



# TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL

Cocción y Calefacción  
en América Latina

RESUMEN EJECUTIVO  
**TRANSICIÓN ENERGÉTICA  
RESIDENCIAL, DATOS Y  
POLÍTICAS PARA EL CAMBIO**

# COLOMBIA



UNA INICIATIVA DE:



IMPLEMENTADO POR:





## CRÉDITOS

### **Transición Energética Residencial, datos y políticas para el cambio COLOMBIA**

El proyecto "TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL: Electrificación de estufas y cocinas en América Latina" es una iniciativa del Global Methane Hub implementada en tres países de la región: Colombia, Chile y Brasil, por la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA), en colaboración con EBP Chile, EBP Brasil, Stanford University, Universidad de São Paulo, Universidad Mayor de Chile y Universidad de los Andes en Colombia.

#### **CONTENIDO:**

Los contenidos presentados en este documento, fueron desarrollados gracias al apoyo de: EBP Chile, Universidad Mayor de Chile.

#### **AUTORES:**

Nicola Borregaard, EBP Chile.

Paola Valencia, EBP Chile.

Rubén Méndez, EBP Chile.

Ricardo Morales Betancourt, PhD., Universidad de los Andes, Bogotá.

Thalia Alejandra Montejó, MsC., Universidad de los Andes, Bogotá.

#### **DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

Unidad de Comunicación y Gestión del Conocimiento - Fundación Futuro Latinoamericano

#### **FOTOGRAFÍAS:**

Libres de derecho

#### **FUNDACIÓN FUTURO LATINOAMERICANO INTERNACIONAL**

Boulevard Oeste, Santa María Business District

Ciudad de Panamá - Panamá

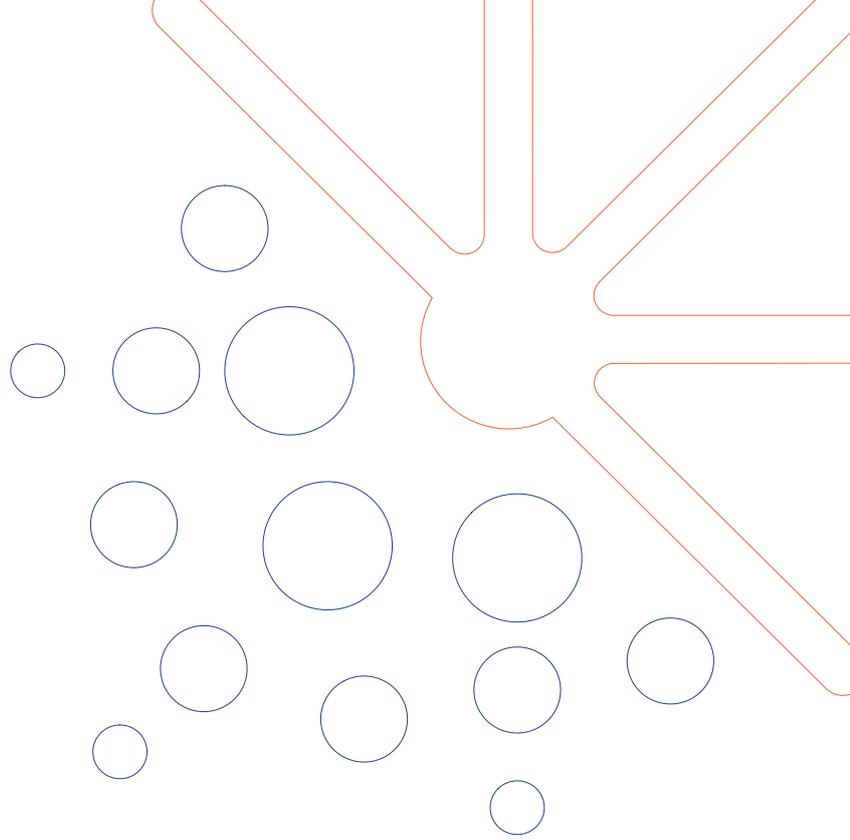
(593) 98 548 3035

<https://www.ffla.net/es/>

Primera Edición, Febrero 2025

Creative Commons:  Este informe está distribuido bajo la Licencia Creative Commons, su contenido puede ser utilizado, compartido y adaptado siempre que se cite a la fuente: EBP Chile, Universidad Mayor de Chile, Universidad de los Andes en Colombia, Universidad de Sao Paulo, EBP Brasil, & Fundación Futuro Latinoamericano. (2024). *Estado actual: Electrificación a nivel residencial en Brasil, Chile y Colombia*. Unidad de Comunicación y Gestión del Conocimiento - Fundación Futuro Latinoamericano.





**TRANSICIÓN  
ENERGÉTICA A NIVEL  
RESIDENCIAL** | Cocción y Calefacción  
en América Latina

RESUMEN EJECUTIVO

**TRANSICIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL,  
DATOS Y POLÍTICAS PARA EL CAMBIO  
COLOMBIA**

## ANTECEDENTES

# TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL: COCCIÓN Y CALEFACCIÓN EN AMÉRICA LATINA



Las viviendas en el sur global frecuentemente utilizan electrodomésticos a base de combustibles fósiles y biomasa, los cuales son una fuente importante de GEI, afectan la calidad del aire interior y están asociados con un aumento de enfermedades respiratorias.

Es importante que los gobiernos promuevan estrategias y políticas nacionales que fomenten la electrificación así como una matriz de generación limpia que reduzca gradualmente la dependencia de los combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero.

El proyecto "Transición Energética a Nivel Residencial: Electrificación de Estufas y Cocinas en América Latina" tiene como objetivo promover la adopción de programas en América Latina que faciliten la transición energética a nivel residencial. Busca reducir las emisiones contaminantes y mejorar la salud y el bienestar de las personas.

Es una iniciativa del Global Methane Hub, implementada en tres países de la región: Colombia, Chile y Brasil, a través de la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA), en colaboración con EBP Chile, EBP Brasil, Stanford University, Universidad de São Paulo, Universidad Mayor de Chile y Universidad de los Andes en Colombia.

## CONTAMINANTES

El uso de combustibles fósiles en usos finales residenciales, como es el caso del uso de gas natural residencial, es una fuente importante de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) durante la combustión. El Metano, por su parte, se puede producir en pequeñas cantidades durante la combustión debido a la combustión incompleta de los hidrocarburos en el combustible. Su tasa de emisión depende fuertemente de la temperatura de la caldera o la estufa. Además, no despreciables de emisión.

Actualmente se estima que el aumento de la concentración atmosférica de metano ( $\text{CH}_4$ ) contribuye con el 35% del calentamiento planetario total asociado con los gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicos, convirtiéndolo, tras el  $\text{CO}_2$ , en el segundo principal impulsor del cambio climático antropogénico (IPCC AR6 2023). El metano, con un tiempo de vida atmosférico de 11.2 años, se considera un contaminante climático de vida corta. Sin embargo, y a pesar de su corta vida atmosférica, el  $\text{CH}_4$  tiene un alto potencial de calentamiento global, 28 veces mayor que el del  $\text{CO}_2$ . Estas características hacen que controlar las emisiones de metano sea un paso imperativo para limitar el calentamiento global en el corto plazo: si esas emisiones pueden reducirse rápidamente, las concentraciones atmosféricas deberían disminuir poco después (en una escala de décadas, no de siglos), y también lo hará el calentamiento que causa. Sin una rápida reducción de las emisiones globales de metano, no es factible cumplir los objetivos del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura global.

Si bien se cree que la contribución de la quema de combustibles a las emisiones globales de metano es menor, el IPCC estima que la incertidumbre en dichas emisiones es muy alta. La razón para dicha incertidumbre **es que existen pocas mediciones directas de las tasas de emisión, por lo que esfuerzos para determinarlas experimentalmente puede ayudar a desarrollar factores de emisión más confiables.**



Desde el punto de vista del impacto sobre la calidad del aire intramural por el uso de gas natural en cocción residencial ha sido poco estudiado, pues la mayoría de los esfuerzos en ese sentido se han dedicado a entender las emisiones de combustibles sólidos.

Pocos estudios se han centrado en estimar las tasas de emisión de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$ ), y monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ). Ambos compuestos son contaminantes del aire asociados a múltiples efectos negativos sobre la salud. Adicionalmente, es de interés la medición de benceno producto de la combustión de las cocinas a gas, dado que existe poca evidencia a nivel global (Kashtan et al., 2023; Lebel et al., 2022 y Kashtan et al., 2024) y no existía evidencia a nivel de Latinoamérica. Niveles bajos (700 a 3,000 ppm) pueden producir letargo, mareo, aceleración del latido del corazón, dolor de cabeza, temblores, confusión y pérdida del conocimiento. En la mayoría de los casos, los efectos desaparecerán cuando la exposición termina y la persona empieza a respirar aire fresco.



## CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA

Las personas pasan hasta el 90% de su vida en espacios interiores y el 60% de ese tiempo en casa (Vardoulakis et al., 2019). Aunque no son la única fuente de contaminación intradomiciliaria, las estufas de gas son una fuente importante, ya que durante su uso emiten una variedad de contaminantes que pueden afectar la calidad del aire en el hogar y, en consecuencia, la salud de las personas.

