **Plan Nacional de Sustitución de Leña (PNSL) para la cocción doméstica**, que incluye la sustitución de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes empleados para la cocción de alimentos.

Este plan es de carácter indicativo y pretende brindar elementos técnicos para orientar la actuación del sector energético para avanzar en la sustitución del uso de combustibles altamente contaminantes utilizados para la cocción de alimentos en los hogares colombianos, con énfasis en aquellos localizados en las zonas rurales del país.

El plan analiza el uso ineficiente de energéticos para la cocción doméstica que son considerados altamente nocivos para la salud pública y para la calidad del aire, en función de las emisiones de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero, respectivamente. En este orden de ideas, específicamente se busca lograr la sustitución progresiva de leña, madera, carbón de leña, carbón mineral, petróleo, gasolina, kerosene, alcohol y materiales de desecho¹.

Por practicidad y claridad, los energéticos que se busca sustituir se denominan Combustibles de uso Ineficiente y Altamente Contaminantes (CIAC) en el presente documento.

El marco estratégico y las acciones planteadas en este documento para la sustitución de combustibles de uso ineficiente en la cocción de alimentos, responde a compromisos nacionales e internacionales consignados en diversos instrumentos normativos y de política pública, entre los cuales se destacan los relacionados en la Tabla 1.

Este documento no tiene el alcance de determinar de manera taxativa quién y cómo sustituirá su consumo de CIAC por energéticos más eficientes. Se trata, en esta primera etapa, de plantear una forma estructurada que permita identificar las alternativas más eficientes de sustitución, a través de una herramienta de análisis multidimensional, partiendo de información secundaria proveniente principalmente de la Encuesta de Calidad de Vida (DANE, 2021), así como de plantear un plan de acción orientado a promover dicha sustitución.

¹ Estos combustibles han sido señalados como altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos en la Resolución 40342 de 2021 emitida por el Ministerio de Minas y Energía, y guardan consonancia con las denominaciones incorporadas en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida que practica anualmente el DANE.

Tabla 1. Compromisos nacionales e internacionales en relación con la sustitución de energéticos contaminantes para la cocción de alimentos

Instrumento	Compromiso	Horizonte / Meta
Acuerdo de París, NDC Colombia actualizada – 2020 y Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática)	Reducción del 51% de las emisiones de GEI proyectadas a 2030.	Sustitución de un millón de fogones tradicionales de leña por estufas eficientes durante el periodo 2021 a 2030, logrando así una reducción esperada de 2,29 Mt CO ₂ eq
Objetivos de Desarrollo Sostenible	ODS 3. Salud y bienestar – Mediante la reducción de exposición a emisiones contaminantes nocivas para la salud	3.9 Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo
	ODS 7. energía asequible y no contaminante – Transición hacia tecnologías limpias para la cocción de alimentos	7.1 A 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos
	ODS 13. Acción por el clima – Se mitiga la emisión de GEI por degradación del bosque	13.3 Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana
	ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres – Mejora de la gestión sostenible de los bosques coadyuvando a detener la pérdida de biodiversidad	15.5 Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica
Ley 2128 de 2021- La cual promueve el abastecimiento, continuidad, confiabilidad y cobertura del gas combustible en el país	Establece el programa de sustitución de leña, carbón y residuos, por energéticos de transición para la cocción de alimentos posibilitando el subsidio, financiación o cofinanciación de la conexión de cada usuario al servicio público de gas combustible u otras fuentes como el Biogás u otros energéticos de transición ² .	El programa tendrá una duración de hasta 10 años y estará a cargo del Minenergía y financiado con recursos del PGN
Plan Energético Nacional 2020-2050	Disminuir el consumo per cápita de leña, como una de las acciones para mejorar la eficiencia en el consumo energético	Disminuir el consumo de leña, estimado en 132 ton/mil habitantes (DANE, 2020). Para 2050 se tiene potencial de llegar a niveles de 36 a 70 ton/mil habitantes.
PAI PROURE 2022-2030	Reducción del uso de leña para cocción doméstica en el sector residencial colombiano	A 2030 reducir a un 13% la participación de la leña como energético usado por el sector residencial colombiano (partiendo de un 38% en 2019).

Fuente: UPME, 2023.

² Artículo 7 de la Ley 2128 de 2021, modificado por el artículo 232 de la Ley 2294 de 2023.

En este contexto, para el planteamiento de los horizontes de análisis y de la ejecución de las acciones estratégicas aquí contenidas se considera un periodo comprendido entre los años 2023 a 2050, dividido en cuatro (4) plazos:

- Inmediato, hasta diciembre de 2023;
- Corto plazo hasta diciembre de 2026, coincidiendo con el periodo de ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2022 -2026 “Colombia potencia mundial de la vida”,
- Mediano plazo, hasta diciembre de 2030, fecha prevista para honrar los compromisos del Acuerdo de París (reducción de emisiones en 51% y cero deforestación), así como con las metas contempladas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agenda 2030; y
- Largo plazo, hasta el año 2050, coincidiendo con el periodo contemplado en la estrategia Carbono Neutral a 2050.

El plan ha sido elaborado aplicando la metodología de enfoque territorial desarrollada por la UPME³, por lo que plantea un análisis integral de las causas y de las externalidades asociadas al consumo cotidiano de la leña y de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante a nivel departamental, y de las acciones a desarrollar para sustituir y desincentivar su utilización en las diversas regiones del país.

Para facilitar la lectura y consulta, el plan se ha estructurado en tres tomos así:

- Resumen Ejecutivo
- Tomo I: Documento de Formulación
- Tomo II: Diagnóstico con Enfoque Territorial
- Tomo III: Anexos del Plan

Este documento corresponde al Tomo I y está compuesto por ocho capítulos correspondientes a: i) Estrategia; ii) Caracterización regional; iii) Presentación de alternativas para la sustitución de CIAC; iv) Análisis de viabilidad para las alternativas de sustitución; v) Metas de sustitución de CIAC y horizontes del PNSL; vi) Acciones estratégicas y plan de acción; vii) Costos estimados de la sustitución de CIAC y viii) Principales impactos esperados.

³ El enfoque territorial en la planeación sectorial parte de reconocer la complejidad y la diversidad de las regiones donde opera el sector, lo que lleva a mejorar la comprensión de lo local y la capacidad de la entidad para planear en lógica de aumentar la incidencia del sector en el desarrollo en todas las escalas.

1. ESTRATEGIA

1.1. Visión

A 2030, Colombia se constituirá como referente internacional en la aplicación de una ruta integral para la sustitución del uso de leña y otros combustibles utilizados de manera ineficiente y altamente contaminante para la cocción de alimentos, incorporando alternativas innovadoras, tecnológica y financieramente viables, sostenibles ambiental y socialmente, y que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población nacional, bajo un enfoque territorial. A 2050 todos los hogares del país contarán con una alternativa energética limpia y eficiente para la cocción de alimentos.

1.2. Pilares

Los siguientes pilares constituyen las bases principales de las propuestas planteadas en este plan:

1. Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos.
2. Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático.
3. Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos.
4. Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.

1.3. Objetivos

Los objetivos del Plan hacen referencia a acciones que permitirán el cumplimiento de cada uno de los pilares propuestos, así como la visión. Estos se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Objetivos del Plan

Pilares	Objetivos
Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos	1.1 Proponer una metodología que permita identificar soluciones más eficientes para la sustitución del uso de CIAC, atendiendo a la visión y las particularidades territoriales. 1.2 Promover el aprovechamiento de las potencialidades energéticas territoriales para sustitución de CIAC en la cocción doméstica de alimentos. 1.3 Plantear estrategias financieras para el acceso sostenible a combustibles limpios para la cocción doméstica de alimentos.
Pilar 2: Mitigación de emisiones y adaptación al cambio climático	2.1 Contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, contabilizando la reducción de emisiones resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar. 2.2. Implementar mecanismos de articulación interinstitucional para

Pilares	Objetivos
	desincentivar la degradación del bosque derivada del uso de leña y carbón de leña como combustibles para la cocción de alimentos. 2.3 Impulsar la economía circular en cuanto a la transformación y aprovechamiento de residuos con potencial energético y su utilización como combustible para la cocción de alimentos.
Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos	3.1 Desarrollar estrategias para estimular tanto la producción de energéticos limpios, como el desarrollo de tecnologías eficientes usadas para la cocción de alimentos. 3.2 Incentivar la innovación del mercado de tecnologías y energéticos para cocinar, por medio de instrumentos financieros y tributarios (innovaciones en relación con el aprovechamiento de combustibles limpios y el uso de artefactos más eficientes para cocinar). 3.3 Estructurar un sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC que permita efectuar seguimiento al proceso de sustitución y que brinde información útil para la formulación de proyectos de ampliación de cobertura de combustibles limpios para cocinar y para el acompañamiento a los usuarios en la adopción de las nuevas tecnologías.
Pilar 4: Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.	4.1 Articular esfuerzos intersectoriales que favorezcan el acceso sostenible a energéticos de uso eficiente para la cocción de alimentos, por parte de comunidades y grupos considerados más vulnerables (con énfasis en mujeres y niños), reconociendo las particularidades sociales, económicas y culturales propias de cada región del país. 4.2 Alinear esfuerzos entre los sectores de energía, ambiente y salud para prevenir la incidencia de morbilidad y mortalidad asociada al uso de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos. 4.3 Proponer estrategias bajo un enfoque diferencial, para desencadenar la transformación en las prácticas culturales de la población, respecto a las externalidades negativas que conlleva el uso de CIAC en la cocción doméstica de alimentos y los beneficios al sustituirlos por energéticos limpios y de uso eficiente.

Fuente: UPME, 2023.

2. CARACTERIZACIÓN REGIONAL

Esta sección contiene el análisis regional del uso de CIAC para cocción doméstica de alimentos, con especial énfasis en los hogares localizados en las zonas rurales y centros poblados del país. Su elaboración responde a las directrices de la metodología desarrollada por la UPME para incorporar el enfoque territorial en la formulación de los planes misionales a su cargo⁴, por lo que su lectura debe complementarse con el Tomo II de este plan que contiene el diagnóstico con enfoque territorial a través del análisis de las dimensiones sectorial, ambiental, socio cultural, económica y político institucional.

2.1. Contexto Internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS 2022)⁵ considera los siguientes combustibles y tecnologías como limpios para la salud en el punto de uso y se clasifican como limpios para las emisiones domésticas de material particulado y monóxido de carbono: energía solar, electricidad, Biogás, gas natural, Gas Licuado de Petróleo (GLP) y combustibles alcohólicos, incluido el etanol.

De acuerdo con la edición 2022 del informe de seguimiento efectuado por la Agencia Internacional de Energía y otras entidades al “*ODS 7.1.1: Acceso universal a la cocción limpia*”,⁶ para finales del año 2020 cerca de 4 miles de millones de personas a nivel global continuaban cocinando con combustibles que son perjudiciales para la salud y para el medio ambiente. Lo anterior, a pesar de que cerca de 65 países manifestaron en la COP 26⁷ haber ya incluido objetivos relacionados con la energía doméstica o la cocina limpia en sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés).

En la región de América Latina y el Caribe el reporte estima que aproximadamente 77,1 millones de personas continuaban cocinando con combustibles altamente contaminantes, de los cuales cerca del 64% corresponde a población localizada en las zonas rurales. Lo anterior como consecuencia, entre otros aspectos, de la gran disparidad en los niveles de cobertura de acceso a combustibles más limpios, que en promedio alcanza el 61% de los territorios rurales de la misma región, tal como se presenta en la Gráfica 1.

⁴ La metodología para la incorporación del enfoque territorial en la planeación sectorial construida por la UPME consta de las siguientes fases: regionalización, caracterización, prospectiva, formulación, comunicación y evaluación.

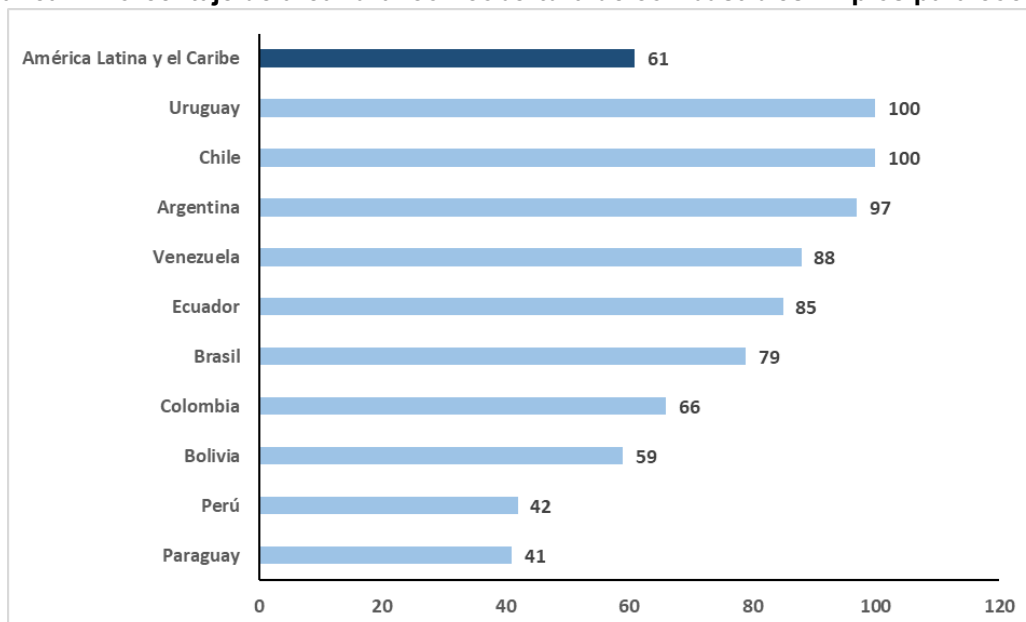
⁵ <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean> Ultimo acceso: agosto 21 de 2022.

⁶ IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2022. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC.

⁷ © World Bank. Consultado desde: <https://trackingsdg7.esmap.org/>

⁷ Cumbre de Cambio Climático de la ONU de 2021, COP26

Gráfica 1. Porcentaje de área rural con cobertura de combustibles limpios para cocinar



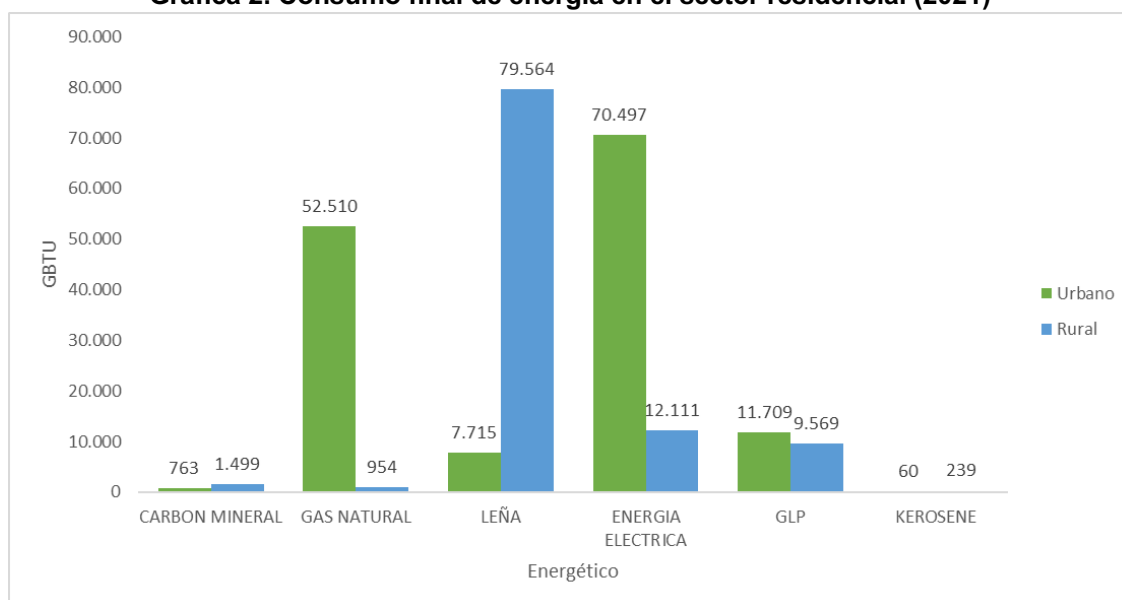
Fuente: IEA, 2022⁸.

2.2. Regionalización - Uso de energéticos para la cocción de alimentos en Colombia

Según cifras del Balance Energético Colombiano (UPME 2022) sobre el consumo energético total de los hogares, la leña continúa siendo el principal energético consumido en el sector residencial rural. En la Gráfica 2, se puede observar la masificación del uso de la Energía Eléctrica y del gas natural en las zonas urbanas del país, situación que difiere sustancialmente en las zonas rurales donde la Energía Eléctrica ocupa el segundo lugar superado ampliamente por el consumo de leña; en tercer lugar, aparece el consumo de GLP distribuido por cilindros, el cual supera el uso de gas natural que aún mantiene una presencia marginal en las zonas rurales del país.

⁸ [https://trackingdsq7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies_millions_of_people_\(Total\)](https://trackingdsq7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies_millions_of_people_(Total)). Último acceso: agosto 21 de 2022

Gráfica 2. Consumo final de energía en el sector residencial (2021)



Fuente: Balance Energético Colombiano - BECO, datos consolidados UPME 2022

De acuerdo con el uso de combustibles para la cocción doméstica en Colombia, vale anotar que el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, realiza anualmente la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) con el propósito de obtener información que permita analizar y realizar comparaciones de las condiciones socioeconómicas de los hogares, las cuales posibiliten hacer seguimiento a las variables necesarias para el diseño e implementación de políticas públicas (DANE, 2022). De esta manera, la encuesta en cooperación con la UPME, incluyó el módulo “Uso de energéticos del hogar” y la sección “Preparación de alimentos y combustible utilizado”, a partir de lo cual es posible determinar el consumo de combustibles para cocción doméstica de alimentos a nivel departamental, discriminado de acuerdo con las siguientes fuentes energéticas:

- Gas natural conectado a red pública⁹
- Gas propano/GLP (en cilindro o pipeta)
- Electricidad
- Leña, madera
- Carbón mineral
- Carbón de leña
- Material de desecho
- Petróleo, gasolina, kerosene, alcohol, cocinol

La información recopilada por el DANE en la ECV, se presenta por departamento y se desagrega en dos categorías: hogares en cabeceras municipales y hogares en centros poblados y rural disperso. Con respecto al Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, la muestra de información se presenta en su totalidad en el grupo de hogares en cabecera municipal.

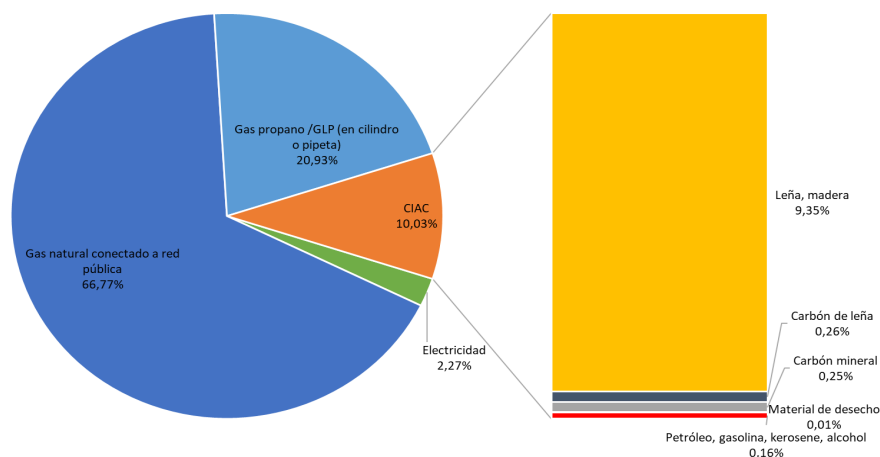
⁹ Variables denominadas en la Encuesta de Calidad de Vida (ECV)

En armonía con las directrices emanadas desde la Organización Mundial de la Salud sobre calidad de aire (OMS 2021)¹⁰, contaminación intramural y uso de combustibles domésticos (OMS 2014)¹¹, así como en coherencia con lo señalado en la Resolución 40342 de 2021 del Ministerio de Minas y Energía¹², para efectos del presente documento, partiendo del listado utilizado en la ECV, se establece una agrupación de combustibles catalogados como de uso ineficiente y altamente contaminante (**en adelante CIAC**) utilizados para la cocción doméstica de alimentos en Colombia, el cual está compuesto por los siguientes energéticos: i). leña y madera; ii). carbón mineral; iii). carbón de leña; iv). material de desecho; v). petróleo, gasolina, kerosene, alcohol y cocinol.

Según los cálculos efectuados a partir de los resultados de la ECV correspondiente al año 2021, el uso de CIAC para cocción doméstica de alimentos es significativo, puesto que satisface las necesidades de energía para cocinar en aproximadamente 1'691.000 hogares¹³, los cuales corresponden a un estimado del 10,03% de los cerca de 16'856.000 hogares que cocinan en Colombia.

En cuanto al uso de combustibles considerados limpios, el 20,9% de los hogares que cocinan en el país lo hacen con GLP, el 66,8% lo hacen con gas natural conectado a la red pública y el 2,3% con electricidad, como se observa en la Gráfica 3.

Gráfica 3. Uso de energéticos para cocción doméstica, a nivel nacional



Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021

¹⁰ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

¹¹ Organización Mundial de la Salud. (2014). Directrices de la OMS sobre la calidad del aire de interiores: quema de combustibles en los hogares: resumen de orientación. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/144310>

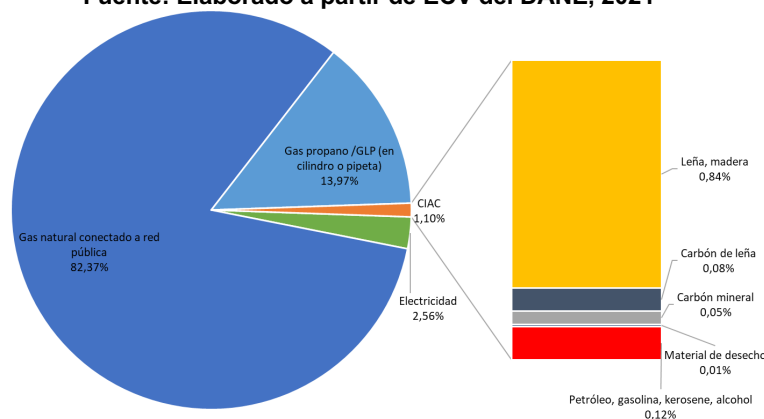
¹² "Por la cual se establecen los parámetros para el desarrollo del Programa Piloto de Sustitución de combustibles altamente contaminantes, la entrega de los subsidios de GLP en cilindros a los beneficiarios del Programa y se dictan otras disposiciones"

¹³ De acuerdo con los resultados de la Encuesta de Calidad de Vida efectuada por el DANE en el año 2021, en Colombia se estima un total de 17'068.100 hogares, de los cuales se estima que 16'855.863 cocinan los alimentos que consume.

En relación con el uso de energéticos para cocinar en los cerca de 12'996.000 hogares urbanos que cocinan en el país, según la ECV del año 2021, principalmente se usa gas natural conectado a la red pública (82,4% de los hogares), GLP (14%) y Energía Eléctrica (2,6%). El 1,1% de los hogares, alrededor de 144.000, usan CIAC como combustible principal para la cocción doméstica de alimentos (ver Gráfica 4 y Anexo 6 para mayor detalle).

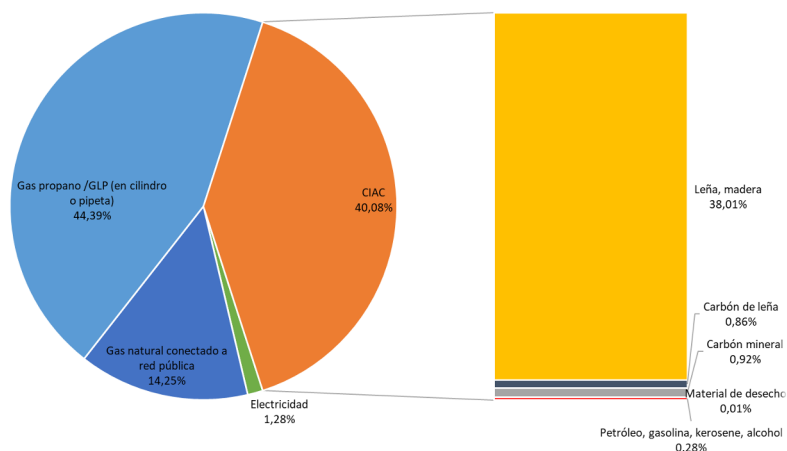
Gráfica 4. Consumo energético para cocción doméstica en cabeceras municipales

Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021



En cuanto al consumo energético para la cocción doméstica de alimentos correspondiente a los cerca de 3'860.000 hogares que están ubicados en centros poblados y en el rural disperso, el principal combustible utilizado es el GLP o gas propano (en pipeta o cilindro) con el 44,4%, seguido de los CIAC con 40,09% (consumido en cerca de 1'547.000 hogares) y gas natural conectado a la red pública con el 14,3%. A su vez el combustible de uso ineficiente y altamente contaminante más utilizado en las zonas rurales del país es la leña o madera, consumido en aproximadamente el 38% de los hogares ubicados en centros poblados o en zonas rurales dispersas del territorio nacional (ver Gráfica 5).

Gráfica 5. Uso de energéticos para cocción doméstica, en centros poblados y rural disperso



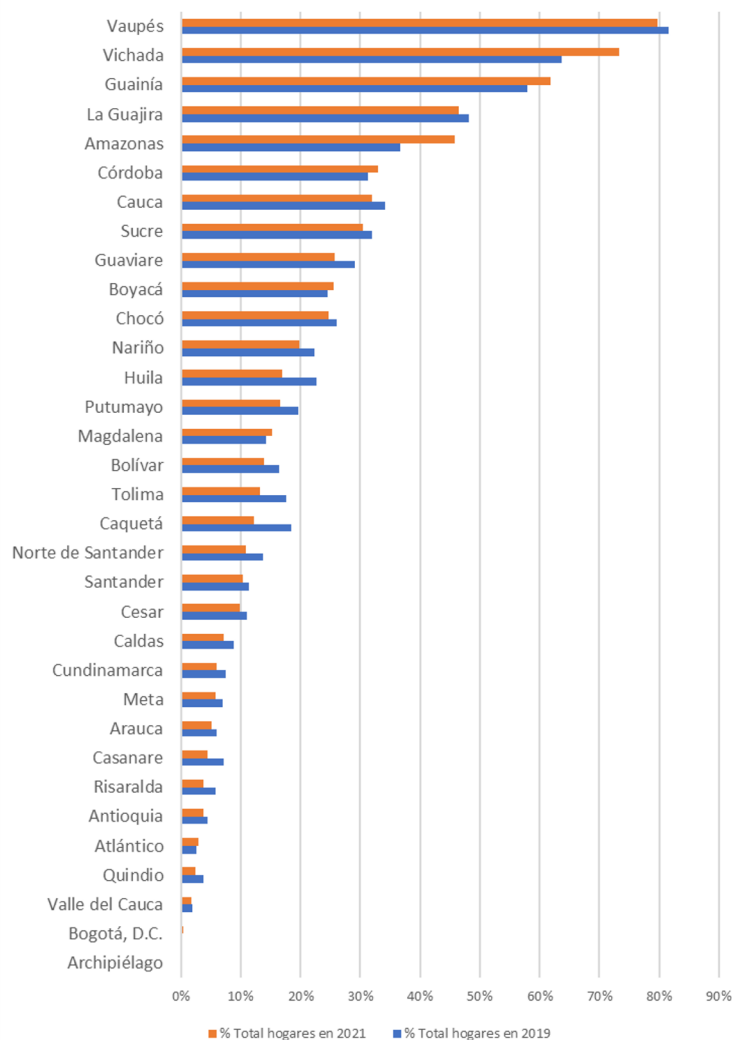
Fuente: Elaborado a partir de ECV del DANE, 2021

A partir del análisis de los datos de la encuesta de calidad de vida, es posible concluir que a nivel nacional los energéticos que predominan para la cocción de alimentos son el gas natural conectado a la red pública, el GLP y los combustibles CIAC, especialmente la leña. Por una parte, el gas combustible es altamente utilizado en hogares ubicados en las cabeceras municipales mientras que, en las zonas rurales sin cobertura, predomina el uso de GLP en cilindros, leña, carbón mineral y de leña, entre otros. En el Tomo II de este plan se detalla el porcentaje de cada energético empleado para cocinar en los hogares colombianos desagregado por departamento.

2.2.1. Uso de CIAC para cocinar a nivel departamental

A partir de los datos registrados en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida para los años 2019 (antes de pandemia) y 2021 (post pandemia), en la Gráfica 6, se presenta un comparativo del porcentaje del total de hogares por departamento que utilizaron combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes (CIAC) para la cocción doméstica de alimentos durante dichos años.