La exposición aguda a altos niveles de contaminantes puede tener efectos graves en la salud. El metano ( $\text{CH}_4$ ), a concentraciones elevadas en espacios cerrados, puede desplazar el oxígeno, provocando asfixia, problemas de visión, náuseas y vómitos. El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), entre 1,000 y 2,000 ppm, causa somnolencia y malestar por la calidad del aire, mientras que entre 2,000 y 5,000 ppm genera dolores de

cabeza, pérdida de atención y aumento de la frecuencia cardíaca; exposiciones superiores a 30,000 ppm pueden resultar en mareos, aumento de la presión arterial y dificultades respiratorias.

El monóxido de carbono (CO) es altamente tóxico, incluso a bajas concentraciones, y puede interferir con la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, causando síntomas como dolores de cabeza, mareos, fatiga, y en casos graves, pérdida de conciencia y muerte. El dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) puede irritar los ojos, nariz y garganta, y en niveles más altos, llevar a edema pulmonar, una acumulación peligrosa de líquido en los pulmones. Por último, el benceno ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) puede provocar mareos, dolores de cabeza, somnolencia, confusión y, en casos extremos, pérdida de conciencia.

## MEDICIONES

El proyecto de monitoreo consiste en determinar experimentalmente las tasas de emisión de gases asociados a la combustión de gas natural en cocinas residenciales, tales como; metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) y monóxido de carbono (CO) en tres países Brasil, Colombia y Chile. Este monitoreo es muy relevante dado que no existe registro de parte de estos gases producto de uso doméstico en Latinoamérica.

En el caso de Latinoamérica no existe registro de parte de estos gases producto de uso doméstico, y por tanto, las mediciones directas que se realizan en este proyecto serán una fuente clave para cuantificar las emisiones, de estos gases, asociadas a cocinas residenciales. Las mediciones se distribuirán de la siguiente manera:



### Alcance del proyecto

PAÍS	CANTIDAD DE VIVIENDAS/CIUDAD	GASES A MONITOREAR
CHILE	30 en Santiago	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, y C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	15 en Temuco	
BRASIL	30 en São Pablo	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>
COLOMBIA	20 en Bogotá	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO





Las emisiones atmosféricas por la utilización de cocinas a gas natural pueden generarse ya sea por fugas (pequeñas fallas en las válvulas o empaques que permiten se escape el gas natural sin quemar), o bien como producto de la combustión.

Con el propósito de cuantificar estas emisiones en diversas ciudades de Latinoamérica de forma precisa y reproducible, se conformó un equipo de expertos en monitoreo de contaminantes globales y locales de la Universidad de Stanford (USA), Universidad Mayor (Chile), Universidad de los Andes (Colombia) y la Universidad de São Paulo (Brasil).

Con el respaldo de instituciones de carácter y experiencia internacional en el desarrollo de proyectos asociados a sostenibilidad y cambio climático en el entorno construido, como son la consultora EBP Chile y la Fundación Futuro Latinoamericano.





## LA COMPETITIVIDAD COMPARADA

Para medir el avance de la electrificación, es clave comparar la disponibilidad y el costo de diferentes tecnologías y fuentes de energía. Estas varían según el acceso a la tecnología, las necesidades de climatización y las tradiciones de cada país.

Se generó en el marco de este estudio una homologación simple para poder comparar tecnologías. Se basa en un análisis de mercado, a nivel muy estimativo.

### CALEFACCIÓN

El único país en el que la calefacción es relevante es Chile. En los otros países la climatización es básicamente para la generación de frío. En Chile, la diversidad geográfica y climática determina las tecnologías de calefacción: En el norte se usan calefactores eléctricos y bombas de calor para noches frías. En el centro, calderas

y estufas a gas natural y a parafina son comunes en áreas urbanas y en el sur, las tecnologías de calefacción típicamente incluyen estufas a leña, pellets de madera y sistemas de calefacción individual a gas licuado y calefacción central como calderas.

En Colombia en lo relacionado con equipos de calefacción, la oferta incluye equipos a gas (natural o GLP) y eléctricos. Los primeros tienen la ventaja de operar a costos relativamente reducidos en comparación con los calefactores eléctricos. La calefacción central es muy poco usada.

Los costos de inversión son muy variados, pudiendo igualar costos de inversión entre calefactores a gas, leña (pellets) y electricidad. Se generó en el marco de este estudio una homologación simple para poder comparar tecnologías. La siguiente tabla refleja los costos de inversión, así como los costos de operación para los casos de Colombia y Chile, que son los países más relevantes en términos de calefacción.

## Costo de inversión y operación de equipos de calefacción

TECNOLOGÍA DE CALEFACCIÓN	COSTOS	CHILE	COLOMBIA
<b>CHIMENEA GAS NATURAL</b>	Inversión (USD)	\$143- \$344	\$945 - \$1.539
	Operación (USD/kWh)	\$0,305	\$0,075
<b>CALEFACTOR A GAS LICUADO</b>	Inversión (USD)	\$65 - \$118	\$595 - \$932
	Operación (USD/kWh)	\$0,308	\$0,119
<b>CALEFACTOR ELÉCTRICO</b>	Inversión (USD)	\$11- \$215	\$11 - \$19
	Operación (USD/kWh)	\$0,164	\$ 0,217
<b>CALEFACTOR CERTIFICADO A LEÑA</b>	Inversión (USD)	\$183- \$430	-
	Operación (USD/kWh)	\$0,054	-
<b>CALEFACTOR PELLET DE MADERA</b>	Inversión (USD)	\$538 - \$2.441	-
	Operación (USD/kWh)	\$0,097	-
<b>CALEFACTOR A PARAFINA</b>	Inversión (USD)	\$54 - \$538	-
	Operación (USD/kWh)	\$0,226	-
<b>AIRE ACONDICIONADO</b> (TIPO: INVERTER, VENTANA, CENTRAL Y/O SPLIT)	Inversión (USD)	\$215 - \$1.022	\$212 - \$896
	Operación (USD/kWh)	\$0,047	\$ 0,068
<b>BOMBA DE CALOR*</b>	Inversión (USD)	\$2.300 - \$4.500	\$850 - \$1.091
	Operación (USD/kWh)	\$0,036	\$0,052

*Fuente:* Elaboración propia en base a datos de mercado, diversas tecnologías.

\* Las bombas de calor en el mercado tienen tamaños mínimos del orden de 9kW de capacidad, por lo que su uso se limita a viviendas grandes. Los rendimientos de las bombas de calor en el mercado chileno son superiores a las del mercado colombiano.

**Notas:**

- Los costos de operación de la Tabla indican los costos de la energía útil. Esto es, el cociente entre el costo del energético y el rendimiento del equipo.
- Los costos de los energéticos considerados para determinar los costos de operación de los equipos, se obtuvieron de los distintos pliegos tarifarios de cada país, para las tarifas más comunes.

## COCCIÓN

En Brasil, Colombia y Chile no hay una tendencia clara hacia una tecnología específica para cocinar:

- ▶ Predominan las cocinas a gas y a leña, que sigue siendo relevante en zonas rurales y urbanas, especialmente en Colombia y al sur de Chile.
- ▶ La electricidad se usa como complemento en electrodomésticos como microondas y hornos.
- ▶ La parafina y el biogás son opciones menos comunes, con el biogás como alternativa sostenible aún poco difundida.

- ▶ Las estufas que funcionan con electricidad, tanto de resistencia como de inducción, son energéticamente eficientes.

Los costos de inversión son muy variados, pudiendo igualar costos de inversión entre cocinas a gas, leña y electricidad, cuando estas últimas son de resistencia, no de inducción.

Se generó en el marco de este estudio una homologación simple para poder comparar tecnologías. La siguiente tabla refleja los costos de inversión, así como los costos de operación para cada uno de los tres países.

### Costo de inversión en equipos de cocción

TECNOLOGÍA DE COCCIÓN	COSTO CHILE (USD)	COSTO COLOMBIA (USD)	COSTO BRASIL (USD)
COCINA ELÉCTRICA (4 QUEMADORES) RESISTENCIA	\$ 198 - \$ 878	\$ 260 - \$ 267	\$ 257 - \$ 330
COCINA ELÉCTRICA (4 QUEMADORES) INDUCCIÓN	\$ 1.250 - \$ 5.000	\$ 377 - \$ 1.073	\$ 257 - \$ 518
COCINA A GAS (4 QUEMADORES)	\$ 134 - \$ 1.750	\$ 105 - \$ 234	\$ 324 - \$ 493
COCINA A LEÑA	\$ 561 - \$ 3.750	\$ 364 - \$ 469	\$ 366 - \$ 1.224

Fuente: Elaboración propia con base a consultas en mercados páginas web.