Gráfica 6. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021

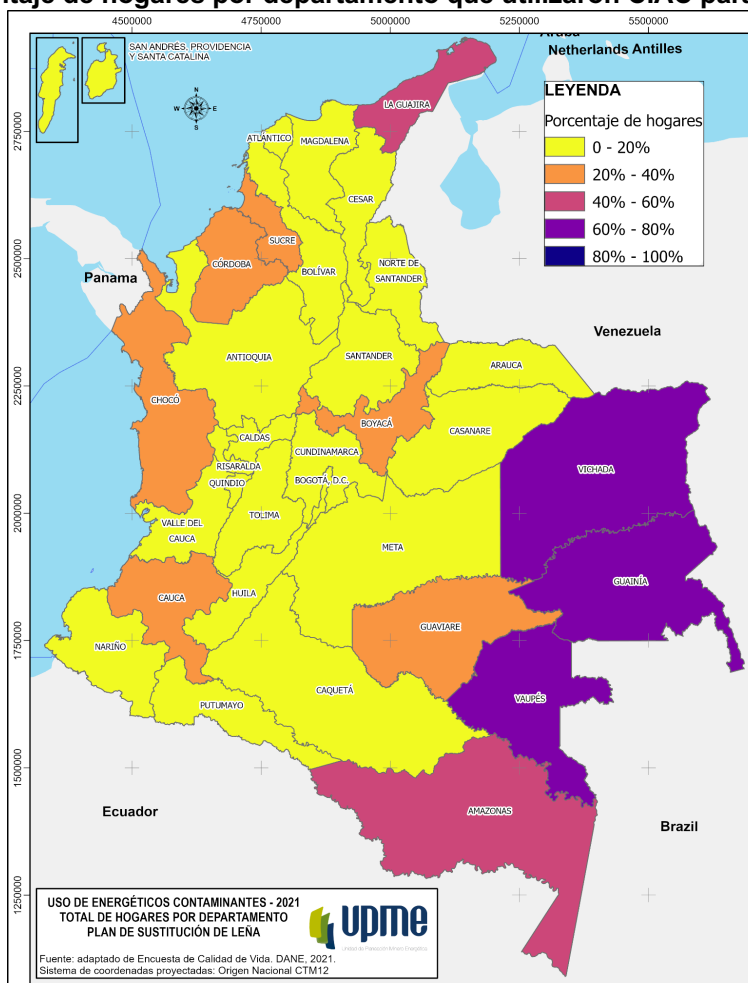


Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2019 y 2021

Se observa que, en proporción al total de hogares por departamento, aquellos localizados en los departamentos de Vaupés, Vichada, Guainía, La Guajira y Amazonas, son los que más usaron CIAC, tanto en 2019 como en 2021, con porcentajes que van desde el 45% de los hogares en Amazonas (2021), hasta el 80% en Vaupés (2021). Principalmente, en estos departamentos la cocción de alimentos se realiza utilizando leña, madera y carbón de leña. Es importante mencionar que Vaupés no hace uso de gas combustible para la cocción doméstica, mientras que en el Vichada y Guainía hay bajo uso de dicho energético. En lo que respecta a los hogares pertenecientes a este grupo de departamentos, luego de la pandemia se evidenció un aumento del consumo de CIAC para cocinar en los departamentos de Vichada con un incremento cercano al 10% de los hogares, Guainía aumentando en cerca del 4% y en Amazonas donde aumentó cerca del 9%; el panorama

de consumo de CIAC para cocinar en los hogares de los departamentos de Vaupés y La Guajira fue similar antes y después de la pandemia del Covid 19.

Figura 1. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021



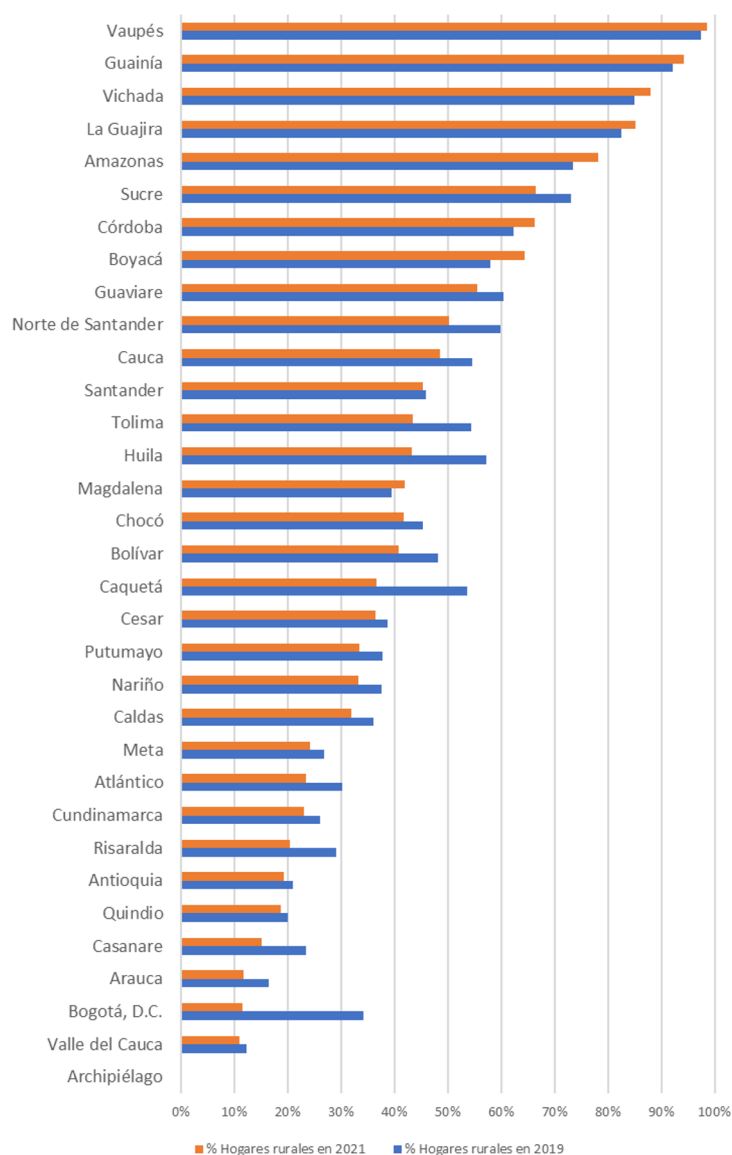
Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE 2021

Para el año 2021, otros departamentos como Córdoba, Cauca, Sucre, Guaviare, Boyacá y Chocó registraron consumos importantes de CIAC para la cocción doméstica, en un rango que oscila entre el 25% y 33% de los hogares de cada departamento. En el resto de los departamentos del país, según se muestra en la Figura 1, el porcentaje de hogares que continuaron utilizando CIAC para cocinar es inferior al 20%. En este caso, la particularidad a señalar es que varios de estos departamentos tienen alta densidad de hogares, lo cual se traduce en mayores volúmenes de consumo de combustibles de uso ineficiente, principalmente de leña, respecto de otros departamentos del país.

2.2.2. Uso de CIAC para cocinar en las zonas rurales

El uso ineficiente y altamente contaminante de combustibles para cocinar es una problemática que se percibe con mayor intensidad en los centros poblados y en las zonas rurales dispersas del país, tal como se aprecia en la Gráfica 7.

Gráfica 7. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021

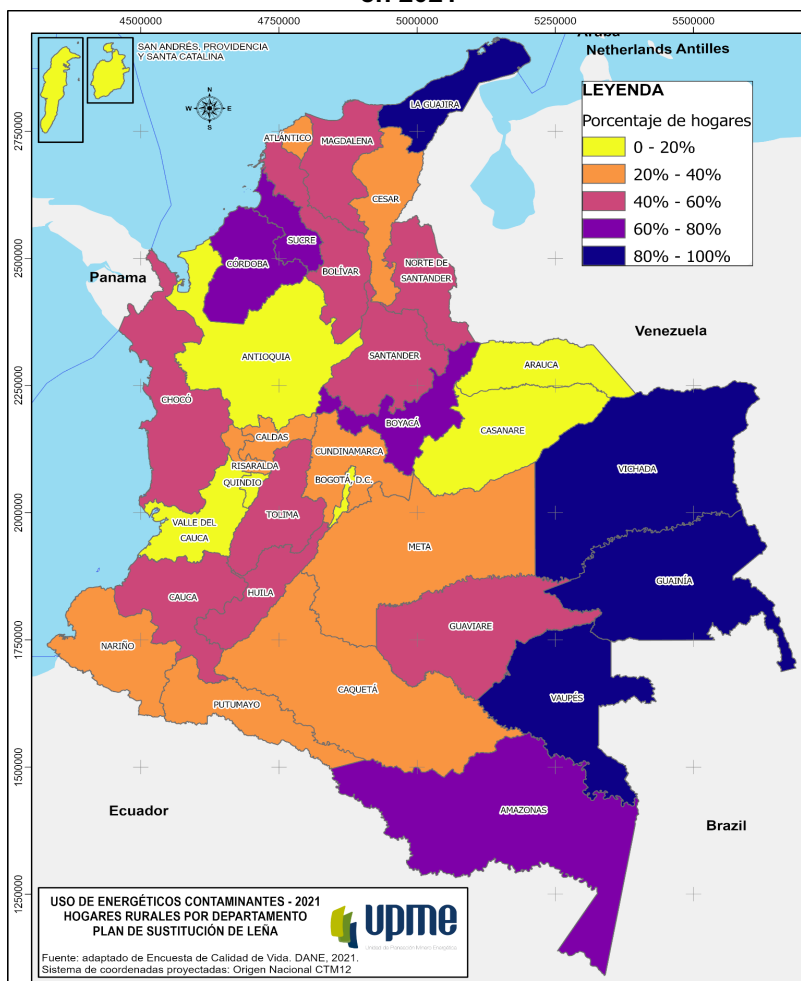


Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2019 y 2021

De acuerdo con los datos de la ECV para los años 2019 y 2021, se evidencia que en las zonas rurales de los departamentos de Vaupés, Guainía, Vichada y La Guajira se registraron los mayores porcentajes de hogares que utilizaron CIAC para cocinar, con

niveles que en el año 2021 oscilaron entre el 85,2% y el 98,5% de los hogares rurales de dichos departamentos. Para este grupo de departamentos se observa también que el porcentaje de hogares rurales que hicieron uso de CIAC para cocinar se incrementó levemente luego de la pandemia del Covid 19, con aumentos que van desde el 1% (Vaupés) hasta el 4,6% (Amazonas).

Figura 2. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021



Fuente: Elaborada a partir de ECV del DANE, 2021

Para el año 2021, en los hogares rurales de otros departamentos como Amazonas, Sucre, Córdoba y Boyacá, se registró un alto porcentaje de consumo de CIAC para la cocción doméstica, en un rango que oscila entre el 64% y el 78% de los hogares rurales de cada departamento, con variaciones leves de entre el 4,2% y el 6,5% en ambos sentidos luego de la pandemia.

En los departamentos de Guaviare, Norte de Santander, Cauca, Santander, Tolima, Huila, Magdalena, Chocó y Bolívar, el porcentaje de hogares rurales que cocinaron con CIAC en el año 2021 se mantuvo en niveles moderadamente altos, que oscilaron entre el 40,8% y el

55,5% del total de hogares rurales de tales departamentos, ver Figura 2. Sin embargo, al contrastar las cifras del 2021 con las del 2019, se observa que después de la pandemia el porcentaje de hogares que cocinaba con CIAC disminuyó notablemente en estos departamentos, especialmente en Huila, con una reducción del 14%, Tolima con un decrecimiento del 11% y Norte de Santander con una disminución del 9,6%.

En los demás departamentos del país, el porcentaje de hogares rurales que utilizaron CIAC para cocinar durante el año 2021 se mantuvo en un rango de entre el 11,1% (Valle del Cauca) y el 36,7% (Caquetá). Se resalta la evidente disminución en el porcentaje de hogares rurales que utilizaban combustibles contaminantes para cocinar en este último grupo de departamentos respecto del registrado en el año 2019 (antes de la pandemia), especialmente en la zona rural del Distrito Capital con una reducción del 22,6% y en los departamentos de Caquetá y Risaralda, con disminuciones del 16,6% y del 8,8% en el porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar. El detalle del consumo de combustibles para cocinar a nivel departamental puede ser consultado en el Tomo II de este documento.

2.3. Caracterización integral de la problemática asociada al uso de CIAC

Conocer y entender las diferencias territoriales en el proceso de planeación sectorial se traduce en mejores planes, que contribuyen a la competitividad y al desarrollo integral de sus habitantes, reducen la incertidumbre y fomentan la gobernanza y el crecimiento económico, además de promover las potencialidades de los territorios (UPME, 2021)¹⁴.

Bajo esta premisa se introduce la presente sección, la cual es desarrollada con mayor profundidad en el Tomo II del plan, buscando comprender desde diferentes dimensiones (sectorial, ambiental, sociocultural, económica y político institucional) las particularidades territoriales que conlleva el uso de CIAC para la cocción doméstica de alimentos y las externalidades derivadas de dicho consumo para los habitantes en las diversas regiones del país.

En este contexto se ha definido el problema central como el uso ineficiente de fuentes energéticas para la cocción doméstica de alimentos, que se traduce en externalidades negativas ambientales, sociales y económicas para la población colombiana.

A continuación, se mencionan las principales causas identificadas que conllevan al uso ineficiente de energéticos contaminantes para cocción de alimentos en los hogares colombianos, las cuales serán desarrolladas a profundidad en el Tomo II de este documento:

- Condiciones de pobreza multidimensional en hogares de centros poblados y de ruralidad dispersa, considerando aspectos como el acceso a servicios públicos y sociales, la informalidad laboral y la posibilidad de tener vivienda digna.

¹⁴ UPME y JA&A (2021) "Metodología general aplicable a los planes formulados por la UPME para incorporar en ellos el enfoque territorial" - Guía Práctica. Producto del contrato de consultoría UPME 069 de 2021

- Se evidencian afectaciones en la salud de la población, debido a la falta de educación y sensibilización de los efectos que conlleva para su calidad de vida y para el medio ambiente el uso de CIAC para cocinar.
- Existe déficit en la cobertura del servicio para acceder a gas combustible. Además, existen zonas del país que, a pesar de contar con dicha cobertura, registran hogares que usan energéticos contaminantes para la cocción; esto se traduce en una baja cobertura real del servicio de gas combustible.
- Las prácticas culturales asociadas al uso de CIAC para cocinar, como es el caso de la leña, lo cual hace parte de las costumbres ancestrales de la población.

Además, hay otras causas que motivan indirectamente el uso ineficiente de energéticos contaminantes para la cocción doméstica:

- La leña es un energético de fácil acceso en las zonas rurales, al cual se puede acceder por ministerio de ley.
- Existen fallas en la legislación y control ambiental, en relación con la comercialización de leña y carbón de leña.
- Persisten diferencias entre el costo privado y costo social del energético ineficiente que inducen a los hogares rurales a continuar utilizando leña, pues a pesar de las consecuencias nocivas de su uso, el costo que perciben es muy bajo frente al costo privado que implicaría el uso de otras opciones más eficientes.
- Bajo nivel de desarrollo de alternativas basadas en energéticos no convencionales para la cocción, que sean eficientes y que además sean competitivas en lo económico para su transporte y consumo en zonas apartadas¹⁵.
- Limitaciones en la financiación y acceso a nuevas tecnologías eficientes energéticamente, para cocinar en zonas rurales del país.
- Bajos ingresos de la población en zonas rurales, relacionado con trabajos mal remunerados, desempleo e informalidad laboral.
- Hasta la fecha se ha carecido de un plan que articule política, financiera e institucionalmente estrategias integrales para la sustitución de los energéticos ineficientes usados para la cocción de alimentos.

Por otra parte, el uso de CIAC genera externalidades negativas en la calidad de vida de las personas y en el medio natural, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Afectaciones a la salud de las personas más vulnerables, por la emisión de contaminantes criterio y la contaminación intramural. Son las mujeres, adultos mayores y niños quienes tradicionalmente se encargan de cocinar.
- Emisión de gases de efecto invernadero y contribución al calentamiento global, producto del uso ineficiente de los energéticos.
- Deterioro progresivo de los entornos naturales en zonas rurales, por la extracción de leña.
- Limitación en el progreso familiar, pues los miembros del hogar dedican más tiempo a la recolección de leña y a la cocción de los alimentos.

¹⁵ Las fuentes no convencionales de energía están definidas en la Ley 1715 de 2014 y complementadas en la Ley 2099 de 2021.

En el Tomo II se encuentra el diagnóstico con enfoque territorial realizado en el marco de la formulación del presente plan. Dicho diagnóstico desarrolla las dimensiones: sociocultural, económica, político institucional, ambiental y sectorial.

3. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA SUSTITUCIÓN DE CIAC

El propósito de esta sección es presentar las opciones tanto energéticas como tecnológicas que se contemplan como alternativas para sustituir el uso de leña u otros CIAC utilizados para la cocción doméstica de alimentos.

Como alternativas energéticas se proponen los combustibles considerados como limpios para cocinar por la Organización Mundial de la Salud (OMS 2022)¹⁶ en función de las bajas emisiones domésticas de material particulado y monóxido de carbón, y que cuentan con infraestructura de abastecimiento disponible o factible de desarrollarse en las diversas regiones del país. En este sentido las alternativas energéticas consideradas en el presente plan son el Gas Natural (GN), el Gas Licuado de Petróleo (GLP), la Energía Electricidad (EE) y el Biogás.

No obstante lo anterior, en atención a las condiciones tanto culturales y de baja capacidad de pago de la población, como a la dificultad de llevar la infraestructura energética a los hogares localizados en zonas más dispersas del país, este plan también considera la alternativa de las estufas mejoradas de leña como una opción transitoria, en línea con los programas de sustitución de fogones tradicionales por estufas ecoeficientes que lidera el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cumplimiento tanto de los compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (NDC 2020), así como de lo dispuesto en la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática)¹⁷.

Es de resaltar que las opciones analizadas en el presente plan representan soluciones de tipo indicativo, basadas en información secundaria de nivel departamental, por lo que la estructuración definitiva de proyectos de sustitución de CIAC deberá incluir la participación activa de las comunidades a beneficiarse y soportarse en información más detallada sobre la realidad a nivel local, en especial sobre la infraestructura de transporte, costos de distribución, viabilidad financiera, capacidad de pago, entre otros aspectos, que posibiliten llevar el energético a las viviendas rurales dispersas de las diversas regiones del país.

A continuación, se ilustran las alternativas energéticas consideradas con sus respectivas variaciones en cuanto a infraestructura de distribución (para el caso del gas combustible) o tecnología de utilización al emplearse para cocinar (para el caso de la Energía Eléctrica).

3.1. Gas Natural

El Gas Natural se presenta como un energético candidato a sustituir el uso ineficiente de leña y otros CIAC para cocinar, pues contribuye a la reducción de externalidades ambientales y sociales asociadas al deterioro de la salud humana, además de ser costo eficiente frente a otras opciones. El reto para llegar con Gas Natural a las zonas rurales cercanas y dispersas tiene que ver con la ampliación de la cobertura potencial del servicio,

¹⁶ <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean>

¹⁷ "Sustitución de fogones tradicionales por la instalación de un millón de estufas eficientes de cocción por leña durante el periodo 2021 a 2030" Numeral 2, artículo 13 de la Ley 2169 de 2021

para lo cual se requieren condiciones técnicas y de contexto social que permitan su expansión.

A continuación, se presentan las tres opciones tecnológicas disponibles para ampliar la cobertura de Gas Natural en el país.

3.1.1. Opción 1. Red física de ductos de Gas Natural

Figura 3. Red física de ductos de Gas Natural

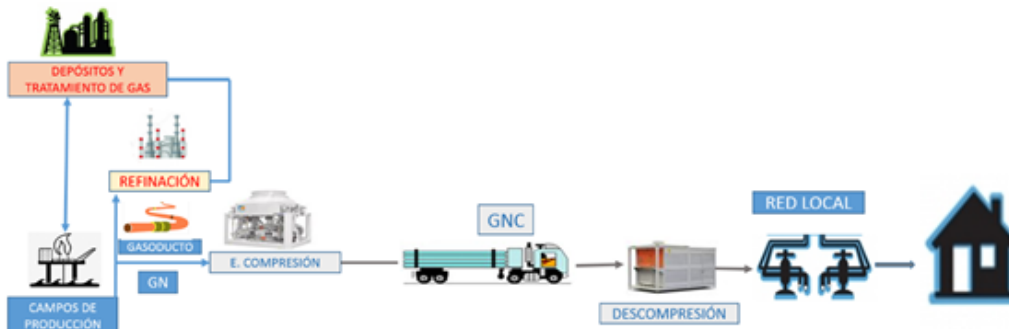


Fuente: UPME, 2021.

Mediante esta opción se considera el suministro a través de tubería desde un gasoducto troncal o desde poblaciones que ya disponen de Gas Natural.

3.1.2. Opción 2. Red virtual de Gas Natural Comprimido - GNC

Figura 4. Red virtual de Gas Natural Comprimido



Fuente: UPME, 2021.

Esta opción considera a su vez tres posibilidades:

- (a) Desde poblaciones que ya disponen de Gas Natural por ducto hacia otras nuevas, mediante Gas Natural Comprimido (GNC). Los costos para esta opción comprenden los relativos al abastecimiento por ducto hasta la primera población sin incluir comercialización ni distribución; luego se le adicionan los costos de compresión y almacenamiento, los costos de transporte del gas comprimido, la descompresión y los costos de comercialización en la población final.

- (b) Desde poblaciones que ya disponen de GNC hacia otras nuevas mediante gas comprimido. Los costos para esta opción comprenden los relativos al abastecimiento de gas comprimido hasta la primera población sin incluir comercialización ni distribución, más aquellos entre la primera y segunda población.
- (c) Desde un nodo del gasoducto troncal hacia la población nueva mediante gas comprimido. Los costos para esta opción contienen los relativos a llevar Gas Natural hasta el nodo, más aquellos entre el nodo y la nueva población.

3.1.3. Opción 3. Red virtual de Gas Natural Licuado - GNL

Figura 5. Red virtual de Gas Natural Licuado



Fuente: UPME, 2021.

Esta opción considera a su vez tres posibilidades:

- (a) Desde campos no conectados donde con unidades de micro licuefacción se licúa el gas producido y se lleva mediante cisternas a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción contienen los relativos a la licuefacción, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.
- (b) Desde terminales donde se pueda abastecer GNL en cisternas y transporte a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción contienen los relativos al abastecimiento de GNL, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.
- (c) Desde un nodo del gasoducto troncal, donde con unidades de micro licuefacción se licúa el gas producido y se lleva mediante cisternas a poblaciones donde se regasifica y se distribuye a los usuarios. Los costos para esta opción comprenden los relativos a la licuefacción, transporte y regasificación sin incluir distribución y los costos de comercialización en la población final.

3.2. Gas Licuado de Petróleo - GLP

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es un energético que se presenta como alternativa para la sustitución de la leña y otros combustibles ineficientes en Colombia. Este combustible actualmente se transporta parcialmente por poliductos, para el producido de la Refinería de

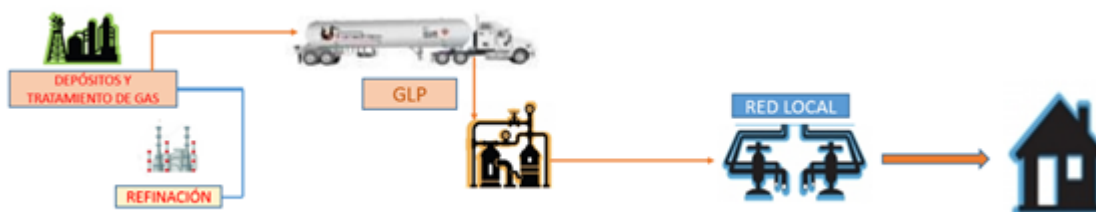
Barrancabermeja, y por carretera en los demás casos como ocurre con el gas proveniente de la refinería de Cartagena y los campos de Cusiana y Cupiagua.

Cuando no hay transporte carretero viable, el GLP debe transportarse por vía fluvial o incluso aérea, como en el caso de Mitú y otras poblaciones aisladas. Luego, si bien la cobertura es total en el país, en algunas zonas los costos de transporte encarecen el producto. Puede decirse entonces que el suministro, comercialización y distribución del GLP es una actividad organizada, con un sistema comercial sólido y con una multiplicidad de agentes de distribución y comercialización que llega a todos los departamentos del país (Contrato UPME 031 de 2019).

Para la distribución del GLP a los hogares existen dos opciones, por redes o por cilindros, tal como se describe a continuación.

3.2.1. Opción 1. Red virtual de Gas Licuado de Petróleo

Figura 6. Red virtual de Gas Licuado de Petróleo

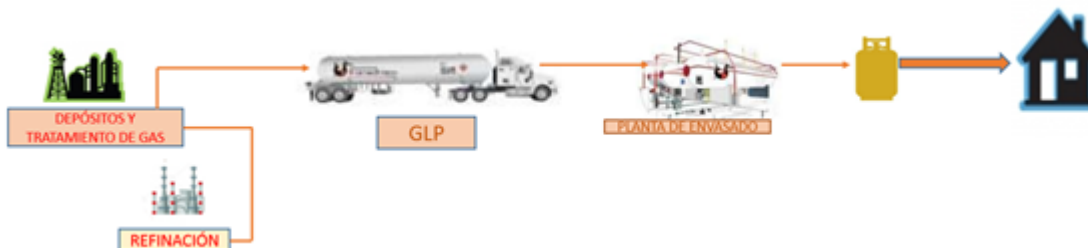


Fuente: UPME, 2021.

Mediante esta opción, el GLP es transportado desde una planta de abasto por carro tanque hasta un centro de almacenamiento y distribuido a las viviendas a través de redes.

3.2.2. Opción 2. Gas Licuado de Petróleo en cilindros

Figura 7. GLP en cilindros



Fuente: UPME, 2021.

Esta opción corresponde al surtido tradicional del GLP, el cual es transportado utilizando carro tanques desde los depósitos de tratamiento de gas hasta las plantas de envasado y distribuido posteriormente a los usuarios por medio de vehículos repartidores, expendios y puntos de venta, empleando cilindros o bombonas.

3.3. Biogás

El Biogás, que es una fuente de energía renovable que procede de la transformación de residuos orgánicos en energía en forma de gases, representa una alternativa innovadora y con gran potencial en Colombia. El Biogás usado para la cocción de alimentos en una estufa eficiente, con las adecuaciones y filtros pertinentes, no genera externalidades asociadas a la contaminación ambiental o a la salud humana.

Se plantean dos opciones para la producción y el abastecimiento del Biogás con destino a la cocción doméstica de alimentos, como son las Redes de Biogás Comunitario y las Soluciones Individuales de Biogás.

3.3.1. Opción 1. Red de Biogás Comunitarios

Figura 8. Red de Biogás Comunitarios



Fuente: UPME, 2021.

La producción de Biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables, ya que además del combustible producido, se genera un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo.

El Biogás producido a mayor escala puede a mayor escala puede beneficiar a comunidades localizadas en los entornos de las plantas productoras, a las cuales puede llegar a partir de redes locales físicas o virtuales.

3.3.2. Opción 2: Soluciones Individuales de Biogás

Figura 9. Soluciones Individuales de Biogás



Fuente: UPME, 2021.

En esta alternativa, el Biogás puede representar una solución individual para un hogar si se cuenta con la generación suficiente de biomasa residual producto de actividades agrícolas, pecuarias o pesqueras de menor escala, que representan el insumo requerido para la producción de Biogás necesario para suplir sus necesidades energéticas domésticas.

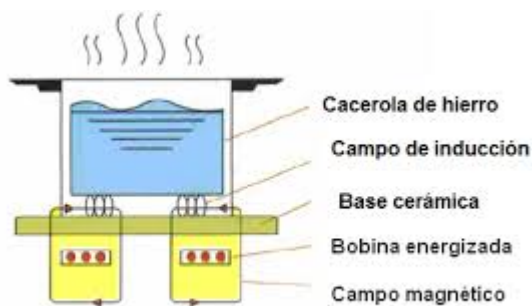
3.4. Energía Eléctrica

La Energía Eléctrica, mediante el uso de tecnologías para la cocción de alimentos, es una alternativa viable y competente frente a otras opciones para la sustitución del uso de leña u otros CIAC.

A continuación, se presentan dos soluciones tecnológicas para la cocción de alimentos, en función del tipo de estufa a utilizar.

3.4.1. Opción 1: Estufa de Inducción

Figura 10. Estufa de Inducción



Fuente: UPME, 2021.

Una estufa de inducción es una cocina vitrocerámica que funciona con electricidad y que es considerada como altamente eficiente, dado que aprovecha la energía mucho más que

cualquier otro tipo de estufa, puesto que genera un fenómeno de inducción electromagnética y calienta directamente el recipiente en un solo paso.

3.4.2. Opción 2: Estufa Eléctrica Convencional

En las cocinas eléctricas convencionales los alimentos se cocinan sobre placas metálicas de hierro fundido que en su interior llevan una resistencia de diferente tamaño y potencia. Uno de sus puntos a favor es la diversidad de utensilios que pueden usarse en este tipo de cocinas. No obstante, sus niveles de eficiencia energética son notablemente inferiores a los registrados con el uso de estufas de inducción eléctrica.

Figura 11. Estufa eléctrica convencional



Fuente: <https://comercialemanuel.com/product/estufa-de-mesa-haceb-electrica-2-quem/>

3.5. Leña con uso eficiente

Las estufas mejoradas representan una alternativa de sustitución para aquellos hogares de difícil acceso, donde la implementación de otro método o tecnología de cocción es inviable y donde las condiciones de acceso sean restringidas. De esta manera, se garantiza que hogares que no han tenido la posibilidad de cambiar su energético de cocción, leña, puedan hacer uso de ésta de manera más eficiente.

3.5.1. Opción 10: Estufas Eficientes de Leña

A nivel mundial, la implementación de estufas mejoradas viene acompañada del diseño de tecnologías que se adecúan a las circunstancias y a los métodos de cocción de los alimentos. El éxito de las estufas mejoradas viene ligado a las preferencias de cocción y de los hábitos alimenticios de las diferentes comunidades, respetando sus tradiciones.

Figura 12. Estufa Eficiente



Fuente: UPME, 2022.

Actualmente se encuentra aprobada la norma técnica NTC 6358, que establece los requisitos y métodos de ensayo para evaluar la seguridad, eficiencia energética y el control de emisiones contaminantes de las estufas para cocción de alimentos que emplean biomasa (materia orgánica como la madera o excedentes agrícolas), en el que se espera se tengan en cuenta las necesidades de cada región respecto al método de cocción, las condiciones climáticas y los aspectos culturales y de género de las diferentes comunidades.

4. ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LAS ALTERNATIVAS DE SUSTITUCIÓN

En el presente capítulo se presenta un análisis regionalizado de la viabilidad técnica de las diferentes opciones consideradas para sustituir el uso de CIAC en la cocción doméstica de alimentos. Para este propósito, se plantea una evaluación multicriterio (EMC) a escala departamental, que tiene en cuenta tanto la intensidad en el consumo de combustibles contaminantes, como las condiciones de infraestructura actual y proyectada que permitirían la ampliación de la cobertura de energéticos alternativos para cocinar en las zonas rurales de los diversos departamentos del país.