### Costo de energéticos en equipos de cocción

TECNOLOGÍA DE COCCIÓN	COSTO CHILE (USD/kWh)	COSTO COLOMBIA (USD/kWh)	COSTO BRASIL (USD/kWh)
COCINA ELÉCTRICA INDUCCIÓN	0,167	0,241	0,129
COCINA ELÉCTRICA RESISTENCIA	0,231	0,334	0,179
COCINA A GAS NATURAL	0,310	0,083	0,213
COCINA A GAS LICUADO	0,224	0,094	0,167
COCINA A LEÑA	0,051	0,0308	0,057

Fuente: Elaboración propia con base en el mercado.

La tecnología eléctrica más avanzada para cocinar son las estufas eléctricas de inducción, sin embargo, hay barreras tecnológicas en los tres países:

- ▶ Un mercado muy incipiente y por lo tanto aún bastante costosa en términos de inversión.
- ▶ Las configuraciones de estas estufas requieren conexión a 220 V. La mayoría de los hogares de Colombia tienen conexión a 120 V, a diferencia de Chile que utiliza 220 V, y Brasil que usa 127/220 V. Realizar la modificación para cambiar el nivel de tensión en Colombia no resulta sencilla.

El hecho de tener que comprar también la batería de ollas que deben tener una base ferromagnética.



## POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROMOVER **LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA** EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En Brasil, Chile y Colombia, existen marcos políticos y estratégicos que influyen en la transición energética residencial. Aunque los enfoques varían según los contextos y la disponibilidad de recursos energéticos, se pueden identificar elementos comunes y desafíos relevantes.

### POLÍTICAS E INSTRUMENTOS EXISTENTES PARA IMPULSAR LA TRANSICIÓN

- ▶ **Cambio climático:** Chile destaca con un marco robusto de políticas y estrategias, como su Estrategia de Cambio Climático de Largo Plazo, que menciona la electrificación residencial como una medida para reducir emisiones de GEI.
- ▶ **Energías renovables no convencionales:** En Chile, se promueve activamente su adopción, mientras que en Brasil

y Colombia la generación renovable se concentra en hidroeléctricas convencionales.

- ▶ **Acceso a electricidad:** Tanto en Chile como en Brasil, más del 99% de la población tiene acceso a electricidad, reflejando avances significativos en este ámbito.
- ▶ **Eficiencia energética:** Los tres países cuentan con programas de etiquetado energético y planes de reemplazo de artefactos eléctricos, además de políticas de descontaminación orientadas al uso de leña, con un enfoque particular en Chile y Colombia.

En los tres países existe una amplia variedad de instrumentos específicos que impactan directamente la transición energética a nivel residencial. Este estudio recopiló y revisó aproximadamente 30 instrumentos en Chile, 20 en Colombia y 25 en Brasil.

## LA NECESIDAD DE **ELIMINAR LOS FRENOS AL CAMBIO**

El desafío no es trivial considerando variables de contexto como lo son los subsidios al



gas (en el caso de Chile más limitados a la Región de Magallanes), sistemas eléctricos no normalizados, la falta de internalización de externalidades, la falta de conocimiento e información sobre las distintas alternativas energéticas, y aspectos culturales que favorecen por ejemplo el uso de la leña.

Hoy los principales frenos al cambio son:

- ▶ Existencia de subsidios a combustibles fósiles dificultan la transición.
- ▶ No existe un costo por las externalidades ambientales producidas por la leña y los combustibles fósiles en la salud de las personas y la calidad del aire de las ciudades.
- ▶ Programas de recambio de estufas y cocinas a leña se centran principalmente en aparatos más eficientes a gas o leña (incluidos subsidios al gas), sin priorizar aquellas alternativas eléctricas.
- ▶ Impuestos al carbono - cuando existen en los tres países - han dejado fuera los consumos residenciales, centrándose en industrias y vehículos contaminantes, o excluyendo en su aplicación el gas.



La transición hacia un sistema energético más limpio requiere la implementación simultánea de una diversidad de instrumentos complementarios que generen sinergias entre sí. En Chile, Colombia y Brasil, se han propuesto 20, 15 y 8 instrumentos respectivamente. Algunos de estos actúan como habilitadores, como la regularización y mejoramiento de instalaciones eléctricas en viviendas, mientras que otros buscan fomentar la inversión en tecnologías limpias y modernizar la infraestructura energética.

A continuación se ofrecen detalles sobre las políticas e instrumentos existentes, así como los instrumentos propuestos, por país.





# ESTUDIO DE CASO COLOMBIA





## CONTEXTO

El contexto de Colombia se analiza en base a variables que permiten entender la situación actual de la transición energética residencial.

### CLIMA:

La caracterización climática de Colombia presenta una gran diversidad debido a su posición geográfica en el trópico, así como a la influencia de la Zona de Confluencia Intertropical donde convergen los vientos alisios del hemisferio norte con los del hemisferio sur. Su clasificación climática entonces se divide entonces en cuatro regiones: Desértica y semiárida, tropical, templada y finalmente, polares y alpinas.

### CONTEXTO SOCIOECONÓMICO:

El poder adquisitivo puede determinar la inversión residencial en artefactos eléctricos. En Colombia el Departamento Administrativo Nacional de Estadística identifica cuatro clases sociales según ingresos: Alta, Media, Vulnerable y Pobre, donde el ingreso per cápita de los grupos Vulnerable y Pobre, son inferiores a 172\$ mensuales y representan el 57% de la población.

## OFERTA Y DEMANDA ENERGÉTICA

Para entender los niveles de electrificación residencial, es importante entender el contexto general de los energéticos, tanto la oferta de energéticos como la demanda de éstos. La relevancia del sector residencial en la demanda energética y también la importancia de la transformación en este sector.

La oferta energética primaria en Colombia es de 76% de fuentes fósiles como petróleo, gas y carbón, un 13% hidráulica y el porcentaje restante, en menor medida se compone por leña y bagazo de caña.





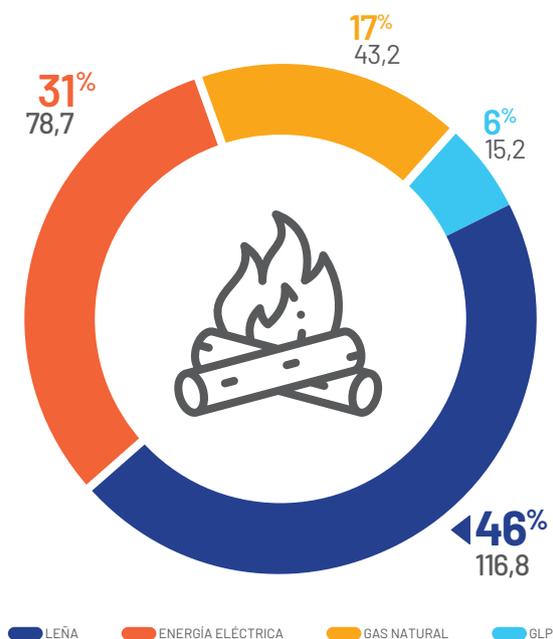
## ENERGÍAS RENOVABLES Y FACTORES DE EMISIÓN

En Colombia la capacidad instalada en la red eléctrica se centra en un 65% en energía hidráulica y un 4% solar, mientras que el resto es energía térmica. El factor de emisión se eleva en 0,112 tonCO<sub>2</sub>eq/MWh.

## CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR RESIDENCIAL

En términos de consumo energético, el balance de energía de 2019<sup>2</sup> detalla que el sector residencial alcanzó un consumo de 254 PJ/año, donde la **leña figura como el principal energético (46%)**, seguido de la energía eléctrica (31%), gas natural (17%) y gas

licado de petróleo (6%). En el contexto del cambio climático y la transición energética justa, se espera un incremento en la participación de la electricidad y una sustitución gradual del uso de combustibles fósiles como fuente de generación y consumo.



CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN EL SECTOR RESIDENCIAL (PJ) EN COLOMBIA

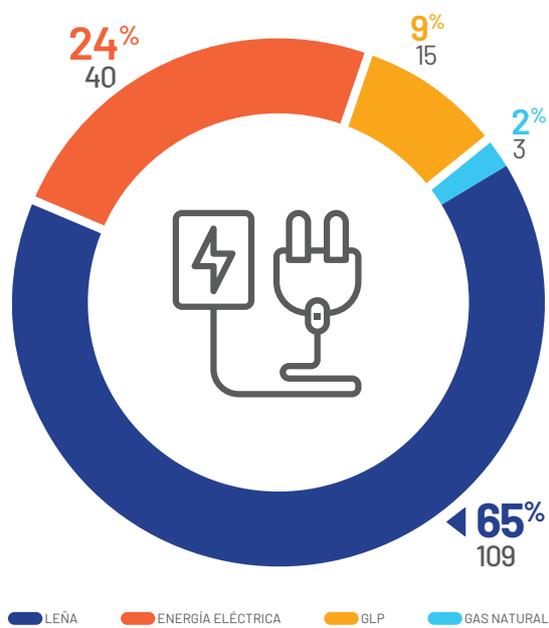
Fuente: Elaboración propia



2. <https://www1.upme.gov.co/Hemeroteca/Paginas/estudio-primer-balance-energia-util-para-Colombia.aspx>

## CARACTERIZACIÓN DE COCCIÓN Y CLIMATIZACIÓN

El balance de energía útil en Colombia indica que, de toda la energía empleada en el sector residencial, el 66% es empleado en la cocción de alimentos. Dentro de dicho consumo, el energético utilizado principalmente es la leña, representada en un 65% y seguida por gas natural, que se emplea en un 24%. El uso de la energía eléctrica para estos fines es marginal (2%).



CONSUMO POR ENERGÉTICOS EN EL USO DE COCCIÓN EN COLOMBIA

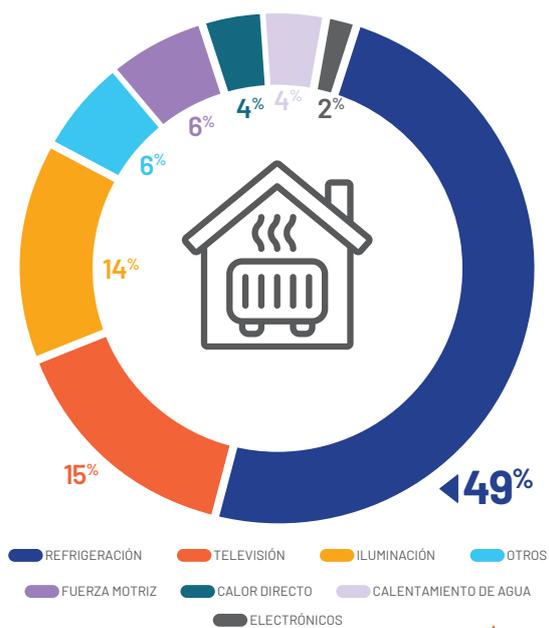
Fuente: Elaboración propia



Se estima que del 91,51% de los hogares presentes en áreas rurales en Colombia, el 40,1% consume combustibles de uso ineficiente y altamente contaminantes (CIAC) para la cocción, con una participación del 38% de la leña. Llevado a cifras, se utilizan aproximadamente 5,1 millones de toneladas (Mt) de leña anual y se generan emisiones del orden de los 7,9 MtCO<sub>2</sub>eq.

Por otra parte, el consumo de electricidad en el sector residencial está principalmente relacionada a los equipos de refrigeración, que representa el 49% del uso final de este tipo de energía. Dentro de dicho valor, se estima que la climatización de ambientes corresponde a un 10% del consumo total de energía eléctrica residencial destinado a ventilación y aires acondicionados.





**DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL EN COLOMBIA**

Fuente: Elaboración propia

## CARACTERIZACIÓN DE LAS VIVIENDAS

La electrificación de los hogares y artefactos requiere viviendas con instalaciones eléctricas formalizadas y regularizadas. Colombia cuenta con 18 millones de viviendas de las cuales, 61% son casas y 32% apartamentos. Las proyecciones estadísticas prevén un incremento en el stock de viviendas urbanas para el año 2050.

Los materiales principalmente empleados para muros exteriores son bloques, ladrillo, piedra o madera pulida, comportamiento que difiere en la vivienda tradicional indígena y la vivienda tradicional étnica en las que se emplea mayoritariamente tapia pisada, bahareque, adobe, madera cruda, tabla y tablón.



## ESTADO **ELECTRIFICACIÓN: NIVEL DE ACCESO Y CALIDAD DEL SERVICIO**

Para hacer posible una mayor electrificación a nivel residencial, es fundamental que hayan altos niveles de acceso a electricidad. Colombia cuenta con un alto nivel de acceso, del 93%.

La calidad del acceso a la electricidad es relevante para entender el nivel de preparación para la electrificación. Colombia reporta interrupciones más prolongadas y frecuentes que Brasil y Chile, sin embargo se percibe una mejora continua en la calidad del servicio desde el año 2019, con una disminución de 9 y 5 horas en comparación con el 2020 y 2021. En países OCDE el promedio es de 1,3 de horas con una frecuencia de 0,9 veces (IEA, 2018). Es decir, Colombia aún se encuentra lejos de los estándares promedio de los países OCDE.

## CONTEXTO **EMISIONES EN COLOMBIA**

En Colombia, para el año 2020, las emisiones de metano fueron 80.1 MtCO<sub>2</sub>-eq y se proyectaba que crecerían un 14% más para 2030, alcanzando 91.6 MtCO<sub>2</sub>-eq para ese año (VITO, UniAndes 2020). La partición sectorial proyectada de estas emisiones para 2030, según las categorías de emisiones del IPCC, es del 60% para AFOLU, del 29% para Residuos y el 11% restante se atribuye principalmente a Energía.

Por su parte, de acuerdo con el BUR3 de Colombia, el sector Residencial (Categoría



IPCC 1A4b) generaba 5.64 MtCO<sub>2</sub>-eq en el año 2018, lo que equivale a 1.9% de las emisiones nacionales para ese mismo año. De estas emisiones, el 22.9% correspondía a emisiones de metano. Las emisiones en ese sector involucran todas aquellas emisiones directas de gases efecto invernadero asociadas a usos residenciales, desde calor directo, refrigeración, aire acondicionado, o uso de leña, gas natural y otros energéticos para cocinar.

En el caso colombiano, es importante resaltar que el Plan de Masificación de Gas, que inició en 1991, ha ampliado significativamente la cobertura del servicio de gas natural en el país, pasando de un consumo aproximado de 2.780 TJ en 1990 a 50.066 TJ en el 2018 (UPME, 2017b). En el mismo periodo, el consumo de leña en el sector residencial ha decrecido un 30% desde el inicio de la serie de tiempo reportada en el BUR.

El Balance de Energía Útil de la UPME indica que el gas natural suple el 17% de la demanda energética residencial, y que casi la totalidad del gas natural residencial en Colombia se utiliza en calor directo (aproximadamente 99.6%), es decir, en cocción de alimentos. De acuerdo con esto, las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de gas natural para cocción alcanza 2.44 MtCO<sub>2</sub>, equivalente a 58.4% del total residencial.



## TECNOLOGÍAS Y COSTOS

Para evaluar el avance de la electrificación es esencial mirar la disponibilidad y los costos comparados de las distintas tecnologías y energéticos.

### CLIMATIZACIÓN

El clima de Colombia implica un nivel muy bajo de demanda energética por calefacción, con presencia mayor de requerimiento de climati-

zación en frío. La oferta de calefacción incluye equipos a gas (natural o GLP) y eléctricos. Los primeros tienen la ventaja de operar a costos relativamente reducidos en comparación con los calefactores eléctricos. La calefacción central es muy poco usada.

Los costos de los energéticos utilizados para la climatización varían según el tipo de energía y la tecnología empleada. A continuación, se detallan algunos de los principales costos asociados a diferentes fuentes y sistemas de climatización:

Costo de inversión y operación de equipos de climatización

TECNOLOGÍA DE CALEFACCIÓN	COSTOS	RANGO DE COSTOS
CHIMENEA GAS NATURAL	Inversión (USD)	\$945 - \$1.539
	Operación (USD/kWh)	\$0,075
CALEFACTOR A GAS LICUADO	Inversión (USD)	\$595 - \$932
	Operación (USD/kWh)	\$0,119
CALEFACTOR ELÉCTRICO	Inversión (USD)	\$11 - \$19
	Operación (USD/kWh)	\$ 0,217
AIRE ACONDICIONADO (TIPO: INVERTER, VENTANA, CENTRAL Y/O SPLIT)	Inversión (USD)	\$212 - \$896
	Operación (USD/kWh)	\$ 0,068
BOMBA DE CALOR*	Inversión (USD)	\$850 - \$1.091
	Operación (USD/kWh)	\$0,052

Fuente: Elaboración propia en base a datos de mercado, diversas tecnologías - datos muy estimativos en base a un breve levantamiento de información de mercado, septiembre 2023.

## COCCIÓN

En Colombia, el energético mayormente empleado para la cocción es la leña, seguida por gas natural y en muy bajo porcentaje, la electricidad (2%).

La tecnología eléctrica más avanzada para cocinar son las estufas eléctricas de inducción. Como barrera para su adopción en Colombia, además de un mercado muy incipiente y por lo tanto aún bastante costoso en términos de inversión, las configuraciones de estas estufas requieren conexión a 220 V mientras que la mayoría de los hogares del país tienen conexión a 120 V. Realizar la modificación para cambiar el nivel de tensión en Colombia no resulta sencilla.



Los costos de inversión son muy variados, pudiendo igualar costos de inversión entre cocinas a gas, leña y electricidad, cuando estas últimas son de resistencia, no de inducción.

Se generó en el marco de este estudio una homologación simple para poder comparar tecnologías. La siguiente tabla comparativa abajo refleja los costos de inversión, así como los costos de operación para Colombia.