La aplicación del método de EMC provee pistas sobre la mejor alternativa de sustitución de CIAC, a partir de la evaluación de criterios inherentes a cada opción energética, representándolos con variables que a su vez se alimentan con información secundaria disponible. En este propósito, se requirió poner en práctica la siguiente ruta metodológica (Gómez y Barredo, 2005): i). Definir la pregunta general de la EMC; ii). Definir preguntas y objetivos específicos del análisis; iii). Planteamiento de los criterios; iv). Definición de variables y datos; v). Identificación de requerimientos informáticos; vi). Ponderación y normalización de las variables; vii). Diseño del modelo cartográfico para representación espacial; viii). Reporte de resultados; y ix). Retroalimentación de la EMC. En el Anexo 1 se explican en detalle los pasos metodológicos de la evaluación multicriterio.

Como producto de la EMC, se obtiene una orientación de carácter indicativo a escala departamental con respecto a la viabilidad técnica de las alternativas señaladas para la sustitución de los CIAC, esto es, Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gas Natural (GN), Biogás y Energía Eléctrica. Este análisis y sus resultados contribuyen, junto a otros insumos, al planteamiento de los escenarios y metas para la sustitución, expuestos en este capítulo; para mayores detalles del procedimiento de cálculo se recomienda consultar el Anexo 2, correspondiente al Tomo III.

4.1 Análisis técnico sectorial de las alternativas

4.1.1. Alternativa GLP

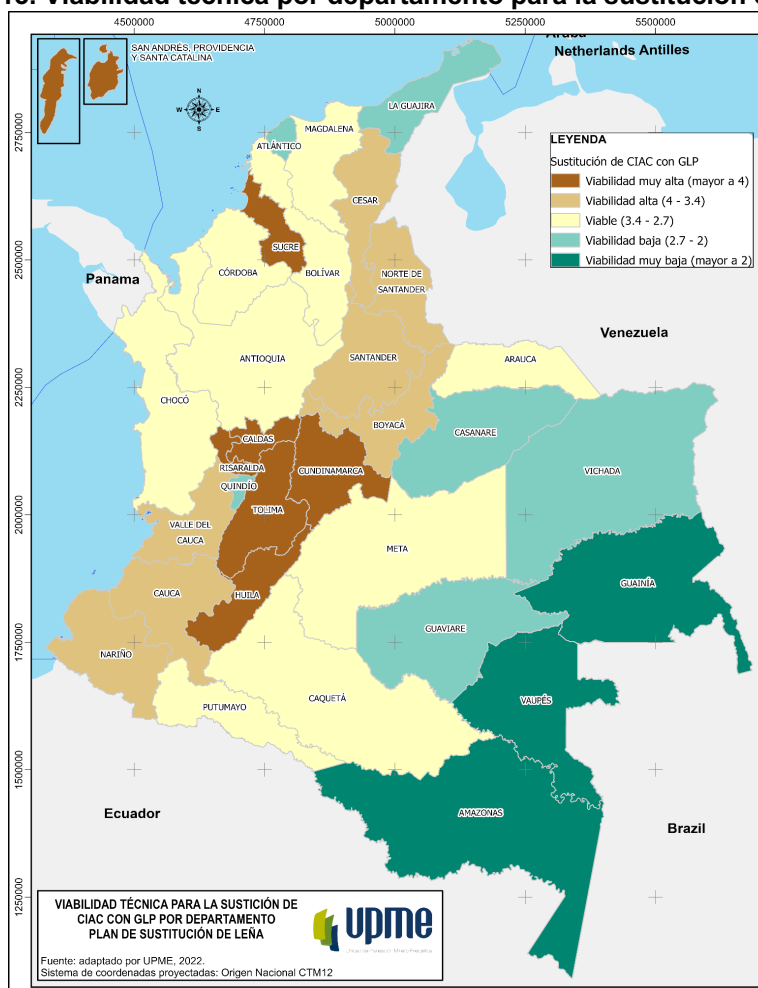
Evaluar la viabilidad del GLP para sustituir el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con GLP los CIAC usados para cocinar? En el desarrollo metodológico de la EMC por parte del equipo técnico de la UPME, se establecieron los siguientes criterios determinantes para la expansión de cobertura del GLP a las zonas rurales: i). Presencia de distribuidores de GLP en zonas rurales; ii). Presencia de vías de transporte para el acceso; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de plantas de abastecimiento; v). Uso de CIAC en zonas rurales; y vi). Cobertura de gas combustible en zona rural. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2A.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (Figura 13), normalizados y contrastados según la escala de viabilidad definida en el modelo de decisión (ver Anexo 3), el GLP se presenta como una alternativa con alta viabilidad técnica para sustituir el uso de CIAC para la cocción de alimentos en departamentos como Sucre, el Archipiélago y en la

mayoría de los departamentos localizados en la Región Andina, especialmente en Cundinamarca, Risaralda, Quindío, Caldas, Tolima y Huila. Dichos departamentos cuentan con infraestructura y presencia de prestadores que facilitan la ampliación de cobertura del servicio. En este mismo sentido resulta también favorable la existencia de plantas de abastecimiento de GLP en la zona central del país.

En contraposición, el resultado de la evaluación evidencia que las regiones de la Amazonia y Orinoquia actualmente tienen un nivel bajo de viabilidad técnica para la ampliación de cobertura de GLP, por lo cual resulta necesario revisar el potencial de otras alternativas energéticas para la sustitución del uso de CIAC para cocinar, o en su defecto poner en marcha una estrategia territorial que desarrolle la infraestructura necesaria para facilitar el abastecimiento del GLP.

Figura 13. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con GLP



Fuente: UPME, 2022.

4.1.2. Alternativa Gas Natural

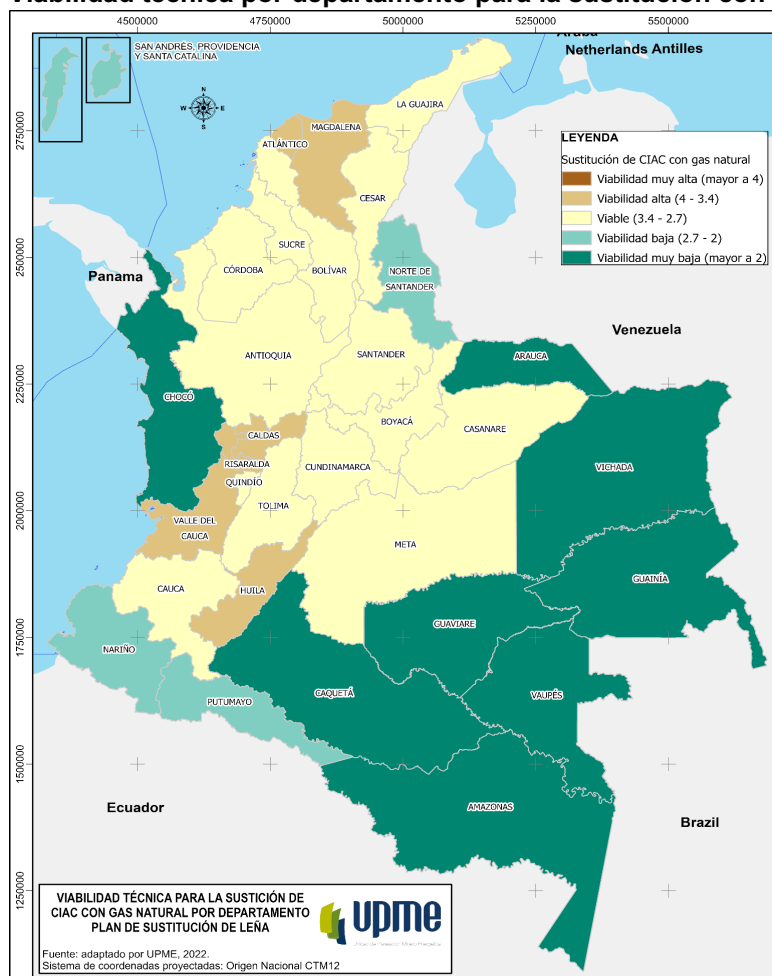
Para el caso del análisis de la viabilidad del Gas Natural como sustituto en el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, la pregunta a responder es: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con Gas Natural los CIAC usados para cocinar?

En este sentido el equipo técnico de la UPME utilizó los siguientes criterios para evaluar dicha viabilidad: i). Presencia de operadores en zonas rurales; ii). Presencia de vías de transporte; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de citygate; v). Uso de CIAC en zonas rurales; y vi). Cobertura de gas combustible en zona rural. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2B.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 14), normalizados y contrastados según la escala de viabilidad definida en el modelo de decisión (ver Anexo 3), el Gas Natural resulta una alternativa con alta viabilidad para sustituir el uso ineficiente de energéticos para la cocción en departamentos como Atlántico, Magdalena, Huila, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca. La viabilidad técnica en estos departamentos se atribuye a infraestructura existente y presencia de citygate, lo cual posibilita la expansión de cobertura del servicio en zonas rurales.

Los departamentos del suroriente y Chocó en la Región Pacífica, muestran una baja viabilidad técnica para la sustitución de CIAC por Gas Natural. Allí en el corto y mediano plazo se requerirá contemplar otras alternativas energéticas o en su defecto desarrollar una estrategia a largo plazo que considere particularidades territoriales en torno a limitantes y restricciones frente a la ampliación de cobertura del GN. Teniendo en cuenta los criterios y datos utilizados en la evaluación de la viabilidad técnica para la sustitución con Gas Natural en hogares rurales, es importante señalar que en ningún departamento se presenta viabilidad muy alta; lo anterior es una señal indicativa tanto de las limitaciones en términos de costos de llevar Gas Natural a zonas rurales, en relación con otras alternativas como el GLP o el Biogás, así como del reto que tiene el país en materia de infraestructura para la expansión de cobertura de las redes de dicho combustible.

Figura 14. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con gas natural



Fuente: UPME, 2022.

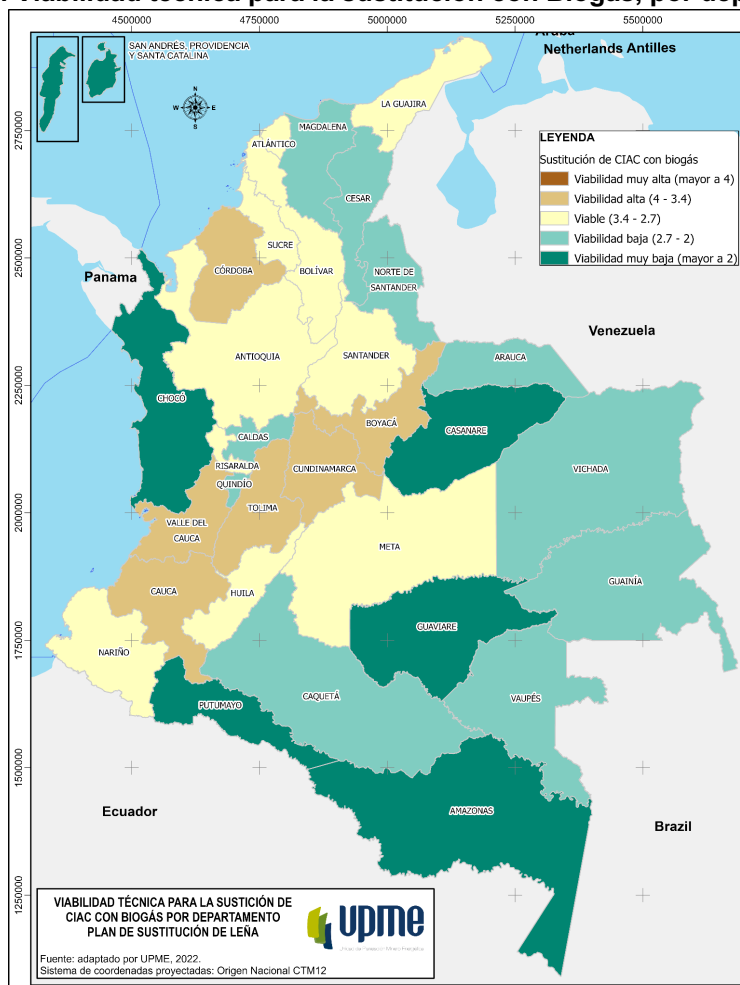
4.1.3. Alternativa Biogás

Evaluar la viabilidad del Biogás para sustituir el uso de CIAC para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con Biogás los CIAC usados para cocinar? En el desarrollo metodológico de la EMC realizado por el equipo técnico de la UPME, se establecen los siguientes criterios para determinar la viabilidad departamental del uso del Biogás como combustible para cocinar: i). Oferta actual de proyectos que producen Biogás en el departamento; ii). Potencial de generación de biomasa residual en el departamento; iii). Densidad de hogares rurales; iv). Presencia de proyectos comunitarios de Biogás; y v). Uso de CIAC en zonas rurales. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2C.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 15), categorizados según la escala el modelo de decisión presentados en el Anexo 3, el Biogás es una alternativa que no ha logrado consolidarse aún, pues en la mayoría de los departamentos

del país se encuentra en un rango entre media, baja y muy baja. No obstante, en departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Valle del Cauca y Cauca, la aplicación de los criterios antes descritos permiten entrever una viabilidad técnica alta para la generación de Biogás, gracias a la presencia de iniciativas o proyectos existentes, impulsados por empresas consolidadas en el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que producen allí biomasa residual. En el norte, el departamento de Córdoba presenta una viabilidad muy interesante, que particularmente se atribuye a las grandes cantidades de biomasa residual producida desde el sector pecuario.

Figura 15. Viabilidad técnica para la sustitución con Biogás, por departamento



Fuente: UPME. 2022.

4.1.4. Alternativa Energía Eléctrica

El Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica (PIEC) señala las zonas del país en las que se proyecta ampliar la cobertura eléctrica, ya sea conectándose al

Sistema Interconectado Nacional (SIN), o por medio de soluciones no interconectadas a través de microrredes locales o soluciones individuales¹⁸.

En este contexto, dado los niveles de potencia requerida y alto consumo energético de las estufas eléctricas convencionales, que conllevan a altos costos en términos de la capacidad a instalar en las soluciones locales e individuales, bajo las tecnologías actuales se considera que la sustitución del uso de CIAC para cocinar por Energía Eléctrica debe enfocarse en aquellas zonas ya conectadas o proyectadas a conectar al SIN.

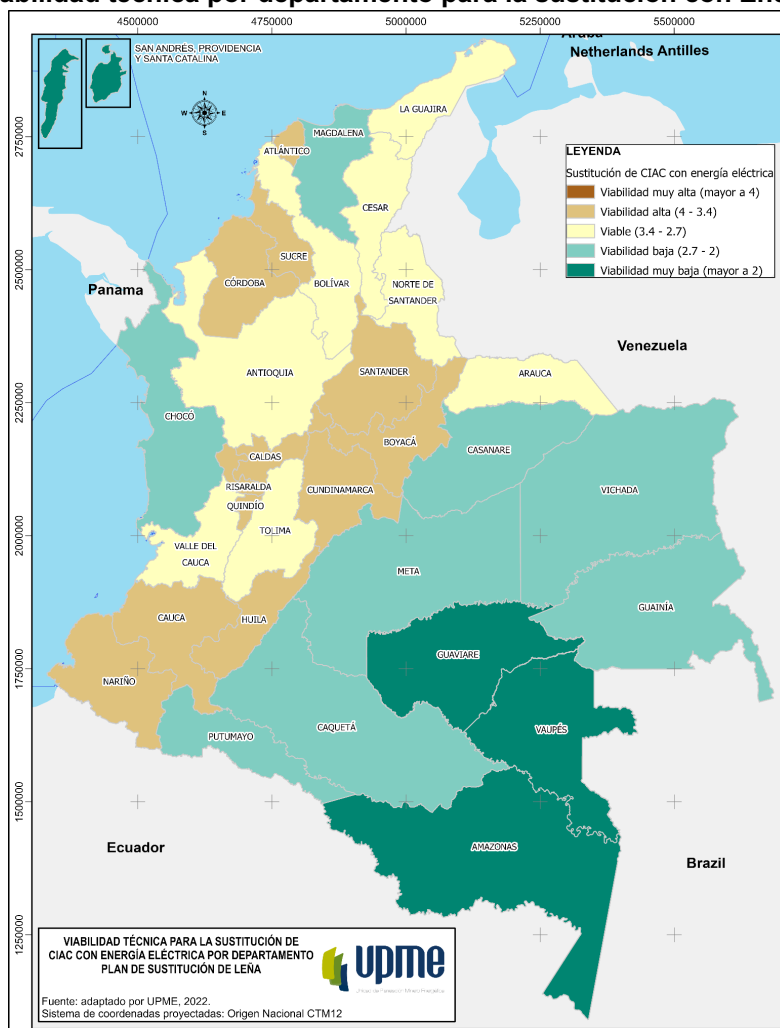
Evaluar el potencial de la Energía Eléctrica para sustituir los CIAC usados para cocinar en los hogares rurales, implica contestar a la pregunta: ¿En qué departamentos hay mayor viabilidad técnica para sustituir con Energía Eléctrica los CIAC usados para cocinar? Este análisis demanda considerar los siguientes criterios: i). Densidad de hogares rurales; ii). Uso CIAC en zonas rurales por departamento; y iii). Tipo de solución de expansión de cobertura con Energía Eléctrica. Los detalles con respecto a las variables, fuentes de información y peso de los criterios se observan en el Anexo 2D.

Con base en los resultados de la evaluación multicriterio (ver Figura 16) categorizados según la escala del modelo de decisión presentado en el Anexo 3 de este documento, se observa que la Energía Eléctrica es una alternativa real a tener en cuenta para la sustitución de CIAC, con gran viabilidad técnica en varias regiones del país. Principalmente, la mayoría de los departamentos de la Región Andina muestran viabilidad alta, gracias a que la mayor parte de sus zonas rurales se encuentran conectadas o previstas a conectar al SIN. Además, otra razón del gran potencial en estos departamentos se atribuye a las cifras más altas del país en cuanto a la densidad de hogares en zonas rurales. En el norte, el departamento de Atlántico también presenta viabilidad alta, mientras que, hacia el sur occidente, se encuentra igualmente un grupo de departamentos atractivos para la sustitución con Energía Eléctrica; estos departamentos son Huila, Cauca y Nariño.

Los departamentos de Vaupés, Guaviare, Amazonas y el Archipiélago de San Andrés Islas, bajo las condiciones tecnológicas y de infraestructura actuales, presentan un bajo potencial para sustituir con Energía Eléctrica el uso de CIAC para cocinar. No obstante, en el mediano y largo plazo sería conveniente analizar de nuevo esta alternativa, bajo la perspectiva de soluciones individuales con nuevas tecnologías de mayor costo eficiencia y el desarrollo de infraestructura regional que facilite el aprovechamiento de la biomasa y de la energía solar como fuentes para la generación eléctrica.

¹⁸ UPME, 2022. Documento de Análisis del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023.

Figura 16. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con Energía Eléctrica



Fuente: UPME, 2022.

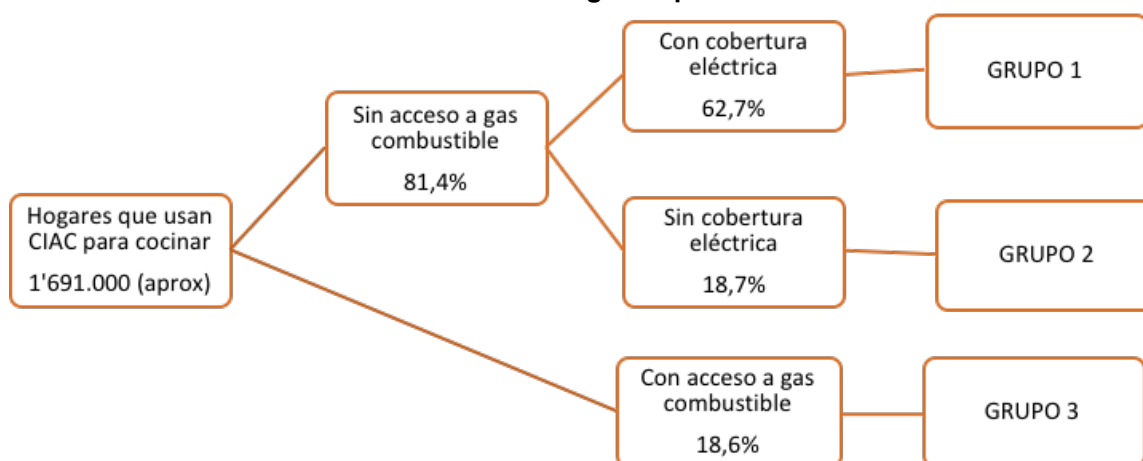
5. METAS DE SUSTITUCIÓN DE CIAC Y HORIZONTES DEL PNSL

Esta sección tiene como objetivo plantear las metas para la sustitución progresiva del uso de CIAC para la cocción doméstica de alimentos para tres grupos de hogares, establecidos en virtud de sus posibilidades de acceso a energéticos alternativos y considerando horizontes temporales de corto, mediano y largo plazo. En primera instancia, se establece una línea base y se define una agrupación de los hogares CIAC a partir de sus posibilidades de acceso a otros energéticos alternativos. Posteriormente, se proponen los horizontes temporales y las metas generales de tipo indicativo para cada periodo, atendiendo a la agrupación de hogares definida.

5.1. Línea base y agrupación de hogares

Se tomó como base la información reportada por el DANE en la ENCV 2021, según la cual un estimado de 1'691.000 hogares colombianos consumen combustibles ineficientes y altamente contaminantes (CIAC) para la cocción doméstica de alimentos. A partir de dicha estimación, se procedió a establecer tres agrupaciones de hogares de acuerdo con su acceso, tanto a gas combustible como a Energía Eléctrica, tal como se ilustra en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Clasificación de hogares que cocinan con CIAC



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

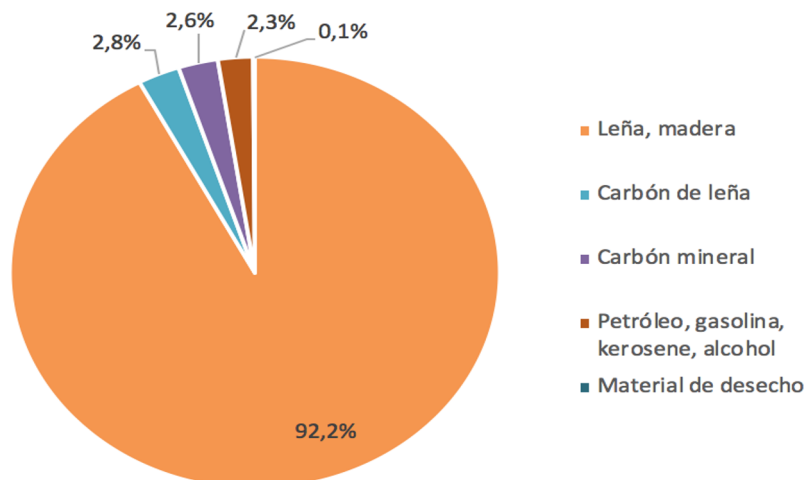
5.1.1. Grupo 1

Compuesto por los hogares que consumen únicamente combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante para la cocción de alimentos, pero dado que cuentan con servicio de Energía Eléctrica, resulta razonable asumir que en el mediano o largo plazo será viable que dichos hogares puedan ser dotados también con la infraestructura requerida para el suministro de gas combustible, ya sea por red o por cilindro.

Para el Grupo 1 se plantea que la sustitución de fogones podría abarcar todas las alternativas tecnológicas y opciones energéticas contempladas en este plan: Gas Natural, Gas Licuado de Petróleo, Biogás y Energía Eléctrica. De este grupo hacen parte un

estimado de 1'061.00 hogares, de los cuales cerca de 978.000 (92,2%) cocinan con leña o madera y cerca de 83.000 (7,8%) cocinan con otro tipo de combustible de uso ineficiente y altamente contaminante. Ver Gráfica 9.

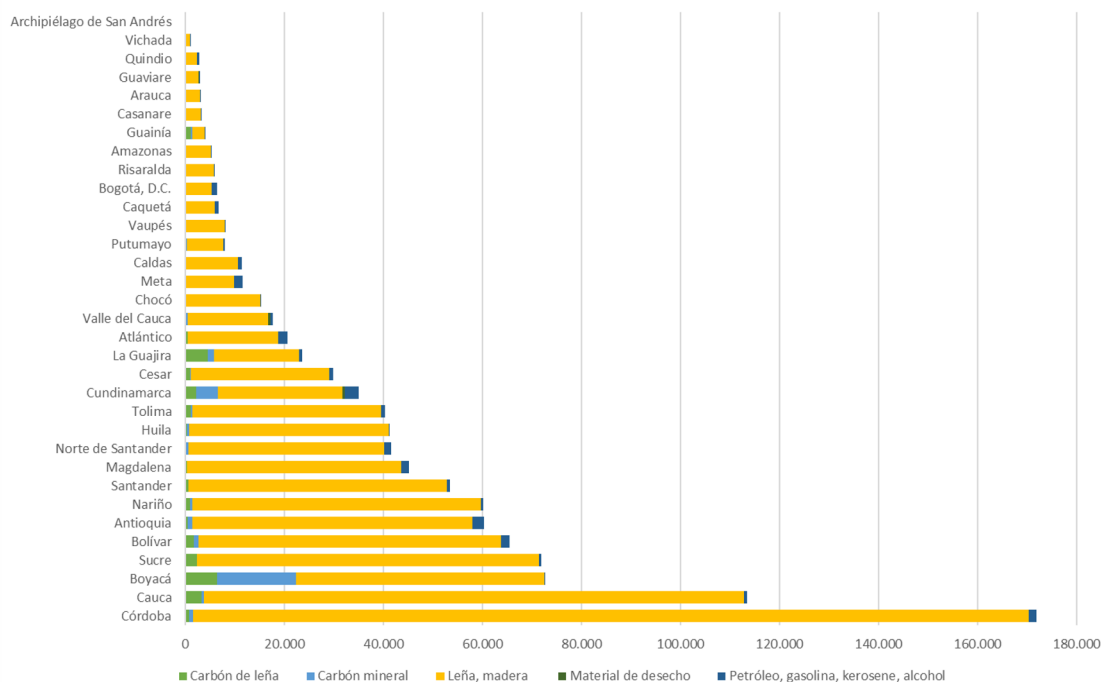
Gráfica 9. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 1



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

En cuanto a la distribución de los hogares correspondientes a este grupo, sobresalen los departamentos de Córdoba con cerca de 172.000 hogares y Cauca con un estimado de 113.000 hogares, tal como se muestra en la Gráfica 10. La leña es el energético predominante en todos los departamentos, aunque se destaca el consumo de carbón mineral y carbón de leña en el departamento de Boyacá con aproximadamente 16.000 y 6.000 hogares respectivamente, lo cual representa el 30,8% de los hogares del Grupo 1 en este departamento. También, se resalta el uso ineficiente de carbón mineral y carbón de leña para cocción doméstica en los departamentos de Cundinamarca y La Guajira, donde el uso de otros CIAC, diferentes a la leña alcanza el 28,1% y el 27%, respectivamente (DANE, ECV 2021).

Gráfica 10. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 1



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

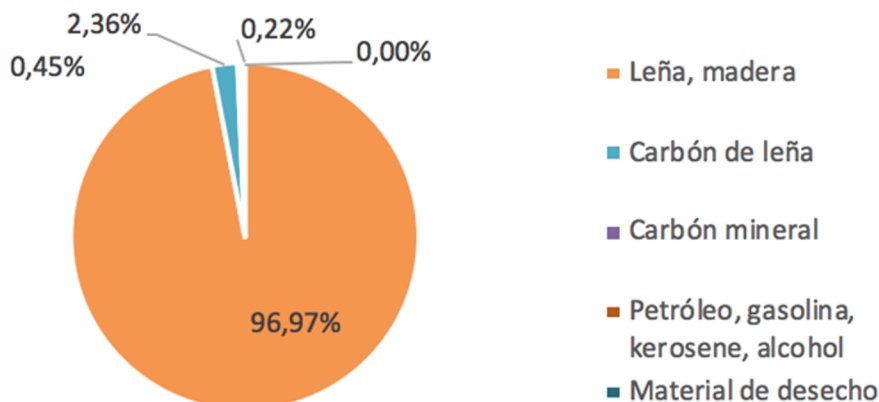
5.1.2. Grupo 2

Corresponde a los hogares localizados en zonas rurales dispersas que, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), utilizan solo leña u otros CIAC para cocinar, que actualmente no cuentan con cobertura de Energía Eléctrica y para los cuales, dadas las limitaciones de infraestructura y los altos costos de conexión, en el corto y mediano plazo no se tienen previsto conectarlos al SIN. Para estos hogares las alternativas energéticas viables corresponden a microrredes de Energía Eléctrica, Biogás y GLP, así como a soluciones individuales.

De este grupo hacen parte un estimado de 316.000 hogares, de los cuales cerca del 97% cocinan con leña o madera y el 3% restante cocinan con otro tipo de combustible de uso ineficiente y altamente contaminante. Ver Gráfica 11.

Las alternativas previstas para la sustitución gradual del uso de CIAC en estos hogares son las estufas ecoeficientes, en el corto y mediano plazo, así como el GLP, Biogás y la Energía Eléctrica en el largo plazo.