Costo de inversión y operación de equipos de cocción

TECNOLOGÍA DE COCCIÓN	COSTOS	RANGO DE COSTOS
<b>COCINA ELÉCTRICA</b> (4 QUEMADORES) <b>RESISTENCIA</b>	Inversión (USD)	\$260 - \$267
	Operación (USD/kWh)	0,334
<b>COCINA ELÉCTRICA</b> (4 QUEMADORES) <b>INDUCCIÓN</b>	Inversión (USD)	\$377 - \$1.073
	Operación (USD/kWh)	0,241
<b>COCINA A GAS</b> (4 QUEMADORES)	Inversión (USD)	\$105 - \$234
	Operación (USD/kWh)	Gas Natural: 0,083 Gas Licuado: 0,094
<b>COCINA A LEÑA</b>	Inversión (USD)	\$364 - \$469
	Operación (USD/kWh)	0,276

Fuente: Elaboración propia en base a datos de mercado- datos muy estimativos en base a un breve levantamiento de información de mercado, septiembre 2023.





# MEDICIONES

## DESAFÍOS DE CONTAMINACIÓN INTRADOMICILIARIA EN COLOMBIA EN BASE A LAS MEDICIONES

**E**ste estudio representa la primera medición directa de las tasas de emisión de contaminantes como NO<sub>x</sub>, CO y CH<sub>4</sub> en cocinas residenciales que utilizan gas natural en Colombia.

Los resultados sugieren que las tasas de emisión de Metano en el sector residencial podrían estar significativamente subestimadas en los inventarios nacionales, ya que el factor de emisión obtenido en este análisis es considerablemente mayor que los valores de referencia utilizados por el IPCC.

Adicionalmente, el estudio destaca que la combustión de gas natural en Bogotá podría ser menos eficiente debido a su altura, lo que afecta la generación de contaminantes como NO<sub>x</sub>. Las emisiones de este gas están relacionadas directamente con las temperaturas alcanzadas durante la combustión, y una menor eficiencia en la combustión puede llevar a concentraciones de NO<sub>x</sub> que exceden los límites recomendados en ambientes de poca ventilación. Esto es particularmente relevante para la calidad del aire en espacios cerrados, donde la falta de intercambio de aire adecuado puede provocar la acumulación de contaminantes a niveles perjudiciales para la salud de los habitantes.

Los resultados revelan que, en Colombia los dispositivos de cocción a base de gas, al igual que en Chile, generan emisiones incluso estando apagados.

En base al estudio, se estima que sólo el 26% de las emisiones están asociadas al período



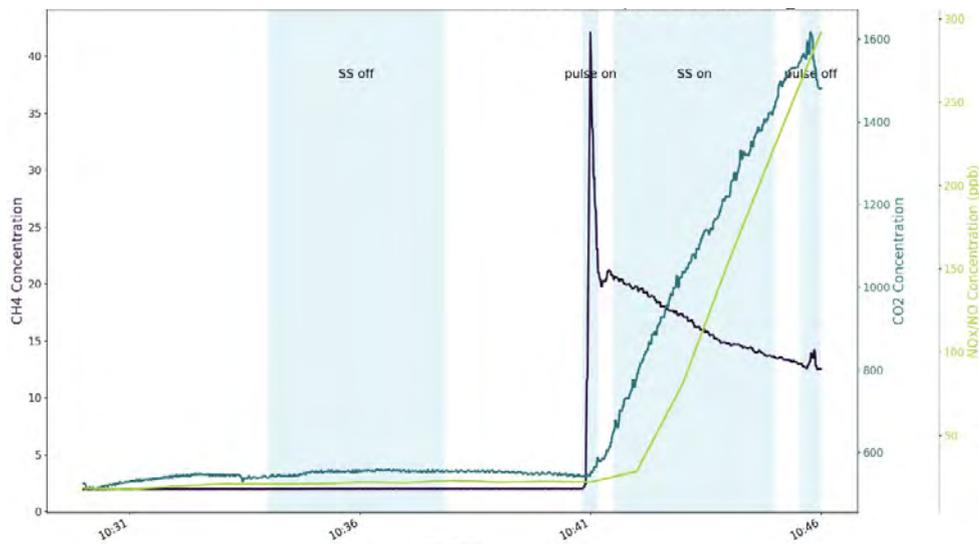
de uso de los quemadores, el 57% a fugas mientras están apagados y 16% en la etapa de encendido.

Los estados de pulso de encendido y apagado ("pulse on" y "pulse off"), representan también emisiones. El encendido significa una gran inyección de metano a la atmósfera. La cantidad de metano emitido en esos breves instantes constituye una fracción significativa de las emisiones totales.

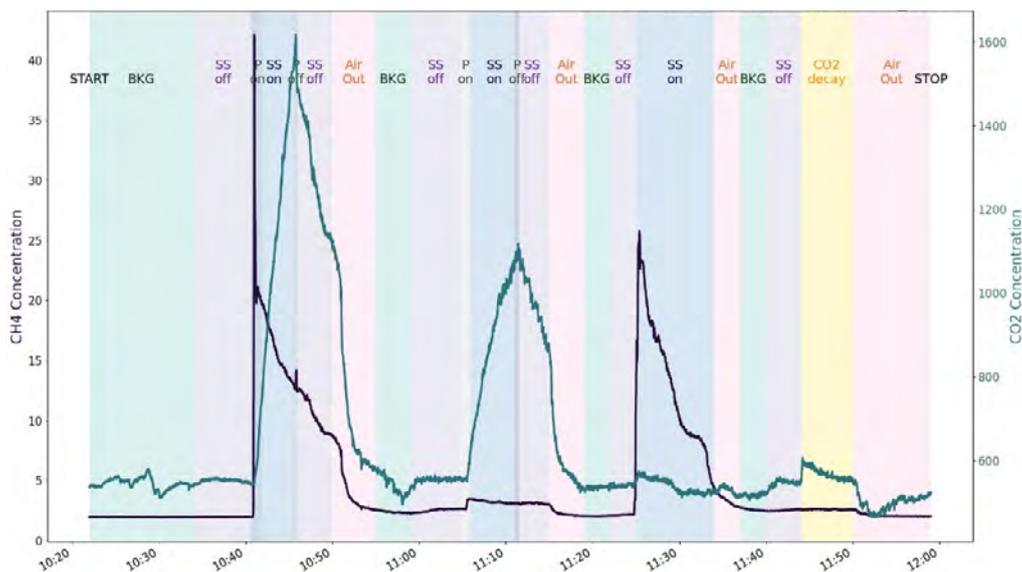
Otro resultado relevante es que existen cambios abruptos de concentración para Metano ( $\text{CH}_4$ ) durante los diferentes momentos de la medición. El estado "SS off" se refiere a estacionario apagado, donde se pueden identificar las emisiones, además de Metano ( $\text{CH}_4$ ) sino también de Oxido Nitroso ( $\text{NO}_x$ ) y Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Con los datos obtenidos en el estudio es factible estimar la participación de cada tipo de actividad (encendidos, combustión, y fugas) en las emisiones típicas de una estufa.





**DINÁMICA DE CONCENTRACIONES DE CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> Y NO<sub>x</sub> DURANTE EL CICLO DE MEDICIÓN DEL QUEMADOR EN UNA COCINA.**



**SERIE DE TIEMPO DEL PROCESO DE MEDICIÓN**

Este estudio estima que es posible que una estufa a gas natural emita 0.45 kg de metano anualmente, de los cuales 57% corresponden a fugas, 16% a operaciones de encendido y el 26% restante al uso de los quemadores durante la combustión. Un estimativo rápido sugiere que, para los 10.1 millones de usuarios de gas natural residencial en Colombia, estas emisiones implican 4500 toneladas de metano al año.

Las mediciones en la ciudad de Bogotá se llevaron a cabo en un total de 23 viviendas.

[Los detalles de la metodología seguida para las mediciones en Colombia se encuentran en la sección III.3 del Informe de Mediciones.](#)



# IMPACTOS A LA SALUD ESTIMADOS EN BASE A LAS MEDICIONES

El estudio en Colombia incluyó también la estimación del potencial efecto que las tasas de emisión podrían tener sobre la calidad del aire en las viviendas, bajo diferentes niveles de ventilación (diversos ACH de la vivienda) y diversos tamaños de vivienda (expresados en área superficial en m<sup>2</sup>).

En términos generales, una mala ventilación refiere a un valor de ACH (en h<sup>-1</sup>) al ser inferior a 3 intercambios por hora. El nivel ideal debe ser superior a 6 intercambios por hora.

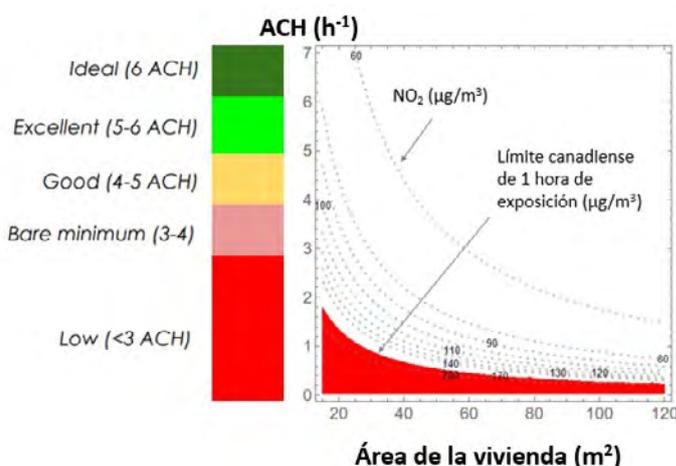
Como resultado se obtiene que **en viviendas pequeñas**, tipo estudios, y en cualquier caso para tasas de intercambio muy bajas (ACH < 1 intercambio por hora), **la concentración de NO<sub>2</sub> exceda el límite de 90 ppb estipulado por la Agencia Ambiental Canadiense** para 1 hora de exposición.

En cocinas con baja ventilación, y para periodos de cocción prolongados, las concentraciones de NO<sub>2</sub> pueden ser mucho mayores. Esto puede implicar un **riesgo para las personas encargadas de la preparación de alimentos**.

Estimación de la concentración de estado estable de NO<sub>2</sub> que se puede alcanzar al interior de una vivienda

El gráfico siguiente representa la concentración de NO<sub>2</sub> de acuerdo al área de la vivienda, considerando una altura típica de 2.4 metros y una concentración de fondo del NO<sub>2</sub> de 40 µg/m<sup>3</sup> (que corresponde al promedio anual encontrado en la ciudad de Bogotá), bajo diversos escenarios de intercambio de aire. La zona roja de la gráfica muestra aquellas condiciones que superan el límite de 90 ppb para una hora de exposición, que definen el límite establecido por la Agencia Ambiental Canadiense, y el resultado del análisis se representa con la línea curva superior, muy por encima del recomendado.

[Los detalles del análisis de las implicaciones para la salud se encuentran en la sección 2.b de las conclusiones en Colombia del Informe de Mediciones.](#)



ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ESTADO ESTABLE DE NO<sub>2</sub> QUE SE PUEDE ALCANZAR AL INTERIOR DE UNA VIVIENDA

# POLÍTICAS

## E INSTRUMENTOS EXISTENTES PARA IMPULSAR LA TRANSICIÓN EN COLOMBIA

### POLÍTICA, PLANES Y LEYES MARCO

Más allá de una matriz eléctrica con un alto involucramiento del recurso hídrico, Colombia ha dependido económica y energéticamente de recursos fósiles como el carbón y el petróleo, pero dadas las presiones internacionales en torno al uso de estos energéticos causantes en buena proporción del incremento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y por lo tanto del cambio climático, se pretende realizar un aprovechamiento de las fuentes renovables como la eólica, solar y geotérmica, entre otras, particularmente en la electrificación limpia. En ese sentido, en los últimos años, Colombia ha puesto en marcha diversos **instrumentos de política** y leyes para abordar la acción climática, así como los procesos de electrificación a nivel nacional y local, entre ellos se destaca:

- ▶ **Ley 1715 de 2014, modificada por la Ley 2099 de 2021**, promueve el aprovechamiento de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) para la generación de electricidad y se establecen incentivos a la inversión para la ejecución de proyectos de energía (tanto FNCE, como de eficiencia energética). Los

incentivos corresponden a la deducción de renta, la exclusión del IVA, la exención de arancel y la depreciación acelerada. Estos incentivos son concurrentes (se pueden aplicar todos de manera simultánea sobre la misma inversión) y se han convertido en uno de los factores dinamizadores de la ejecución de proyectos de FNCE, tanto para los de gran escala (mayores a 1 MW) como los de pequeña escala, pues son aplicables por personas naturales o jurídicas.

- ▶ **CONPES 3919 de 2018 pretende promover la inclusión** de criterios de sostenibilidad dentro del ciclo de vida de las edificaciones y la aplicación de incentivos financieros que permitan implementar iniciativas de construcción sostenible en un país donde se incrementa la demanda por edificaciones en un contexto de continua urbanización.
- ▶ **Resolución 0549 de 2015 adopta una guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones**. Por otro lado, el **Sello Ambiental Colombiano** (Norma Técnica Colombiana NTC 6112 de 2016) promovida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece criterios ambientales para el diseño y construcción de edificaciones diferentes a viviendas.



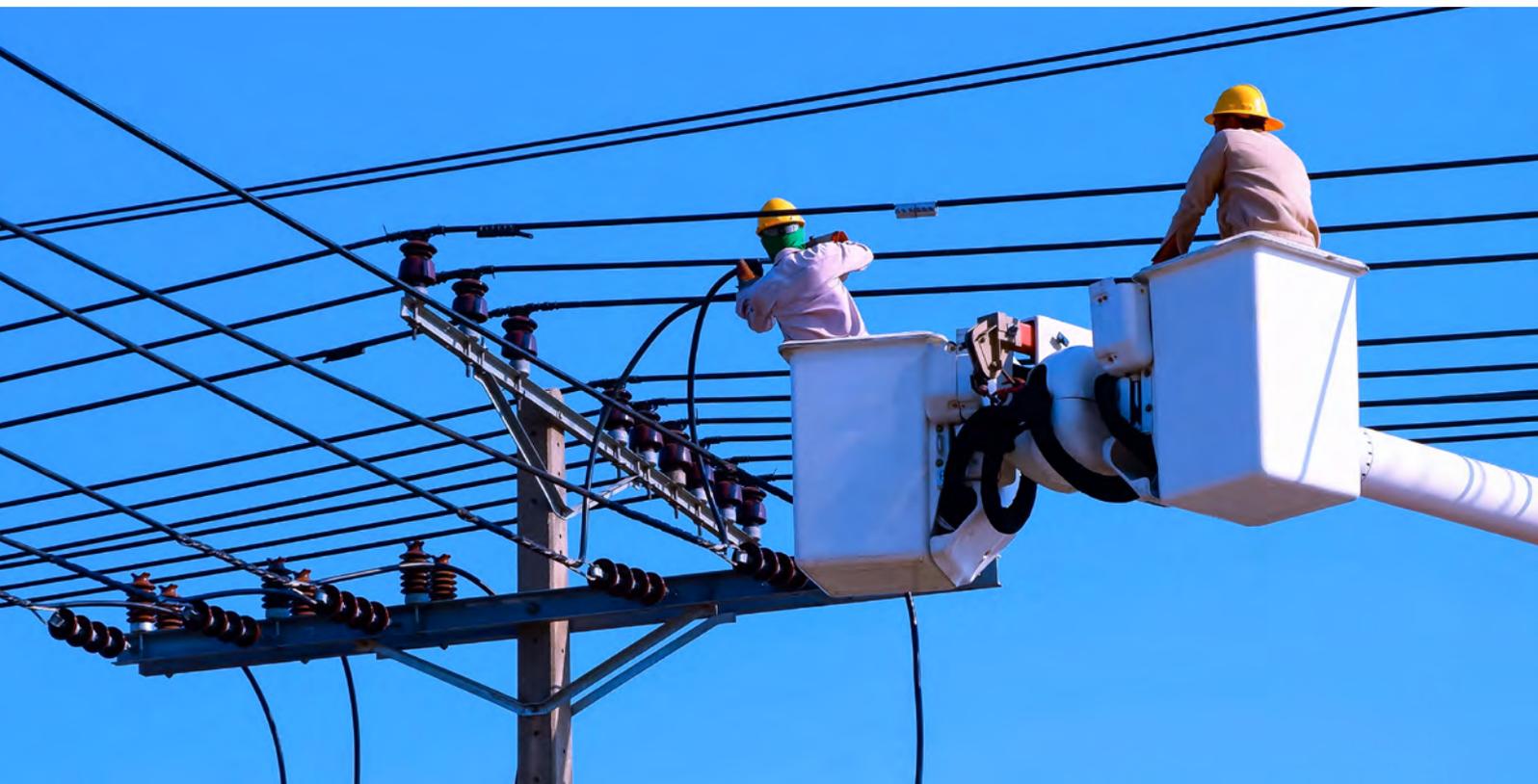
- ▶ **CONPES 4075 de 2022 busca lograr una mayor articulación entre las diferentes políticas** que pretenden impulsar la transición energética en el país. En relación con asuntos que involucran al sector residencial se destacan: i) las dificultades para alcanzar la universalización del servicio (100% de cobertura) y ii) el empleo del gas natural como un energético de transición. En el caso de la cobertura indica que un 51% del territorio nacional constituye Zonas No Interconectadas (ZNI), mientras que en el caso del gas natural como energético para la transición el CONPES indica que se debe promover su utilización en diferentes sectores, incluido el residencial, aumentando su participación en la matriz energética nacional.
- ▶ **Plan Nacional de Sustitución de Leña (PNSL) 2023**, tiene el objetivo que todos los hogares que hacen uso de leña y de otros combustibles ineficientes y altamente contaminantes (CIAC), cuenten con una alternativa limpia y eficiente para la cocción al 2050. Este plan de acción se basa en cuatro pilares estratégicos que se desagregan en acciones y objetivos específicos de cumplimiento en el corto, mediano y largo plazo, procurando el entregar seguridad, confiabilidad y acceso sostenible a energéticos limpios para la

cocción doméstica, mitigar emisiones contaminantes como parte del proceso de adaptación al cambio climático, fomentar la investigación e innovación tecnológica para su reemplazo y uso eficiente de energéticos limpios y proteger la salud de los usuarios con perspectiva cultural que respete un enfoque diferenciado según su ubicación geográfica. Como alternativas energéticas viables para el reemplazo de combustibles CIAC, como la leña y el carbón, consideradas en este plan, son el gas licuado de petróleo (GLP), gas natural, energía eléctrica y el biogás.