Gráfica 11. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 2

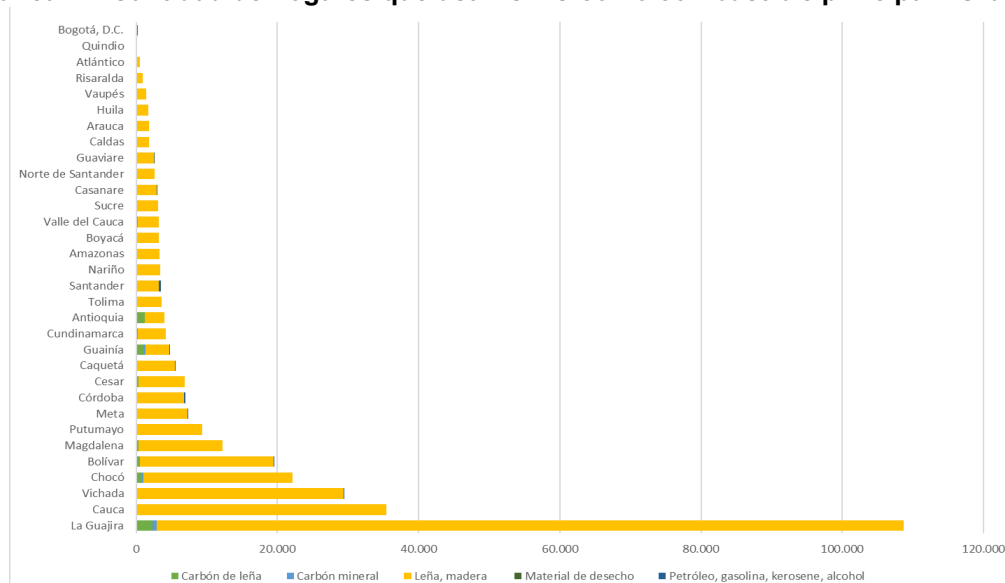


Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

En relación con la distribución de los hogares correspondientes a este grupo, sobresale de lejos el departamento de La Guajira con un estimado de 109.000 hogares (34% del total de hogares del Grupo 2), seguido por los departamentos de Cauca con cerca de 35.000 hogares, Vichada con un aproximado de 29.000 hogares y Chocó con un estimado de 20.000 hogares. Ver Gráfica 12.

En relación con la utilización por tipo de CIAC, la leña constituye el energético predominante en todos los departamentos. No obstante, se destaca el consumo de carbón de leña en los departamentos de La Guajira con un aproximado cercano a los 2.000 hogares, así como Antioquia y Guainía, con cerca de 1.000 hogares por departamento (DANE, ECV 2021).

Gráfica 12. Cantidad de hogares que usan CIAC como combustible principal - Grupo 2



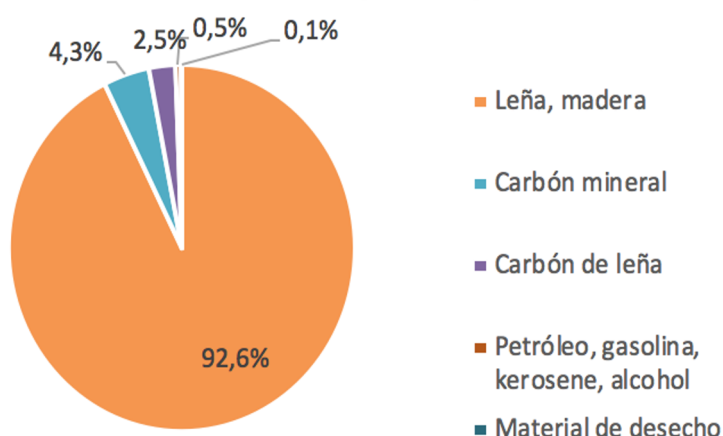
Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

5.1.3. Grupo 3

Este grupo está compuesto por los hogares que combinan el consumo de combustibles altamente contaminantes para la cocción de alimentos con las otras alternativas consideradas en este plan, como el Gas Natural, el Gas Licuado de Petróleo y la Energía Eléctrica, por lo que ya cuentan con la infraestructura necesaria para su abastecimiento y consumo.

La estrategia a seguir para desincentivar el uso de leña y otros CIAC en los hogares del Grupo 3, y a su vez para fortalecer la tendencia al uso eficiente de otros energéticos, debe estar enfocada en concientizar a la población sobre las implicaciones que conlleva el uso de CIAC en términos de uso del tiempo, degradación ambiental, afectaciones a su salud y eficiencia energética, promoviendo una transformación cultural hacia el uso de energéticos limpios. Estas acciones deberán acompañarse de mecanismos financieros que hagan asequible los energéticos a las comunidades de menores recursos, así como de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que reduzcan los costos y mejoren la eficiencia en el uso de energéticos como el Biogás y la Energía Eléctrica.

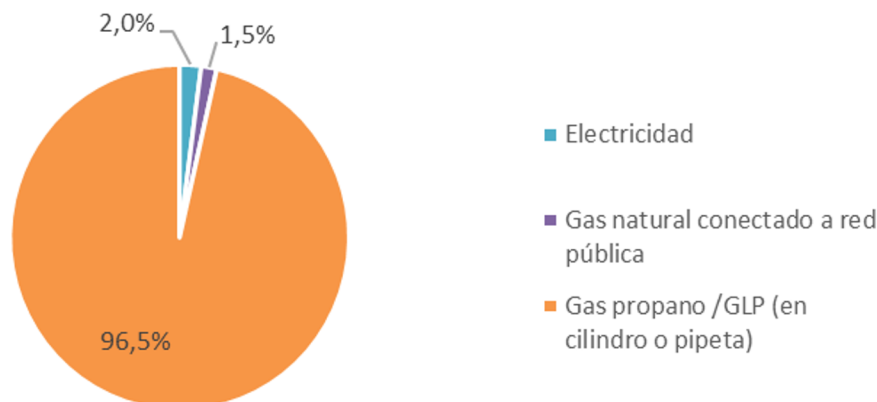
Gráfica 13. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 3



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

Del Grupo 3 hacen parte un estimado de 314.000 hogares que utilizan CIAC como energético principal, siendo la leña empleada en el 92,6% de los hogares y otros combustibles de uso ineficiente en el 7,4% restante. Es de anotar que el 94% de los hogares del Grupo 3 cuentan con servicio de Energía Eléctrica. En cuanto a la utilización de energéticos alternativos para la cocción de alimentos por parte de los hogares del Grupo 3, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), el 96,5% de los hogares utilizan GLP como combustible secundario, mientras que el 1,5% utiliza Gas Natural y el 2% consume Energía Eléctrica como energético alternativo en la cocción de sus alimentos. Ver Gráfica 14.

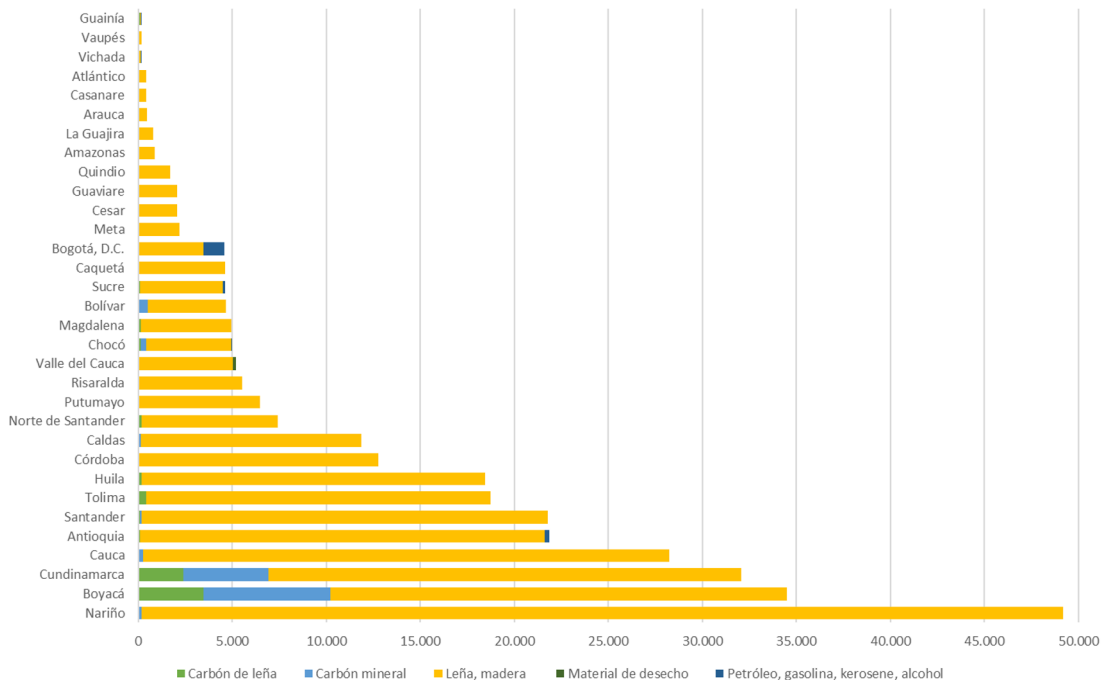
Gráfica 14. Porcentaje de uso de energéticos alternativos eficientes - Grupo 3



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

En relación con la distribución de los hogares correspondientes al Grupo 3, que siguen utilizando CIAC como energético principal para cocinar, pero que ya cuentan con estufas de gas combustible o Energía Eléctrica como alternativa, se destaca el departamento de Nariño con cerca del 15,7% del total nacional para el Grupo 3, seguido por los departamentos de Boyacá con el 11%, Cundinamarca con cerca del 10,2% y Cauca con el 8,9% de los hogares. Ver Gráfica 15.

Gráfica 15. Cantidad de hogares que usan CIAC como combustible principal - Grupo 3



Fuente: DANE (ECV 2021), cálculos UPME 2022.

Con respecto al tipo de CIAC utilizado para cocinar en los hogares del Grupo 3 a nivel departamental predomina también el uso de leña y madera, pero se destaca el empleo de carbón mineral y carbón de leña en Boyacá, siendo usados en cerca del 29,6% del Grupo 3 para dicho departamento, y en Cundinamarca donde es utilizado por cerca del 21,6% de los hogares clasificados en el Grupo 3. Para el caso de Bogotá D.C., se destaca que un poco más de 1.000 usuarios estarían alternando el uso de Gas Combustible o Energía Eléctrica con Petróleo, Gasolina, Kerosene o Alcohol (DANE, ECV 2021).

5.2. Definición de horizontes y metas del PNSL

Este plan tiene como propósito definir una ruta integral para avanzar de manera progresiva en la sustitución del uso de leña y otros CIAC utilizados para cocinar en el territorio colombiano. Con la implementación de dicha ruta, se busca que todos los hogares del país cuenten con una alternativa energética limpia y asequible, que les permita sustituir de manera gradual y voluntaria el uso de energéticos considerados altamente contaminantes para cocinar.

En este sentido, en primera instancia se propone como meta principal que los cerca de 1'377.000 hogares, que con base en la ECV se estima tienen la leña u otros CIAC como única opción energética para cocinar, puedan contar con una alternativa limpia y eficiente, como el Gas Natural, el Gas Licuado de Petróleo, el Biogás o la Energía Eléctrica.

Como meta complementaria, se pretende articular la ejecución de un plan estratégico orientado a promover la sustitución sostenible en el tiempo del uso de leña y CIAC para cocinar, con acciones dirigidas a los cerca de 1'691.000 hogares que continúan cocinando con este tipo de combustibles.

Estas metas deberán ser alcanzadas por fases en cuatro (4) plazos definidos así:

- Inmediato, hasta diciembre de 2023, plazo en el cual se espera poner en marcha el plan estratégico y alcanzar victorias tempranas en términos de coordinación interinstitucional y del desarrollo de insumos requeridos para impulsar la sustitución de CIAC en regiones priorizadas del país.
- Corto plazo hasta diciembre de 2026, coincidiendo con el periodo de ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”;
- Mediano plazo, hasta diciembre de 2030, fecha prevista para honrar los compromisos del Acuerdo de París (reducción de emisiones en 51% y cero deforestación), así como con las metas contempladas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible - Agenda 2030; y
- Largo plazo, hasta el año 2050, coincidiendo con el periodo contemplado en la Estrategia Carbono Neutral a 2050.

Teniendo en cuenta los horizontes definidos, se espera que en el corto plazo (año 2026) se logre llevar una alternativa energética limpia para cocinar a aproximadamente 159.000 hogares, equivalentes al 11,6% de los hogares que hoy solo cuentan con la opción de leña

u otros CIAC para cocinar; en el mediano plazo (año 2030) se pretende dotar con la alternativa energética a un estimado de 381.000 hogares adicionales (27,7%), y en el largo plazo (año 2050) a los cerca de 836.000 hogares restantes (60,7%).

Para que el proceso de sustitución sea sostenible en el tiempo, el acceso a las alternativas energéticas debe complementarse con una estrategia de acompañamiento a los hogares beneficiados, que incorpore acciones en temas técnicos, culturales, financieros y tecnológicos promoviendo el uso permanente del energético limpio para cocinar. En este sentido, el plan estratégico incluye un conjunto de acciones orientadas a dicho acompañamiento, las cuales deberán ejecutarse de manera gradual dirigiéndose a los hogares que vayan accediendo a las opciones energéticas para cocinar. En este orden de ideas se espera focalizar el acompañamiento en 13% de los hogares CIAC al corto plazo, al 30% en el mediano plazo y el 57% restante en el largo plazo, alcanzando así el 100% de los hogares en los tres grupos de la línea base.

Lo anterior constituye las metas para el PNSL y su velocidad de implementación, tal y como se muestra en la Tabla 3, lo cual se ajusta considerando particularidades territoriales en cada departamento.

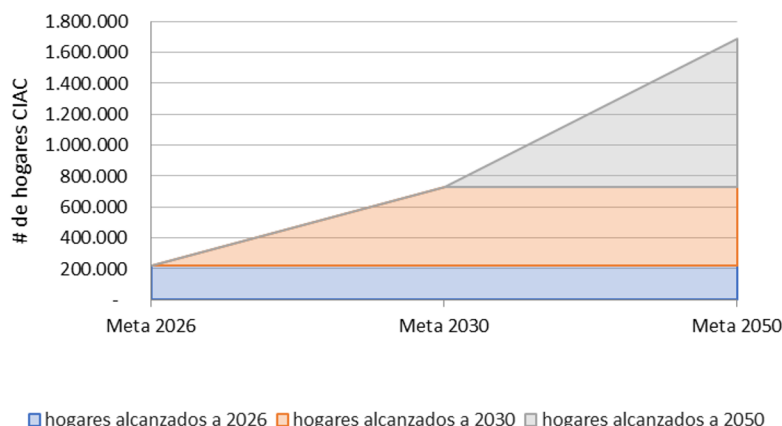
Tabla 3. Metas por número de hogares en los horizontes.

	Horizontes		
	Meta 2026	Meta 2030	Meta 2050
Número estimado de hogares CIAC con alternativa energética limpia para cocinar. Meta: 1'377.000	159.000 (11,6%)	381.000 (27,7%)	836.000 (60,7%)
Número estimado de hogares CIAC alcanzados con la estrategia de acompañamiento técnica, económica y cultural. Meta: 1'691.000	222.000 (13%)	507.000 (30%)	962.000 (57%)

Fuente: UPME, 2023.

Como se observa en la Gráfica 16, se espera que el plan alcance progresivamente a los hogares de los tres grupos, llegando al total nacional establecido en la línea base. Este proceso incluye de manera articulada el trabajo en los frentes de transformación cultural e innovación tecnológica para el uso de energéticos para la cocción doméstica de alimentos, de manera que cada hogar sustituya el uso ineficiente de energéticos con conciencia sobre el costo beneficio que esto implica para la calidad de vida familiar y para el ambiente.

Gráfica 16. Velocidad de implementación de la estrategia de acompañamiento a la sustitución de CIAC



Fuente: UPME, 2023.

5.2.1. Horizonte a corto plazo (años 2023 a 2026)

Para el corto plazo se espera una alineación entre las acciones estratégicas definidas en este plan y las establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) correspondiente al periodo de gobierno 2022 - 2026, particularmente en lo relacionado con lo señalado en el documento Bases del PND como *“Transición energética segura, confiable y eficiente para alcanzar carbono neutralidad y consolidar territorios resilientes al clima”* (DNP 2022).¹⁹

Por lo anterior, resulta necesario realizar ingentes esfuerzos de articulación institucional que permitan la puesta en marcha de las acciones definidas en este plan, en especial en lo relacionado con el desarrollo de estrategias financieras para ampliar la cobertura y garantizar el acceso sostenible a combustibles limpios para cocinar en las zonas rurales del país (ver capítulo 6 de este documento).

Durante este horizonte, teniendo en cuenta los resultados del análisis de viabilidad presentado en el capítulo anterior, se espera llegar con soluciones energéticas limpias para cocinar a un total aproximado de 159.000 hogares CIAC, pertenecientes al Grupo 1 antes mencionado, distribuido en las alternativas que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Proyección 2023 - 2026 para sustitución de CIAC en el Grupo 1

Horizonte 2023 a 2026	GLP Cilindros	Redes de GLP y GN	Biogás	Energía Eléctrica
% de hogares (sobre un estimado de 159.000)	75,8%	5,7%	7,5%	11%

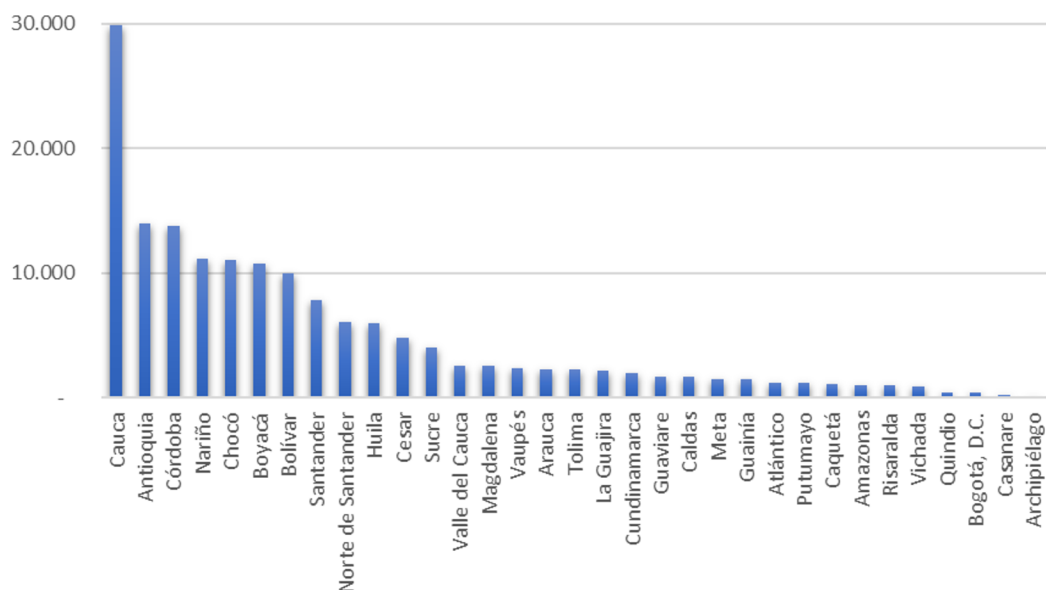
Fuente: UPME, 2023.

¹⁹ DNP 2022, Colombia Potencia Mundial de la Vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.

Para determinar esta meta se tuvo en cuenta el resultado del análisis de viabilidad técnica realizado por departamento (ver Capítulo 4 de este documento), así como la revisión de proyectos aprobados entre los años 2020 a 2022 para la ampliación de cobertura de GLP y Gas Natural, además de las recomendaciones del estudio de ampliación de los subsidios al GLP por cilindros efectuado por la UPME en el año 2022 (contrato C-108 de 2022, UPME /Valjer Energy).

Es así, que en el corto plazo el proceso de sustitución deberá concentrarse con mayor vigor en el departamento de Cauca, donde se espera que al año 2026 se beneficie a un estimado de 30.000 hogares. En un segundo nivel, deberán enfocarse los esfuerzos en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Nariño, Chocó y Boyacá, donde se espera que la sustitución en el uso de CIAC para cocinar beneficie a un estimado de entre 10.000 y 15.000 hogares por departamento. La distribución nacional para el logro de esta meta se presenta en la Gráfica 17.

Gráfica 17. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - corto plazo



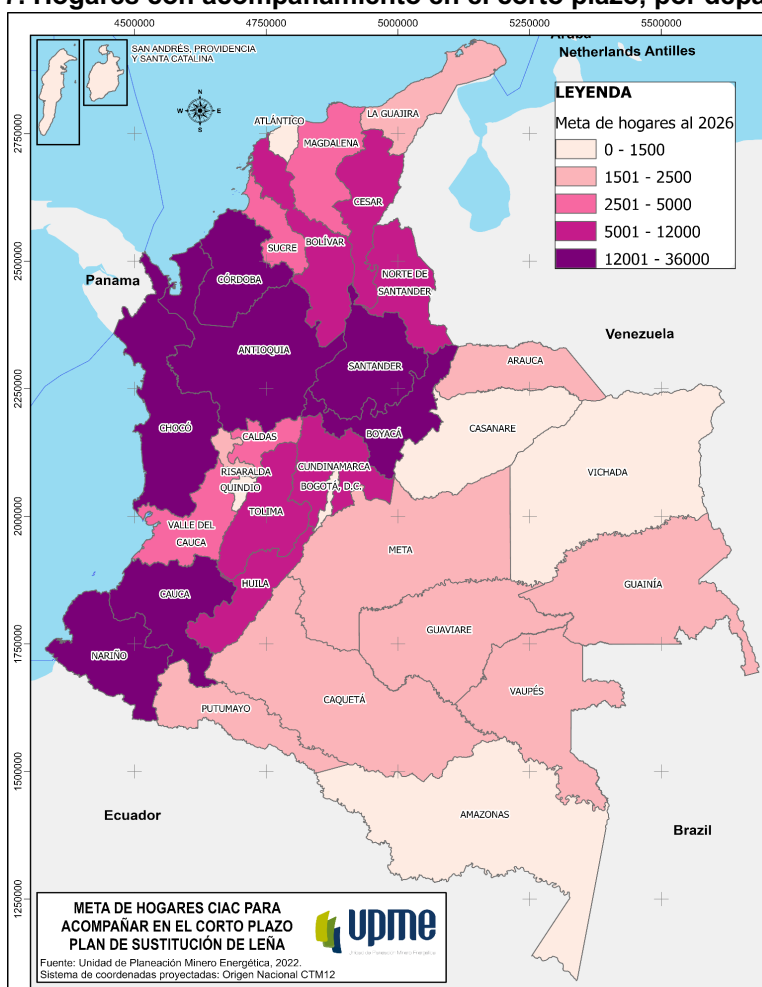
Fuente: Cálculos UPME 2022.

Por otro lado, en lo concerniente al Grupo 2, referente a los hogares localizados en las zonas más dispersas del país, la estrategia que se plantea para el corto plazo (año 2026) consiste en alinear esfuerzos con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para avanzar en la meta país establecida en la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática), consistentemente en sustituir al año 2030 un millón de fogones tradicionales por estufas eficientes de leña. No obstante, de manera paralela se plantea avanzar en acciones estratégicas de investigación, innovación tecnológica y desarrollo regulatorio que viabilicen las soluciones individuales para cocinar, especialmente aquellas basadas en Biogás y Energía Eléctrica.

Para el Grupo 3, hogares que ya cuentan con cobertura de gas combustible, la estrategia en el corto plazo (año 2026) deberá centrarse en el acompañamiento del Estado a los hogares que, aun teniendo una alternativa energética más limpia, continúan cocinando con leña u otros CIAC. En este sentido, se espera llegar a tales hogares con instrumentos económicos, capacitación y acompañamiento técnico, así como con transformación educativa y cultural en torno a las afectaciones a los miembros del hogar y sobre las externalidades derivadas de la cocción tradicional con leña u otros CIAC. Estas mismas acciones de acompañamiento deberán extenderse paulatinamente a los hogares del Grupo 1 que vayan siendo beneficiados con el acceso a los combustibles limpios para cocinar.

En términos concretos, se espera que la estrategia de acompañamiento durante el corto plazo se extienda a un estimado de 222.000 hogares, distribuidos regionalmente como se aprecia en la Figura 17.

Figura 17. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento



Fuente: UPME, 2023.

Como se observa en la Figura 17, la estrategia de acompañamiento se estima que aborde a más de 12.000 hogares en cada uno de los departamentos de Antioquia, Chocó y Santander, entre otros.

5.2.2. Horizonte a mediano plazo (años 2027 a 2030)

Para el horizonte a mediano plazo proyectado al año 2030, la sustitución del uso de CIAC para cocinar debe aportar a los esfuerzos del país al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible pactados para el mismo año, en particular en lo que tiene que ver con:

- ODS 3, Salud y bienestar – Mediante la reducción de exposición a emisiones contaminantes nocivas para la salud, con lo cual se espera aportar al cumplimiento de la meta relacionada con el número de muertes y enfermedades.
- ODS 7, Energía asequible y no contaminante – Transición hacia tecnologías limpias para la cocción de alimentos, dado que se espera lograr el acceso sostenible a combustibles limpios para cocinar a cerca de 540.000 nuevos hogares entre los años 2023 a 2030.
- ODS 13, Acción por el clima – Se mitiga la emisión de GEI por degradación del bosque; con la sustitución proyectada del uso de leña y CIAC para cocinar al año 2030 se espera una reducción de emisiones por combustión estimada en 2,8 millones de toneladas de CO₂ equivalente para dicho año y un total acumulado de 10,1 millones de toneladas de CO₂ equivalente para el periodo 2023 a 2030.
- ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres – Mejorar la gestión sostenible de los bosques coadyuvando a detener la pérdida de biodiversidad; la reducción en el uso de leña para cocinar disminuirá la presión antrópica ejercida sobre los bosques naturales, particularmente sobre aquellos localizados en las zonas de influencia de centros poblados del país.

En relación con el Grupo 1 previamente definido, referido a hogares con viabilidad técnica para sustituir el uso de CIAC por cualquiera de las alternativas previstas (GLP, Gas Natural, Biogás o Energía Eléctrica), durante el periodo 2027 a 2030 se espera avanzar llevando combustibles limpios para cocinar a un estimado de 381.000 nuevos hogares, que sumados a los previstos para el periodo 2023 a 2026 alcanzarían un agregado estimado en 540.000 hogares con acceso a cualquiera de los combustibles mencionados. Los nuevos hogares serán beneficiados bajo la distribución que se indica en la Tabla 5.

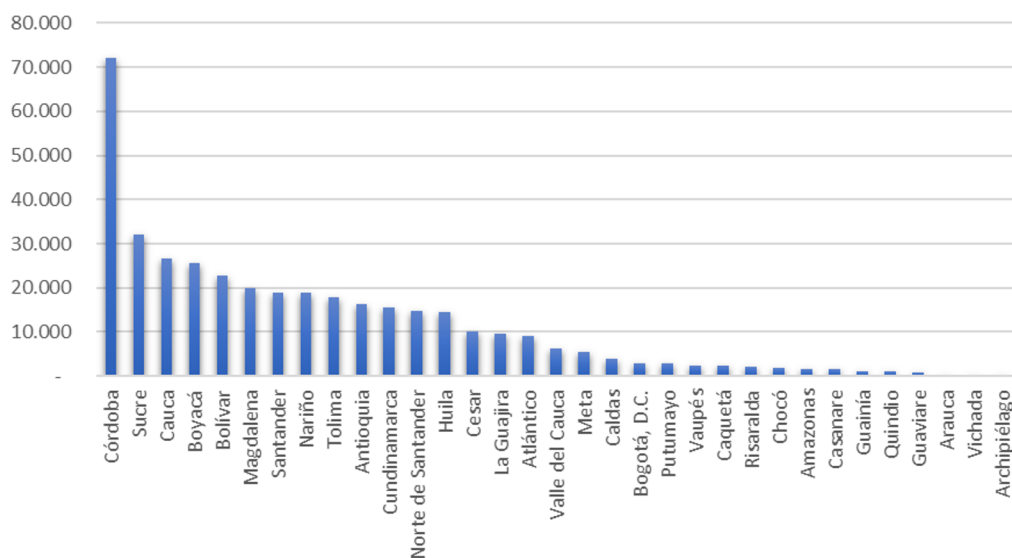
Tabla 5. Proyección 2027- 2030 de las alternativas para sustitución en el Grupo 1

Horizonte 2027 a 2030	GLP Cilindros	Redes de GLP y GN	Biogás	Energía Eléctrica
% hogares (sobre un estimado de 381.000)	31,3%	57,1%	4,7%	6,9%

Fuente: UPME ,2023.

La distribución de esta meta se presenta acorde con los resultados de análisis de viabilidad técnica realizado por departamento, que evalúa elementos de infraestructura sectorial, vías de acceso y distribución poblacional, entre otros aspectos. En este sentido, se espera que durante los años 2027 a 2030 la sustitución de CIAC se desarrolle con mayor fuerza en el departamento de Córdoba, donde se espera beneficiar a un estimado de 70.000 hogares, así como en los departamentos de Sucre, Cauca, Boyacá y Bolívar donde se espera beneficiar a un estimado de entre 20.000 y 30.000 hogares por departamento. La distribución departamental total para el logro de esta meta de sustitución del uso de CIAC para cocinar se presenta en la Gráfica 18.

Gráfica 18. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - mediano plazo



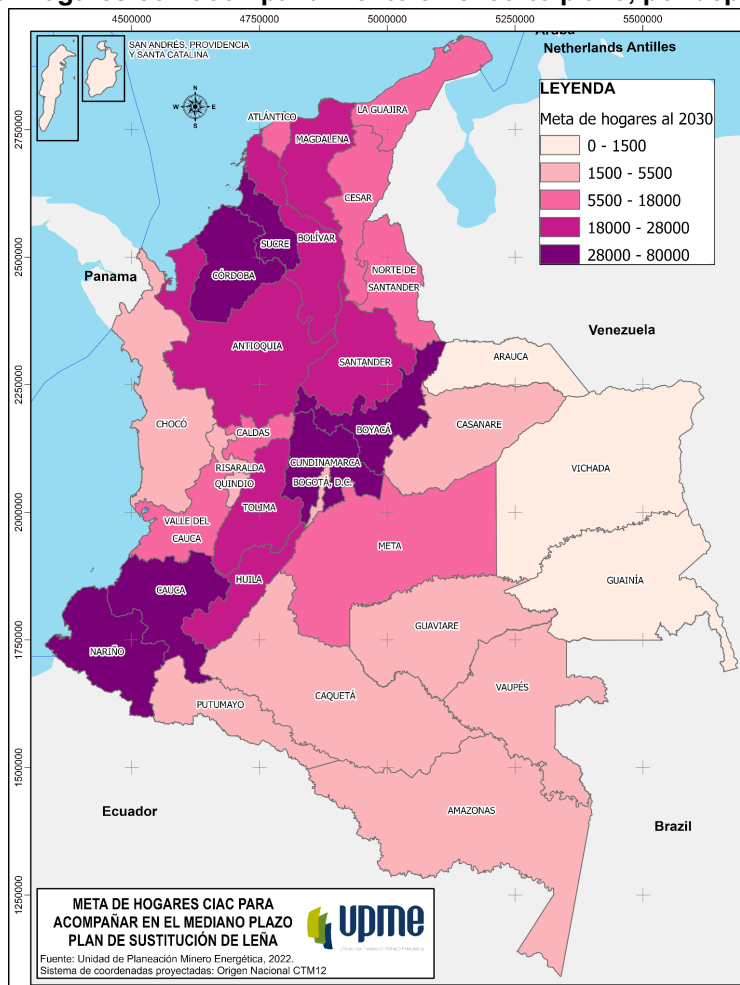
Fuente: UPME, 2023.

Para el Grupo 2, referente a los hogares dispersos de difícil acceso, la estrategia que se plantea entre los años 2027 a 2030 consiste en continuar alineando esfuerzos con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para avanzar en la meta país establecida en la Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática) de sustituir al año 2030 un millón de fogones tradicionales por estufas eficientes de leña. No obstante, de manera paralela se plantea continuar avanzando en acciones estratégicas de investigación, innovación tecnológica y desarrollo regulatorio que viabilicen las soluciones individuales para cocinar, especialmente aquellas basadas en Biogás y Energía Eléctrica.

En lo atinente al Grupo 3, compuesto por hogares que ya cuentan con cobertura de gas combustible, la estrategia a desarrollar durante los años 2027 a 2030 deberá fortalecerse concentrándose en el acompañamiento del Estado a los hogares que, aun teniendo una alternativa energética limpia, continúan cocinando con leña u otros CIAC. En este sentido se espera fortalecer la estrategia de capacitación y acompañamiento técnico y transformación educativa y cultural, en torno a las afectaciones a los miembros del hogar y sobre las externalidades derivadas de la cocción tradicional con leña u otros CIAC. Estas mismas acciones de acompañamiento deberán extenderse paulatinamente a los hogares del Grupo 1 que vayan siendo beneficiados con el acceso a los combustibles limpios para

cocinar. Se espera que la estrategia de acompañamiento durante los años 2027 a 2030 alcance a un estimado de 507.000 hogares, distribuidos regionalmente tal como se presenta en la Figura 18.

Figura 18. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento



Fuente: UPME. 2023.

En el mediano plazo los departamentos que requerirán un mayor acompañamiento en el proceso de sustitución de CIAC para cocinar serán Cauca, Nariño, Boyacá, Cundinamarca, Sucre y Córdoba, pues en cada uno de éstos se estima que el número de hogares a beneficiar con el proceso de sustitución será superior a los 28.000 por departamento.

5.2.3. Horizonte a largo plazo (año 2031 a 2050)

Durante los años 2031 a 2050, las acciones orientadas a la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar estarán alineadas con la estrategia 2050 para alcanzar la carbono-neutralidad y mitigar los efectos del cambio climático en Colombia. En este sentido, se espera avanzar en la sustitución del uso de CIAC tanto en los hogares de Grupo 1 como para los hogares del Grupo 2 previamente definidos.

En relación con el Grupo 1, hogares con viabilidad técnica para sustituir el uso de CIAC por GLP, Gas Natural, Biogás o Energía Eléctrica, durante el periodo 2031 a 2050 se espera llegar a los cerca de 521.000 hogares restantes, cubriendo así en los tres horizontes la totalidad de hogares CIAC del Grupo 1.

Para los cerca de 316.000 hogares del Grupo 2, estimados a partir de la ECV (DANE 2021), localizados en zonas más dispersas y con difícil acceso en términos de infraestructura energética, durante los años 2031 a 2050 el sector energético debe concentrar sus esfuerzos en llevar GLP en cilindros, microrredes y soluciones individuales viables técnica y económicamente, que constituyan una alternativa real al uso de la leña para cocinar. En este sentido, se espera que los esfuerzos realizados durante los tres horizontes de ejecución del presente plan se concreten en nuevas alternativas tecnológicas que reduzcan los costos y permitan masificar el uso de soluciones energéticas individuales para cocinar, basadas tanto en Biogás como en Energía Eléctrica, especialmente.

En términos concretos, entre los años 2031 y 2050 se pretende llegar con una alternativa energética para cocinar a un total estimado de 836.000 hogares, correspondientes a los grupos 1 y 2, bajo la distribución que se presenta en la Tabla 6.

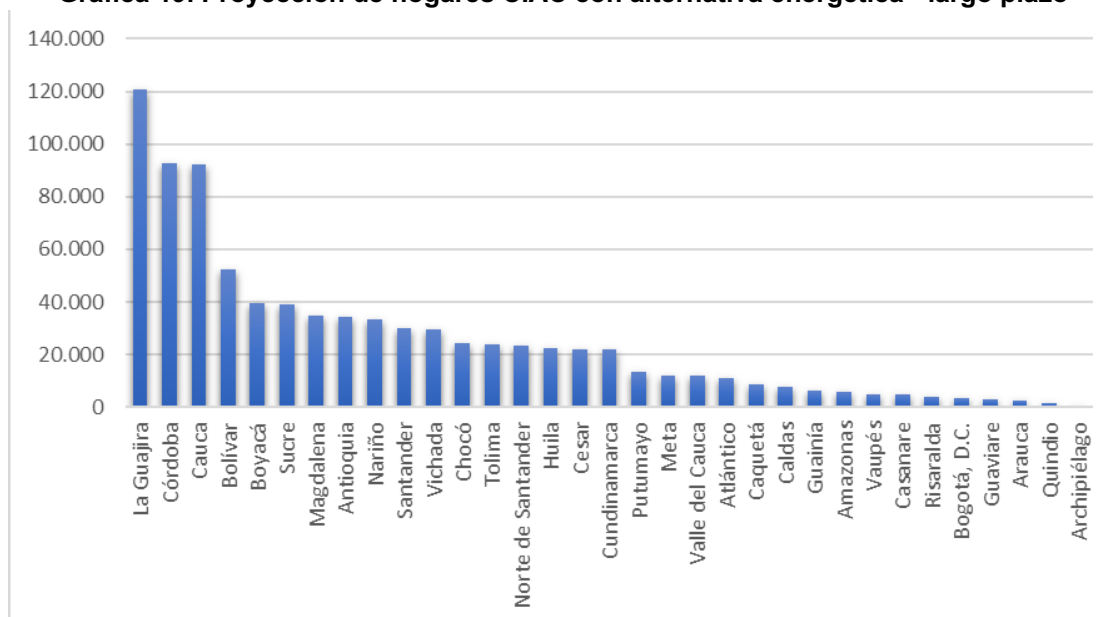
Tabla 6. Proyección 2031- 2050 de las alternativas para sustitución grupos 1 y 2

Horizonte 2027 a 2030	GLP Cilindros	Redes de GLP y GN	Biogás	Energía Eléctrica
% de hogares (sobre un estimado de 836.000)	33,7%	27,1%	12,7%	26,5%

Fuente: UPME, 2023.

Como se puede apreciar, en el largo plazo se espera contar con nuevas alternativas tecnológicas que viabilicen el uso de Biogás y de las estufas eléctricas como sustituto del uso de leña en las zonas más dispersas del país, particularmente en el departamento de La Guajira, donde se espera llegar a un estimado de 120.000 hogares principalmente con soluciones a partir de energía fotovoltaicas. Se destacan también los departamentos de Córdoba y Cauca, donde además del Biogás, se espera llegar con gas combustible para beneficiar a un estimado de 90.000 hogares por departamento. La distribución nacional para el logro de esta meta se presenta en la Gráfica 19.

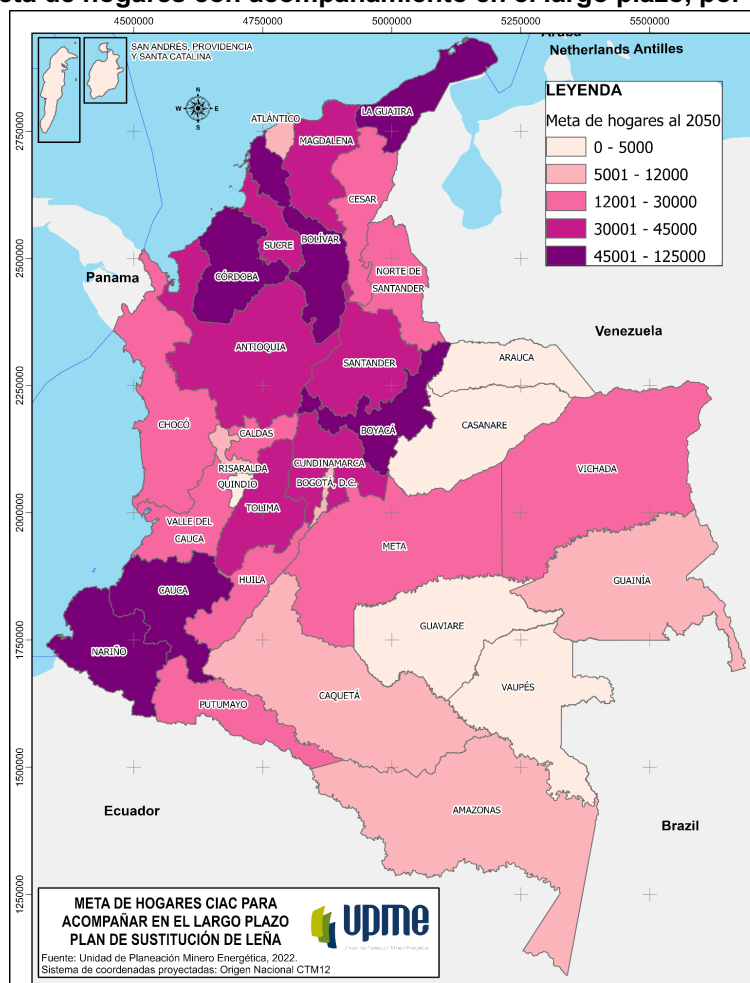
Gráfica 19. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - largo plazo



Fuente: UPME, 2023.

En relación con el acompañamiento por parte del Estado para fomentar la sustitución progresiva del uso de CIAC, se espera que en el horizonte 2031 - 2050 se llegue a un estimado de 962.000 hogares restantes, para así cubrir los cerca de 1'691.000 hogares que de acuerdo con la ECV (DANE 2021) se estima que consumen CIAC, agrupados en las tres categorías definidas en la línea base. La distribución regional del acompañamiento a realizar se presenta en la Figura 19.

Figura 19. Meta de hogares con acompañamiento en el largo plazo, por departamento



Fuente: UPME, 2023.

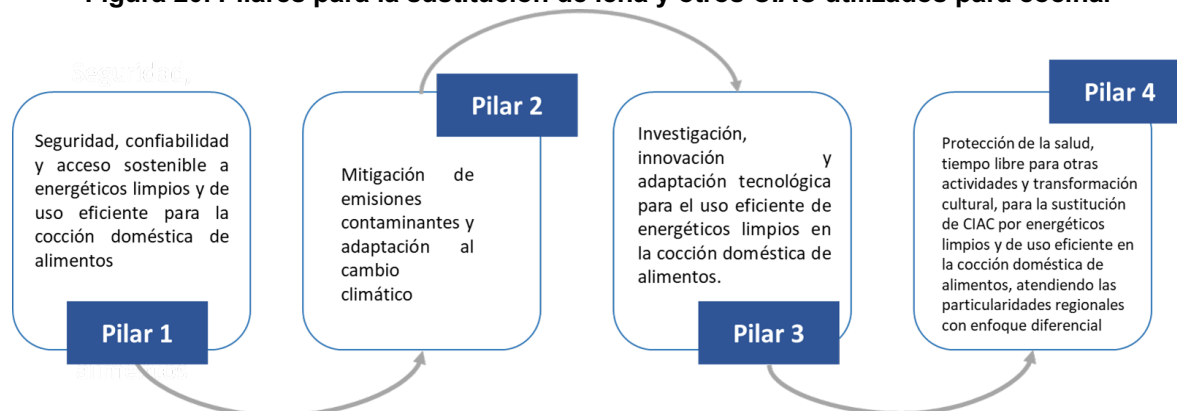
Como se puede observar, en el largo plazo la estrategia de acompañamiento a la sustitución de CIAC deberá concentrarse en departamentos como Nariño, Cauca, Boyacá, Bolívar, Córdoba y La Guajira, donde se espera acompañar a un estimado de entre 45.000 y 125.000 hogares por departamento.

6. ACCIONES ESTRATÉGICAS Y PLAN DE ACCIÓN

El presente capítulo integra los pilares, objetivos y acciones estratégicas que componen el plan de acción para alcanzar la visión propuesta, consistente en que a 2030 Colombia se constituya como referente internacional en la aplicación de una ruta integral para la sustitución del uso de leña y otros CIAC utilizados para cocinar, en beneficio de la calidad de vida de la población nacional, y en que a 2050 todos los hogares del país cuenten con una alternativa energética limpia y eficiente para la cocción de alimentos.

En este propósito, se han definido cuatro pilares que constituyen las áreas estratégicas de acción de la política pública para la sustitución del uso de CIAC para cocinar en el territorio nacional (ver Figura 20), los cuales guardan consonancia con los pilares establecidos en el Plan Energético Nacional 2020 - 2050, elaborado desde la UPME, con posibles vías para alcanzar la transformación energética que habilita el desarrollo económico del país (UPME, 2021).

Figura 20. Pilares para la sustitución de leña y otros CIAC utilizados para cocinar



Fuente: UPME, 2022.

Cada pilar se desagrega en objetivos y acciones estratégicas que fueron el resultado de diversos espacios de construcción colectiva, que tuvieron lugar en varias regiones del país entre los años 2019 y 2022, con la participación de instituciones del orden nacional, regional y local, así como de empresas del sector energético, representantes de la academia y de comunidades locales. Particularmente se retroalimentó una versión consolidada del plan de acción en el taller multi-actor desarrollado en el municipio de Pasto (Nariño), en noviembre de 2022.

A continuación, se presentan los objetivos y acciones estratégicas propuestas para cada pilar; en el Anexo 5 se encuentra una matriz con un mayor detalle.

6.1. Acciones estratégicas Pilar 1

El primer pilar está orientado en el mejoramiento de la cobertura y de las condiciones de acceso a los energéticos limpios para cocinar. Se parte de la necesidad de que cada territorio reconozca sus potencialidades energéticas, como punto de partida para la

selección de alternativas seguras y confiables para sustituir el uso de CIAC en la cocción de alimentos, y a que dicha selección tenga en cuenta, además, el análisis de las condiciones de infraestructura sectorial y de los aspectos socioculturales, económicos, ambientales y de capacidad financiera necesarios para el desarrollo de proyectos, con opciones viables y sostenibles para la sustitución de combustibles considerados altamente contaminantes para cocinar. En la Tabla 7 se presentan los objetivos y acciones estratégicas planteadas para el primer pilar.

Tabla 7. Objetivos y acciones estratégicas del Pilar 1

Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
1.1 Proponer una metodología que permita identificar soluciones más eficientes para la sustitución del uso de CIAC, atendiendo a la visión y las particularidades territoriales.	1.1.1 Formular y validar una metodología para orientar la priorización de alternativas viables de sustitución de CIAC para cocinar, alineada con las soluciones en territorios rurales de nivel municipal. 1.1.2 Implementar una herramienta informática que facilite la priorización de potenciales proyectos orientados a la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar.
1.2 Promover el aprovechamiento de las potencialidades energéticas territoriales para sustitución de CIAC en la cocción doméstica de alimentos.	1.2.1 Caracterización del uso de leña y otros CIAC para cocinar y diagnóstico del potencial energético para su sustitución en regiones priorizadas del país (incluye el abordaje de condicionantes ambientales, sociales, económicos y político institucionales para impulsar el aprovechamiento de combustibles alternativos a los CIAC), así como para identificar barreras en la ampliación de cobertura y en el acceso a energéticos limpios para cocinar. 1.2.2 Diseñar y poner en marcha una estrategia de acompañamiento técnico dirigida a las empresas distribuidoras y/o comercializadoras tanto de gas combustible como de Energía Eléctrica, para promover alternativas de ampliación de cobertura del servicio a los municipios con mayores niveles de uso de CIAC, así como para acompañar la estructuración de proyectos piloto para sustitución de CIAC a nivel municipal.
1.3 Plantear estrategias financieras para el acceso sostenible a combustibles limpios para la cocción doméstica de alimentos.	1.3.1 Identificación de posibles fuentes de financiación para la sustitución de CIAC, que incluyan la ampliación de la cobertura de energéticos limpios, instalaciones internas y estufas en los hogares, así como el fomento del consumo eficiente de energéticos limpios y el financiamiento de otras estrategias ambientales y socioculturales complementarias para impulsar la sustitución de manera sostenible. 1.3.2 Desarrollo de una caja de herramientas orientada a facilitar el acceso a información sobre fuentes de financiamiento, estructuración de proyectos y gestión interinstitucional para la sustitución de CIAC. 1.3.3. Desarrollar la reglamentación requerida y los mecanismos necesarios para la ampliación de los subsidios al GLP por

Pilar 1: Seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios y de uso eficiente para la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
	cilindros, en el marco del artículo 6 de la Ley 2128 de 2021, así como las herramientas establecidas para apoyar la financiación de las conexiones internas a gas combustibles, en el marco del Programa de Sustitución de Leña, Carbón y Residuos por Gas Combustible definido en el artículo 7 de la misma Ley. 1.3.4 Promover y reglamentar fuentes de financiación y aspectos técnicos necesarios para el fomento al aprovechamiento del Biogás como combustible para la sustitución de CIAC para cocinar.

Fuente: UPME, 2023.

6.2. Acciones estratégicas Pilar 2

En alineación con los compromisos nacionales de reducción del 51% de las emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y de alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, en el segundo pilar se plantean acciones estratégicas orientadas a la reducción de la deforestación asociada al uso de la leña para cocinar, a la promoción de la economía circular y a la eficiencia energética, así como a la contabilización de las reducciones de emisiones de CO₂ por combustión derivadas de la sustitución en el uso de la leña y otros combustible altamente contaminantes para cocinar. Los objetivos y metas asociados al segundo pilar se observan en la Tabla 8.

Tabla 8. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 2

Pilar 2: Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático	
Objetivos	Acciones
2.1 Contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, contabilizando la reducción de emisiones resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar.	2.1.1 Fortalecer las herramientas metodológicas, la capacidad técnica y la infraestructura disponible para la medición, reporte y verificación de las reducciones de emisiones y de los beneficios múltiples como resultado de la sustitución del uso de CIAC para cocinar. 2.1.2 Establecer líneas base regionales y seguimientos periódicos a las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes críticos asociados al uso de CIAC para cocinar
2.2. Implementar mecanismos de articulación interinstitucional para desincentivar la degradación del bosque derivada del uso de leña y carbón de leña como combustibles para la cocción de alimentos.	2.2.1 Establecer una ruta de trabajo articulada con las entidades del SINA, buscando incorporar y priorizar la sustitución gradual del uso de leña y carbón de leña en aquellas zonas con amenaza por la degradación antrópica de los bosques naturales.
2.3 Impulsar la economía circular en cuanto a la transformación y aprovechamiento de residuos con potencial energético y su utilización	2.3.1 Acompañar la estructuración de proyectos piloto para el aprovechamiento de Biogás como combustible para cocinar.

Pilar 2: Mitigación de emisiones contaminantes y adaptación al cambio climático	
Objetivos	Acciones
como combustible para la cocción de alimentos.	2.3.2 Acompañar los desarrollos reglamentarios y fomentar los avances tecnológicos requeridos para el aprovechamiento de bioenergía generada en los rellenos sanitarios, plantas de aprovechamiento de aguas residuales, plantas de procesamiento industrial y demás fuentes de residuos con potencial valor energético.

Fuente: UPME, 2023.

6.3. Acciones estratégicas Pilar 3

El tercer pilar está orientado a mejorar la viabilidad técnica y económica de las alternativas energéticas limpias para cocinar en las diferentes regiones del país. En este sentido, se busca contribuir en la producción, transferencia y uso de nuevas tecnologías y conocimiento para promover soluciones tecnológicas innovadoras, particularmente en lo relacionado con el aprovechamiento del Biogás y la Energía Eléctrica de origen fotovoltaico. Estas acciones estratégicas están enfocadas en propiciar rutas para fomentar la investigación, innovación y desarrollo conjunto, que lleven a la implementación de tecnologías viables y sostenibles en las realidades de los territorios. Los objetivos y metas del tercer pilar se observan en la Tabla 9.

Tabla 9. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 3

Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
3.1 Desarrollar estrategias para estimular tanto la producción de energéticos limpios, como el desarrollo de tecnologías eficientes usados para la cocción de alimentos	3.1.1 Fortalecer y articular líneas de investigación orientadas al aprovechamiento sostenible tanto de las potencialidades energéticas de los territorios, como de nuevas posibilidades tecnológicas para el uso eficiente de energéticos limpios para cocinar. 3.1.2 Promover la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento y uso final de energéticos para la sustitución de CIAC.
3.2 Incentivar la innovación del mercado de tecnologías y energéticos para cocinar, por medio de instrumentos financieros y tributarios (innovaciones en relación con el aprovechamiento de combustibles limpios y el uso de artefactos más eficientes para cocinar).	3.2.1 Promoción de alianzas estratégicas público privadas para masificar el uso de nuevas tecnologías en el aprovechamiento y transporte de energéticos limpios. 3.2.2 Incentivar la producción o importación de artefactos para cocinar que hagan uso de energéticos limpios o más eficientes.
3.3 Estructurar un sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC que permita efectuar seguimiento al proceso de sustitución y que brinde información útil para la formulación de proyectos de ampliación de cobertura de combustibles limpios	3.3.1 Diseño y puesta en marcha de un sistema de monitoreo sobre el uso de CIAC en el país. 3.3.2 Desarrollar una estrategia para el acompañamiento en la adopción de nuevas

Pilar 3: Investigación, innovación y adaptación tecnológica para el uso eficiente de energéticos limpios en la cocción doméstica de alimentos.	
Objetivos	Acciones
para cocinar y para el acompañamiento a los usuarios en la adopción de las nuevas tecnologías.	tecnologías dirigidas a los usuarios objeto de la sustitución.

Fuente: UPME, 2023.

6.4. Acciones estratégicas Pilar 4

El cuarto pilar está enfocado en la articulación interinstitucional y en el desencadenamiento de un cambio cultural en cuanto a la percepción que tienen las comunidades rurales sobre las consecuencias derivadas del uso de leña y otros CIAC para cocinar. En este sentido, se propone el desarrollo de acciones estratégicas orientadas a la protección de la salud y a la transformación cultural con enfoque diferencial, de género y étnico, a fin de contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de los hogares en Colombia y en particular de las mujeres y niños, reconociendo la diversidad étnica y cultural de los grupos poblacionales sujetos de programas de sustitución.

En consecuencia, una concepción holística del proceso de sustitución de combustibles de uso ineficiente para cocinar implica contemplar una intervención integral a la política pública desde los diferentes sectores que convergen en las soluciones que demanda la sustitución, focalizada en la población más vulnerable por condiciones de pobreza y bajo principios de coordinación, concurrencia y subsidiaridad. En este sentido, se plantean acciones y alianzas estratégicas con los sectores con competencias y funciones en temas de interés compartido, como eficiencia energética, mitigación del cambio climático, economía circular, protección de la salud, medio ambiente, acceso a vivienda digna y desarrollo rural integral, entre otros. En la Tabla 10 se presentan los objetivos y metas de las acciones estratégicas propuestas con ocasión del cuarto pilar.

Tabla 10. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 4

Pilar 4: Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.	
Objetivos	Acciones
4.1 Articular esfuerzos intersectoriales que favorezcan el acceso sostenible a energéticos de uso eficiente para la cocción de alimentos, por parte de comunidades y grupos considerados más vulnerables (con énfasis en mujeres y niños), reconociendo las particularidades sociales, económicas y culturales propias de cada región del país.	4.1.1 Mapeo de actores institucionales intersectoriales y conformación de una mesa técnica para promover la sustitución del uso de CIAC para cocinar. 4.1.2 Definición de instancia y mecanismos operativos (secretaría de la mesa técnica), formulación del plan operativo de la mesa técnica y puesta en marcha de una ruta de gestión orientada a la articulación interinstitucional para la sustitución de CIAC.

Pilar 4: Protección de la salud, tiempo libre para otras actividades y transformación cultural, para la sustitución de CIAC por energéticos limpios y de uso eficiente en la cocción doméstica de alimentos, atendiendo las particularidades regionales con enfoque diferencial.	
Objetivos	Acciones
	4.1.3 Formular un documento de política pública o un proyecto legislativo orientado a la sustitución del uso de CIAC para la cocción de alimentos.
4.2 Alinear esfuerzos entre los sectores de energía, ambiente y salud para prevenir la incidencia de morbilidad y mortalidad asociada al uso de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos.	4.2.1 Identificar y ejecutar acciones conjuntas desde el quehacer misional de las entidades de los sectores salud, ambiente y minero energético, para promover la sustitución sostenible del uso de CIAC y posicionar su incorporación en los planes de acción de las entidades correspondientes.
4.3 Proponer estrategias bajo un enfoque diferencial, para desencadenar la transformación en las prácticas culturales de la población, respecto a las externalidades negativas que conlleva el uso de CIAC en la cocción doméstica de alimentos y los beneficios al sustituirlos por energéticos limpios y de uso eficiente.	4.3.1 Identificar y ejecutar acciones conjuntas desde el quehacer misional para alinear esfuerzos entre las instituciones de los sectores de energía, educación y cultura, orientados a desencadenar la transformación cultural de la población, respecto a las prácticas del uso eficiente de energéticos para la cocción doméstica de alimentos.

Fuente: UPME, 2023.

6.5. Mapa de actores y aliados estratégicos para la implementación del PNSL

Las entidades que configuran el mapa de actores sectoriales e intersectoriales estratégicos para la implementación integral y efectiva del Plan Nacional de Sustitución de Leña y de otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminante para la cocción doméstica de alimentos, han sido identificadas en relación con los pilares rectores del presente plan.

En este contexto, y teniendo en cuenta que el PNSL representa una propuesta del sector energético colombiano para avanzar en una ruta integral para la sustitución del uso de CIAC para cocinar, en primera instancia se presenta un listado de entidades sectoriales que, dadas sus competencias, estarían encargadas de liderar la implementación de las acciones de política pública aquí propuestas.

En segunda instancia, se presenta un listado de posibles aliados estratégicos, compuesto por entidades de otros sectores, que, en virtud de sus funciones y competencias, se considera factible establecer alianzas estratégicas, para llegar a los hogares CIAC con alternativas de acceso sostenible a energéticos de uso eficiente y seguros para la salud, con enfoque diferencial, de género y étnico.

6.5.1 Actores sectoriales

La aplicación de la ruta integral con los pilares, objetivos y acciones propuestas para la sustitución de los CIAC por combustibles limpios para cocinar, como el GLP, el Gas Natural, la Energía Eléctrica y el Biogás, debe estar liderada desde las instituciones del sector

energético encargadas de la formulación y ejecución de la política pública. En este sentido, se identifican las siguientes instituciones:

- **Ministerio de Minas y Energía - Minenergía:** Como entidad rectora del sector, encargada de orientar el uso y la regulación de los recursos energéticos del país y de garantizar su abastecimiento.
- **Unidad de Planeación Minero Energética - UPME:** Como entidad responsable de la planeación sectorial, formulando en este caso el Plan Nacional de Sustitución de Leña y otros CIAC para cocinar, encargada de administrar la información del sector, apoyar la realización de estudios que soportan la formulación de política sectorial y de evaluar los proyectos candidatos a los fondos de apoyo financiero para los sectores de energía eléctrica y gas combustible.
- **El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas - IPSE:** Como entidad responsable de proveer soluciones efectivas para el suministro de energía de manera sostenible en zonas no interconectadas del país.
- **El Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía - FENOGE:** Encargado de financiar, gestionar y ejecutar planes, programas y proyectos orientados a mejorar la eficiencia energética y el uso de fuentes no convencionales de energía en el país.
- **Gremios y empresas productoras, transportadoras, distribuidoras y comercializadoras de gas combustible en Colombia:** Encargadas del desarrollo de proyectos orientados a la expansión de cobertura y a la prestación del servicio público en los diversos municipios del país. Estas entidades fungirán en el territorio de acuerdo con los compromisos contractuales que se establezcan.
- **Gremios y empresas generadoras, distribuidoras y comercializadoras de energía eléctrica:** Responsables de ejecutar proyectos de expansión de cobertura de energía eléctrica y de la prestación del servicio en los municipios del país. Estas entidades fungirán en el territorio de acuerdo con los compromisos contractuales que se establezcan.

6.5.2 Aliados estratégicos intersectoriales

Los actores intersectoriales identificados como aliados estratégicos para la construcción de sinergias y posibles alianzas institucionales en procura de una implementación integral y efectiva del Plan Nacional de Sustitución de Leña se alinean en el objetivo común de mejorar la calidad de vida de los hogares que consumen leña, bajo los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad. Entre estas entidades se encuentran las relacionadas con los sectores de salud, ambiente, vivienda, agricultura, educación y cultura, las cuales se relacionan a continuación.

- **Departamento Nacional de Planeación - DNP:** Le corresponde liderar la formulación del Plan Nacional de Desarrollo; analiza los subsidios a los servicios

públicos y evalúa los requerimientos de inversión pública con miras a determinar el Presupuesto Nacional. De igual manera, armoniza los planes sectoriales con el Plan Nacional de Desarrollo y lidera, en conjunto con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, el Catastro Multipropósito.