Por su parte, Colombia cuenta con **instrumentos** como:

- ▶ **Plan Energético Nacional (PEN 2022-2052)**, propone diversas medidas que varían en ambición y enfoque según el escenario considerado (Actualización, Modernización, Inflexión, Disrupción y Transición Energética). Esto contempla desde las mejoras graduales en la eficiencia energética, hasta transformaciones radicales en el consumo y la adopción de tecnologías limpias. Cada escenario presenta un camino diferente hacia un futuro energético más sostenible que analiza sus costos, beneficios y necesidades de cambio estructurales.

- ▶ **Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica (PIEC)**, además de promover la universalización en la cobertura energética del país a través de la electrificación de las zonas no interconectadas - ZNI, también fomenta la construcción de edificios sostenibles con criterios de eficiencia energética por medio de diversos instrumentos de carácter normativo e indicativo que buscan mejorar las fases de construcción y operación de edificios nuevos y antiguos, definiendo metas de reducción de emisiones enfocadas en la materialidad de las construcciones y los sistemas de iluminación, cocción y calefacción.
- ▶ **Plan de Acción Indicativo - Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PAI-PROURE)** define que la instalación de luminarias LED es una medida costo-efectiva, fácil de implementar en el sector residencial, dado que existe amplia oferta de esta tecnología en las casas comerciales que no requieren de criterios expertos para su adquisición. Otras medidas de eficiencia energética mencionadas por el plan, consideran la adquisición de estufas eficientes, sustitución de leña, adquisición de neveras de mejor rendimiento, desarrollo de distritos térmicos y la instalación de equipos de medición inteligente.
- ▶ **Plan Nacional de Desarrollo 2022 - 2026**, promueve instrumentos como las comunidades energéticas "para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables -FNCER-, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos". Estas comunidades energéticas fueron reglamentadas mediante el decreto 2236 de 2023.
- ▶ **Planes de Energización Rural Sostenible - PERS** propone una visión de desarrollo regional que facilita la identificación y estructuración de proyectos integrales y sostenibles en un período mínimo de 15 años, los cuales, además de generar energía, impulsan el crecimiento y desarrollo de las comunidades rurales en las regiones objetivo.



## ALGUNOS INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS

Adicionalmente el estudio logró identificar **varios instrumentos económicos**, de gestión y fomento para la electrificación y generación de energía a través de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), entre los que destacan el Fondo Único de Soluciones Energéticas (FONENERGÍA) y el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). Ambos funcionan sobre la base de políticas de recaudo que tienen por objetivo financiar y entregar recursos a iniciativas costo-eficientes que contribuyan a alcanzar los objetivos energéticos de Colombia. Así mismo, el:

- ▶ **FOES, Fondo de Energía Social** que tiene por objeto cubrir hasta cuarenta y seis pesos (\$46) por kilovatio hora del valor de la energía eléctrica destinada al consumo de subsistencia de los usuarios residenciales de estratos 1 y 2 de las Áreas Rurales de Menor Desarrollo, Zonas de Dificil Gestión, y Barrios Subnormales.
- ▶ **Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas – FAER –**, que permite que los Entes Territoriales (con el apoyo de las Empresas Prestadoras del Servicio de Energía Eléctrica en la zona de influencia), sean gestores de planes, programas y proyectos de

inversión para la instalación de la nueva infraestructura eléctrica favoreciendo la expansión de cobertura y procurando la satisfacción de la demanda de energía en las zonas rurales interconectadas.

- ▶ **FAZNI, Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas**, tiene por objetivo financiar planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas (ZNI) tanto para la instalación de la nueva infraestructura eléctrica y para la reposición o la rehabilitación de la existente.
- ▶ **PRONE, Programa de Normalización de Redes Eléctricas – PRONE** es financiado hasta con un 20% del recaudo de los recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas, FAER.

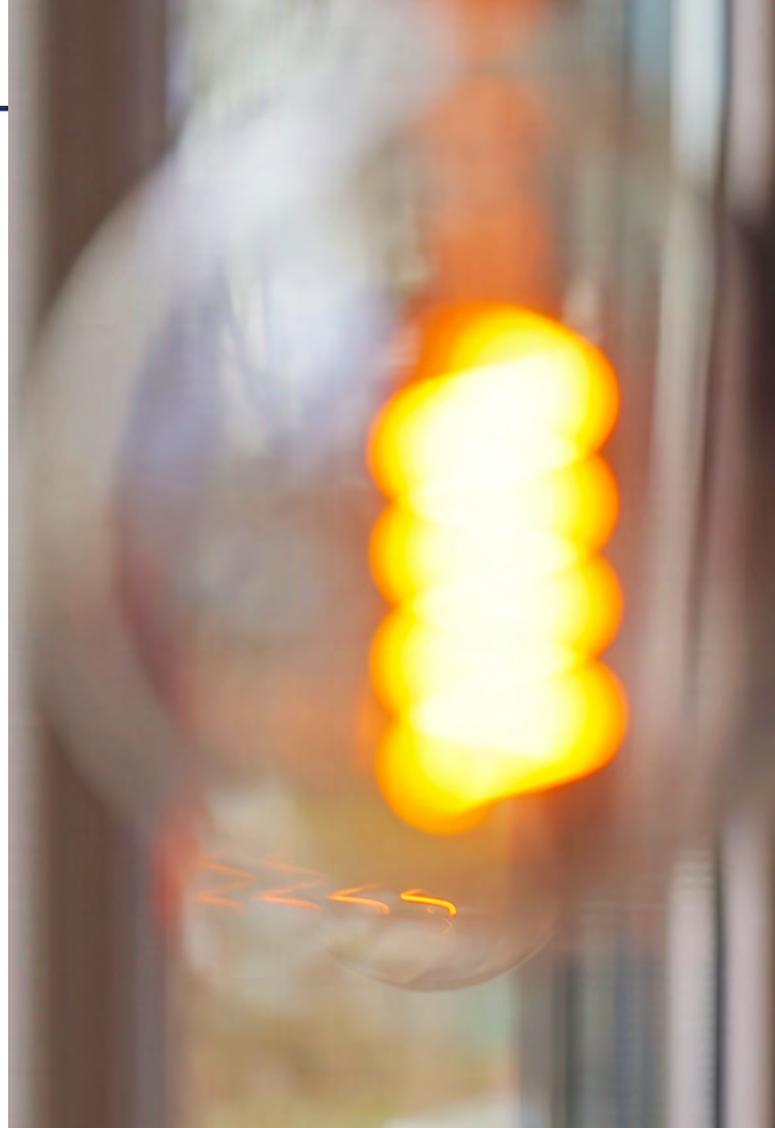
Otro instrumento destacable en este contexto es el **impuesto al carbono**. Creado en la ley 1819 de 2016 para desincentivar el uso de los combustibles fósiles y estimular el uso eficiente de los mismos. Busca reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en línea con los compromisos de reducción de emisiones climáticas en virtud del Acuerdo de París. Representa el cobro de una tarifa proporcional a la cantidad de GEI que se liberan a la atmósfera cuando se queman combustibles fósiles. El impuesto al carbono se aplica en la primera actividad de la cadena de suministro por venta, importación o autoconsumo de cualquiera de los combustibles fósiles grabados dentro del territorio nacional como son gasolina, queroseno, jet fuel, combustible diesel (ACPM) y fuel oil. Al GLP solo se le aplica en venta a usuarios industriales, mientras que el gas natural solamente se asocia al impuesto dentro de la industria petroquímica y de refinación.

## DESAFÍOS ALREDEDOR DE LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS EXISTENTES PARA IMPULSAR LA TRANSICIÓN ¿QUÉ ESTÁ IMPIDIENDO LOS CAMBIOS?

La electrificación residencial enfrenta grandes desafíos en Colombia, incluyendo en primer lugar los **altos grados de ruralidad** y en segundo lugar los **muy bajos precios del gas**. Pero más allá de estos dos grandes desafíos hay otros aspectos multidimensionales que tienen que ser enfrentados y para lo cual se requiere impulsar nuevos planes y programas de carácter normativo que involucre a los sectores público-privado y las comunidades.