- **Ministerio de Salud - Minsalud:** Siendo el mejoramiento en las condiciones de salud de las familias afectadas por el consumo de leña, el pilar y eje de la estrategia para la sustitución de leña a largo plazo, es fundamental la participación del Minsalud en las etapas siguientes del programa, en temas de prevención de los impactos del consumo de leña en la salud de las familias, en particular de las mujeres y los niños.
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente:** Como entidad responsable de administrar los recursos naturales a lo largo del territorio nacional, liderar la lucha contra la deforestación e impulsar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones y de carbono neutralidad del país. El Minambiente resulta un aliado estratégico para incentivar el aprovechamiento de la biomasa y la producción de Biogás, así como para el recambio de fogones de leña por estufas ecoeficientes, en cumplimiento de las metas establecidas por la Ley 2169 de 2021.
- **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM:** Como aliado estratégico para el monitoreo y seguimiento al uso de leña para cocinar y para la medición de los beneficios ambientales derivados de su sustitución.
- **Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Minvivienda:** Como responsable de liderar los programas de vivienda rural, en las cuales se deben incorporar elementos de diseño orientados al uso eficiente de la energía; además como responsable de incorporar elementos de economía circular y aprovechamiento energético de los residuos sólidos municipales y de las aguas servidas.
- **Ministerio de Agricultura - Minagricultura:** Como responsable de la ejecución de acciones orientadas al aprovechamiento del Biogás derivado de la biomasa residual de los procesos agroindustriales, en cumplimiento de la Ley 2169 de 2021.
- **Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA:** La sustitución del uso de CIAC para cocinar debe acompañarse de un ejercicio educativo y formativo para el diseño e instalación de soluciones energéticas en temas como Estufas Eficientes, Biogás y Energías Renovables, orientadas a atender las necesidades de cocción de alimentos y calefacción de las viviendas.
- **Ministerio de Educación - Mineducación:** Aliado estratégico para promover cambios culturales respecto del uso eficiente de la energía desde la formación escolar.
- **Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación - Minciencias:** Encargado de formular política pública para la generación de conocimiento, innovación, la apropiación social y la competitividad, así como de potenciar las capacidades territoriales para la investigación e innovación.

- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC:** Como autoridad catastral nacional que regula la gestión catastral y responsable de acompañar integralmente el desarrollo de la política pública de Catastro Multipropósito.
- **Agencia de Renovación del Territorio - ART:** Como entidad responsable de coordinar la intervención de entidades nacionales y territoriales en zonas rurales más afectadas por el conflicto y priorizadas por el Gobierno Nacional, a través de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial.
- **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MinTic:** Su participación se considera clave para la transformación cultural y tecnológica que conlleva la implementación del PNSL.
- **Autoridades Ambientales Regionales:** En cumplimiento de sus funciones de administración de los recursos naturales en territorio, controlar la deforestación, promover la descontaminación ambiental y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Alcaldías, Gobernaciones y Federaciones de Departamentos y de Municipios:** Las entidades territoriales son las responsables de la gestión de recursos y de la estructuración de proyectos de ampliación de cobertura energética en sus territorios.

7. COSTOS ESTIMADOS DE LA SUSTITUCIÓN DE CIAC

En esta sección se presenta una estimación de las inversiones requeridas para dotar con una alternativa energética limpia para cocinar para 1'377.000 hogares que, de acuerdo con la ECV (Dane 2021), cocinan con leña u otros CIAC y que carecen de acceso al gas combustible en el país.

De acuerdo con los análisis presentados en los capítulos anteriores, se han considerado cuatro tipos de energéticos, que con sus modalidades tecnológicas constituyen diez alternativas diferentes para la sustitución de CIAC, así:

- Gas Licuado de Petróleo (GLP), distribuido a través de cilindros o mediante redes locales.
- Gas Natural (GN) en sus diversas modalidades, redes convencionales de Gas Natural, Gas Natural Licuado (GNL) y Gas Natural Comprimido (GNC).
- Biogás, mediante soluciones individuales
- Energía Eléctrica (EE), la cual puede ser provista desde el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y consumida como energético para cocinar utilizando estufas eléctricas convencionales o estufas de inducción; la Energía Eléctrica provista mediante soluciones individuales fotovoltaicas, así como la Energía Eléctrica provista a través de microrredes locales.

La Tabla 11, resume la distribución de alternativas energéticas para la sustitución de CIAC en cada uno de los horizontes contemplados por el presente plan.

Tabla 11. Proyección de alternativas de sustitución (miles de hogares)

Alternativa de Sustitución	Horizonte 2023 - 2026	Horizonte 2027 - 2030	Horizonte 2031 - 2050	Agregado 2023 - 2050
GLP cilindros	120,8	119,4	282,2	522,4
Redes de GLP y GN	9,0	217,5	226,6	453,2
Biogás	11,9	17,9	105,8	135,6
Energía Eléctrica	17,6	26,3	221,8	265,7
Totales	159,3	381,1	836,4	1.376,9

Fuente: Cálculos UPME 2023

Para estimar la inversión requerida en la sustitución progresiva de CIAC, se han considerado tres componentes principales, a saber: en primer lugar, los costos asociados a un kit doméstico y a las conexiones internas requeridas para la cocción de alimentos, los cuales se consideran como los costos directos asociados a la implementación del PNSL; en segundo lugar, los costos de infraestructura de abastecimiento del energético utilizado para la sustitución; y por último, los costos asociados a los subsidios para el consumo del energético; estos dos últimos componentes se consideran costos indirectos del PNSL, en la medida en que su financiación debe armonizarse con las proyecciones tanto de ampliación de cobertura energética como de ampliación de subsidios al consumo previstos en otros instrumentos de planeación sectorial.

7.1 Inversión en kits domésticos para cocinar con energías limpias

Este componente se refiere a los elementos básicos requeridos al interior de las viviendas para hacer posible el uso del gas combustible o de la energía eléctrica con fines de cocción doméstica. Los ítems considerados en cada kit están mencionados en la Tabla 12.

Tabla 12. Componentes y costos unitarios del kit de sustitución

Alternativa de sustitución	Componentes del Kit de sustitución	Costo del Kit
GLP por cilindro	Estufa de hasta cuatro puestos, conector, regulador y carga inicial de cilindro de 33 libras.	\$ 456.000
GLP y Gas Natural por redes	Estufa de hasta 4 puestos, conector, medidor de gas, instalación de red interna	\$ 1'700.000
Biogás	Estufa de 2 puestos, conector, compresor y costos de instalación (no incluye biodigestor)	\$ 900.000
Energía eléctrica - Estufa Convencional	Estufa eléctrica convencional de 2 puestos	\$ 180.000

Energía Eléctrica- Estufa de Inducción	Estufa eléctrica de inducción de 2 puestos; batería básica de ollas de inducción	\$ 1'700.000
--	--	--------------

Fuente: UPME, a partir de sondeo de mercado 2023.

A partir de los costos unitarios señalados, se estima que la inversión necesaria para los cerca de 159.000 kits requeridos durante el horizonte 2023-2026 ascendería aproximadamente a \$87.016 millones de pesos; en este mismo sentido para el horizonte 2027-2030 sería necesaria una inversión cercana a los \$449.081 millones para adquirir alrededor de 381.000 kits; finalmente, para el horizonte 2031-2050 sería necesario invertir aproximadamente \$655.711 millones para contar con los cerca de 836.000 kits restantes.

En la Tabla 13 se muestra el detalle de la inversión requerida por cada alternativa de sustitución.

Tabla 13. Inversión proyectada en kits de sustitución (\$ millones)

Kit de sustitución	Horizonte 2023 - 2026	Horizonte 2027 - 2030	Horizonte 2031 - 2050	Agregado 2023 - 2050
Kit GLP cilindros	\$ 55.102	\$ 54.429	\$ 128.691	\$ 238.222
Kit GLP y GN por redes	\$ 15.366	\$ 369.831	\$ 385.197	\$ 770.394
Kit Biogás (no incluye biodigestor)	\$ 10.720	\$ 16.079	\$ 95.228	\$ 122.027
Kit Energía Eléctrica	\$ 5.828	\$ 8.742	\$ 46.595	\$ 61.166
Totales	\$ 87.016	\$ 449.081	\$ 655.711	\$ 1.191.808

Fuente: Cálculos UPME 2023.

En términos agregados, la inversión prevista para la adquisición de los cerca de 1'377.000 kits para cocción doméstica con energías limpias tendría un valor aproximado de \$1,19 billones de pesos durante el periodo 2023 a 2050.

7.2 Inversión en infraestructura de abastecimiento de energéticos para sustitución de CIAC

Esta inversión corresponde a costos indirectos del plan, asociados a la ampliación de la infraestructura necesaria para abastecer del energético limpio requerido para sustituir el uso de CIAC en la cocción de alimentos, fundamentalmente en las zonas rurales del territorio nacional. Se contemplan inversiones sectoriales en aspectos como ampliación o construcción de redes de abastecimiento de gas combustible, construcción de biodigestores, ampliación de las redes eléctricas conectadas al SIN, construcción de micro redes locales, así como soluciones individuales fotovoltaicas (ver Tabla 14). Los recursos necesarios para financiar la infraestructura de abastecimiento energético para sustitución de CIAC deben estar inmersos en los planes de ampliación de cobertura de energía eléctrica y de gas combustible, por lo que no deben considerarse como costos directos derivados de la implementación del PNSL.

Tabla 14. Componentes de infraestructura de abastecimiento de energéticos

Energético	Infraestructura requerida	Costo aproximado por usuario (\$ miles)
Redes de GLP ²⁰	Planta de almacenamiento y sistemas de distribución	\$ 1.782
Redes de GN ²¹	Redes de abastecimiento y distribución	\$ 2.500
Biogás ²²	Biodigestor (capacidad aprox. 1.4 m ³ / día)	\$ 5.700
Energía eléctrica - Conexión al SIN ²³	Ampliación de cobertura eléctrica conectada al SIN	\$ 12.000
Energía Eléctrica- Micro Redes ²⁴	Sistemas de generación y distribución en zonas no interconectadas	\$ 16.600
Energía Eléctrica - Soluciones individuales fotovoltaicas ²⁵	Sistema de generación eléctrica fotovoltaica con capacidad mínima de 1800 W	\$ 35.000

Fuente: A partir de fuentes citadas

A partir de los costos unitarios señalados, se estima que la inversión en infraestructura necesaria para abastecer de los energéticos sustitutos a cerca de 159.000 usuarios durante el horizonte comprendido entre los años 2023 a 2026 es de aproximadamente \$423.550 millones de pesos; en este mismo sentido para el horizonte 2027-2030 sería necesaria una inversión cercana a los \$1'120.116 millones para abastecer con el energético sustituto a cerca de 381.000 hogares adicionales; finalmente, para el horizonte 2031-2050 sería necesario invertir aproximadamente \$5'503.447 millones para abastecer a los cerca de 836.000 hogares restantes. En la Tabla 15, se muestra el detalle de la inversión requerida por cada alternativa de sustitución.

Tabla 15. Costos estimados de infraestructura de abastecimiento de energéticos para sustitución de CIAC (\$millones)

Infraestructura de abastecimiento	Horizonte 2023 - 2026	Horizonte 2027 - 2030	Horizonte 2031 - 2050	Agregado 2023 - 2050
Redes de GLP y GN	\$ 21.450	\$ 516.967	\$ 538.558	\$ 1.076.975
Biogás (Biodigestores)	\$ 67.891	\$ 101.836	\$ 603.109	\$ 772.836
Infraestructura de Energía Eléctrica	\$ 334.209	\$ 501.313	\$ 4.361.781	\$ 5.197.302
Totales	\$ 423.550	\$ 1.120.116	\$ 5.503.447	\$ 7.047.113

Fuente: Cálculos UPME 2023.

²⁰ Contrato UPME /VALJER C - 108 de 2022, Tomo II, pág. 42; se estima a partir de promedios considerando costos de inversión y rangos de número de usuarios con información proveniente de 51 proyectos de redes de GLP y 28 proyectos de gas natural conectados por gasoductos, los cuales fueron formulados durante el periodo 2020 a 2022. Se tomó como referencia el valor correspondiente a proyectos que benefician a un rango comprendido entre 1.000 y 4.000 usuarios.

²¹ Ibid; para el caso de Gas Natural Comprimido y Gas Natural Licuado se consideró el mismo valor promedio por usuario tomado de los proyectos de abastecimiento de Gas Natural por redes tradicionales.

²² Contrato UPME /UTADEO C-111 de 2022. Se toma como referencia un biodigestor con dimensión de aproximadamente 6 metros cúbicos, produciendo 1,4 metros cúbicos de biogás por día.

²³ Se toma como referencia el promedio nacional del costo de conexión por usuario conectado al Sistema Interconectado Nacional señalado en el Plan Indicativo de Expansión de Cobertura Eléctrica-PIEC, elaborado por la UPME para el periodo 2019 a 2023

²⁴ Se toma como referencia el promedio nacional del costo de conexión por usuario a micro redes locales señalado en el PIEC 2019 a 2023, elaborado por la UPME.

²⁵ Contrato UPME /UTADEO C-111 de 2022. Se toma como referencia el costo estimado para soluciones individuales fotovoltaicas, asumiendo una potencia estimada en 1800 W.

En términos agregados, para abastecer a los cerca de 1'377.000 hogares CIAC durante el periodo 2023 a 2050, se requieren inversiones en infraestructura energética cercana a los \$7,047 billones de pesos, las cuales deberán integrarse y/o alinearse con los planes de expansión de cobertura de cada energético considerado.

7.3 Estimación de costos de posibles subsidios al consumo de energéticos limpios para la cocción doméstica

En esta sección se presentan unas estimaciones de tipo indicativo sobre el costo de los posibles subsidios al consumo de gas combustible o Energía Eléctrica que serían otorgados a los hogares que utilicen tales energéticos como sustitutos de la leña u otros CIAC para cocinar.

Para proceder a dichas estimaciones se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos y consideraciones:

- En relación con el GLP distribuido por cilindro, se consideraron los parámetros de aplicación del programa piloto de subsidios al GLP definidos por el Minenergía mediante las resoluciones 40720 de 2016 y 40873 de 2019, según las cuales el monto máximo a subsidiar por usuario será un porcentaje del costo del consumo básico o de subsistencia definido por la UPME que no podrá superar el 50% para el estrato 1 y el 40% para el estrato 2. Como consumo de subsistencia se tuvo en cuenta una cantidad de 14,6 kilogramos mes (Resolución UPME 129 de 2007 y Resolución Minenergía 40720 de 2016); el precio base considerado corresponde al precio promedio anual del mercado registrado en 2022, que de acuerdo con lo registrado en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios - SUI, correspondió a \$3.743 por kilogramo de GLP.²⁶
- En relación con el gas combustible distribuido por redes, se consideraron los parámetros de la normativa vigente en términos de porcentajes del consumo básico a subsidiar (50% para el estrato 2 y 60% para el estrato 1), así como el consumo básico de subsistencia definido para el GLP por redes en 7,26 metros cúbicos al mes (Resolución UPME 129 de 2007), como para el Gas Natural distribuido por redes establecido en 20 metros cúbicos al mes (Resolución 057 de 1996 y Resolución 124 de 1996, expedidas por la CREG); como precio base para el cálculo del subsidio se tomó el precio de mercado promedio anual para el año 2022, el cual, de acuerdo con los registros del SUI, correspondió a \$9.043 por metro cúbico de GLP y a \$1.974 por metro cúbico de Gas Natural.²⁷
- Para el caso de la Energía Eléctrica, se consideraron los mismos parámetros tenidos en cuenta en el PIEC 2019 - 2023 elaborado por la UPME en el año 2022, esto es un porcentaje de subsidio equivalente al 60% del costo de los energéticos para el estrato 1 y hasta del 50% para el estrato 2 y un consumo básico de subsistencia de hasta 173 kWh mes. Como precio base para el cálculo del subsidio se consideraron los mismos valores de las proyecciones incluidas en el PIEC, es decir \$700 por kWh

²⁶ Fecha de consulta en el SUI: mayo 15 de 2023

²⁷ Fecha de consulta en el SUI: mayo 15 de 2023

para usuarios conectados al Sistema Interconectado Nacional, \$2.123 para usuarios conectados a través de soluciones de micro redes locales y \$3.671 para usuarios de soluciones individuales fotovoltaicas.

- Para el caso del Biogás no se consideraron subsidios al consumo.

Teniendo como base las anteriores consideraciones se presentan los siguientes escenarios para el cálculo del costo asociado a los posibles subsidios al consumo de los energéticos a utilizar para sustitución de leña u otros CIAC para cocinar.

7.3.1 Escenario 1

Este escenario considera un posible otorgamiento de los subsidios tanto al consumo de Gas Combustible como de Energía Eléctrica durante el periodo 2023 a 2050, que corresponde al horizonte de largo plazo de este plan, asumiendo los precios de mercado señalados anteriormente como base para los cálculos de los subsidios de los energéticos mencionados. La Tabla 16 presenta el resultado de las estimaciones del posible costo de tales subsidios.

Tabla 16. Costos anuales estimados de posibles subsidios al consumo energético - Escenario 1 (\$millones)

Energético Sustituto	Año 2026	Año 2030	Año 2050
GLP cilindros	\$ 39.621	\$ 78.758	\$ 171.293
Redes GLP y Gas Natural	\$ 2.765	\$ 69.117	\$ 138.195
Energía Eléctrica	\$ 46.603	\$ 116.507	\$ 740.568
Total Agregado	\$ 88.989	\$ 264.382	\$ 1.050.056

Fuente: Cálculos UPME 2023.

Como se aprecia en la tabla anterior, para el 2026, el valor anual de dichos subsidios sería de aproximadamente \$88.989 millones de pesos, de los cuales el 44,5% estaría orientado al consumo de GLP por cilindros, 3,1% al consumo de gas combustible distribuido por redes y 52,4% al consumo de Energía Eléctrica. Para el 2030, el valor anual de dichos subsidios sería de aproximadamente \$264.382 millones de pesos, de los cuales el 29,8% estaría orientado al consumo de GLP por cilindros, 26,1% al consumo de gas combustible distribuido por redes y 44,1 al consumo de Energía Eléctrica. Finalmente, para el año 2050 el valor de dichos subsidios sería de aproximadamente \$1'050.056, de los cuales el 16,3% estaría orientado al consumo de GLP por cilindros, 13,2% al consumo de gas combustible distribuido por redes y 70,5% al consumo de Energía Eléctrica.

7.3.2 Escenario 2

En este escenario se considera que el otorgamiento de los subsidios se realizaría hasta el año 2030, es decir hasta el horizonte de mediano plazo contemplado por este plan, asumiendo los mismos precios de mercado del Escenario 1. Por lo anterior los valores anuales requeridos para financiar los posibles subsidios al consumo energético para sustituir leña y otros CIAC serían los mismos que en el escenario anterior para los años 2026 y 2030; este escenario no contemplaría subsidios para el año 2050.

7.3.3 Escenario 3

Al igual que en el Escenario 2, se considera el otorgamiento de los subsidios hasta el año 2030, pero para el caso del GLP distribuido por cilindro, se toma como precio base para el cálculo del subsidio el promedio de los valores vigentes para el kilogramo de GLP distribuido por cilindros durante al año 2022 para los seis departamentos beneficiados con el Programa Piloto de Subsidios al consumo de GLP por cilindros coordinado desde el Minenergía, esto es los departamentos de Nariño, Cauca, Putumayo, Caquetá, Amazonas y Archipiélago de San Andrés y Providencia; dicho promedio fue de \$2.814 por kilogramo de GLP. La Tabla 17 presenta el resultado de las estimaciones del costo de los subsidios para este escenario.

Tabla 17. Costos anuales estimados de posibles subsidios al consumo energético - Escenario 3 (\$millones)

Energético Sustituto	Año 2026	Año 2030
GLP cilindros	\$ 29.791	\$ 59.217
Redes GLP y Gas Natural	\$ 2.765	\$ 69.117
Energía Eléctrica	\$ 46.603	\$ 116.507
Total Agregado	\$ 79.159	\$ 244.842

Fuente: Cálculos UPME 2023.

Como se aprecia en la Tabla 17, para el 2026, el valor anual de dichos subsidios sería de aproximadamente \$79.159 millones de pesos, de los cuales el 37,6% estaría orientado al consumo de GLP por cilindros, 3,5% al consumo de gas combustible distribuido por redes y 58,9% al consumo de Energía Eléctrica. Para el 2030, el valor anual de dichos subsidios sería de aproximadamente \$244.842 millones de pesos, de los cuales el 24,2% estaría orientado al consumo de GLP por cilindros, 28,2% al consumo de gas combustible distribuido por redes y 47,6% al consumo de Energía Eléctrica; este escenario no contemplaría subsidios para el año 2050.

Considerando los horizontes previstos para la implementación del presente plan, a continuación, se presentan los costos agregados de los subsidios al consumo energético para cada escenario.

Tabla 18. Estimación de escenarios sobre posibles subsidios al consumo energético- (\$millones)

Escenario	Horizonte 2023-2026	Horizonte 2027 - 2030	Horizonte 2031-2050	Agregado 2023-2050
Escenario 1	\$ 136.534	\$ 794.440	\$ 13.537.222	\$ 14.468.196
Escenario 2	\$ 136.534	\$ 794.440	\$ -	\$ 930.974
Escenario 3	\$ 114.908	\$ 730.843	\$ -	\$ 845.751

Fuente: Cálculos UPME 2023.

Tal como se aprecia en la Tabla 18, para el escenario 1 el costo de los subsidios ascendería a un valor total agregado para el periodo 2023 a 2050 de \$14,47 billones de pesos, de los cuales el 0,9% corresponde al valor agregado de los años 2023 a 2026, mientras que el 5,5% corresponde al periodo 2027 a 2030 y el 93,6% corresponde al costo agregado de tales subsidios para el periodo 2031 a 2050.

En este mismo sentido, para el escenario 2 el costo de los subsidios ascendería a un valor total agregado para el periodo 2023 a 2050 de \$930,97 miles de millones de pesos, de los cuales el 14,7% corresponde al valor agregado de los años 2023 a 2026, mientras que el 85,3% corresponde al periodo 2027 a 2030; este escenario no contemplaría subsidios para el periodo 2031 a 2050.

Finalmente, para el Escenario 3 el costo de los subsidios ascendería a un valor total agregado para el periodo 2023 a 2050 de \$845,75 miles de millones de pesos, de los cuales el 13,6% corresponde al valor agregado de los años 2023 a 2026, mientras que el 86,4% corresponde al periodo 2027 a 2030; este escenario tampoco contemplaría subsidios para el periodo 2031 a 2050.

7.4 Agregación de costos de los componentes requeridos para la sustitución del uso de leña y otros CIAC para cocinar

Tal como se mencionó anteriormente, para alcanzar la meta principal del presente plan, consistente en dotar con una alternativa energética limpia para cocinar a los cerca de 1'377.000 hogares que cocinan con leña y otros CIAC en el país (ECV, DANE 2021), y que no cuentan con acceso a gas combustible, se requieren inversiones en tres frentes principales, como son en primer lugar los kits domésticos y conexiones internas, en segundo lugar la infraestructura de abastecimiento de los energéticos sustitutos y en tercer lugar la financiación de los subsidios requeridos para favorecer la sustitución gradual y permanente por energéticos considerados limpios, como son el GLP, el Gas Natural, el Biogás y la Energía Eléctrica. La siguiente tabla resume los costos agregados de estos tres componentes para los tres horizontes previstos en la implementación del presente plan.

Tabla 19. Costos agregados de los componentes asociados a la sustitución de CIAC (\$millones)

Costos directos e indirectos del PNSL	Horizonte 2023 a 2026	Horizonte 2027 a 2030	Horizonte 2031 a 2050	Totales 2023 a 2050
Costos de Kits de Sustitución (costo directo)	\$ 87.016	\$ 449.081	\$ 655.711	\$ 1.191.808
Costos de Infraestructura (costo indirecto)	\$ 423.550	\$ 1.120.116	\$ 5.503.447	\$ 7.047.113
Costo de los Subsidios (costo indirecto) Escenario 1	\$ 136.534	\$ 794.440	\$ 13.537.222	\$ 14.468.196
Costo de los Subsidios (costo indirecto) Escenario 2	\$ 136.534	\$ 794.440	\$ -	\$ 930.974
Costo de los Subsidios (costo indirecto) Escenario 3	\$ 114.908	\$ 730.843	\$ -	\$ 845.751
Costos Agregados por Escenarios del PNSL (\$millones)				
Costo total del PNSL bajo Escenario 1	\$ 647.100	\$ 2.363.637	\$ 19.696.380	\$ 22.707.117
Costo total del PNSL bajo Escenario 2	\$ 647.100	\$ 2.363.637	\$ 6.159.158	\$ 9.169.895
Costo total del PNSL bajo Escenario 3	\$ 625.474	\$ 2.300.041	\$ 6.159.158	\$ 9.084.672

Fuente: Cálculos UPME 2023.

Vale anotar que los recursos necesarios tanto para financiar la infraestructura de abastecimiento energético para sustitución de CIAC, como para cobijar con los esquemas de subsidios a nuevos usuarios deben estar inmersos en los planes de ampliación de cobertura de Energía Eléctrica y de gas combustible, por lo que en este sentido se deben buscar los mecanismos de armonización de las inversiones sectoriales orientadas a tales propósitos.

En este sentido, como costos directos asociados a la implementación del PNSL deben considerarse solo los kits de sustitución y la financiación de las conexiones internas en los hogares, para lo cual se van a requerir esfuerzos financieros importantes en el actual periodo de gobierno con una inversión promedio anual cercana a los \$21.754 millones de pesos para el periodo 2023 a 2026, y de manera especial en el siguiente periodo de gobierno, es decir durante el periodo 2027 a 2030, con inversiones anuales promedio cercanas a los \$112.270 millones; para el periodo 2031 a 2050 las inversiones anuales en los kits de sustitución serían en promedio de \$32.786 millones de pesos. Para garantizar el flujo de inversiones requeridas resulta fundamental, entre otros aspectos, fortalecer las fuentes de recursos establecidas para el Programa Nacional de Sustitución de Leña, definido en el artículo 7 de la Ley 2128 de 2021 y modificado por el artículo 232 de la Ley 2294 de 2023²⁸, cuya ejecución está a cargo del Ministerio de Minas y Energía.

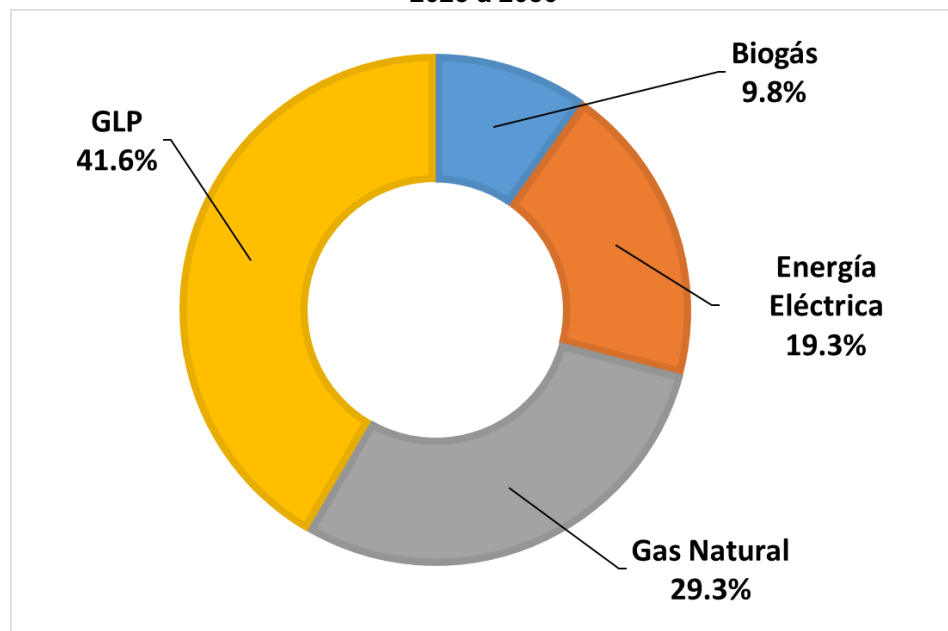
²⁸ Por la cual se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”.

8. PRINCIPALES IMPACTOS ESPERADOS

Este capítulo describe algunos de los principales impactos que se aspira alcanzar en términos energéticos y sobre el bienestar de los hogares rurales con la implementación del PNSL. Tal como se manifestó en el Capítulo 5 de este documento, se visualiza que al año 2050 todos los hogares rurales del país cuentan con una alternativa para sustituir la utilización de CIAC en la cocción doméstica de sus alimentos, lo cual implica alcanzar la meta de dotar con una opción energética limpia para cocinar a los aproximadamente 1'377.000 hogares que, de acuerdo con la ECV (DANE 2021), se estima que tienen la leña u otro CIAC como única fuente energética para cocinar. Dicha meta se alcanzaría de manera progresiva, llegando al 11,6% de los hogares mencionados al año 2026, al 39,3% en el año 2030 y al 100% en el año 2050.

Los análisis indicativos de viabilidad realizados con información secundaria de nivel departamental, evidencian que, bajo las condiciones actuales, resulta apropiado proyectar entre los años 2023 y 2050 la sustitución con GLP por cilindros en cerca del 37,9%, con redes de GN y GLP en cerca del 32,9%, con Energía Eléctrica en aproximadamente el 19,3% y con Biogás en cerca del 9,8% de los aproximadamente 1'377.000 hogares que actualmente solo cuentan con leña u otro energético altamente contaminante para cocinar, tal como se muestra en la Gráfica 20.

Gráfica 20. Porcentaje de hogares a beneficiar con la sustitución por energético, periodo 2023 a 2050

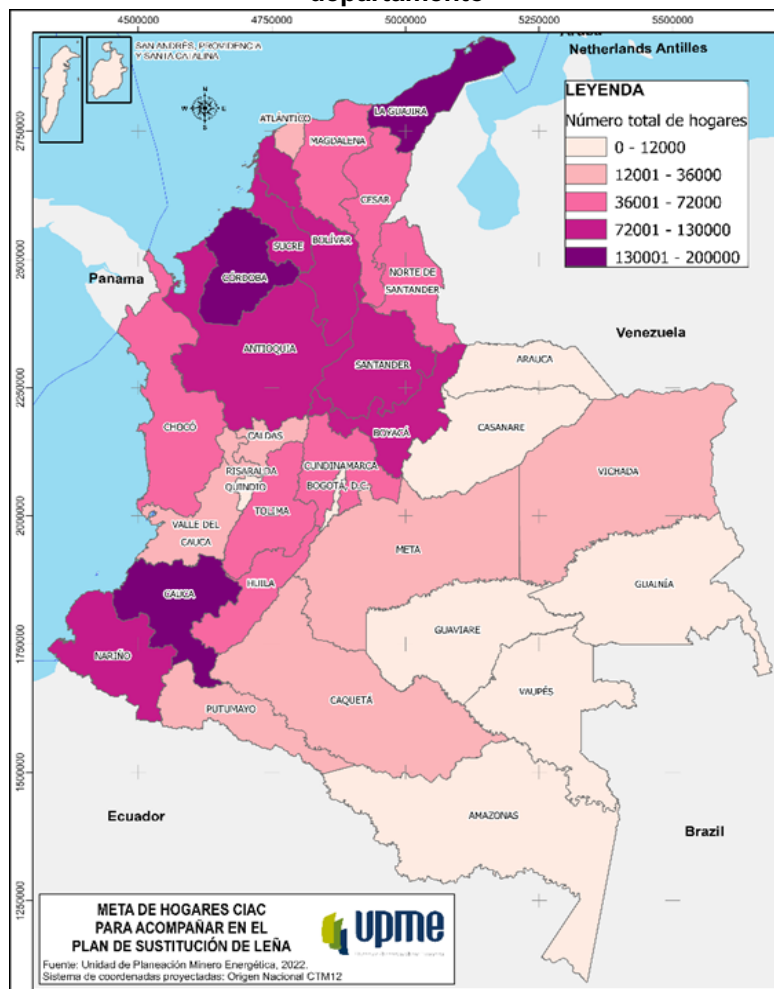


Fuente: UPME, 2023.

De manera paralela, se espera que con la ejecución del plan de acción propuesto en el Capítulo 6 de este documento, se logre llegar a los cerca de 1'691.000 hogares que actualmente utilizan leña u otros CIAC como energético para cocinar (ECV, DANE 2021), y que se localizan en todo el territorio nacional. El acompañamiento se realizaría de manera focalizada en aquellas zonas del país en las cuales se registra mayor intensidad en el uso

de combustibles ineficientes (ver Figura 21), de manera progresiva en la medida que vayan contando con la alternativa energéticamente limpia para cocinar.

Figura 21. Acompañamiento para los hogares que sustituyan el uso de CIAC, por departamento



Fuente: UPME, 2023.

Se espera que en el año 2026 se logre acompañar en el proceso de sustitución al 13% de los hogares CIAC, al 2030 alcanzar el 40% y al año 2050 lograr el 100%. A continuación, se describen algunos impactos esperados del proceso de sustitución de leña y otros CIAC en la cocción doméstica de alimentos.

8.1 Consumos anuales de combustibles requeridos para la sustitución

De acuerdo con lo señalado en las secciones anteriores, los combustibles limpios por los cuales se proyecta sustituir el uso de la leña y otros energéticos de uso ineficiente para cocinar son el Gas Licuado de Petróleo (GLP), el Gas Natural (GN), el Biogás y la Energía Eléctrica (EE).

En la Tabla 20, se presentan las proyecciones de consumo de dichos combustibles sustitutos, en sus diversas modalidades de acuerdo con la infraestructura de distribución.

Tabla 20. Consumos anuales proyectados de combustibles para la sustitución de CIAC

Energético sustituto	Año 2026	Año 2030	Año 2050
GLP Cilindro - Miles de toneladas/año	21	42	92
GLP por redes- Miles de m ³ /año	91	2.177	4.335
GN - Miles de m ³ /año	1.920	48.384	96.818
Biogás - Miles de m ³ /año	6.003	15.007	68.335
Energía Eléctrica - MWh/año	51.611	129.028	791.798

Fuente: Cálculos UPME, 2023.

Para el caso del GLP distribuido por cilindros, se tomó como referencia el consumo de subsistencia definido en 14,6 kilogramos mes,²⁹ multiplicado por el número de hogares que de manera progresiva se prevé sustituyan el uso de leña por GLP en cilindros. Para el caso del GLP distribuido por redes, se utilizó como referencia el consumo de subsistencia definido en 7,26 metros cúbicos al mes,³⁰ multiplicado por los hogares proyectados a conectar anualmente mediante redes locales de GLP. Según los resultados obtenidos, para el año 2026 se espera un consumo asociado a la sustitución de CIAC de aproximadamente 21 miles de toneladas de GLP por cilindro y 91 miles de metros cúbicos de GLP distribuido por redes; para el año 2030 se espera que dichos consumos anuales asciendan a 42 miles de toneladas de GLP por cilindros y 2.177 miles de metros cúbicos de GLP distribuido por redes; y para el año 2050 se estima un consumo de GLP asociado a la sustitución de CIAC cercano a los 92 miles de toneladas de GLP por cilindros al año y 4.335 miles de metros cúbicos de GLP anuales distribuido por redes.

En lo concerniente al GN, se partió de un consumo de subsistencia de 20 metros cúbicos al mes,³¹ y se multiplicó por el número de hogares proyectados a conectar anualmente mediante las diferentes modalidades, es decir redes convencionales de Gas Natural, redes de Gas Natural Licuado (GNL) y redes de Gas Natural Comprimido (GNC). Los resultados obtenidos muestran que para el año 2026 se proyecta un consumo asociado a la sustitución de CIAC cercano a 1.920 miles de metros cúbicos de Gas Natural; para el año 2030 se estima que dicho consumo llegue a 48.384 miles de metros cúbicos; y para el año 2050 se espera un consumo de 96.818 miles de metros cúbicos de Gas Natural demandado anualmente por los hogares que se prevé sustituyan CIAC con este combustible.

Para el Biogás se tomó como referencia un biodigestor tipo, con capacidad de generar 42 metros cúbicos de Biogás al mes,³² multiplicado por el número de hogares al año que se proyecta sustituyan progresivamente el uso de CIAC por este tipo de combustible. Las estimaciones realizadas permiten proyectar un consumo de Biogás cercano a los 6.003 miles de metros cúbicos para el año 2026, ascendiendo hasta 15.007 miles de metros cúbicos anuales para 2030 y 68.335 miles de metros cúbicos para el año 2050.

²⁹ Resolución UPME 129 de 2007 y Resolución Minenergía 40720 de 2016.

³⁰ Ibid

³¹ Resoluciones CREG 057 y 124 de 1996

³² Contrato de consultoría UPME - UTADCO 109 de 2022.

En Energía Eléctrica, se estimó el consumo esperado considerando las diferentes alternativas tecnológicas sugeridas por este plan, a saber, estufa convencional eléctrica con un consumo mensual de 250 kWh y estufa de inducción con un consumo mensual de 200 kWh,³³ multiplicando a su vez por el número de hogares que se proyecta conectar a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN), por medio de micro redes o soluciones fotovoltaicas. Las estufas de inducción solo se consideraron viables para los hogares a conectar al SIN dados sus requerimientos de potencia eléctrica. Así mismo, vale anotar que los consumos estimados para las estufas eléctricas resultan superiores a los consumos de subsistencia definidos mediante Resolución UPME 355 del 2004. Las estimaciones efectuadas permiten proyectar un consumo de Energía Eléctrica asociada a la sustitución de CIAC para cocinar cercano a 51.611 MWh para el año 2026, llegando a 129.028 MWh para el año 2030 y a 791.798 MWh al año 2050.

8.2. Proyecciones de consumo energético por sustitución de CIAC

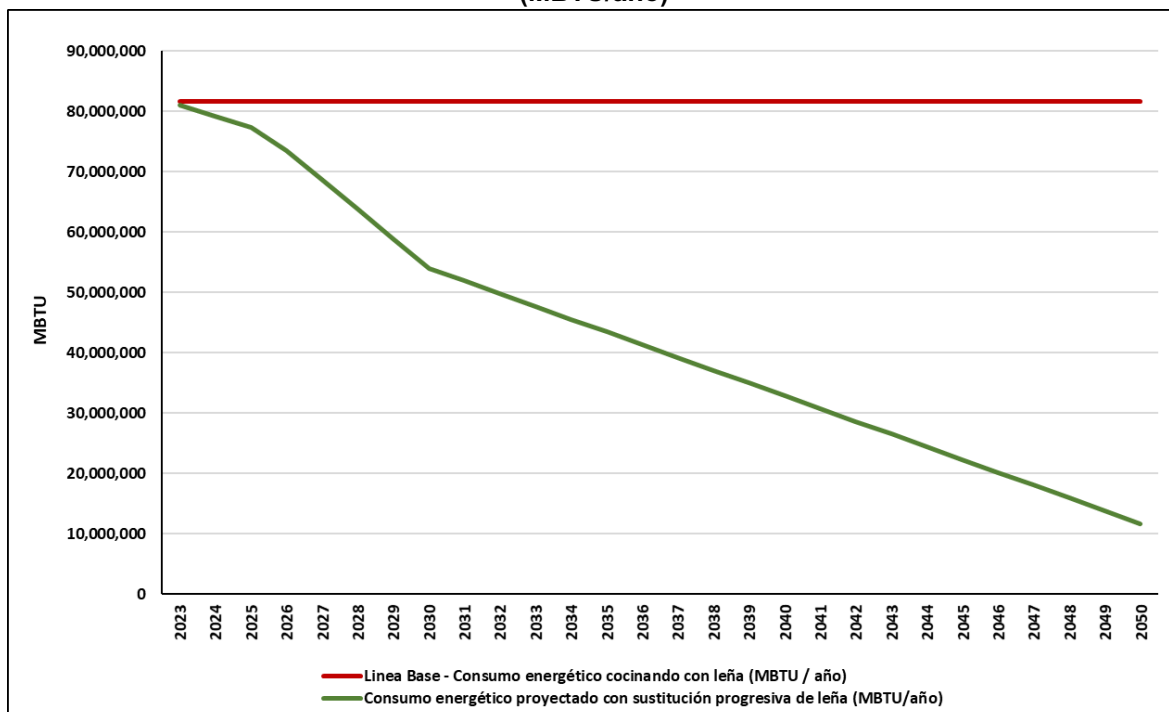
Para la realización de las proyecciones de consumo energético, se consideraron los datos provenientes de la Encuesta de Calidad de Vida realizada por el DANE en el año 2019, la cual incluyó un capítulo especial asociado al uso de energéticos en el hogar, en el marco del Convenio Interadministrativo 005 de 2019 suscrito con la UPME. A partir de dicha información se determinó el consumo promedio diario de leña por hogar a nivel departamental, correspondiente a los centros poblados y zonas rurales dispersas del país, lo cual a su vez permitió establecer un promedio nacional de consumo diario por hogar de 8,81 kilogramos de leña. Tomando como referente dicho consumo y utilizando las equivalencias de poder calorífico incluidas en el Balance Energético Colombiano (UPME 2022), se estimó el consumo energético agregado correspondiente a la línea base por el uso de leña para cocinar, el cual asciende aproximadamente a 81'677.000 MBTU al año.

Con el proceso de sustitución progresiva en el uso de leña, se espera que el consumo energético para cocinar de dichos hogares sea de aproximadamente 73'517.000 MBTU en el año 2026 (reducción del 10% en el consumo energético), de 54'007.000 MBTU al año 2030 (reducción del 33,9% en el consumo energético) y de 11'691.000 en el año 2050 (reducción del 85,7% en el consumo energético respecto de la línea base). (Ver Gráfica 21).

En términos agregados, se esperaría que durante todo el periodo 2023 a 2050 se registre una reducción cercana a los 1.094,8 TBTU, equivalente al 52,1% del consumo energético frente a un escenario sin sustitución en el uso de leña y otros CIAC para cocinar.

³³ Ibid

Gráfica 21. Comportamiento del consumo energético de línea base y sustitutos CIAC (MBTU/año)



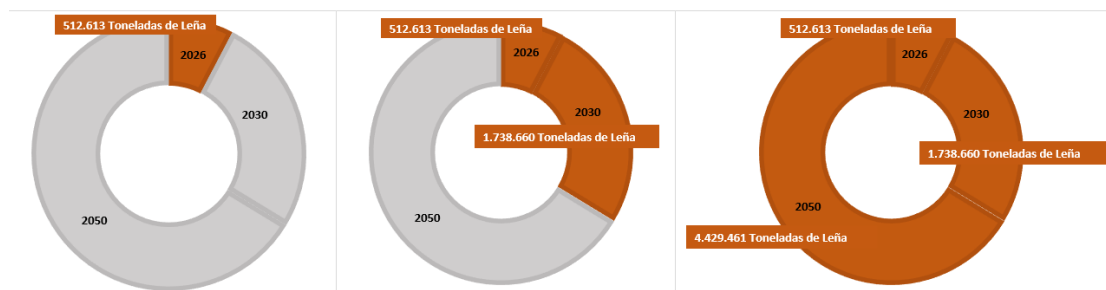
Fuente: Cálculos UPME, 2023.

8.3. Reducción en el uso de leña para la cocción en los hogares

A partir de la información proveniente del consumo de leña diario calculado con los datos de la Encuesta de Calidad Vida del año 2019 para cada departamento del país y tomando como referencia el número de hogares que consumen leña para cocinar por departamento según la ECV del año 2021, se estima que en Colombia se consumen alrededor de 5'072.000 toneladas de leña.

Con la implementación del PNSL, para el año 2026 se espera reducir el consumo nacional de leña para la cocción doméstica de alimentos hasta en 513.000 toneladas al año, lo cual representaría una reducción cercana al 10,1% del consumo anual; para el año 2030 se proyecta reducir el consumo hasta en 1'739.000 toneladas, equivalentes al 34,3% anual; finalmente para el año 2050, se espera reducir hasta en 4'429.000 toneladas anuales, representando una disminución de hasta un 87,3% del total de leña consumida al año para cocinar.

Gráfica 22. Reducción esperada del uso de leña para cocinar (Ton/año)



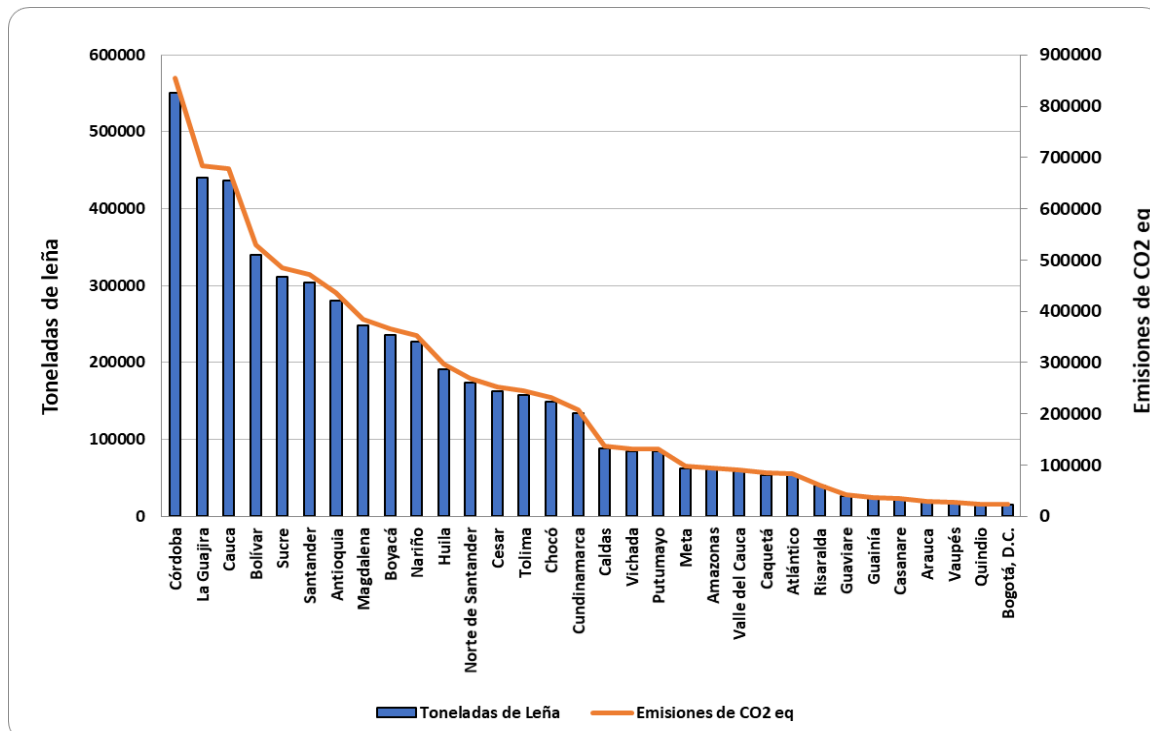
Fuente: Cálculos UPME, 2022.

En términos agregados, para el periodo comprendido entre los años 2023 al 2050, se espera una reducción total respecto de la línea base proyectada de consumo de leña cercana a los 69'121.000 toneladas, lo que representa una reducción del 48,67% en el consumo proyectado sin sustitución del uso de leña para cocción doméstica. Vale anotar que, tal como se mencionó en el capítulo 5 de este documento, existe un grupo de hogares que aun contando con la infraestructura que les permite cocinar con Energía Eléctrica o Gas Natural o Gas Licuado de Petróleo, aún continúan utilizando leña u otros CIAC para cocinar, por lo que la estrategia a seguir para desincentivar el uso de combustibles de uso ineficiente para cocinar debe estar orientada al desarrollo de acciones complementarias de transformación cultural o del mejoramiento de la capacidad de pago para hacer efectiva la sustitución.

8.4. Comportamiento de las emisiones asociadas a la sustitución de leña por energéticos limpios

Con el fin de estimar las emisiones asociadas a los procesos de combustión de leña, se tomaron los consumos establecidos en el anterior capítulo para los centros poblados y rural disperso; esta identificación y los análisis posteriores tienen en cuenta que las emisiones de CO₂ cuantificadas por combustión de leña son de carácter indicativo, y una vez se establezcan los procesos de implementación del PNSL se deberá articular con las instituciones pertinentes las estimaciones necesarias para ser involucradas en los compromisos relacionados con reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero. Para el total estimado de leña consumida (5'072.000 toneladas/año), se establece como línea base aproximadamente 7'878.000 toneladas de CO₂ eq. por combustión, asociadas a la cocción doméstica con leña, distribuidas departamentalmente como se aprecia en la Gráfica 23.

Gráfica 23. Comportamiento de las emisiones de CO₂ eq. asociadas al consumo de leña para el año 2021 en la zona rural de Colombia



Fuente: Cálculos UPME; ECV (DANE)³⁴.

La sustitución gradual en el uso de leña para cocinar traería consigo un cambio en las emisiones por combustión estimadas para los hogares CIAC, que en el año 2026 pasarían a ser de 7'021.000 toneladas de CO₂ eq., con una reducción del 10,9%; para el año 2030 llegarían a 5'036.000 toneladas de CO₂ eq., con una reducción del 36,1%; y para el año 2050 equivaldrían a 626.000 toneladas de CO₂ eq., reduciéndose en cerca del 92,1% respecto de la línea base antes mencionada. (Ver Gráfica 24).

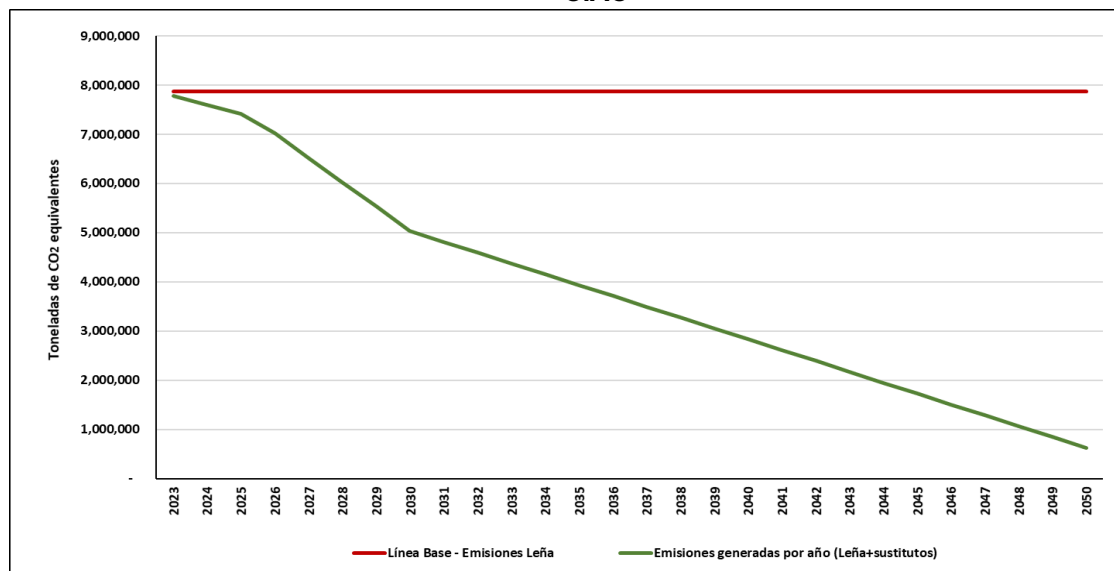
En términos agregados, con la sustitución progresiva en el uso de leña y otros CIAC para cocinar, se espera una reducción acumulada de aproximadamente 113,2 millones de toneladas de CO₂ eq. por combustión para el periodo comprendido entre los años 2023 y 2050, lo cual corresponde a una reducción cercana al 51,3% de las emisiones proyectadas en el escenario de línea base para todo el periodo mencionado.

³⁴ Se excluye San Andrés, departamento para el que sólo se tiene desagregación para su cabecera.

Fuente. Uso de energéticos en el hogar, Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2019. Convenio DANE-UPME.
https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/Infome_uso_energeticos_005_2019.zip

Cálculos elaborados por la Subdirección de Hidrocarburos. UPME

Gráfica 24. Comparativo de las emisiones de CO₂ eq. de línea base vs sustitución gradual de CIAC



Fuente: Cálculos UPME, 2022.

8.5. Ahorros en tiempos de recolección de leña

Tal como se describe en el Tomo II de este plan, en promedio los hogares rurales que utilizan leña para cocinar destinan 14 horas mensuales a su recolección, tiempo que representa un costo de oportunidad en términos de dedicación a otras actividades productivas, de ocio o de cuidado del hogar. En cifras agregadas se estima que con la sustitución del uso de leña para cocinar, de manera progresiva los hogares podrían liberar hasta 26.769 miles de horas/año al 2026, cerca de 90.725 miles de horas/año a 2030 y hasta 231.312 miles de horas/año a 2050.

En términos agregados se estima que para el periodo comprendido entre 2023 y 2050 por la sustitución progresiva en el uso de la leña para cocinar se podrían liberar hasta un total de 3.609 millones de horas que tradicionalmente los hogares destinarían a la recolección de la leña y que, como consecuencia de la sustitución de este combustible para cocinar, podrían ser aprovechadas en otras actividades productivas o de disfrute.

8.6. Valoración económica de los beneficios por sustitución de CIAC para cocinar

La sustitución en el uso de leña y otros CIAC para cocinar se traduce, entre otros, en los impactos señalados en los puntos anteriores, los cuales a su vez se reflejan en la reducción de las externalidades negativas que representan para la población el uso ineficiente y altamente contaminante de combustibles para cocinar. La reducción de dicho tipo de externalidades se puede cuantificar desde el punto de vista económico, sobre lo cual a continuación se presentan unas estimaciones indicativas y se pueden ver en la Tabla 21.

Con la sustitución progresiva de energéticos limpios para cocinar se estima que para el año 2026 se dejarán de consumir en Colombia cerca de 513.000 toneladas anuales de leña, las

cuales serían reemplazadas por energéticos sustitutos más eficientes, generando consigo una reducción por combustión de hasta 857.000 toneladas equivalentes de CO₂. Dicha reducción valorada económicamente a partir del costo por tonelada equivalente de CO₂ fijado para Colombia en \$23.394,6³⁵, equivale a un valor anual de alrededor de \$20.058 millones de pesos. Para el año 2030, se estima reducir el consumo de leña en 1'738.000 toneladas anuales y una disminución de las emisiones por combustión como consecuencia de la sustitución cercana las 2'843.000 toneladas equivalentes de CO₂, que económicamente se valoran en \$66.501 millones de pesos. Al año 2050 se estima que la reducción en el uso de leña sea de aproximadamente 4'429.000 toneladas/año, una reducción de emisiones por combustión de 7'253.000 toneladas equivalentes CO₂, valoradas en cerca de \$169.671 millones de pesos. Ver anexo 4 para mayor detalle.

En términos de liberación del tiempo, como se mencionó anteriormente, bajo un escenario optimista, se estima que con la sustitución del uso de leña para cocinar en Colombia los hogares dispongan de 14 horas mensuales para actividades productivas, lo que equivale a un costo/oportunidad cercano a los \$82.000 pesos mensuales por hogar; haciendo un análisis de posibilidades de uso productivo del tiempo, esto implicaría un costo/oportunidad representado en un ingreso máximo aproximado de \$157.270 millones para el año 2026, \$533.423 millones al año 2030 y de hasta \$1'358.963 millones para el año 2050³⁶.

Finalmente, el uso de leña para cocción está asociada al incremento de la morbilidad de la población, especialmente por infecciones agudas en el tracto respiratorio como también al desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas, en particular con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en menores de 5 años y en mujeres adultas mayores de 30 años. También se asocia a la incidencia en Enfermedad Obstructiva Pulmonar Crónica (EPOC) en mujeres mayores de 30 años.

En este contexto, se estima que anualmente se enferman alrededor de 341.000 niños menores de 5 años y cerca de 453.000 mujeres adultas mayores de 30 años por el uso de leña en Colombia. La sustitución progresiva en el uso de leña en interiores para cocinar, conlleva a una reducción en los costos de atención médica por morbilidad asociadas a esta actividad, los cuales se han estimado en cerca de \$21.610 millones de pesos para el año 2026, \$73.296 millones para el año 2030 y \$186.731 millones para el año 2050. (Ver Anexo 4 para mayor detalle).

³⁵ \$23.394,6 \$COP/tonelada de CO₂ Impuesto al carbono Colombia (Leyes 1819 de 2016 y 2277 de 2022) Resolución 000012 de 2023 DIAN.

³⁶ Para este cálculo se asume que el tiempo dedicado a la recolección de leña representa un costo de oportunidad para los hogares, el cual puede ser utilizado hasta en un 100% en el desarrollo de otras actividades productivas remuneradas tomando como referencia el valor del jornal en zonas rurales del país de aproximadamente \$47.000 por día - año 2023.

Tabla 21. Beneficios económicos anuales estimados por la sustitución de leña y otros CIAC

Beneficio económico por la sustitución de CIAC	Año 2026 (Millones de pesos anuales)	Año 2030 (Millones de pesos anuales)	Año 2050 (Millones de pesos anuales)
Reducción de emisiones equivalentes de CO ₂ por sustitución de quema de leña	\$20.058	\$66.501	\$169.671
Ahorro en tiempos de recolección de leña	\$157.270	\$533.423	\$1'358.963
Potencial ahorro en costos de morbilidad asociada a la cocción con leña	\$21.610	\$73.296	\$186.731
Total anual	\$198.939	\$673.220	\$1'715.366

Fuente: UPME, 2023.

De acuerdo con las cifras mencionadas en los párrafos anteriores, se estima que la sustitución en el uso de leña y otros combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes para la cocción doméstica de alimentos, podría representar un beneficio aproximado de \$198.939 millones de pesos para el año 2026, de \$673.220 millones de pesos para el año 2030 y de \$1'715.366 millones de pesos/año para el 2050. Estos beneficios estarían representados en aspectos asociados a la reducción de emisiones contaminantes, al ahorro en tiempos de recolección de leña y a potenciales ahorros en costos asociados a la morbilidad derivada del uso de leña y otros CIAC para cocinar.

Las cifras presentadas representan un argumento que permite impulsar la puesta en marcha de las acciones estratégicas presentadas en este plan, puesto que los impactos de su implementación beneficiarán directamente a la población menos favorecida localizada principalmente en las zonas rurales del país, tal como se evidencia en el diagnóstico con enfoque territorial contenido en el Tomo II del plan.

CONCLUSIONES

- Los análisis efectuados a partir de la encuesta de calidad de vida (DANE, 2021) permiten estimar que alrededor del 10% de los hogares del país usan leña u otro CIAC para cocinar alimentos, lo cual corresponde a cerca de 1,6 millones de hogares, de los cuales el 92% se ubican en zonas rurales. Aproximadamente 1,4 millones de hogares cuentan únicamente con un CIAC para cocinar. Los departamentos en donde se registra el mayor consumo de estos combustibles para cocinar son Córdoba, Cauca, Nariño y La Guajira. Así mismo, los departamentos que registran un mayor porcentaje de hogares que cocinan con estos combustibles son Vaupés, Guainía, Vichada, la Guajira y Amazonas.
- El uso de CIAC para cocinar alimentos en los hogares colombianos se asocia principalmente a condiciones de pobreza multidimensional, especialmente en la zonas rurales, a bajos niveles de cobertura para el acceso a gas combustible, a prácticas culturales y a la disparidad entre los costos privados percibidos por los hogares en relación con el valor de la leña y el costo social que representan las externalidades derivadas del uso de CIAC, especialmente con respecto al deterioro de la salud, tiempo invertido en la recolección de leña y degradación ambiental.
- Las alternativas energéticas viables para la sustitución de CIAC en Colombia son el gas natural, el Gas Licuado de Petróleo, la Energía Eléctrica, el Biogás. De acuerdo con los análisis de viabilidad técnica efectuados, para 1,38 millones de hogares que no cuentan con combustible alternativo a los CIAC, las redes de Gas Natural y de GLP representan una alternativa proyectada para el 32,9% de los hogares, el GLP en cilindros para el 37,9%, la Energía Eléctrica para el 19,3% y el Biogás para el 9,8%. Las estufas ecoeficientes son una alternativa de transición, factible para cerca de 315.000 hogares, localizados en las zonas más dispersas del país.
- Para que la sustitución de CIAC en los hogares sea exitosa, resulta indispensable realizar un esfuerzo para el acompañamiento y educación durante el proceso por parte del Estado y el sector privado. En este sentido, se requiere de un ejercicio de coordinación interinstitucional que integre esfuerzos desde los sectores educación, salud, trabajo, ambiente, agropecuario y minero energético, así como desde diferentes niveles de gobierno (nacional, departamental y municipal). Igualmente, los gremios empresariales juegan un papel relevante, dado que son dinamizadores positivos para la sustitución del uso de CIAC.
- La investigación y desarrollo es clave para la transferencia y promoción de soluciones tecnológicas innovadoras, viables técnica y económicamente para cocinar en los hogares, según las distintas realidades de los territorios, particularmente en lo relacionado con el aprovechamiento del Biogás y la Energía Eléctrica como alternativa para la cocción doméstica.
- La meta principal del PNSL consiste en llegar con una alternativa energética limpia para cocinar a los cerca de 1,38 millones de hogares que cocinan con leña u otro CIAC como

única opción para cocinar; dicha meta se alcanzaría de manera progresiva, llegando al 11,6% de los hogares mencionados al año 2026, al 39,3% en el año 2030 y al 100% en el año 2050.

- Según los resultados obtenidos, para el año 2026 se espera que los hogares que sustituyan el uso de CIAC por GLP consuman aproximadamente 21 miles de toneladas de GLP por cilindro y 91 miles de metros cúbicos de GLP distribuido por redes; para el año 2030 se espera que dichos consumos anuales asciendan a 42 miles de toneladas de GLP por cilindro y 2.177 miles de metros cúbicos de GLP distribuido por redes respectivamente; y para el año 2050 se estima un consumo de GLP asociado a la sustitución de CIAC cercano a los 92 miles de toneladas de GLP por cilindros al año y 4.335 miles de metros cúbicos de GLP anuales distribuido por redes.
- Para el caso de los hogares que sustituyan con Gas Natural, para el año 2026 se proyecta un consumo cercano a 1.920 miles de metros cúbicos de este energético; para el año 2030 se estima que dicho consumo llegue a 48.384 miles de metros cúbicos; y para el año 2050 se espera un consumo de 96.818 miles de metros cúbicos.
- Por otro lado, en cuanto a la sustitución con Biogás, las estimaciones realizadas permiten proyectar un consumo cercano a los 6.003 miles de metros cúbicos para el año 2026, ascendiendo hasta 15.007 miles de metros cúbicos anuales para el año 2030 y cerca de 68.335 miles de metros cúbicos para el año 2050.
- En cuanto a la sustitución con Energía Eléctrica, las estimaciones efectuadas permiten proyectar un consumo cercano a 51.611 MWh al año 2026, llegando a 129.028 MWh para el año 2030 y a 791.798 MWh para el año 2050.
- Con el proceso de sustitución progresiva en el uso de leña, se espera que el consumo energético para cocinar de dichos hogares sea de aproximadamente 73'517.000 MBTU en el año 2026 (reducción del 10% en el consumo energético), de 54'007.000 MBTU al año 2030 (reducción del 33,9% en el consumo energético) y de 11'691.000 MBTU en el año 2050 (reducción del 85,7% en el consumo energético respecto de la línea base).
- De esta manera, se espera avanzar en el procesos de sustitución progresivamente en tres horizontes de tiempo; en primera instancia, con la implementación del PNSL se beneficiarían cerca de 159.000 hogares durante el horizonte 2023 a 2026, para lo cual se requieren inversiones directas en los denominados kits de sustitución y conexiones domésticas, que tendrían un costo aproximado de \$87.016 millones de pesos; para el horizonte 2027 a 2030 se espera llegar con los mencionados kits a cerca de 381.000 hogares adicionales, con un costo aproximado de \$449.081 millones de pesos; y finalmente para el horizonte 2031 a 2050 se esperaría llegar a 836.000 hogares, con un costo estimado en \$655.711 millones de pesos.
- Adicionalmente, para hacer posible la sustitución del uso de leña y otros CIAC se requiere articular inversiones previstas en otros instrumentos de planeación sectorial orientadas a la ampliación de la infraestructura de abastecimiento energético, las cuales tendrían un costo agregado aproximado de \$423.550 millones de pesos entre los años

2023 a 2026, de \$1'120.116 millones de pesos entre los años 2027 a 2030 y de \$5'503.447 millones de pesos en el horizonte 2031 a 2050.

- En relación con los subsidios requeridos para fomentar la sustitución de CIAC con otros combustibles, se estimaron tres escenarios de acuerdo con el periodo de tiempo en el cual se otorgarían tales subsidios. El primer escenario, que contempla los subsidios al consumo de Gas Combustible y Energía Eléctrica para el periodo 2023 a 2050, asumiendo los precios de mercado promedio del año 2022 tanto para Gas Combustible como para Energía Eléctrica, tendría un costo de \$136.534 millones en el horizonte 2023 a 2026; para el horizonte 2027 a 2030 el costo ascendería a cerca de \$794.440 millones; y para el horizonte 2031 a 2050 el costo aproximado de los subsidios sería de \$13'537.222 millones de pesos. El segundo escenario contempla la entrega del subsidio solo hasta el año 2030, con los mismos precios de mercado de los energéticos contemplados en el escenario 1 y por lo tanto los mismos costos totales de los subsidios calculados para los horizontes 2023 a 2026 y 2027 a 2030. El tercer escenario considera el otorgamiento de los subsidios hasta el año 2030, tomando como base para el cálculo del subsidio al GLP por cilindro el promedio de los valores vigentes durante el año 2022 para el programa piloto de subsidios al consumo GLP por cilindros a cargo del Minenergía, con lo que el costo de tales subsidios ascendería a un valor agregado cercano a los \$114.908 millones entre los años 2023 a 2026 y \$730.843 millones para los años 2027 a 2030.
- Con la implementación del PNSL, para el año 2026 se espera reducir el consumo nacional de leña para la cocción doméstica de alimentos hasta en 513.000 toneladas al año, lo cual representaría una reducción cercana al 10,1% del consumo anual; para el año 2030 se proyecta reducir el consumo hasta en 1'738.000 toneladas, equivalentes al 34,3% anual; finalmente para el año 2050, se espera reducir hasta en 4'429.000 toneladas anuales, representando una disminución de hasta un 87,3% del total de leña consumida al año para cocinar. Para el periodo comprendido entre los años 2023 al 2050, se espera una reducción total respecto de la línea base proyectada de consumo de leña cercana a los 69,12 millones de toneladas, lo que representa una reducción del 48,67% en el consumo proyectado sin sustitución del uso de leña para cocción doméstica.
- La sustitución gradual en el uso de leña para cocinar traería consigo un cambio en las emisiones producto de la combustión estimadas para los hogares CIAC, que en el año 2026 pasarían a ser de 7.021 miles de toneladas de CO₂ eq., con una reducción del 10,9%, lo cual valorado económicamente representaría un beneficio anual cercano a los \$20.058 millones de pesos; para el año 2030 las emisiones llegarían a 5.036 miles de toneladas de CO₂ eq., con una reducción del 36,1%, con beneficios anuales calculados en \$66.501 millones de pesos; y para el año 2050 las emisiones serían de aproximadamente 626 mil toneladas de CO₂ eq., reduciéndose en cerca del 92,1% respecto de la línea base antes mencionada, representando un beneficio anual estimado en \$169.671 millones de pesos. En términos agregados, se espera una reducción acumulada de aproximadamente 113,2 millones de toneladas de CO₂ eq. para el periodo comprendido entre los años 2023 y 2050, lo cual corresponde a una

reducción cercana al 51,3% de las emisiones de combustión proyectadas en el escenario de línea base para todo el periodo mencionado.

- Se estima que, con la sustitución del uso de leña para cocinar, de manera progresiva los hogares podrían liberar hasta 26.769 miles de horas/año al 2026, cerca de 90.725 miles de horas/año a 2030 y hasta 231.312 miles de horas/año a 2050. En términos agregados, para el periodo comprendido entre 2023 y 2050 se podrían liberar hasta un total de 3.609 millones de horas que tradicionalmente los hogares han destinado a la recolección de la leña y que podrían ser aprovechadas en otras actividades productivas o de disfrute. La liberación de tiempo de los hogares CIAC implicaría un costo/oportunidad representado en un ingreso máximo aproximado de \$157.270 millones para el año 2026, \$533.423 millones al año 2030 y de hasta \$1'358.963 millones para el año 2050.
- La sustitución progresiva en el uso de leña intramural, conlleva a una reducción en los costos de atención médica por morbilidad asociadas a esta actividad, los cuales se han estimado en cerca de \$21.610 millones de pesos para el año 2026, \$73.296 millones para el año 2030 y \$186.731 millones para el año 2050.
- Con la implementación del Plan Nacional de Sustitución de Leña se espera disminuir las externalidades asociadas al consumo ineficiente de energéticos altamente contaminantes, con lo cual se valoran beneficios potenciales cercanos a los \$198.939 millones de pesos para el 2026, \$673.220 millones de pesos para el año 2030 y cerca de \$1'715.366 millones de pesos para el año 2050. Estos beneficios estarían representados en aspectos asociados a la reducción de emisiones contaminantes, al ahorro en tiempos de recolección de leña y potenciales costos asociados a la morbilidad derivada del uso de leña y otros CIAC para cocinar.

RECOMENDACIONES

Tal como se ilustra en el resumen ejecutivo y los tres tomos que hacen parte integral del presente documento, la sustitución en el uso de leña y otros CIAC representa un pilar fundamental en la búsqueda de un proceso de transición energética al cual aspira el país. En este sentido, en el Capítulo 6 de este documento se han planteado una serie de pilares, objetivos y acciones estratégicas organizadas en un plan de acción que recoge los diversos frentes de trabajo en los que se requiere de un esfuerzo coordinado, tanto de las instituciones que hacen parte del sector minero energético, como de otros sectores económicos, dada la complejidad y la problemática que el uso de leña y otros CIAC para cocinar conlleva en términos de contaminación y degradación ambiental, salud pública, equidad de género, desarrollo económico y eficiencia energética.

De manera complementaria al plan de acción mencionado, a continuación, se presentan algunas recomendaciones generales orientadas a fortalecer la viabilidad en la implementación del PNSL.

- El PNSL fue elaborado con información secundaria proveniente de la Encuesta de Calidad de Vida del DANE. No obstante, dicha información se construye a partir de una extrapolación a escala departamental con las limitaciones propias tanto de cobertura, exhaustividad y detalle de los datos presentados. Al respecto, resulta necesario fortalecer el levantamiento de información específica requerida para monitorear el uso de leña y otros CIAC para cocinar, así como desarrollar nuevos instrumentos orientados a identificar alternativas de sustitución y formular proyectos a escala municipal, especialmente orientadas a las zonas rurales.
- Tal como se ha evidenciado especialmente en el Tomo II de este documento, el uso de CIAC para cocinar conlleva implicaciones de diverso orden con particularidades sociales, culturales, ambientales, políticas y económicas que dependen de cada región del país. De igual modo, resulta clave que los esfuerzos de sustitución se realicen aplicando los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad que deben regir la actuación de los diferentes niveles de gobierno que conforman el Estado colombiano. Es por ello que resulta clave generar conciencia sobre la importancia de atender la problemática asociada a la cocción con leña entre los actores de cada uno de los niveles de gobierno, así como fortalecerlos técnicamente y acompañar el proceso de sustitución de manera diferenciada en cada una de las regiones que conforman el territorio nacional.
- Los análisis efectuados como insumo para la formulación de este plan, evidencian la necesidad de fortalecer la investigación e innovación tecnológica a partir de las potencialidades de cada uno de las regiones del país. De esta manera, es recomendable que las alternativas que se contemplen para sustituir el uso de leña y otros CIAC para cocinar respondan a las oportunidades tanto energéticas como productivas presentes en cada territorio, para lo cual es necesario un trabajo conjunto entre la academia, el Estado y los gremios económicos allí presentes.

- Para garantizar el impulso al Biogás como una alternativa factible para sustituir el uso de CIAC para cocinar, resulta necesario fortalecer el marco técnico y regulatorio, así como consolidar los mecanismos financieros indispensables para garantizar el aprovechamiento responsable y la masificación del uso de este energético a lo largo del territorio nacional. Por lo cual, es aconsejable el impulso por parte del Estado en el corto y mediano plazo al desarrollo de proyectos piloto que constituyan futuros referentes para ser replicados considerando las potencialidades de aprovechamiento de residuos presentes en cada región.
- Un tema importante que se debe abordar en el corto plazo es el relacionado con los subsidios al consumo de GLP por cilindros. En este sentido, resulta necesario contar con recursos financieros para considerar la ampliación de la cobertura actual de dichos subsidios, privilegiando a los hogares que utilizan leña u otros CIAC para cocinar en las diversas regiones del país. Igualmente resulta necesario buscar que los montos del subsidio que se establezcan en cada región del país permitan que los beneficiarios puedan cubrir el costo del consumo de subsistencia en los porcentajes definidos por la normatividad vigente, esto es 40% del costo de dicho consumo para el estrato 2 y 50% para el estrato 1. En este punto resulta relevante igualmente revisar la metodología y los referentes vigentes para la fijación del precio de mercado del GLP por cilindros.
- En cuanto a la electricidad como energético alternativo para sustituir el uso de leña y otros combustibles de uso ineficiente para cocinar, dado los niveles de potencia requerida y alto consumo energético de las estufas eléctricas convencionales, los análisis efectuados permiten evidenciar que la sustitución con soluciones basadas en Energía Eléctrica debe enfocarse en aquellas zonas ya conectadas o proyectadas a conectar al SIN, especialmente en la Región Andina. En todo caso, es recomendable que en el largo plazo, en la medida en que se concreten nuevas alternativas tecnológicas que reduzcan los costos y permitan masificar el uso de soluciones energéticas individuales, la Energía Eléctrica, especialmente de origen fotovoltaico, sea la alternativa a considerar en las zonas más dispersas del país, particularmente en el departamento de la Guajira. En este orden de ideas, resulta necesario revisar lo concerniente a los consumos de subsistencia para aquellos hogares que opten por cocinar con Energía Eléctrica, puesto que las proyecciones de consumo realizadas permiten evidenciar un consumo por encima del promedio registrado en los hogares que cocinan con otro tipo de energético, lo cual puede conllevar a desincentivar la sustitución de CIAC por Energía Eléctrica e incluso a situaciones de inconformidad frente a los hogares que reciben subsidios al uso de gas combustible para cocinar.
- Frente a la alternativa de las redes de gas combustible, los análisis efectuados permiten recomendarla como la opción de transición, esto es, la óptima para el mediano plazo, lo cual resulta congruente con las proyecciones incluidas en los planes energéticos sectoriales. Es así, como se recomienda avanzar en las adecuaciones tecnológicas necesarias para que dichas redes sean compatibles para el transporte y distribución de otras alternativas energéticas como el biogás, el biometano y el hidrógeno, las cuales pueden constituirse como sustitutos de más largo plazo.

- En relación con los recursos financieros requeridos para la implementación del PNSL, se recomienda diversificar el origen de los recursos disponibles, dados los múltiples beneficios que se derivan de la sustitución de leña y otros CIAC para cocinar. En este sentido, se recomienda acudir a las fuentes de la Cooperación Internacional que financian aspectos relacionados con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles en temas como salud y bienestar, energía asequible y no contaminante, acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres. Así mismo, es recomendable identificar y articular recursos con otros sectores en proyectos de inversión asociados al PNSL.
- La experiencia en el proceso de formulación del PNSL ha evidenciado la incidencia de los aspectos culturales y educativos en la decisión del uso de leña y otros CIAC para cocinar por parte de los hogares colombianos. Por lo anterior, se recomienda que el proceso de sustitución se acompañe de acciones orientadas a concientizar y sensibilizar a la población en relación con los impactos que sobre el bienestar de las familias conlleva el cocinar con este tipo de combustibles. En este propósito, se recomienda fortalecer la articulación entre el sector minero energético, el sector ambiental, los sectores de salud, educación y vivienda para avanzar de manera efectiva y sostenible en la implementación del PNSL.
- Se recomienda efectuar un seguimiento anual al desarrollo tanto de las acciones estratégicas como de las metas de sustitución sugeridas en este plan. Así mismo, resulta aconsejable realizar actualizaciones periódicas tanto a la información de diagnóstico como a las proyecciones efectuadas, en la medida en que el contexto técnico, normativo o político del país varíe de manera significativa.
- Finalmente, dado que para la implementación del PNSL se requiere el desarrollo de acciones y alianzas estratégicas con los sectores que tienen competencias y funciones en temas de interés compartido como eficiencia energética, mitigación del cambio climático, protección de la salud, medio ambiente, acceso a vivienda digna y desarrollo rural integral, entre otros, resulta indispensable contar con un espacio de concertación que posibilite sinergias interinstitucionales en el propósito de lograr la sustitución progresiva en el uso de leña y otros CIAC para cocinar. En este sentido la conformación de la Mesa Técnica propuesta es uno de los primeros pasos que se requiere para poner en marcha la implementación de este plan. Así mismo, la definición de un responsable institucional para impulsar y hacer seguimiento al plan de acción previsto resulta un factor clave para avanzar con éxito en los objetivos propuestos, lo cual a su vez sugiere contar con los recursos y el equipo técnico necesario para liderar este proceso.

FUENTES DE CONSULTA

- Banco Mundial (2015), The state of the global clean and improved cooking sector, technical report. Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/385081467992479462/pdf/96499-ESM-P127219-PUBLIC-Box391453B-ESMAP-State-of-Globa-Clean-Improved-Cooking-sector-Optimized.pdf>
- Banco Mundial (2011), Disponible en: <http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/Household%20Cookstoves-web.pdf>
- Congreso de la República de Colombia 2016, Ley 1819 de 2016. Disponible en: Ley 1819 de 2016 - Gestor Normativo - Función Pública (funcionpublica.gov.co)
- Cortés, Alejandra, & Ridley, Ian. 2013, Efectos de la combustión a leña en la calidad del aire intradomiciliario: La ciudad de Temuco como caso de estudio. Revista INVI, 28(78), 257-271. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582013000200008>
- DANE 2022, Cuentas Departamentales. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2015/Bol_PIB_dptal_2020preliminar.pdf. Consultado septiembre 14 de 2022
- DANE 2021, Encuesta de calidad de vida. Disponible en: Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2019 (dane.gov.co)
- DANE 2022, Encuesta de calidad de vida 2021. Disponible en: Encuesta nacional de calidad de vida (ECV) 2021 (dane.gov.co)
- DANE 2019, Necesidades Básicas Insatisfechas. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- DANE 2018, Necesidades Básicas Insatisfechas. Disponible en: Necesidades básicas insatisfechas (NBI) (dane.gov.co)
- DANE 2019, Pobreza Multidimensional. Disponible en: Pobreza multidimensional 2019 (dane.gov.co)
- DNP 2018, Actualización de la tasa de rendimiento del capital en Colombia bajo la metodología de Harberger.
- DNP 2022, Colombia Potencia Mundial de la Vida. Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.
- DNP 2015, Economía del cuidado: revisión de literatura, hechos estilizados y políticas de cuidado.

- DPN (2022), Presupuesto de regalías. Disponible en:
<https://www.dnp.gov.co/Paginas/Presupuesto-de-regalias-2021-2022-incrementa-recursos-a-zonas-productoras-poblacion-pobre-educacion-ambiente-ciencia-tecnol.aspx>
- Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia para Cumplir con el Acuerdo de París (E2050).
Disponible en:
<https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/estrategia-2050/>
- Elena Golub, Irina Klytchnikova, Gerardo Sanchez-Martinez, Juan Carlos Belausteguigoitia Mario Molina, Banco Mundial 2014, Environmental Health Costs in Colombia: Changes from 2002 to 2010
- Gómez y Barredo, 2005. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2a edición.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. Informe del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 1990 - 2018 y Carbono Negro 2010 - 2018. Disponible en:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023958/023958.html>
- IEA, IRENA, UNSD, World Bank, WHO. 2022. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC. © World Bank.
- Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, Carga de Enfermedad Ambiental (2018), Décimo Informe Técnico Especial. Bogotá, D.C.
- Isaac, S.R. y Nair, M.A (2006) Litter dynamics of six multipurpose trees in a home garden in Southern Kerala, India. Journal of Agroforestry System, 67: 203-213.
- Ley 2169 de 2022. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo carbono del país mediante el establecimiento de las metas y medidas mínimas en la materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones.
- Ley 2294 de 2023. Por la cual se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”.
- Luzardo, A. (2014). Captura y secuestro de CO2. Recuperado el 26 de julio de 2016, de:
https://imgmarine.files.wordpress.com/2014/01/a_captura-y-secuestro-de-co2.pdf
- Ministerio de Ambiente (2015) Lineamientos para un programa nacional de estufas eficientes para cocción de leña.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 690 de 2021. Organización Mundial de la Salud. (2014).
- OMS (2021), Definición de combustibles y tecnologías limpias. Disponible en: <https://www.who.int/tools/clean-household-energy-solutions-toolkit/module-7-defining-clean> Último acceso: agosto 21 de 2022.
- OMS (2014), Directrices sobre la calidad del aire de interiores. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/144310>
- ONU, Manish A. Desai, Sumi Mehta, Kirk R. Smith (2004) Indoor smoke from solid fuels: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels, Environmental Burden of Disease Series, No. 4
- ONU (2021), Progreso Energético Global. Disponible en: [https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies,_millions_of_people_\(Total\)](https://trackingsdg7.esmap.org/results?p=Access_to_Clean_Cooking&i=Population_without_access_to_clean_cooking_fuels_and_technologies,_millions_of_people_(Total)). Último acceso: agosto 21 de 2022
- Ordoñez Caicedo, Carlos. El gran libro de la cocina colombiana. Tomo 9. Ministerio de Cultura Colombia. Pág. 23.
- Pinzón Cárdenas, V. (2019). Medición de la exposición a material particulado, monóxido de carbono y Black Carbon por combustión doméstica de leña en la vereda Los Soches, Usme.
- Ramírez, Correa, et al. (2007) “Caída de hojarasca y retorno de nutrientes en bosques montanos andinos de Piedras Blancas, Antioquia”
- Ramírez-Delgado J.P., Galindo G.A., Yepes A.P., Cabrera E (2018). Estimación de la degradación de bosques de Colombia a través de un análisis de fragmentación. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=38262&shelfbrowse_itemnumber=39872
- Resolución 000012 de 2023 DIAN
- Resolución 1196 del 2009 de la CAR
- Sociedad Cubana de Física (2016). Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física. Plaza de la Revolución, Cuba: DESOFT
- UPME. (2021). Guía de uso de la herramienta metodología de Análisis Costo-Beneficio aplicada a los planes sectoriales del sector minero energético. Bogotá: UPME.
- UPME, (2022). Documento de Análisis del Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica PIEC 2019-2023.

- UPME (2019). Estudio para formular un programa actualizado de sustitución progresiva de leña como energético en el sector residencial en Colombia.
- UPME (2021). Metodología general aplicable a los planes formulados por la UPME para incorporar en ellos el enfoque territorial- Guía Práctica. Producto del contrato de consultoría 069 de 2021 suscrito entre UPME y Jaime Arteaga y Asociados.
- UPME - VALJER ENERGY (2022). Estudio sobre la cobertura del programa de subsidios al consumo de GLP distribuido en cilindros, analizando los municipios del país que no cuentan con redes de gas combustible y donde no sea técnica o económicamente viable suministrar gas combustible por redes, en coherencia con el análisis de sustitución de leña y otros combustibles.
- WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- World Health Organization (2022). Household air pollution and health. Consultado en julio de 2022 en: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.
- World Health Organization. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre: actualización mundial 2005 (No. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02). Organización Mundial de la Salud.
- XM, «Parámetros Técnicos del SIN,» [En línea]. Available: <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=capacidad>. [Último acceso: 16 octubre 2022]
- Zambrano Bohórquez, D. L. (2017). Concentración de material particulado por combustión de leña en la zona rural del municipio de Santa Sofía, Boyacá.

LISTA DE SIGLAS

ART:	Agencia de Renovación del Territorio
BECO:	Balance Energético Colombiano
CIAC:	Combustibles de uso Ineficiente y Altamente Contaminantes
CO ₂ eq:	Dióxido de Carbono Equivalente
CONPES:	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP:	Departamento Nacional de Planeación
ECV:	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
EE:	Energía Electricidad
EMC:	Evaluación Multicriterio
FENOG:	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía
GEI:	Gases Efecto Invernadero
GLP:	Gas Licuado de Petróleo
GN:	Gas Natural
GNC:	Gas Natural Comprimido
IGAC:	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IPSE:	Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las
MADS:	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MME:	Ministerio de Minas y Energía
MVCT:	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
NTC:	Norma Técnica
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PAI PROURE	Plan de Acción Indicativo - Programa de Uso Racional y Eficiente de la
PDET:	Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial
PIEC:	Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica
PND:	Plan Nacional de Desarrollo
PNSL:	Plan Nacional de Sustitución de Leña
SENA:	Servicio Nacional de Aprendizaje
SIN:	Sistema Interconectado Nacional
UPME:	Unidad de Planeación Minero-Energética
VIP:	Vivienda de Interés Prioritario
VIS:	Vivienda de Interés Social
ZNI:	Zonas No Interconectadas

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Compromisos nacionales e internacionales en relación con la sustitución de energéticos contaminantes para la cocción de alimentos.....	6
Tabla 2. Objetivos del Plan.....	8
Tabla 3. Metas por número de hogares en los horizontes.	45
Tabla 4. Proyección 2023 - 2026 para sustitución de CIAC en el Grupo 1	46
Tabla 5. Proyección 2027- 2030 de las alternativas para sustitución en el Grupo 1.....	49
Tabla 6. Proyección 2031- 2050 de las alternativas para sustitución grupos 1 y 2.....	52
Tabla 7. Objetivos y acciones estratégicas del Pilar 1	56
Tabla 8. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 2	57
Tabla 9. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 3	58
Tabla 10. Objetivos y acciones estratégicas Pilar 4	59
Tabla 11. Proyección de alternativas de sustitución (miles de hogares).....	64
Tabla 12. Componentes y costos unitarios del kit de sustitución	64
Tabla 13. Inversión proyectada en kits de sustitución (\$ millones)	65
Tabla 14. Componentes de infraestructura de abastecimiento de energéticos.....	66
Tabla 15. Costos estimados de infraestructura de abastecimiento de energéticos para sustitución de CIAC (\$millones).....	66
Tabla 16. Costos anuales estimados de posibles subsidios al consumo energético - Escenario 1 (\$millones).....	68
Tabla 17. Costos anuales estimados de posibles subsidios al consumo energético - Escenario 3 (\$millones).....	69
Tabla 18. Estimación de escenarios sobre posibles subsidios al consumo energético- (\$millones) 69	
Tabla 19. Costos agregados de los componentes asociados a la sustitución de CIAC (\$millones) 70	
Tabla 20. Consumos anuales proyectados de combustibles para la sustitución de CIAC.....	74
Tabla 21. Beneficios económicos anuales estimados por la sustitución de leña y otros CIAC.....	81

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de área rural con cobertura de combustibles limpios para cocinar	10
Gráfica 2. Consumo final de energía en el sector residencial (2021)	11
Gráfica 3. Uso de energéticos para cocción doméstica, a nivel nacional	12
Gráfica 4. Consumo energético para cocción doméstica en cabeceras municipales	13
Gráfica 5. Uso de energéticos para cocción doméstica, en centros poblados y rural disperso	14
Gráfica 6. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021	15
Gráfica 7. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en los años 2019 y 2021	17
Gráfica 8. Clasificación de hogares que cocinan con CIAC	36
Gráfica 9. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 1	37
Gráfica 10. Cantidad de hogares que usan ineficientes como combustible principal - Grupo 1	38
Gráfica 11. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 2	39
Gráfica 12. Cantidad de hogares que usan CIAC como combustible principal - Grupo 2	40
Gráfica 13. Distribución porcentual del uso de CIAC- Grupo 3	41
Gráfica 14. Porcentaje de uso de energéticos alternativos eficientes - Grupo 3	41
Gráfica 15. Cantidad de hogares que usan CIAC como combustible principal - Grupo 3	42
Gráfica 16. Velocidad de implementación de la estrategia de acompañamiento a la sustitución de CIAC	44
Gráfica 17. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - corto plazo	46
Gráfica 18. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - mediano plazo	49
Gráfica 19. Proyección de hogares CIAC con alternativa energética - largo plazo	52
Gráfica 20. Porcentaje de hogares a beneficiar con la sustitución por energético, periodo 2023 a 2050	70
Gráfica 21. Comportamiento del consumo energético de línea base y sustitutos CIAC (MBTU/año)	74
Gráfica 22. Reducción esperada del uso de leña para cocinar (Ton/año)	75
Gráfica 23. Comportamiento de las emisiones de CO ₂ eq. asociadas al consumo de leña para el año 2021 en la zona rural de Colombia	76
Gráfica 24. Comparativo de las emisiones de CO ₂ eq. de línea base vs sustitución gradual de CIAC	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de hogares por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021	16
Figura 2. Porcentaje de hogares rurales por departamento que utilizaron CIAC para cocinar en 2021	18
Figura 3. Red física de ductos de Gas Natural	22
Figura 4. Red virtual de Gas Natural Comprimido	22
Figura 5. Red virtual de Gas Natural Licuado	23
Figura 6. Red virtual de Gas Licuado de Petróleo	24
Figura 7. GLP en cilindros	24
Figura 8. Red de Biogás Comunitarios	25
Figura 9. Soluciones Individuales de Biogás	25
Figura 10. Estufa de Inducción	26
Figura 11. Estufa eléctrica convencional	27
Figura 12. Estufa Eficiente	27
Figura 13. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con GLP	30
Figura 14. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con gas natural	32
Figura 15. Viabilidad técnica para la sustitución con Biogás, por departamento	33
Figura 16. Viabilidad técnica por departamento para la sustitución con Energía Eléctrica	35
Figura 17. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento	47
Figura 18. Hogares con acompañamiento en el corto plazo, por departamento	50
Figura 19. Meta de hogares con acompañamiento en el largo plazo, por departamento	53
Figura 20. Pilares para la sustitución de leña y otros CIAC utilizados para cocinar	54
Figura 21. Acompañamiento para los hogares que sustituyan el uso de CIAC, por departamento	71