Las brechas del sector energético en Colombia pueden categorizarse según los ámbitos de intervención en:

- ▶ **Estrategia de transición energética residencial.** A pesar de contar con una **estrategia de reemplazo de la leña**, esta estrategia se debería ajustar para ser más decidida en lo referente a la necesidad de electrificación, y con metas claras en este sentido. Se requiere declarar más decididamente la necesidad de eliminar los combustibles fósiles y declarar que no habrá expansión de las redes de gas. Al contrario, hoy existen diferentes instrumentos que promueven el uso del gas muy explícitamente.
- ▶ **Redes de distribución.** De acuerdo con información publicada por la UPME, el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, impulsado por factores como el desarrollo industrial, el incremento de



la población y la expansión de diversos sectores clave de la economía, está superando las proyecciones realizadas, situación que ha llevado a **las redes de distribución a un agotamiento de capacidad** de transporte de corriente y por lo tanto a una condición de estrés. Lo anterior representa un desafío para la adecuada prestación del servicio. Las redes de distribución existentes comienzan a tornarse obsoletas y requieren inversiones para llevar a cabo su actualización. Se observa también la falta de desarrollo de nueva infraestructura que permita mejorar la calidad (principalmente en la región del Caribe) y medición inteligente del suministro, ampliar la cobertura transversalmente bajo esquemas claros de financiamiento para proyectos de pequeña y gran escala y regularizar las conexiones e inyecciones eléctricas para que los sistemas de



autogeneración que puedan ser parte de la red.

- ▶ **Sistemas energéticos de la vivienda.** Se identifican falencias en la normalización de los sistemas eléctricos, falta de oferta y fomento, por parte privada y fiscal, para el recambio de tecnologías de eficiencia energética de calefacción y cocción, que se traduce en altos costos adquisición e implementación.
- ▶ **Falta de conocimiento. Incluye aspectos que vinculan tanto al usuario final como a la institucionalidad.** En el primer caso hace referencia al desconocimiento general que existe respecto a los impactos de las emisiones de los equipos de cocción y calefacción que utilizan combustibles fósiles para su operación. En el caso institucional se identifica una fragmentación en la implementación

de políticas y programas, reflejando discontinuidad e incoherencia en la aplicación de las estrategias de electrificación. La falta de coordinación entre los distintos actores también puede resultar en esfuerzos duplicados y un uso ineficiente de recursos, lo que limita el progreso hacia una electrificación más amplia y sostenible.

- ▶ **Precio de los energéticos.** El costo de la electricidad es poco competitivo en comparación a la leña y con el gas. Si bien, esta realidad responde a aspectos culturales y la ubicación geográfica. Con el alto costo de las tarifas eléctricas en zonas más rezagadas y el fomento a través de subvenciones por parte del gobierno, el gas se ha posicionado mejor en el mercado y forma parte de los energéticos de transición en los distintos escenarios proyectados para la electrificación de Colombia.

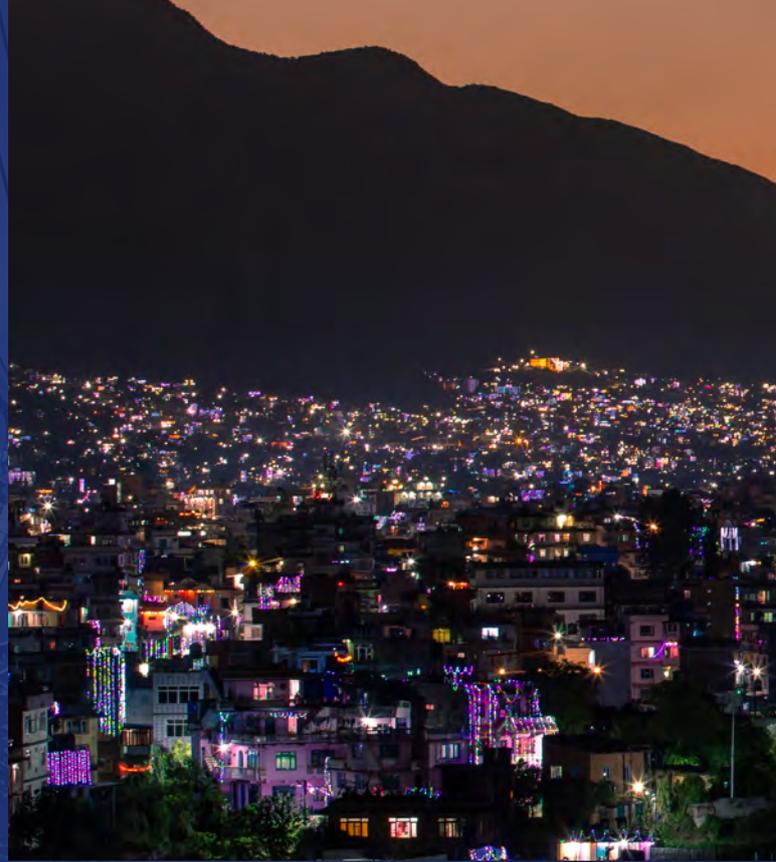
## PROPUESTAS PARA HABILITAR (Y ACELERAR) LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA RESIDENCIAL EN COLOMBIA / ¿QUÉ CAMBIOS NECESITAMOS?

A partir de las brechas identificadas en los instrumentos, la experiencia internacional y el taller participativo<sup>1</sup>, se generó una propuesta de instrumentos de política a desarrollar considerando tanto el ajuste de instrumentos existentes como la creación de instrumentos nuevos.

Los instrumentos propuestos para la transición hacia la electrificación residencial fueron evaluados utilizando una matriz multicriterio que fue elaborada y evaluada con base en el criterio experto del equipo ejecutor. Dicha matriz contempla criterios que se agrupan en tres categorías: impacto, viabilidad técnico-económica y aspectos legales. Cada uno de estos criterios permitió realizar una evaluación general de las medidas propuestas y si existe un escenario habilitante o falta de él.

En cuanto a los **criterios de impacto**, se valoró el efecto que tendrían los instrumentos en la transición energética, **impactos en la salud**, **reducción de emisiones globales e impacto social** en las diversas comunidades afectadas. Estos factores permiten determinar la relevancia y pertinencia de cada propuesta en el marco de la descarbonización y la mejora en la calidad de vida de grupos vulnerables.

La **viabilidad técnico-económica** se evaluó considerando el grado de factibilidad de



cada instrumento, es decir, su capacidad de insertarse en el contexto actual del país, tomando en cuenta las tendencias y la viabilidad tecnológica. Adicionalmente, se consideró la **disponibilidad de capital humano** para implementar estas soluciones, así como los **requerimientos económicos**, evaluando tanto el “rango” de los costos como su distribución o apalancamiento desde los sectores públicos y privados.

Finalmente, en los **aspectos legales** se tomó en cuenta la disposición o voluntad política tendencial del gobierno para impulsar estos instrumentos, además de los requisitos legales que serían necesarios para su implementación. Además, se evaluó si existen **leyes o programas vigentes** que faciliten su implementación o si será necesario aprobar nuevas normativas, considerando la posibilidad de que dichas leyes puedan ser aprobadas en el contexto político actual.

De esta manera, enfatizando la necesidad de una creciente electrificación, se lograron identificar 5 ejes para avanzar en la transición energética a nivel residencial:



1. Taller en la Universidad de Los Andes, Colombia: participaron 11 actores pertenecientes al sector público, privado y académico. En el Anexo 2 del Informe de Políticas se presenta en detalle el material de los talleres.



**ESTRATEGIA**



**REDES DE DISTRIBUCIÓN**



**SISTEMAS ENERGÉTICOS DE LA VIVIENDA**



**INFORMACIÓN**



**PRECIOS DE LOS COMBUSTIBLES**

Las propuestas específicas para los 5 ejes se encuentran en la Tabla 3 del Informe de Políticas de Colombia





## ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO E IMPACTOS DE LAS PROPUESTAS A **LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS EN COLOMBIA /** **¿QUÉ PODEMOS PILOTEAR Y QUÉ RESULTADOS OBTENDRÍAMOS?**

**S**e efectuó un análisis de costos y beneficios de seleccionados instrumentos para definir la viabilidad y conveniencia económica de algunos de los programas propuestos. Aquí se presentan las cifras de uno de los programas propuestos analizados económicamente.

### PROGRAMA DE RECAMBIO DE COCINAS A LEÑA POR COCINAS ELÉCTRICAS DE RESISTENCIA

- ▶ Los beneficios económicos del proyecto, que incluyen mejoras en salud, reducción

de emisiones de CO<sub>2</sub>eq y el costo-oportunidad por la recolección de leña, se calculan en **39,7 millones de USD**. Esto genera un Valor Actual Neto (VAN) positivo de **34,6 millones de USD**.

- ▶ En términos de ahorro para las familias beneficiadas, el programa permite un ahorro promedio de **6 USD anuales** por vivienda. Además, las viviendas de estratos socioeconómicos 1 y 2 podrían acceder a un subsidio al consumo energético de **entre el 40% y el 60%**, lo que resulta en un período de recuperación de la inversión inicial (**equivalente a 214 USD**) de **entre 4 y 5,7 años**.
- ▶ Finalmente, el programa **evitaría 74.528 toneladas de CO<sub>2</sub>eq para el año 2030**, lo que representa una reducción del **94,6% en emisiones** respecto a la línea base de estufas a leña, suponiendo un recambio de **4.400 estufas anuales**.

[Los detalles del cálculo de costos e impactos se encuentran en la sección III.3 del Informe de Políticas de Colombia.](#)





# TRANSICIÓN ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL

Cocción y Calefacción  
en América Latina

UNA INICIATIVA DE:



IMPLEMENTADO POR:

