



# La transición energética en el sector residencial

---

- Patrones de consumo energético residencial en la región

- El aislamiento de los edificios y el consumo de energía

- Políticas de transición energética para el sector residencial

- Los desafíos de la electrificación a nivel residencial



## Mensajes clave

**1**

El consumo per cápita de energía del sector residencial en América Latina y el Caribe es varias veces menor que el de China, Europa y Estados Unidos y, en general, está por debajo del de países de ingreso similar. Esto se debe a la combinación de un clima mayormente cálido y un nivel de ingresos medio. Mientras que el clima cálido limita las necesidades de consumo para calefacción, que son la principal fuente de consumo y emisiones del sector residencial en los países desarrollados, los ingresos medios limitan el consumo general de energía.

**2**

La situación actual y evolución futura del ingreso y del clima determinan dos de los tres desafíos clave de la transición energética en el sector residencial de América Latina y el Caribe: la sustitución de la biomasa por energías más limpias y el incremento de la dotación en electrodomésticos de los hogares.

**3**

El aún elevado consumo de biomasa en la región no solo es un desafío en términos de emisiones, sino también de salud. En cinco de los países más pobres, al menos un 30 % de los hogares utilizan leña como principal fuente para cocinar. La biomasa es también el principal insumo, junto con el gas, para satisfacer las necesidades en calefacción en los países de mayor ingreso y clima más frío.

**4**

El progresivo aumento del uso de electrodomésticos, en particular de aire acondicionado, supondrá un incremento sustancial del nivel, la estacionalidad y la variación a lo largo del día del consumo eléctrico. La conexión de los hogares a las redes de electricidad no supone un obstáculo de primer orden a esta expansión del consumo eléctrico, ya que es universal, excepto en las áreas rurales de pocos países.

**5**

Un desafío adicional de la transición está dado por la combinación de ingresos medios con la elevada desigualdad estructural característica de la región y se refiere al acceso a la energía por parte de los hogares más pobres. En la mayoría de los países, estos hogares ya dedican más del 5 % de su ingreso al gasto en electricidad, lo que limita que puedan electrificar más su consumo o afrontar mayores precios. Asimismo, muchos hogares de bajos ingresos en zonas rurales aún no cuentan con conexión a las redes de electricidad y en zonas urbanas están conectados informalmente, lo que implica déficits de calidad y riesgos de salud.

## 6

Existe una serie de políticas de efectividad comprobada para mejorar la eficiencia del consumo eléctrico de forma que contenga el aumento en su demanda. Estas consisten en promover, por un lado, la eficiencia de los aparatos eléctricos y los envolventes de los edificios mediante prácticas de etiquetado y estándares mínimos de construcción y fabricación y, por otro, impulsar comportamientos de consumo eléctrico más eficientes mediante herramientas informativas y esquemas de precios más sofisticados.

## 7

La autogeneración eléctrica solar en los hogares es un camino promisorio para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar el acceso a la energía, en especial en áreas rurales donde los costos de distribución de la electricidad son mayores. Los subsidios a la adopción de paneles deben ser focalizados para no resultar regresivos, ya que los hogares de mayores ingresos tienen más incentivos para instalarlos debido a su mayor consumo de electricidad.



# La transición energética en el sector residencial<sup>1</sup>

## Introducción

El consumo de energía que realizan los hogares dentro de sus viviendas es un insumo clave para su bienestar. Los hogares utilizan energía para cocinar y refrigerar alimentos, hacer funcionar una variedad de electrodomésticos y, según sea el clima de la región donde se encuentran, para calefaccionar o refrigerar sus viviendas. El consumo final de energía derivado de todos los usos residenciales supone en promedio casi un cuarto del consumo total en 27 países de América Latina y el Caribe (ALyC) (OLADE, 2021b). Además de los impactos positivos de los distintos usos de la energía sobre el bienestar, la utilización de fuentes de energía sucias, como la leña para cocinar o calefaccionar, tiene impactos negativos bien documentados sobre la salud y requiere un mayor esfuerzo y dedicación de tiempo.

Dada la relevancia del consumo de energía del sector residencial en el consumo total, el imperativo climático de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se aplica también a este sector. Las

emisiones totales de CO<sub>2</sub> generadas directamente por los hogares de esos 27 países en 2021 representaron el 5,6 % de las emisiones totales de los sistemas energéticos, las edificaciones, las industrias y el transporte, además de la gestión de residuos (Minx et al., 2021). Esa proporción regional es inferior al promedio global, que se ubica en el 7,7 %, y no incluye las emisiones asociadas a la generación de la electricidad que utilizan los hogares, que en el mundo más que duplican las emisiones directas.

Los desafíos de la transición energética en el sector residencial comprenden entonces la mejora en el acceso a la energía como ingrediente clave del bienestar de los hogares y la necesaria reducción de las emisiones. La combinación de ambas dimensiones se encuentra claramente plasmada en el séptimo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7) de las Naciones Unidas, que establece como meta “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna”. Dicha dimensión enfatiza que el acceso

<sup>1</sup> Este capítulo fue elaborado por Guillermo Alves con la asistencia de investigación de Facundo Lurgo.

implica un componente de asequibilidad y calidad de la energía consumida. La calidad del consumo energético residencial se refiere tanto a la continuidad del suministro, en cuanto a que este no sufra interrupciones, como a la utilización de energías modernas, lo que alude a la utilización de energías limpias.

Como se ha visto en este reporte, la motivación climática de la transición energética supone avanzar tanto en la mejora de la eficiencia del consumo energético como en su electrificación. Los hogares pueden lograr niveles más altos de eficiencia energética utilizando aparatos con mejoras en dicha relación técnica y con el aislamiento térmico de sus viviendas. En cuanto a electrificación, este capítulo muestra que existe un amplio margen en la región para electrificar el consumo residencial, pero ese margen luce sustancialmente más acotado que en los países de mayor ingreso del planeta. El capítulo expone también que los hogares pueden contribuir a la electrificación mediante la generación de electricidad con paneles solares instalados en sus viviendas. Esta tecnología tiene especial potencial para mejorar el acceso a la electricidad en áreas rurales, donde aún existen hogares sin conexión a las redes de distribución eléctrica.

En el caso del consumo residencial, los dos márgenes de eficiencia y electrificación, que son transversales en el reporte, están vinculados a cambios en el comportamiento que reducen el consumo energético. A ellos se suma otro mecanismo comportamental: el ahorro de energía. Dos ejemplos clásicos son apagar las luces de los espacios donde no son necesarias y moderar las temperaturas de los sistemas de calefacción y refrigeración.

El tipo de energía y la cantidad consumida en los hogares depende de cuatro factores principales. El primero de ellos es el clima, que tiene un rol fundamental en la región. El capítulo muestra que, en las regiones con inviernos fríos, la calefacción de ambientes y el agua caliente sanitaria son los usos

principales, representando más de la mitad del consumo total de energía, mientras en las áreas cálidas el uso principal es la cocción de alimentos. El segundo factor es el acceso de los hogares a las fuentes de energía, ya que condiciona el tipo de energía que consumen. El uso de electricidad y gas natural requiere de conexión a las redes; el uso de gas licuado de petróleo (GLP), de cercanía a la red de distribución; y el uso de biomasa para cocción y calefacción es más barato cuando existe un bosque cercano del cual extraer leña. El tercer factor es el ingreso del hogar, puesto que delimita el tipo y la cantidad de energía consumida, fundamentalmente a través de su impacto en la calidad y cantidad de aparatos que el hogar puede adquirir. Por último, el precio de los electrodomésticos y de las fuentes de energía determinan el poder de compra de dicho ingreso en términos de consumo energético y, por esta vía, el tipo y cantidad de energía consumida por el hogar.

La interacción de esos cuatro factores a lo largo del tiempo, junto a una serie de características históricas de los países y regiones, conforman patrones culturales de consumo energético que condicionan las posibilidades de transición energética. Por ejemplo, la disponibilidad de bosques y los bajos ingresos hacen que las prácticas de cocina a partir de la biomasa estén fuertemente arraigadas en la cultura.

Otra característica del consumo energético residencial que condiciona las posibilidades de transición es la extensa vida útil de ciertos bienes. Este es el caso de las viviendas, cuyas estructuras perduran por décadas o siglos, y que, como se verá, influyen en la eficiencia del consumo energético dedicado a satisfacer necesidades de calefacción y refrigeración. Asimismo, varios de los electrodomésticos principales del hogar, como cocinas y refrigeradores, condicionan el tipo y la eficiencia de la energía consumida y tienen vidas útiles muy extensas, lo que hace que su reemplazo sea necesariamente gradual.

# Patrones de consumo energético residencial en la región

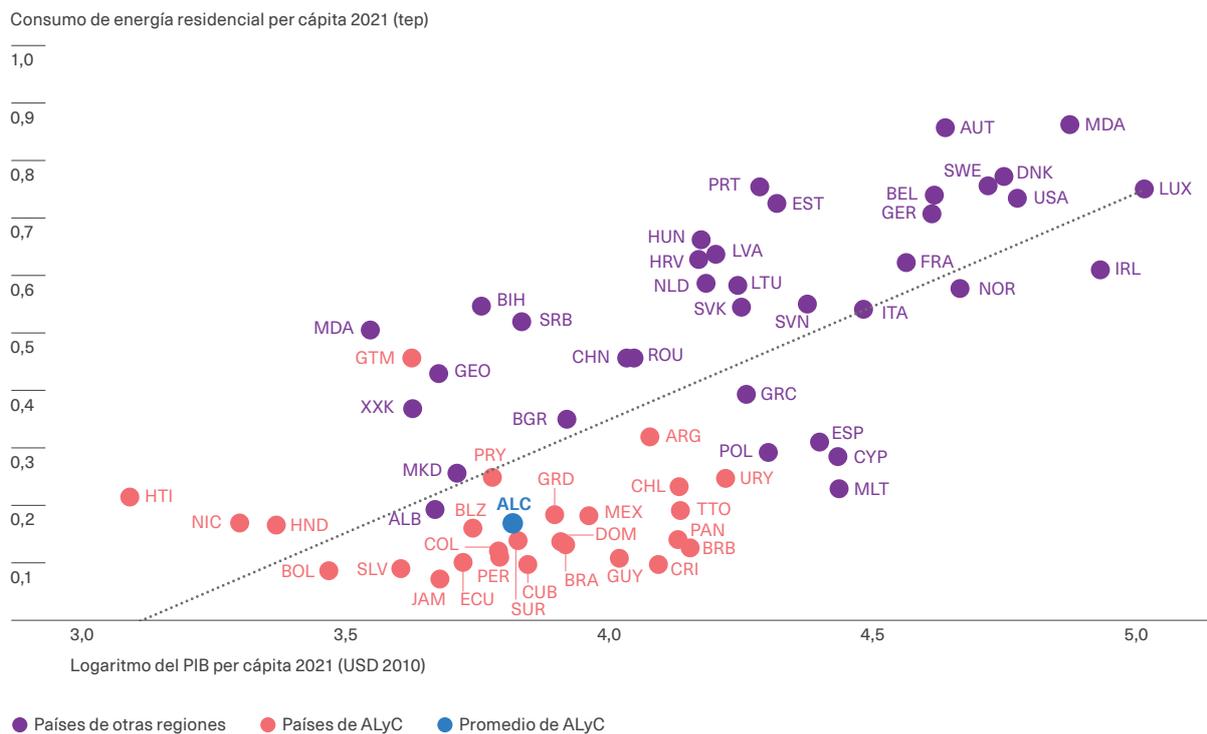
## ¿Cuánto y qué tipo de energía consumen los hogares?

El promedio simple de consumo de energía residencial por persona en 27 países de América Latina y el Caribe fue de 0,17 toneladas equivalentes de petróleo (tep) en 2021 (OLADE, 2021b). Dicho valor estuvo muy por debajo de los promedios de China (0,46 tep), Estados Unidos (0,73 tep) y Europa (0,56 tep) (National Bureau of Statistics of China, 2022; EIA, 2020d; Eurostat, 2022). Como muestra el gráfico 7.1, el nivel de consumo residencial varía fuertemente entre los países de la región,

alcanzando un mínimo de 0,07 tep en Jamaica y un máximo de 0,46 tep en Guatemala. En el gráfico 7.1 se observa una fuerte correlación positiva entre el nivel de ingresos del país y el consumo total de energía per cápita a nivel residencial. Asimismo, el hecho de que los países de América Latina y el Caribe (en verde) estén mayoritariamente debajo de la línea punteada confirma la idea de que la región tiene un consumo de energía residencial relativamente bajo para su nivel de ingreso.

### Gráfico 7.1

Consumo final de energía residencial per cápita y PIB per cápita en 2021



**Nota:** El gráfico presenta el consumo per cápita de energía residencial y el logaritmo del PIB per cápita (en dólares constantes de 2010) en 26 países de ALyC, 36 de Europa, China y EE. UU. El consumo energético se mide en toneladas equivalentes de petróleo (tep). Para facilitar la visualización del gráfico, no se incluye a Finlandia, ya que tiene un valor elevado de consumo per cápita. La línea punteada representa una regresión estimada de los valores del eje vertical sobre los del eje horizontal. Los países están identificados por su código ISO. Se puede ver la lista de países considerados en cada grupo en el apéndice del capítulo en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de OLADE (2021b), Eurostat (2022), CEPAL (2023) y Banco Mundial (2023d).

El aumento del ingreso de los hogares se asocia no solo a un mayor consumo, sino también a la sustitución de energías sucias por limpias. Estas fuerzas están detrás del cambio radical en la composición de la canasta energética de los hogares de América Latina y el Caribe ocurrido en las últimas cinco décadas. Mientras que en 1970 la leña era la principal fuente de energía residencial en 23 de los 27 países, alcanzando un promedio del 58 % del total de consumo residencial, en 2021 este lugar lo ocupó la electricidad, con un 38 % de participación, aumentando 30 puntos porcentuales respecto a 1970 (OLADE, 2021b). Como se verá más adelante, este incremento en la importancia de la electricidad fue posible debido a una notable expansión del acceso de los hogares a las redes eléctricas.



### **La baja necesidad de calefacción y los ingresos medios explican que el consumo residencial de energía per cápita en América Latina y el Caribe sea sustancialmente menor que el de países desarrollados**

Además de la electrificación, el descenso del uso del queroseno, que pasó del 17,5 % al 1,4 %, y el incremento del GLP, que pasó del 6,2 % al 20,9 %, también contribuyeron a que la matriz energética de los hogares latinoamericanos y caribeños se volviera mucho más limpia en el último medio siglo. Siguiendo la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), detallada en el recuadro 7.1, el uso de energías sucias en el consumo residencial pasó del 82 % en 1970 al 36 % en 2021<sup>2</sup>.

Comparando la matriz energética residencial actual de América Latina y el Caribe con la de países desarrollados, la electricidad tiene diez puntos porcentuales menos de participación que en Estados Unidos y diez puntos más que en el promedio europeo (AIE, 2022b; Eurostat, 2022). La gran diferencia con el mundo desarrollado está en el rol menor del gas natural, que con un 5 % se ubica muy por debajo del 46 % de Estados Unidos y del 34 % del promedio europeo, así

como una mayor relevancia de la leña, que alcanza el 30 %, mientras que es nula en Estados Unidos y se ubica alrededor del 17 % en Europa.

Si bien la sustitución de energías sucias por limpias a nivel residencial en los últimos cincuenta años ocurrió en todos los países de América Latina y el Caribe, aún existe una fuerte heterogeneidad en las fuentes del consumo en los hogares y, por tanto, en los desafíos de dicha transición para este sector. El gráfico 7.2 presenta esta información para 27 países de la región en 2021 y sugiere tres grupos en función de cuál es la principal fuente de energía de consumo residencial.

Aunque la leña ha disminuido su rol en el consumo residencial en todos los países, en un primer grupo aún es la fuente más relevante, con un 61 % del consumo total en promedio. Este incluye los países de menor ingreso per cápita —entre ellos Guatemala, Haití, Honduras y Nicaragua—, Chile, donde se usa para calefacción, y Colombia, Paraguay y Perú, donde se emplea principalmente para la cocción de alimentos. Si bien a nivel mundial este patrón de mayor peso de la leña es propio de los países de muy bajo ingreso, también se observa en países del este europeo, que deben satisfacer necesidades de calefacción importantes con niveles de ingreso medio. Este es el caso de Bosnia-Herzegovina, Croacia, Estonia, Montenegro y Rumania, que tienen una participación de la leña de al menos el 40 % del total del consumo residencial (Eurostat, 2022).

En un segundo grupo la fuente predominante es el gas, con una participación del 51 % en promedio, sumando gas natural y licuado de petróleo. El grupo está conformado por Belice, Bolivia, Ecuador, El Salvador y México, donde predomina el GLP, y Argentina, donde prevalece el gas natural. Este grupo presenta la situación más balanceada entre las distintas fuentes, con la electricidad alcanzando un 31 % en promedio y la leña, un 16 %. Este tipo de combinación de fuentes, con dominio del gas, la electricidad en el segundo lugar y la leña en tercera posición, se observa también en el promedio de Europa y, en particular, en Alemania, Finlandia e Italia.

En un tercer grupo de países, la electricidad es la principal fuente, con un 54 % de participación promedio.

2 El gráfico A.7.1 incluido en el apéndice del capítulo disponible en línea presenta la evolución del uso relativo de las distintas fuentes entre 1970 y 2021 por país.

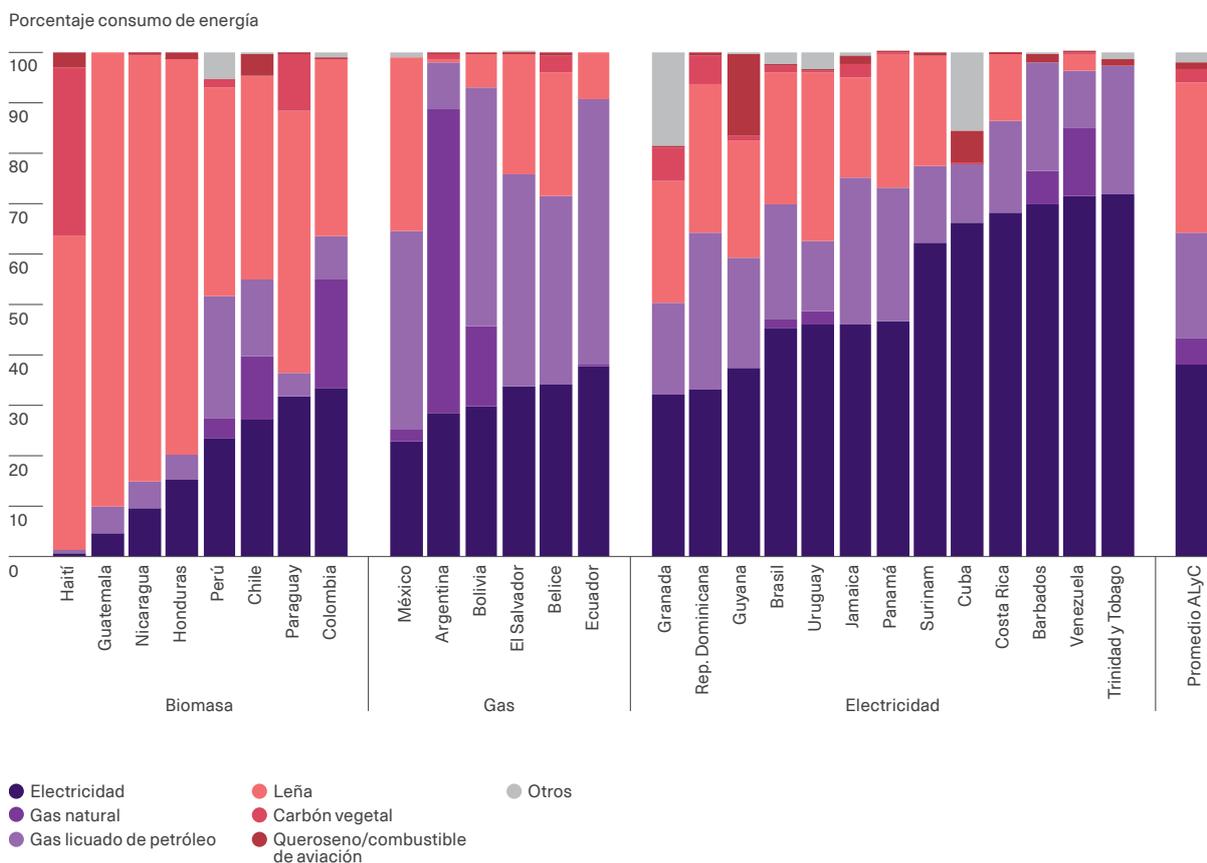
Este grupo incluye a los países de mayor ingreso per cápita de Centroamérica y el Caribe, como Barbados, Costa Rica, Granada, Panamá, República Dominicana y Trinidad y Tobago, así como a Brasil, Guyana, Surinam, Uruguay y Venezuela. La elevada participación de la electricidad en ellos es similar a la observada en Estados Unidos y en los países europeos con mayor peso de la electricidad, como Bulgaria, España, Portugal y Suecia (AIE, 2022b; Eurostat, 2022). Este tercer grupo se diferencia de Estados Unidos y varios de esos países europeos por la baja o nula participación

del gas natural (2 % en promedio) y la mayor relevancia del gas licuado de petróleo (21 % en promedio) y de la leña (17 %).

● ●  
**El primer desafío de la transición energética en el sector residencial de la región es sustituir por fuentes más limpias el consumo de leña, ya sea para la cocción o calefacción**

### Gráfico 7.2

Distribución del consumo de energía residencial según fuente en 2021



**Nota:** El gráfico muestra la distribución porcentual del consumo energético residencial según la fuente para 27 países y el promedio de ALyC en el año 2021. Se identifican tres grupos de países según la fuente de energía predominante, de menos a más limpia: biomasa (leña y carbón vegetal), gas (natural y licuado de petróleo) y electricidad.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de OLADE (2021b).

El uso de leña varía en importancia entre los tres grupos, pero es relevante en casi todos los países y su sustitución por fuentes más limpias constituye el primero de los tres desafíos principales de la transición energética del sector residencial en la región. Para la motivación climática importa la magnitud absoluta de dicho consumo. En 2021, los países que

más consumieron leña (más de 200 kilogramos por habitante [kg/hab.]) fueron, ordenados de mayor a menor, Guatemala, Nicaragua, Honduras, Paraguay, Haití, Uruguay y Chile. En Colombia, Brasil, República Dominicana, Perú, Granada y México dicho consumo se ubicó en un nivel intermedio, entre 100 y 200 kg/hab., y en el resto de los países fue inferior a 100 kg/hab.<sup>3</sup>.

## ¿En qué usos consumen energía los hogares de la región?

Los hogares utilizan energía para cocinar alimentos, calentar agua, calefaccionar, refrigerar e iluminar ambientes, conservar alimentos, lavar ropa y hacer funcionar una variedad de electrodomésticos. El clima es el principal determinante de cuál de estos usos es el dominante. Mientras que en las regiones cálidas se utiliza principalmente para la cocción, superando el 50 % del total de energía consumida, en las regiones con inviernos fríos, predomina el calentamiento de espacios (Bouille et al., 2021; CEPAL, 2016; Contreas et al., 2022)<sup>4</sup>. Si bien ambas regiones difieren en si cocción o calefacción es el uso principal, ambos definen el primero de los tres desafíos primordiales de la transición energética en el sector residencial de la región, que consiste en la sustitución de la biomasa por fuentes más limpias.

El funcionamiento de los electrodomésticos y la iluminación son el segundo uso en importancia en los países cálidos y el tercero, detrás del calentamiento de agua, en los de inviernos fríos. Como se verá más adelante, el uso de aire acondicionado para la refrigeración de ambientes todavía tiene un rol relativamente pequeño en todos los países, aunque su adopción viene creciendo y, como se verá más adelante, es esperable que se acreciente en el futuro a causa del calentamiento global y el aumento del ingreso de los hogares. El incremento del nivel, estacionalidad y variabilidad de la demanda de electricidad a lo largo del día, causado por el aumento en la posesión y el uso de electrodomésticos, incluyendo los de aire acondicionado, constituye el segundo desafío de los tres principales que enfrenta el sector residencial en la región ante la transición energética.

## La cocción como uso mayoritario y el desafío de adoptar energías limpias

El predominio de la cocción como principal uso de la energía en el sector residencial en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe se debe a que es el más fundamental en términos de necesidades humanas y a que los ingresos son muy bajos aún para que se extiendan otros. Además, su requerimiento de generar calor hace que sea un uso particularmente intenso de energía: cocinar con electricidad durante 3

horas al día consume dos veces y media más energía que un refrigerador que está operativo todo el día (Wright et al., 2020). Dicha relación es todavía mayor cuando se utilizan otras fuentes de energía para cocinar: más de diez veces si se utiliza una cocina de leña moderna y más de veinte veces si se cocina sobre el fuego según el modo tradicional.

3 El gráfico A.7.2 en el apéndice del capítulo disponible en línea presenta estos resultados con mayor detalle.

4 CEPAL (2016) reporta datos de distribución del consumo según el uso final solo para siete países (Argentina, Brasil, Chile, El Salvador, Paraguay, República Dominicana y Uruguay). En Brasil, El Salvador y República Dominicana, la cocción es el uso principal, superando el 50 % de la energía consumida. Las similitudes climáticas de la mayor parte de los países de ALyC con estos últimos lleva a inferir que la cocción es efectivamente el uso principal en la mayoría de ellos. Argentina, Chile y Uruguay, países con inviernos fríos, tienen consumos según el uso final bastante similares a los europeos con necesidades de calefacción comparables, aunque con una mayor proporción destinada a calentar el agua en los tres y a la cocción en Argentina y Uruguay.

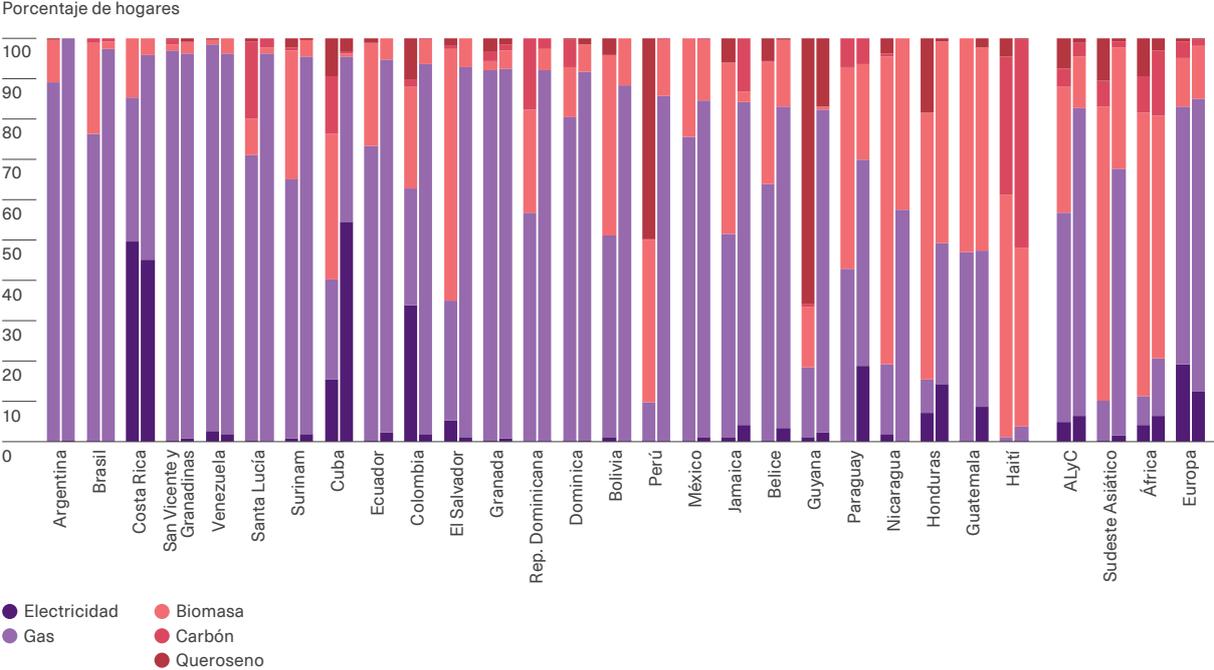


El tipo de energía utilizada para la cocción varía considerablemente entre países y entre las áreas rurales y urbanas de América Latina y el Caribe. Eso explica buena parte de las diferencias entre países en el consumo total (gráfico 7.1) y en la composición de la matriz energética residencial (gráfico 7.2) y, por tanto, en las emisiones directas de los hogares. El uso de energías sucias para cocinar tiene impactos negativos en la salud, que son abordados en el recuadro 7.1.

El gráfico 7.3 presenta la proporción de hogares de cada país según la principal fuente de energía

utilizada para cocinar en 1990 y 2021. En ese último año el gas fue la principal fuente en todos los países, excepto Guatemala, Haití y Honduras, alcanzando el 76 % en el promedio regional. Dicho promedio es muy similar al europeo, con la diferencia de que allí predomina el gas natural y en América Latina y el Caribe prevalece el gas licuado de petróleo. La biomasa ocupó en 2021 un lejano segundo lugar, con un 13 %, similar al promedio europeo y muy por debajo del promedio de África y del Sudeste Asiático. La electricidad es la tercera fuente de energía utilizada para cocinar, con un 7 % en el promedio simple de la región.

**Gráfico 7.3**  
Principal fuente de energía utilizada para cocinar en 1990 y 2021



**Nota:** El gráfico muestra la distribución de los hogares en 25 países de ALyC según el principal combustible empleado para cocinar en los años 1990 (primera barra vertical) y 2021 (segunda barra vertical), así como el promedio de la región, en Europa, el Sudeste Asiático y África. Se identifican en morado y violeta las fuentes de energía más limpias (electricidad y gas) y en distintos tonos de rojo aquellas más sucias en cuanto a emisiones (biomasa, carbón y queroseno). Se puede ver qué países conforman las regiones de África, Europa y Sudeste Asiático en el apéndice del capítulo en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de OMS (2021).

## Recuadro 7.1

### Uso de energías sucias y salud

El uso de combustibles tradicionales, sólidos o “sucios” para cubrir las necesidades energéticas del hogar impacta negativamente en la salud por medio de la contaminación del aire dentro de la vivienda (Gordon et al., 2014; Lee et al., 2020). Esto ocurre por la generación de gases tóxicos, como monóxido de carbono, y de material particulado (MP). Los impactos negativos consisten en una mayor incidencia de las enfermedades respiratorias y, en menor medida, de las enfermedades cardiovasculares (Po et al., 2011).

La OMS considera combustibles sucios a aquellos que superan ciertos umbrales críticos de emisión de material particulado fino ( $MP_{2.5}$ ) y monóxido de carbono (CO). Para cocinar, son consideradas limpias la energía solar, eléctrica, el biogás, el gas natural y licuado de petróleo y los combustibles alcohólicos, incluido el etanol. En el caso de la biomasa, el artefacto de cocción o calefacción utilizado debe alcanzar estándares muy elevados de calidad para que sea considerado limpio.

Los efectos negativos directos de la utilización de energías sucias dentro del hogar recaen en mayor medida en mujeres y niños (Po et al., 2011). Las mujeres están más expuestas que los varones a los contaminantes debido a su mayor dedicación horaria al trabajo no remunerado dentro del hogar, en particular en tareas de cocina donde la exposición es más directa. Los niños se ven particularmente afectados debido al tiempo que pasan junto a sus madres, las principales responsables de su cuidado, y a que sus sistemas respiratorios están en desarrollo.

### ●● En el sector residencial de la mayoría de los países, la energía se usa primordialmente para la cocción de alimentos, siendo el gas licuado de petróleo el combustible más frecuente

La elevada incidencia de combustibles sucios para cocinar constituye un serio desafío en Haití, donde la biomasa y el carbón vegetal sumados superan el 90 %; en Guatemala, Honduras y Nicaragua, donde la proporción de hogares que cocinan con biomasa supera el 40 %; y, en menor medida, en Belice, Guyana y Paraguay, donde la incidencia de energías sucias para cocinar se ubica entre el 15 % y el 25 %<sup>5</sup>. El desafío de pasar a fuentes más limpias para cocinar es especialmente relevante en áreas rurales, donde la incidencia de combustibles sucios es mucho mayor. En el promedio simple de países, la incidencia de la

biomasa en 2021 fue 20 puntos porcentuales mayor y la de gas 20 puntos menor en las áreas rurales que en las urbanas<sup>6</sup>.

Dada la relevancia de la electricidad para la transición energética, vale la pena evaluar si dicha forma de energía es relevante para cocinar en algún país de la región. Costa Rica y Cuba destacan por ser los únicos países donde al menos la mitad de los hogares utilizan la energía eléctrica para esa actividad. También es relativamente importante en Paraguay, donde la usan aproximadamente 1 de cada 5 hogares. La relevancia de esa fuente de energía en la cocina en estos países podría indicar un camino posible de sustitución de la biomasa por electricidad. Asimismo, si bien el gas licuado de petróleo es considerado una energía limpia, su huella de carbono es mayor que la de la electricidad, especialmente cuando se considera que las garrafas son transportadas en vehículos a combustión.

5 Mientras que en Belice y Paraguay la fuente sucia principal es la biomasa, en Guyana lo es el queroseno.

6 El gráfico A.7.3, en el apéndice del capítulo disponible en línea, presenta un mayor detalle de las diferencias entre áreas rurales y urbanas según el país.

## Consumo de energía y temperatura: agua caliente sanitaria y calefacción y refrigeración de ambientes

La temperatura es el determinante fundamental de la cantidad, la fuente y la estacionalidad del consumo de energía en el sector residencial en todo el mundo. En Europa la calefacción de los ambientes supone en promedio casi dos tercios del consumo energético de los hogares y es el uso más intensivo en combustibles fósiles (Eurostat, 2022). En América Latina y el Caribe, en cambio, el clima cálido limita las necesidades de calefacción, mientras que la refrigeración de ambientes adquiere mayor relevancia, constituyendo un uso no intensivo en combustibles fósiles. Además de la calefacción y refrigeración de ambientes, el agua caliente sanitaria es otro uso fundamental vinculado a la temperatura, siendo el segundo en importancia en Argentina, Chile, México y Uruguay (Bouille et al., 2021; CEPAL, 2016; Contreras et al., 2022).

Una medida usual de las necesidades térmicas de los ambientes son los grados-días de calefacción y refrigeración que tiene una ciudad, región o país en un año. El cálculo de los grados-días de calefacción parte de definir una temperatura de referencia por debajo de la cual una vivienda necesita ser climatizada. Luego, para cada día del año, se toma la diferencia entre dicha referencia y el promedio de temperatura de ese día. Por último, se suman esas diferencias para todos los días del año. El cálculo de grados-días de refrigeración se realiza de forma análoga, pero utilizando la diferencia entre la temperatura promedio de un día y una referencia a partir de la cual es necesario refrescar la vivienda.



**El clima de la región implica que las necesidades de refrigeración de ambientes son muy superiores a las de calefacción. Esto se acentuará con el calentamiento global**

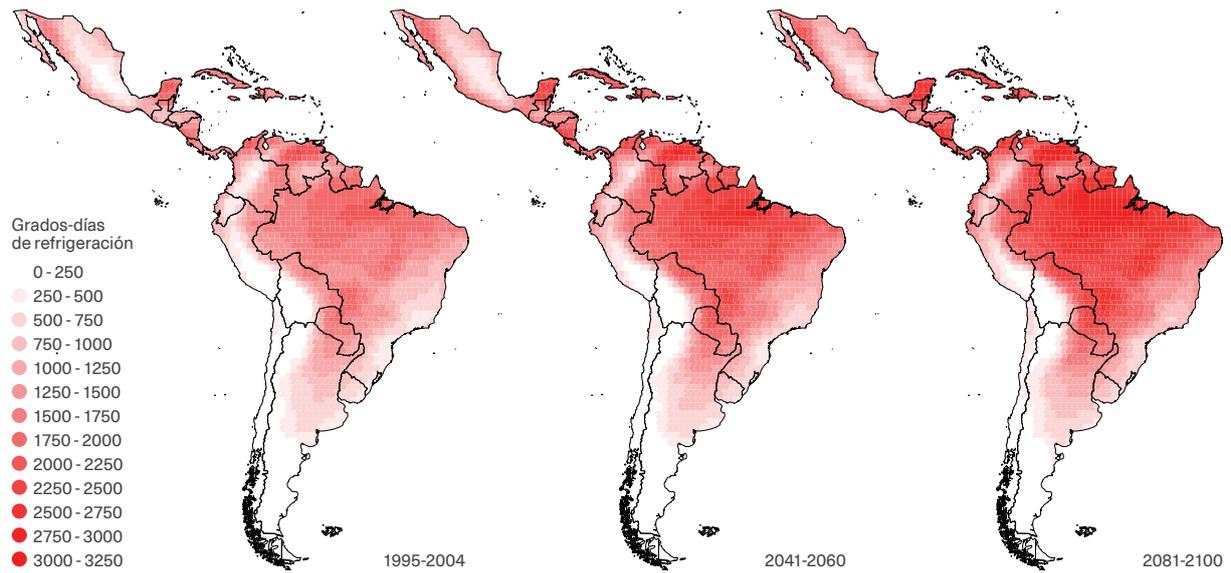
La figura 7.1 presenta mapas con los grados-días de calefacción y refrigeración para América Latina y el Caribe, tomando como referencia 17,5 grados Celsius (°C) para el primer indicador y 22 °C para el segundo. La figura 7.1 presenta mapas construidos con las temperaturas observadas entre 1995-2014

y las temperaturas proyectadas para dos periodos futuros: 2041-2060 y 2081-2100. Alves y Lurgo (2023) exponen la metodología exacta con la que han desarrollado dichos mapas, así como un análisis más detallado. El mapa de grados-días de calefacción muestra un valor de cero para las poblaciones de Centroamérica, el Caribe y el norte de Sudamérica. Dichos valores se incrementan a medida que las zonas se alejan de la línea del Ecuador y son elevados en las regiones andinas.

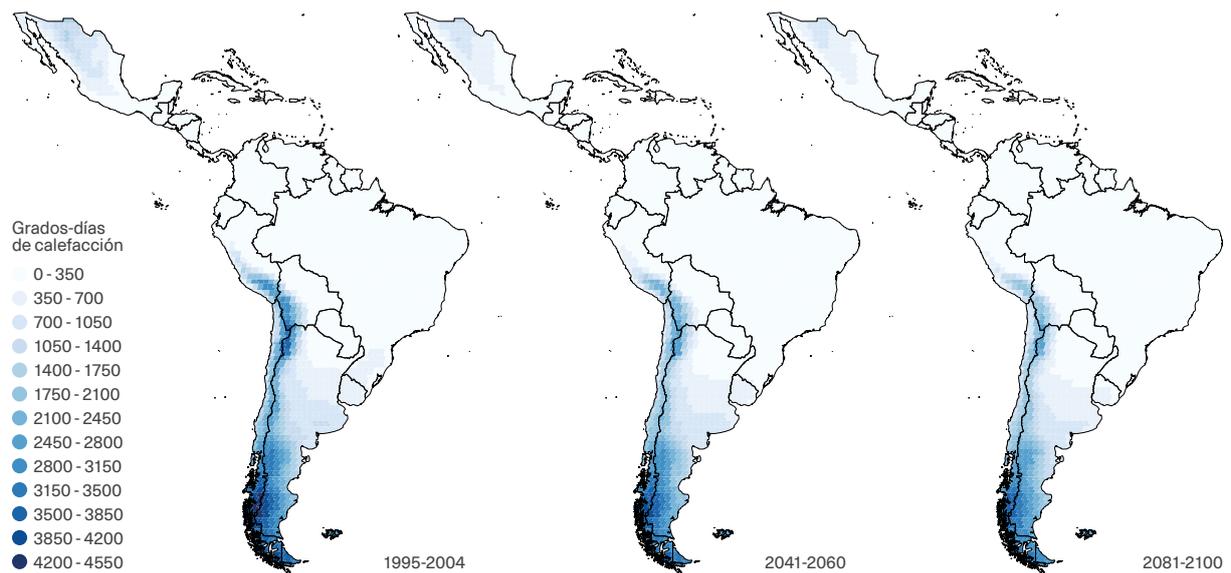
Considerando los datos de la figura 7.1 y la distribución espacial de la población dentro de cada país, se pueden conformar tres grupos de países según sean las necesidades de calefacción de su población: nulas, limitadas a ciertas áreas y mayoritarias (Alves y Lurgo, 2023). El grupo con necesidades nulas tiene menos de 10 grados-días de calefacción por año para el hogar promedio e incluye los países del Caribe, los de Centroamérica, excepto Guatemala y Costa Rica, además de Venezuela. El grupo con necesidades limitadas a ciertas áreas presenta menos de 500 grados-días para el hogar promedio e incluye, ordenados de menor a mayor según grados-día de calefacción, a Costa Rica, Guatemala, Brasil, Paraguay, Colombia y México. En estos dos últimos países, debido a la existencia de montañas, al menos el 10 % de la población respectiva reside en áreas con más de 1.000 grados-días. El grupo con mayores necesidades de calefacción incluye a Perú, Ecuador, Uruguay y Argentina, cuyos hogares tienen entre 500 y 1.000 grados-días en promedio; Bolivia, con un promedio de alrededor de 1.400, y Chile, con 1.900. Comparando con los países de Europa, el promedio de Bolivia es similar al de España y Portugal, y el de Chile es parecido al de Croacia y Francia (AIE, 2023s). A su vez, la amplia latitud que cubren los territorios de Argentina y Chile y la presencia de población en zonas muy elevadas en Bolivia, Ecuador y Perú hace que una parte significativa de los hogares de estos países tengan necesidades de calefacción muy superiores al promedio. Al menos el 25 % de la población en Bolivia y Chile y el 10 % en Ecuador y Perú reside en áreas con al menos 2.000 grados-días. En un caso extremo, el 10 % de la población de Bolivia supera los 3.400 grados-días, una magnitud comparable al promedio de Dinamarca o República Checa.

**Figura 7.1**  
 Necesidades térmicas en las viviendas de América Latina y el Caribe

**Panel A.**  
 Necesidades de refrigeración



**Panel B.**  
 Necesidades de calefacción



**Nota:** Las temperaturas base para el cálculo de los grados-días es de 22°C en el panel A y 15,5°C en el panel B. El mapa se elaboró a partir de una capa proveniente del IPCC, resolución de 1°x1°, mediante el *software* QGIS. Los datos surgen de distintos modelos climáticos para la época actual (1995-2014) y proyecciones futuras basadas en el escenario SSP2-4.5 del IPCC para un plazo mediano (2041-2060) y largo (2081-2100). Consultar Alves y Lurgo (2023) para más detalles sobre la obtención y procesamiento de los datos.

**Fuente:** Alves y Lurgo (2023) con base en datos de IPCC (2021).

En los pocos países de América Latina y el Caribe donde existen necesidades de calefacción, estas se cubren de forma muy diferente y en algunos casos con un uso de fuentes bastante extremo si se compara con otros fuera de la región. De los 28 países de todo el mundo para los que la Agencia Internacional de la Energía (AIE) cuenta con datos, Chile tiene la mayor proporción de hogares que utilizan biomasa como fuente principal, con un 60 %, mientras que en Argentina la gran mayoría emplea gas natural, con más del 90 % (AIE, 2022a). Aunque con una incidencia menor que en Chile, la leña también es predominante en Uruguay, donde el 42 % de los hogares la utilizaron como fuente principal en 2022 (Instituto Nacional de Estadística, 2022). Por último, si bien Bolivia es el segundo país de la región en cuanto a necesidades de calefacción según los grados-días que enfrenta el hogar promedio, no se cuenta con información respecto a cómo cubren estas necesidades sus hogares.

Además de la calefacción de ambientes, las bajas temperaturas crean la necesidad de contar con agua caliente sanitaria. Este es el segundo uso de energía residencial, luego de la calefacción, en Argentina, Chile, México y Uruguay (Cepal, 2016; Contreras et al, 2022). La fuente utilizada para calentar agua varía fuertemente entre estos países. Mientras que en Chile y México predomina el gas licuado de petróleo, en Argentina lo hace el gas natural y en Uruguay, la electricidad (Gil, 2021; In-Data y CDT, 2019; Instituto Nacional de Estadística, 2022).

Algunos datos sugieren que en la región existe un potencial subutilizado de calentadores de agua solares, en la medida que el área instalada es baja en comparación con países europeos que tienen una irradiación solar similar. Aunque las necesidades varían debido a que los países europeos comparables gozan de climas más fríos, las diferencias son notables. El área instalada es de 18 metros cuadrados por cada 1.000 hogares ( $m^2/1000$ ) en Chile y Uruguay, una cantidad baja en comparación con los 440  $m^2/1.000$  en Grecia y los 870  $m^2/1.000$  en Chipre (CEPAL et al., 2023). Diferente es la realidad en Barbados, donde el 38 % de los hogares poseían uno de estos calentadores en 2016 (Puig y Tornaroli, 2023).

La contraparte de las necesidades relativamente bajas de calefacción en la región es la necesidad generalizada de refrigeración de ambientes. Esta puede cuantificarse utilizando la distribución de la población según los grados-días de refrigeración calculados en Alves y Lurgo (2023). Los países con necesidades de enfriamiento más extremas, cuyo hogar promedio enfrenta más de 1.500 grados-días al año son, ordenados de mayor a menor, Nicaragua, Trinidad y Tobago, Surinam, Barbados, Jamaica, Belice, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Granada, Haití, Dominica y Cuba. Un segundo grupo tiene también necesidades de refrigeración importantes, de entre 1.000 y 1.500 grados-días, e incluye, siguiendo el mismo orden, a San Cristóbal y Nieves, Antigua y Barbuda, Panamá, Guyana, El Salvador, Venezuela, República Dominicana, Bahamas y Paraguay. Con valores entre 500 y 1.000 grados-días para su hogar promedio se ubican, de mayor a menor, Honduras, Brasil, Costa Rica, Guatemala, Colombia y Ecuador. Por último, México, Argentina, Uruguay, Bolivia, Perú y Chile tienen menos de 500 grados-días. Parte de la población de varios países de los dos últimos grupos tienen necesidades de refrigeración sustancialmente mayores al promedio: al menos 25 % de los habitantes de Argentina, Ecuador, Guatemala, México y Uruguay tienen más de 500 grados-días y la misma proporción de Brasil, Colombia, Costa Rica y Honduras enfrenta al menos 1.000 grados-días.

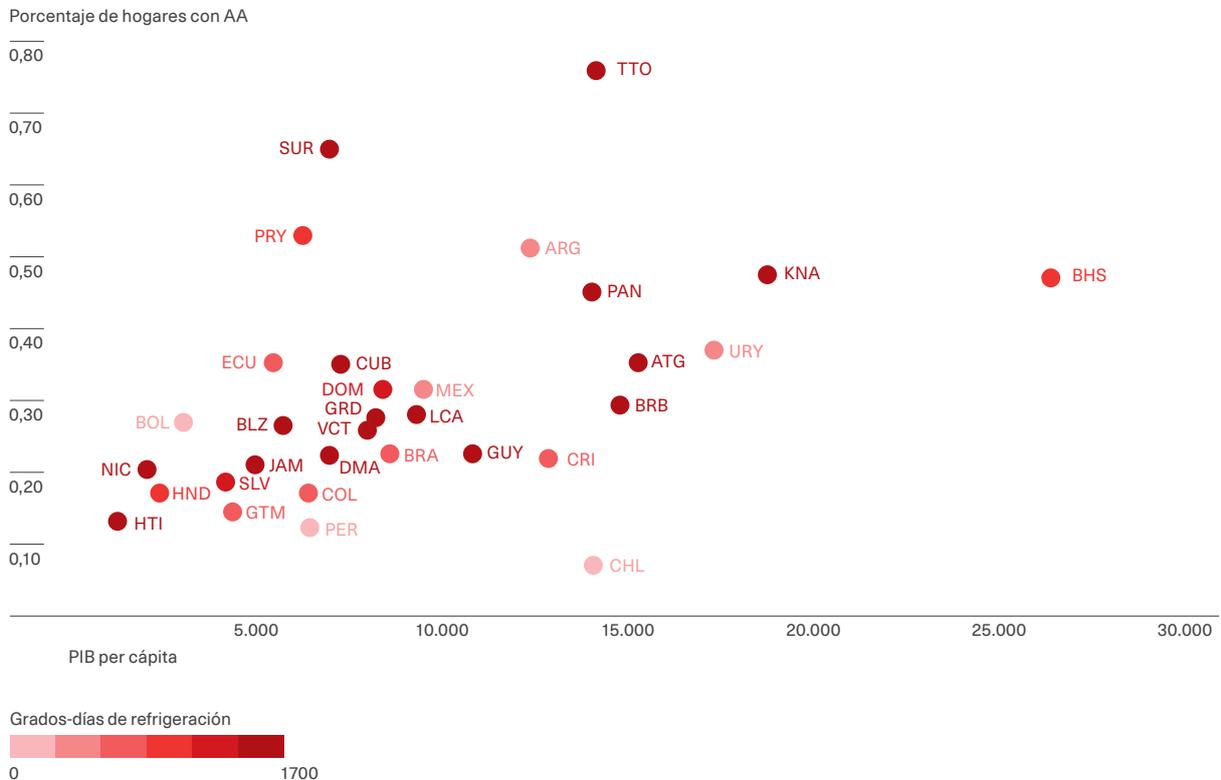
El principal método para satisfacer las necesidades de refrigeración de ambientes es el uso de aire acondicionado (AA). Estos aparatos funcionan con electricidad, por lo que no generan emisiones directamente, pero sí contribuyen indirectamente a las emisiones si la matriz de generación eléctrica no es limpia. Además de servir para refrigerar ambientes, ciertos equipos de AA pueden utilizarse para calefacción, lo que los hace particularmente atractivos para disminuir las emisiones generadas por el uso de combustibles fósiles para calefaccionar las viviendas.

El gráfico 7.4 presenta una estimación de la proporción de hogares con AA en cada país, realizada por Alves y Lurgo (2023), y su relación con el PBI per cápita, así como las necesidades de refrigeración medidas por los grados-días, con tonos más oscuros indicando valores más altos. En el promedio simple

de los países, menos de un tercio de los hogares poseen AA, por lo que la adopción de estos aparatos es todavía relativamente limitada en la región, en especial considerando las intensas necesidades de refrigeración de ambientes documentadas en la figura 7.1.

### Gráfico 7.4

Nivel de ingreso, necesidades de refrigeración y proporción estimada de hogares con aire acondicionado



**Nota:** El gráfico muestra la correlación positiva entre el PIB per cápita de 2021 (en dólares constantes de 2010) y el porcentaje estimado de hogares que poseen al menos un aparato de aire acondicionado. Esta última variable es predicha según una regresión logística estimada con datos de encuestas de hogares de Argentina y Brasil para el periodo 2017-2018. Las variables predictivas en dicha regresión son el PIB per cápita y los grados-días de refrigeración. El color de cada punto se determina en base al promedio de grados-días de refrigeración ponderado por población, con temperatura base de 22°C. La escala de colores se definió con base en seis intervalos iguales de rango 283. El mínimo corresponde a Chile (37) y el máximo a Nicaragua (1.668). Consultar Alves y Lurgo (2023) para más detalles sobre la construcción y estimación del modelo. Se puede ver a qué país corresponde cada código ISO en el apéndice del capítulo en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Alves y Lurgo (2023) y Banco Mundial (2023d).

La correlación positiva entre la posesión de AA e ingreso en el gráfico 7.4 sugiere que la razón fundamental detrás de la escasa adopción de estos equipos está dada por los bajos ingresos de los hogares. Por ejemplo, Trinidad y Tobago y Nicaragua tienen un número muy similar de grados-días de refrigeración, pero el PBI per cápita del primer país es casi siete veces el del segundo y la posesión de AA difiere en más de 50 puntos porcentuales en favor del primero. Las necesidades de refrigeración también cumplen un rol y explican, por ejemplo, una diferencia aún mayor de Trinidad y Tobago respecto a Chile, a pesar de que el PIB per cápita de ambos países es similar. La misma correlación fuerte entre tenencia de AA e ingresos se observa al comparar hogares con distinto nivel económico dentro de un mismo país. La posesión de AA en Barbados, Ecuador, El Salvador, Honduras y Jamaica es al menos 10 veces mayor en los hogares del quintil de más altos ingresos que en los del quintil de menos renta (Puig y Tornarolli, 2023). Otra variable que se correlaciona con la posesión de AA es el precio de la electricidad. Varios de los países que presentan una tenencia de AA elevada para su nivel de ingresos registran precios de la electricidad históricamente bajos. Este es el caso de Argentina y Paraguay.



**El calentamiento global y el aumento futuro de los ingresos de los hogares incrementará notablemente la demanda de electricidad para electrodomésticos, principalmente refrigeradores, lavarropas y aires acondicionados**

## Electrodomésticos e iluminación

Los electrodomésticos que más consumen electricidad en la región son los destinados a la conservación de alimentos. Esta actividad supone aproximadamente el 30 % del consumo eléctrico residencial en República Dominicana (Ministerio de Energía y Minas y Fundación Bariloche, 2020) y el 20 % en México (Contreras et al, 2022).

El panel A del gráfico 7.5 presenta la proporción promedio de hogares que tiene refrigerador (puntos

Los AA tienen ya una participación importante en el consumo de energía residencial y esta irá aumentando con el crecimiento económico y el calentamiento global. En México, el uso de aire acondicionado ya supone el 30 % del consumo eléctrico y el 7 % del consumo total de energía (Contreras et al 2022). En República Dominicana dichas magnitudes son del 17 % y el 6 %, respectivamente (Ministerio de Energía y Minas y Fundación Bariloche, 2020). Como marco de referencia respecto a cuánto podría aumentar este consumo en el futuro, en el sur de Estados Unidos, donde se combinan altos ingresos y temperaturas, más del 90 % de los hogares poseen AA y su uso representa al menos el 30 % del total del consumo eléctrico (EIA, 2020d). El recuadro 7.2 muestra que la posesión de AA subiría casi 20 puntos porcentuales hacia 2050 como consecuencia de la evolución prevista en las temperaturas y los ingresos, lo que aumentaría el total del consumo eléctrico residencial en un 13 %.

Además de incrementar el consumo total de electricidad, el uso de AA para refrigeración aumenta la variación de la demanda entre meses del año y a lo largo del día en función de la temperatura. Esto tiene implicancias de primer orden para la capacidad de generación eléctrica de los países, que deben contar con la potencia necesaria para cubrir los momentos de mayor calor del día. En el sur de Estados Unidos, donde, como se vio, el uso de AA es generalizado, estos aparatos ocasionan un pico del consumo de electricidad en las tardes de verano que supera en un 50 % al que se registra en horas de menos consumo, que ocurren durante la madrugada (EIA, 2020b).

morados) y dentro de cada quintil de ingresos (puntos grises) en 12 países de la región. La posesión de este electrodoméstico en América Latina y el Caribe está lejos de ser universal, encontrándose por debajo del 70 % en Bolivia, Guatemala, Nicaragua y Perú, lo que constituye un déficit de bienestar muy relevante. Esa proporción crece fuertemente con el nivel de ingresos del hogar, hasta aproximadamente los USD 500 per cápita por mes, y alcanza niveles de universalidad al acercarse a los USD 1.000 per cápita.

## Recuadro 7.2

### Proyecciones de temperatura y demanda de refrigeración y calefacción

Tomando como referencia el escenario intermedio de emisiones (SSP2-4,5) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es posible calcular la cantidad de grados-días de refrigeración y calefacción en los distintos países de la región para 2040 (corto plazo), entre 2041 y 2060 (mediano plazo) y entre 2081 y 2100 (largo plazo). Alves y Lurgo (2023) realizan este ejercicio bajo el supuesto de que la distribución relativa de la población dentro de los países permanece igual a la actual.

Dicho ejercicio permite cuantificar el descenso en las necesidades de calefacción y el aumento de las necesidades de refrigeración en la región a causa del calentamiento global. El promedio simple de grados-días de calefacción en el grupo de países con mayores necesidades actuales, integrado por Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay, disminuirá desde alrededor de 1.000 en la actualidad a 900, 820 y 740 en el corto, mediano y largo plazo, respectivamente. El incremento en los grados-días de refrigeración sería mucho más pronunciado. El grupo de 21 países con mayores necesidades de refrigeración incrementaría sus grados-días de aproximadamente 1.500 en la actualidad a 1.750, 1.900 y 2.200 en el corto, mediano y largo plazo.

El pronunciado incremento en las necesidades de refrigeración de ambientes, unido al crecimiento de largo plazo en el ingreso de los hogares, impactará fuertemente en la demanda de electricidad para aires acondicionados. Extendiendo los patrones observados actualmente en Argentina y Brasil al resto de los países, el promedio de posesión de aparatos de aire acondicionado en la región se ubicaría actualmente en alrededor de un tercio. Asumiendo que en las próximas décadas los ingresos de los hogares tendrán un incremento similar al observado en las dos últimas, dicha posesión aumentaría en casi veinte puntos porcentuales, hasta alcanzar aproximadamente a la mitad de los hogares hacia 2050. Dicho incremento implicaría una subida de la demanda de electricidad del 6 % hacia 2030 y del 13 % hacia 2050 (Alves y Lurgo, 2023).

### Cuadro 1

Estimaciones y proyecciones de la penetración del aire acondicionado (AA) en los hogares

	Actual		2030		2050	
	Hogares con AA (%)	Promedio de equipos por hogar	Hogares con AA (%)	Promedio de equipos por hogar	Hogares con AA (%)	Promedio de equipos por hogar
ALyC	31	1,4	39	1,4	48	1,5
Sudamérica	32	1,3	39	1,3	50	1,4
Centroamérica y México	24	1,3	34	1,4	43	1,5
Caribe	34	1,4	41	1,5	50	1,6

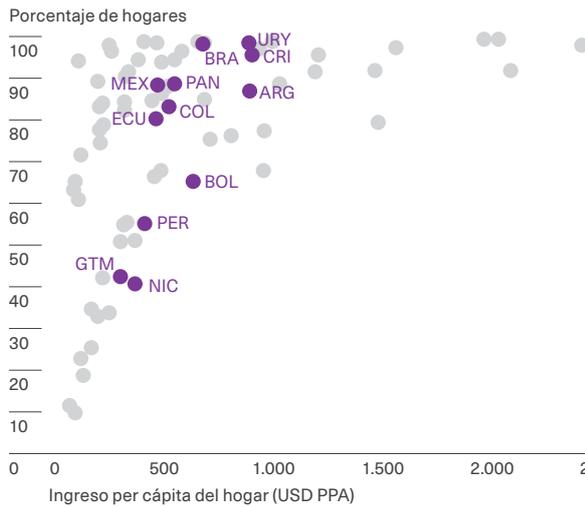
**Nota:** El cuadro muestra estimaciones del porcentaje de hogares que poseen al menos un aire acondicionado y la cantidad promedio de equipos para aquellos que tienen al menos uno. Estas variables son predichas con un modelo de conteo Hurdle en dos etapas, que incluye como variables explicativas el PIB per cápita y los grados-días de refrigeración y considera el precio de la electricidad, estimado a partir de encuestas de hogares de Argentina y Brasil en el periodo 2017-2018. Consultar Alves y Lurgo (2023) para más detalles sobre la construcción y estimación del modelo. Se puede consultar la lista de países considerados en cada subregión en el apéndice del capítulo disponible en línea.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Alves y Lurgo (2023).

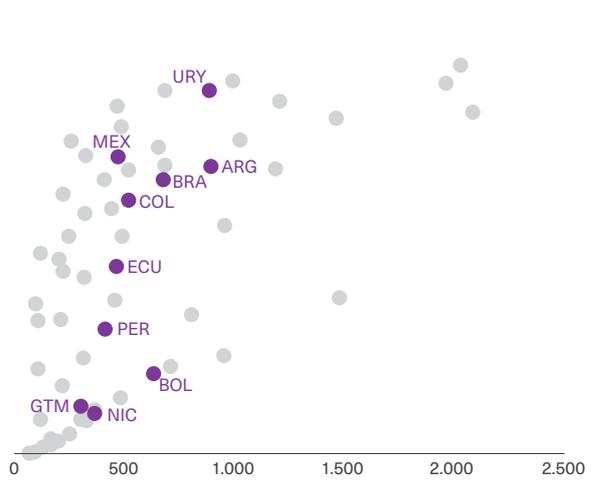
## Gráfico 7.5

Relación entre posesión de refrigerador y lavarropa y nivel de ingreso

Panel A.  
Posesión de refrigerador e ingreso per cápita



Panel B.  
Posesión de lavarropa e ingreso per cápita



**Nota:** El gráfico muestra la correlación entre la posesión de electrodomésticos básicos en el hogar y el ingreso per cápita familiar convertido a dólares ajustados por paridad de poder adquisitivo (PPA). Cada punto representa un quintil de ingreso de un país específico y en rojo se resaltan los promedios nacionales. Los datos de posesión fueron obtenidos a partir de encuestas de hogares de 12 países entre 2013 y 2021, con la excepción de Panamá (año 2008). El ingreso fue ajustado utilizando el factor PPA correspondiente al periodo de cada encuesta. Se puede ver a qué país corresponde cada código ISO y el año de la encuesta en el apéndice del capítulo en línea. El cuadro A.7.1 del apéndice en línea presenta el año de la encuesta en cada país.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Puig y Tornarolli (2023), CEDLAS y Banco Mundial (2022, 2023b).

Los lavarropas son, en general, el segundo electrodoméstico más relevante en términos de consumo eléctrico (Contreras et al., 2022; Ministerio de Energía y Minas y Fundación Bariloche, 2020). El panel B del gráfico 7.5 muestra una relación positiva entre la posesión de este aparato y los ingresos, pero con un patrón más gradual que los refrigeradores. Además, se observa un salto en la adopción cuando el ingreso supera los USD 500 per cápita mensuales. La adquisición de lavarropas, por tanto, será otra adición relevante a la demanda de electricidad residencial en la región en las próximas décadas a medida que los ingresos de los hogares continúen incrementándose.

Un tercer uso de la electricidad muy relevante tanto por su impacto en el bienestar como por su consumo es la iluminación de las viviendas. El progreso tecnológico ha introducido nuevas lámparas que son significativamente más eficientes que las anteriores y, por tanto, disminuyen el consumo eléctrico. Las lámparas de tecnología LED (diodo emisor de luz) utilizan un 90 % menos de electricidad y duran 25 veces más que las lámparas incandescentes tradicionales (U.S. Department of Energy, s. f.). Si bien estas dos características de ahorro y duración hacen económicamente conveniente cambiar las lámparas tradicionales por otras LED, su mayor costo puede restringir su adopción por parte de los hogares. Como se verá más adelante, esta falta de adopción puede ser un foco de acción de las políticas públicas.

## ¿Cuánto gastan los hogares en su consumo residencial de energía?

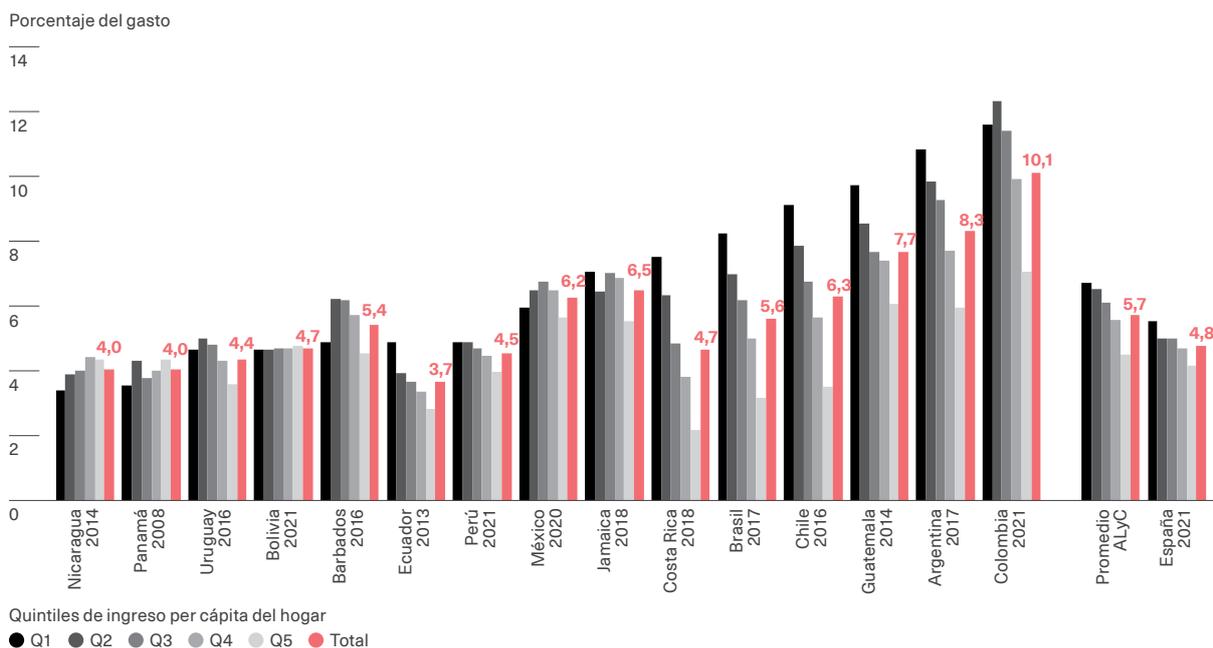
El gasto en consumo residencial de energía es una categoría muy relevante en el presupuesto de los hogares de la región. Por tanto, eventuales modificaciones en los precios de la energía durante la transición impactarán a la economía familiar. El gráfico 7.6 presenta la proporción que representa el gasto en energía para usos residenciales en el gasto total de los hogares en cada país en los años específicos en que los institutos de estadística nacionales realizaron encuestas sobre el tema. Dicho uso residencial excluye el costo del consumo de energía para transporte, que será analizado en el capítulo 8. En la mayoría de los países de la región (y en España), esa proporción se ubica entre el 4 % y el 5 % del gasto total, pero en Argentina, Colombia y Guatemala es más elevada,

superando el 7 %. El gráfico muestra, además, que en la mayoría de los países dicha proporción suele disminuir con el ingreso del hogar. Esto implica que la energía es un bien necesario y que los impactos de eventuales cambios de los precios como resultado de la transición energética serán más intensos para los hogares más pobres.

● ●  
**En promedio, los hogares gastan un 6 % de su presupuesto en energía, mayormente en electricidad, superando el 10 % entre los más pobres de varios países**

**Gráfico 7.6**

Porcentaje del gasto de los hogares dedicado a consumo de energía residencial



**Nota:** El gráfico muestra el peso promedio que tiene el gasto en energía para usos residenciales en el presupuesto del hogar según el quintil de ingreso per cápita familiar en 15 países, el promedio de ALyC y en España. Dicho gasto no incluye el consumo de combustible para el transporte. Los datos fueron obtenidos a partir de encuestas de hogares nacionales en el periodo 2013-2021, con la excepción de Panamá (año 2008). En algunos países la encuesta de hogares fue realizada durante dos años y por motivos de espacio en el gráfico se muestra solo el primero. Este es el caso de Argentina (2017-2018), Brasil (2017-2018), Chile (2016-2017), Costa Rica (2018-2019), Ecuador (2013-2014) y Uruguay (2016-2017).

**Fuente:** Puig y Tornaroli (2023).

## Recuadro 7.3

### ¿Cómo responde el consumo de electricidad a los cambios en su precio?

Existe amplia evidencia de que, ante un incremento del precio de la energía (electricidad o gas), los hogares responden consumiendo menos cantidad y que dicha respuesta es mayor en el mediano y largo plazo que en el corto plazo (Espey y Espey, 2004; Labandeira et al., 2017). En el corto plazo, la cantidad de aparatos se mantiene relativamente fija y la reacción comportamental está limitada a cambios en su utilización. A medida que pasa el tiempo, los hogares reaccionan a los precios modificando la cantidad de aparatos en el hogar, lo que genera variaciones sustancialmente mayores en su consumo.

Las reacciones del consumo energético a los precios varían también fuertemente según el país y el ingreso de los hogares. En general, los estudios disponibles para América Latina y el Caribe indican que un aumento del 10 % en el precio de la electricidad reduce entre el 2 % y el 4 % su consumo residencial en el corto plazo y entre el 4 % y el 6 % en el largo plazo (Espey y Espey, 2004; Labandeira et al., 2017; Marques et al., 2022; Moshiri y Martínez Santillán, 2018; Zabaloy y Viego, 2022)<sup>a</sup>. Estas magnitudes implican que los aumentos de precios tienen poca efectividad para reducir el consumo en el corto plazo y, en cambio, impactan fuertemente el presupuesto de los hogares.

a. Zabaloy y Viego (2022) y Marques et al. (2022) reportan elasticidades de corto plazo de entre 0,2 y 0,47 para América Latina y de 0,36 para el Caribe; Labandeira et al. (2017) estiman esa elasticidad en 0,25 para países en desarrollo, y Moshiri y Martínez Santillán (2018) calculan que es de 0,35 para México. En general, la evidencia apunta a que la elasticidad de corto plazo es mayor en América Latina y el Caribe que en los países desarrollados. Para el largo plazo, las estimaciones, considerando el mismo conjunto de trabajos, excepto el último, se ubican entre 0,25 y 0,33, 0,42, y 0,59, respectivamente.

Puig y Tornarolli (2023) muestran que la composición del gasto en términos de fuentes de energía está alineada con los datos de consumo según la fuente presentados en el gráfico 7.2. En el grupo de países con mayor incidencia de la electricidad en el consumo energético residencial, integrado por Barbados, Brasil, Costa Rica, Jamaica, Panamá y Uruguay, en promedio tres cuartos del gasto energético es en electricidad. En Argentina, Bolivia, Ecuador y México, que conforman un grupo donde predomina el gas, esta fuente supone un tercio del gasto total y la electricidad alrededor de 60 %. Por último, en Chile, Colombia, Guatemala, Nicaragua y Perú, países con alta incidencia de la biomasa, la proporción del consumo eléctrico es en promedio levemente inferior al 50 %. La incidencia de la electricidad en este último grupo muestra que tiene un peso importante en el

gasto de los hogares incluso en los países con una canasta menos electrificada.

La proporción que supone el gasto energético en el presupuesto del hogar permite realizar una aproximación al impacto que eventuales aumentos de los precios tienen en el bienestar del hogar, asumiendo que la cantidad consumida permanece constante<sup>7</sup>. Considerando un gasto del 10 % en energía, similar al promedio de hogares colombianos en el gráfico 7.6, un aumento de los precios del 20 % disminuye el bienestar en la misma medida que una caída del 2 % en el ingreso del hogar. Impactos similares se verifican en los hogares del primer quintil de la población de Argentina, Brasil, Chile y Guatemala.

7 Como muestra el recuadro 7.3, las respuestas de la demanda a variaciones en los precios son relativamente reducidas en el corto plazo (Coady et al., 2015). No obstante, como se explica en el recuadro, la elasticidad del precio de la demanda de energía no es nula. Por tanto, estos impactos en el bienestar deben entenderse como de muy corto plazo y constituyen un techo en relación con los impactos de largo plazo. Existe además un impacto indirecto por la vía del incremento de los precios de bienes no energéticos que utilizan energía como insumo para su producción.

# El estado y los desafíos de la electrificación

## El acceso a la electricidad a nivel residencial: conexión y precios

El acceso a electricidad supone ganancias de bienestar, y un elemento básico de dicho acceso es la conexión a las redes de distribución eléctrica. El panel A del gráfico 7.7 muestra que la cobertura eléctrica residencial es universal en los países de mayor ingreso per cápita de América Latina y el Caribe, incluyendo Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México, Paraguay, República Dominicana y Uruguay. Un segundo grupo de países tiene niveles de cobertura algo menores que los del primero, pero aún muy elevados, alcanzando entre el 94 % y el 99 % de los hogares. Este grupo, al que le queda por realizar un esfuerzo relativamente pequeño para lograr la universalidad, está conformado (ordenados de menor a mayor tasa de conexión) por Jamaica, Perú, Panamá, Bolivia, Barbados, El Salvador, Ecuador y Colombia. Por último, Guatemala y Nicaragua destacan por presentar niveles de conexión eléctrica sustancialmente inferiores al resto, con alrededor del 85 % de los hogares con electricidad en sus viviendas, aunque sus datos son los menos actualizados<sup>8</sup>.

El panorama actual de amplísima conexión a la energía eléctrica en la región es el resultado de importantes progresos realizados en las últimas décadas (Puig y Tornarolli, 2023). De los países con cobertura universal en la actualidad, solo Argentina, Chile, Costa Rica, y Uruguay la tenían a comienzos de siglo. Colombia, Ecuador y El Salvador aumentaron en más de diez puntos porcentuales la proporción de hogares conectados en el mismo período y están muy cerca de alcanzar la universalidad. El progreso fue aún más notable en Bolivia, Honduras y Perú, con incrementos de más de veinte puntos porcentuales en lo que va del siglo.

El panel B del gráfico 7.7 muestra que la falta de universalidad de la conexión a la red eléctrica en Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá y Perú se debe al rezago en las áreas rurales. En esas áreas los costos de distribución son más elevados debido a la menor densidad de población, a lo que se suma una geografía desafiante, con regiones de selvas y montañas. En el contexto de la transición energética, los obstáculos que suponen esos mayores costos de distribución pueden enfrentarse con la instalación de paneles solares en cada vivienda, aspecto que será analizado más adelante en el capítulo.



**La conexión a redes de electricidad es universal en las áreas urbanas, producto de los enormes avances en las últimas décadas, pero aún persisten brechas de conexión en las zonas rurales**

Si bien la región está muy avanzada en cuanto a conexión de los hogares a las redes de electricidad, esto no garantiza el acceso, que depende también del precio. La información de encuestas de opinión sugiere que, efectivamente, existen desafíos de acceso en términos de la capacidad de los hogares para hacer frente a los gastos de electricidad. Según la edición 2018 de la encuesta Latinobarómetro, en el promedio simple de 18 países, un 54 % de los entrevistados declararon haber tenido en algún momento dificultades para pagar la cuenta de electricidad (Corporación Latinobarómetro, 2020).

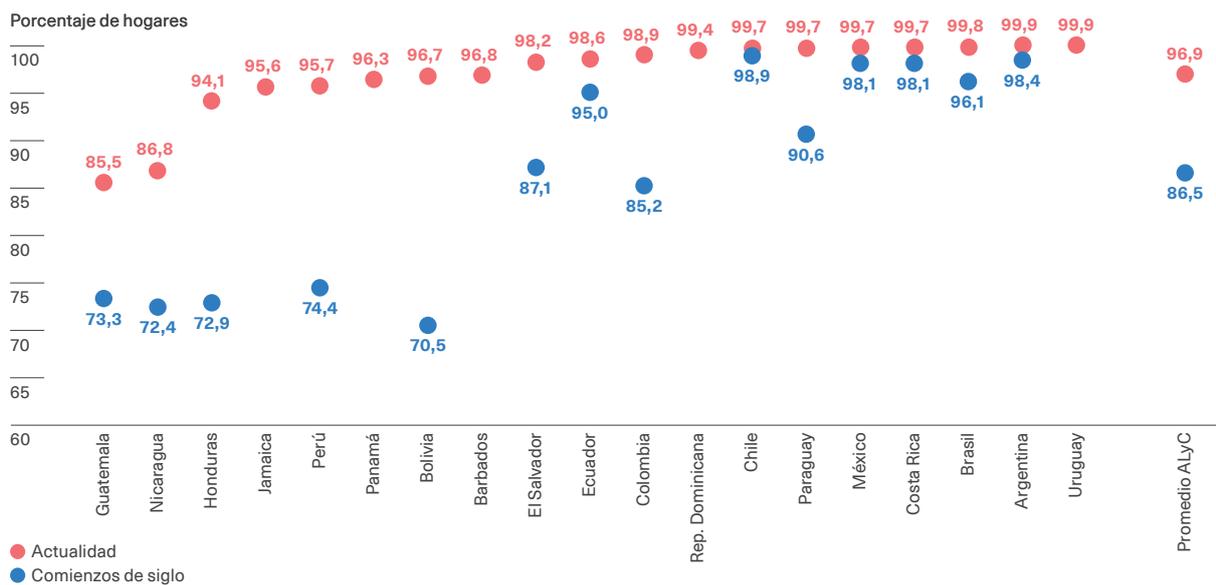
<sup>8</sup> El cuadro A.7.1 en el apéndice del capítulo disponible en línea muestra el año al que corresponde cada uno de los datos en el gráfico 7.7.

## Gráfico 7.7

### Situación de la conexión a la electricidad en América Latina y el Caribe

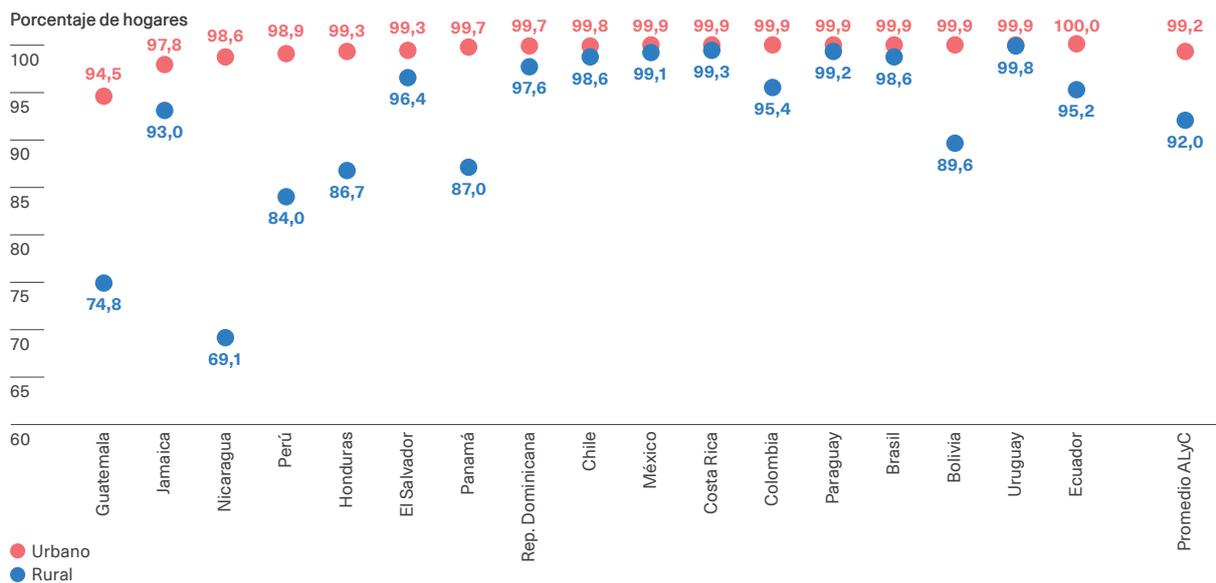
#### Panel A.

#### Evolución de la proporción de hogares conectados al servicio en los últimos 20 años



#### Panel B.

#### Proporción de hogares con conexión al servicio en áreas rurales y urbanas en la actualidad



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de hogares con acceso al servicio de electricidad en 19 países y el promedio de ALyC. En el panel A se muestra la evolución de este indicador entre el periodo actual (2014-2021) y comienzos de siglo (2000-2005), mientras que en el panel B se presenta el dato actual distinguiendo por áreas. La variable fue construida a partir de encuestas de hogares nacionales. El cuadro A.7.1 del apéndice en línea presenta el año de la encuesta en cada país.

**Fuente:** Puig y Tornarolli (2023).

El gráfico 7.8 presenta los precios promedio por país de la electricidad residencial en el período 2014-2020. Lo prolongado del período para el que se recogen dichos datos permite aproximarse al nivel estructural de los precios, que es el aspecto relevante para las decisiones de adquirir aparatos para el hogar, principal determinante de sus niveles de consumo eléctrico. El gráfico revela enormes diferencias entre países, que pueden representarse agrupándolos en tres conjuntos. Un primer grupo tiene los precios más elevados, por encima de los USD 200 por megavatio-hora (MWh), y está integrado (de menor a mayor precio) por El Salvador, Guyana, Barbados y Jamaica. Un segundo grupo, mayoritario, tiene precios cercanos al promedio de la región, oscilando entre USD 140 y USD 190 por MWh. Por último, Ecuador, Bolivia, Paraguay y Argentina presentan precios muy reducidos, del orden de la mitad del promedio regional. Estas enormes diferencias de precios minoristas se explican, por una parte, por costos de generación disímiles y, por otra, por diferentes niveles de impuestos y subsidios en las distintas etapas de producción y distribución de la electricidad.

Los subsidios al precio residencial de la electricidad han sido históricamente muy comunes en la región. Entre 2011 y 2013 se ubicaban en el orden del 0,8 % del PIB en promedio para 32 países de América Latina y el Caribe (Di Bella et al., 2015). El cuadro A.7.1 en el apéndice (disponible en línea) muestra que dicho promedio escondía realidades muy distintas. De esos 32 países, 11, incluyendo principalmente a los de mayor ingreso que no exportan petróleo, no tienen subsidios o subsidian por un valor máximo del 0,1 % del PIB, mientras que 9 subsidian por un monto de al menos 1 punto del PIB. Del total de subsidios a la electricidad, aproximadamente la mitad estaba dirigida al sector residencial (Marchán et al., 2017). Más allá del subsidio general a los precios, en la mayoría de los países existe además un componente de tarifa social, que utiliza la cantidad de electricidad consumida como mecanismo de focalización. El componente general (no focalizado) de estos subsidios es clave para explicar los bajos precios observados en el gráfico 7.7 en Argentina, Bolivia y Ecuador, tres países donde esas ayudas superaron la media de la región entre 2008 y 2014 (Sanin, 2019).

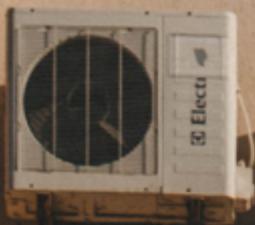
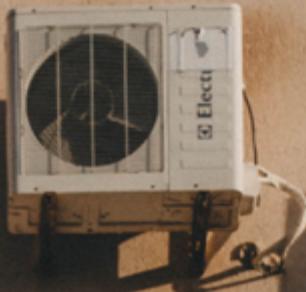
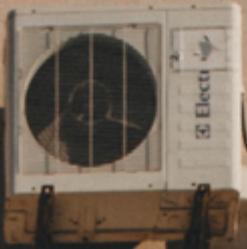
### Gráfico 7.8

Precios promedio de la electricidad residencial en 2014-2020



**Nota:** El gráfico presenta el precio promedio pagado por los consumidores (en dólares corrientes por MWh) en 18 países y el promedio de ALyC en el período 2014-2020. El precio promedio para los países considerados es de 164 USD/MWh. La variable se construyó a partir de datos de facturación y volumen vendido. El precio final incluye impuestos nacionales.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de OLADE (2021a).





## En varios países existen enormes subsidios al precio de la electricidad. Estos podrían focalizarse en los hogares de bajos ingresos para mejorar la eficiencia y el acceso

Un fenómeno importante en la región es el no pago de la factura eléctrica por razones de informalidad en la conexión. Dicho fenómeno se encuentra estrechamente ligado al de los asentamientos informales, aunque no exclusivamente. En Argentina, los datos del registro nacional de barrios populares indican que solo el 31 % de casi 1,2 millones de familias que residen en dichas áreas tiene conexión a la red de electricidad con medidor y factura individual (Ministerio de Desarrollo Social, s. f.). Del 69 % restante, menos del 1 % no tiene conexión a la red, por lo que

la enorme mayoría accede a la electricidad de forma irregular. En Brasil, el procesamiento propio de los datos del censo de población de 2010 indica que el 3,7 % de los hogares declararon no tener medidor de uso exclusivo o compartido en su conexión a la red de electricidad.

Además de la dimensión del subsidio encubierto que pueden tener las conexiones informales, estas tienen otras dos características que resultan relevantes para la transición energética. En primer lugar, desde un punto de vista del acceso, la informalidad en general está asociada a deficiencias en la calidad de la conexión, tanto en lo que respecta a la continuidad del suministro como a su potencia, y a la existencia de riesgos para la salud. En segundo lugar, la ausencia de medidor implica que se pierde el rol regulador que tienen los precios en el consumo de electricidad.

## Autogeneración de energía eléctrica en los hogares mediante paneles solares

La instalación de paneles solares es una herramienta para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de electricidad. Cuando los hogares adoptan esta tecnología, contribuyen además indirectamente a la disminución de las emisiones al limitar las pérdidas que se producen en la etapa de distribución de la electricidad. Más allá de sus beneficios sociales, una ventaja de que los hogares adopten los paneles es que les permite ahorrar en sus pagos por el servicio de electricidad y los impuestos asociados a este e incluso recaudar aportando energía a la red cuando esta lo permite. A nivel global, en 2022, un 17 % del total de electricidad de origen solar se generó en el sector residencial y se proyecta que su volumen crezca más del 60 % entre 2022 y 2024 (AIE, 2023o).

La promoción de la adopción de esta tecnología por parte de los hogares es particularmente atractiva en zonas rurales donde no existe red eléctrica, ya que permite acceder a la electricidad sin incurrir en los costos de extensión de la infraestructura. Las iniciativas de este tipo son abundantes en los países de la región, con una mención especial al Programa Masivo

Fotovoltaico de Perú, que llevó energía eléctrica a más de 200.000 hogares (Bejarano et al., 2023).

Si bien, en principio, la instalación de paneles podría reducir la extracción de electricidad de la red en una cantidad similar al consumo que tenía el hogar antes de colocar el dispositivo, esto no suele ser así debido a la existencia de un efecto rebote (Beppler et al., 2023; Deng y Newton, 2017; Qiu et al., 2019). Para el caso de Uruguay, D'Agosti y Danza (2023) encuentran que los hogares reaccionan a la instalación del panel incrementando su consumo de electricidad alrededor del 20 %. Otro aspecto interesante del caso de Uruguay, estudiado por D'Agosti y Danza (2023), es la combinación de la instalación de paneles con la existencia de medición neta de energía (*net metering*), tecnología que permite a los hogares vender energía a la red además de comprarla. Esto hizo que los hogares reaccionaran a la instalación de paneles inyectando electricidad a la red, con un promedio de 1.600 KWh por mes.

Una limitación de los subsidios a la adopción de paneles es que estos suelen ser regresivos, puesto que los hogares más ricos tendrán mayores incentivos

para dotarse de esa tecnología a causa de su mayor consumo de electricidad (Feger et al., 2022). Por esta razón, una alternativa más efectiva para promover la instalación de paneles en los hogares de mayores ingresos es crear esquemas que aumenten el precio de la electricidad cuanto mayor sea el consumo del hogar (Feger et al., 2022).

La rentabilidad actual de la instalación de paneles en los techos de las viviendas se asocia a la enorme caída de los costos del equipamiento y de la instalación, que fue de más del 80 % en la última década (AIE, 2023o). No obstante, sigue habiendo trabas para su adopción, fundamentalmente de orden regulatorio, financiero y de información, por lo que existe un amplio espacio para las iniciativas tanto del sector público como del privado que promuevan una mayor implantación en la región en los próximos años. En cuanto

a las regulaciones, estas incluyen los esquemas de precios y medidores inteligentes, las intervenciones en los códigos de construcción de las ciudades para facilitar la adopción de paneles en los techos de los nuevos edificios y las campañas informativas para que los hogares conozcan las oportunidades asociadas a esta tecnología.

El avance más rápido del uso de paneles solares en el sector residencial requiere también que los precios de estos productos continúen su tendencia a la baja, que se interrumpió entre 2020 y 2024 como consecuencia del aumento de los precios de los materiales y los costos de transporte generados por la pandemia del COVID-19. Por otro lado, la dependencia de la luz solar para generar electricidad que tienen los paneles hace necesario mejoras en las tecnologías de almacenamiento e interconexión a la red.

## El aislamiento de los edificios y el consumo de energía

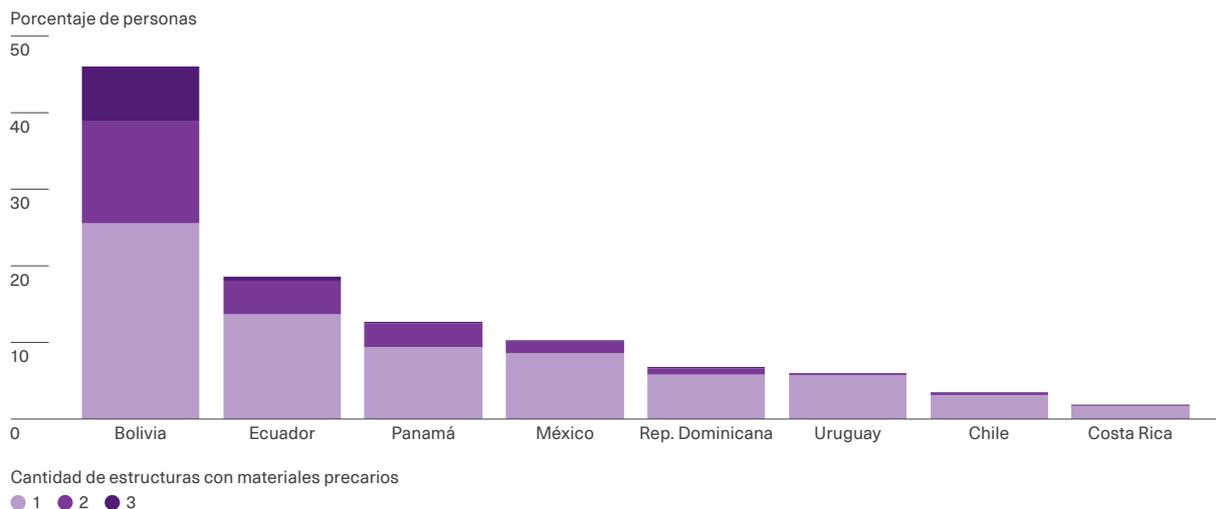
Dada la relevancia actual y futura de las necesidades de calefacción y refrigeración de los hogares, el aislamiento térmico de los edificios se vuelve crucial para disminuir o contener el aumento en el consumo de energía. Si bien este capítulo se enfoca en los edificios de uso residencial, el aislamiento térmico también es relevante para los edificios de oficinas y del comercio.

Los envolventes de los edificios son aquellas estructuras que separan el interior del exterior y proveen aislamiento térmico, además de visual y sonoro. Estos envolventes incluyen fundamentalmente las paredes, los techos y las ventanas. Su eficiencia como aislantes térmicos influye en el consumo de energía y el confort térmico de quienes residen en la vivienda. El impacto de las diferencias de eficiencia de los envolventes en el consumo energético puede ser muy significativo. En Gran Bretaña existen certificados de eficiencia de los edificios que van desde la A, para los más eficientes, a la G, para los menos eficientes. Se ha estimado que los edificios de categoría G pueden consumir hasta tres veces más energía que los de categoría A para un mismo confort térmico del hogar (AIE, 2022a).

En la región existen déficits de calidad de las viviendas, que suponen pobres condiciones de aislamiento de los edificios. El gráfico 7.9 realiza una aproximación a los déficits más extremos de aislamiento considerando los materiales de los techos, pisos y paredes de las viviendas. De los ocho países que cuentan con datos de censos realizados después de 2010, destaca Bolivia, donde casi la mitad de su población reside en construcciones que presentan déficit en al menos uno de esos tres componentes. Esto es especialmente preocupante dado que Bolivia tiene una de las mayores necesidades de calefacción de la región. Estas necesidades son relevantes también en Chile y Uruguay, donde una proporción menor, pero significativa, de la población vive en inmuebles con materiales precarios en alguna de esas estructuras clave. Dentro del grupo de países con necesidades generalizadas de refrigeración, entre el 10 % y 20 % de la población de Ecuador, México y Panamá tiene privación en alguno de estos materiales, mientras que en República Dominicana dicha proporción asciende al 7 %.

## Gráfico 7.9

Población con al menos una estructura de la vivienda (piso, techo, paredes) construida con materiales precarios



**Nota:** El gráfico muestra el porcentaje de personas que habitan viviendas donde los techos, pisos o paredes se encuentran construidos con materiales precarios. Los datos fueron obtenidos a partir de censos nacionales para ocho países de ALyC en el periodo 2010-2017. La definición de material precario de construcción sigue la metodología propuesta por CEPAL (2001) para la identificación de necesidades básicas insatisfechas (NBI) e incluye tierra, paja, cartón, residuos y material de descarte, barro, bambú y palma, entre otros.

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos de Minnesota Population Center (2020) y CEPAL (2001).

Las dos políticas específicas más relevantes para la mejora de la eficiencia energética de las viviendas son la inclusión de estándares mínimos en los códigos de construcción y las intervenciones informativas. En el caso de los estándares mínimos, estos incluyen regulaciones sobre los envolventes, pero también sobre los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación, que son particularmente relevantes para el consumo en edificios de varios pisos. Los datos de Naciones Unidas y de la AIE indican que la adopción de estándares mínimos de eficiencia se encuentra bastante rezagada en la región, pero que muchos países están en proceso de establecerlos (AIE, 2022a; PNUMA, 2022b). De un total de 33 países, solo Chile, Colombia y Jamaica tienen estándares obligatorios. Argentina, Brasil y México tienen estándares disponibles, aunque no obligatorios, mientras que 11 tienen códigos en desarrollo y los demás no poseen información.

La calidad de los envolventes de los edificios puede ser difícil de verificar para quienes compran o alquilan una vivienda, lo que disminuye los incentivos de los

propietarios para invertir en mejorarlos. Las políticas públicas pueden actuar creando certificados de calidad de los envolventes y ponerlos a disposición o incluso hacer que su uso sea obligatorio. Existe evidencia basada en la comparación de precios de casas certificadas y no certificadas en países desarrollados de que los hogares valoran esa información (Brounen y Kok, 2011; Kahn y Kok, 2014).

### ●● Los déficits de materiales de construcción de las viviendas reducen la eficiencia del consumo energético en climatización

Una justificación específica para que las políticas públicas promuevan mejoras en el aislamiento térmico de los edificios surge de la falta de alineamiento entre los incentivos para mejorarlos que tienen los propietarios e inquilinos de los inmuebles (Gerarden et al.,

2017). En los contratos de alquiler, los inquilinos suelen pagar el consumo de electricidad, mientras que los propietarios controlan los aspectos de eficiencia de la construcción. Si estos aspectos son difíciles de observar, no se incorporarán al precio de la vivienda y el propietario no tendrá incentivos para mejorar la eficiencia energética en el edificio. Hancevic y Sandoval (2023) muestran evidencia en favor de esta hipótesis para el caso de México. Estos autores encuentran que los aparatos provistos por los dueños de viviendas alquiladas en ese país, como aires acondicionados y calentadores de agua, son menos eficientes que en aquellas habitadas por sus propietarios. En cambio, no observan diferencias de eficiencia en los aparatos que no son provistos por los propietarios en las viviendas alquiladas, como el lavarropas.

Dado que en la región existen serios problemas de asequibilidad de la vivienda, las políticas públicas deben ser especialmente cuidadosas en la evaluación del costo-beneficio de las intervenciones en

eficiencia energética en edificios para no contribuir a dicha problemática (Daude et al., 2017). La escasa evidencia disponible respalda esa visión cautelosa, mostrando que el análisis costo-beneficio de los efectos reales de las intervenciones suele ser menos auspicioso que lo indicado en las evaluaciones técnicas *ex ante* (Christensen et al., 2023; Davis et al., 2020; Fowlie et al., 2018)<sup>9</sup>. Dicha disociación entre evaluaciones *ex ante* e impactos reales de las políticas se debe a dos razones. Primero, esas evaluaciones en ocasiones omiten totalmente los costos de la intervención y se enfocan solo en la reducción del consumo energético generada. Segundo, esas evaluaciones no contemplan las reacciones de comportamiento de los hogares frente a la intervención; por ejemplo, una evaluación *ex post* en México encontró que la mejora del aislamiento térmico de las viviendas no supuso cambios en la temperatura ni el consumo de electricidad porque los hogares mantenían las ventanas abiertas en los días calurosos (Davis et al 2020).

## Políticas de transición energética en el sector residencial

La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de energías más limpias y aparatos más eficientes y por las prácticas de ahorro energético genera beneficios sociales más allá de los privados y por esto motiva la implementación de políticas que la promuevan. Además de los motivos ambientales, existen otros dos que resultan clave no solo para justificar la intervención de las políticas públicas, sino también para su diseño exitoso. Por un lado, como se detalla en el recuadro 7.4, la complejidad de las decisiones asociadas al consumo eficiente de energía y las restricciones de acceso al crédito pueden hacer que los hogares no incrementen la

eficiencia de su consumo residencial aun cuando esto les resulte beneficioso en términos privados (Allcott y Mullainathan, 2010; Fowlie y Meeks, 2021)<sup>10</sup>. Por otro lado, existen motivos de equidad. Los costos monetarios de la adopción pueden ser demasiado altos para los hogares de menos ingresos y, dentro de este grupo, los miembros más jóvenes y las mujeres sufren en mayor medida los daños a la salud y la carga superior de esfuerzo asociado a la utilización de energías sucias.

9 Davis et al. (2020) encontraron que una intervención de mejora del aislamiento de las viviendas en una zona cálida del norte de México no tuvo efectos en el consumo de electricidad ni en el confort técnico a pesar de que los cálculos técnicos *ex ante* indicaban un ahorro del 25 % en dicho consumo. Asimismo, Fowlie et al. (2018) estudiaron un programa masivo, pero de baja adopción, de mejora del aislamiento térmico de las viviendas en Estados Unidos y verificaron una relación costo-beneficio *ex post* negativa para los hogares, a pesar de que estudios técnicos *ex ante* indicaban lo contrario. Christensen et al. (2023) también han reportado evidencia reciente de serias sobreestimaciones *ex ante* de ahorro energético en otro programa de mejoras en el aislamiento de los edificios en Estados Unidos.

10 Esto no implica que siempre existan beneficios privados no realizados. Existe abundante evidencia tanto de contextos en los que esto es cierto (p. ej., Berkouwer y Dean (2022)) como de otros en los que no (Fowlie et al (2018)). Allcott y Greenstone (2012) y Gerarden et al. (2017) evalúan la evidencia disponible respecto a la existencia de estos beneficios privados no realizados y discuten sus causas e implicancias para las políticas públicas.

## Recuadro 7.4

### ¿Por qué los hogares pueden no implementar medidas de eficiencia energética que mejorarían su bienestar?

Existe evidencia de que, frecuentemente, los hogares no adoptan tecnologías y prácticas de eficiencia energética cuando estas les reportarían un beneficio privado y que no reaccionan a los precios de la energía en la forma que sería más conveniente para sus intereses (Bensch et al., 2015; Berkouwer y Dean, 2022). Para analizar cómo las políticas públicas pueden ayudar a los hogares a tomar mejores decisiones de consumo energético, que a su vez sean beneficiosas desde el punto de vista social, resulta útil separar las causas detrás de dicha problemática en tres deficiencias: acceso al crédito, acceso a la información y toma de decisiones.

La falta de acceso al crédito es una barrera para la adopción de tecnologías eficientes en muy diversos contextos y recientemente se ha comprobado que es un problema también para el consumo de energía (Bensch et al., 2015; Berkouwer y Dean, 2022). El déficit de acceso al crédito es particularmente relevante en los contextos de ingresos medios y alta desigualdad de los países de la región, donde los mercados de crédito están menos desarrollados y los hogares más pobres carecen de colaterales e ingresos formales estables.

En cuanto a los problemas de información, el avance en la eficiencia energética del consumo residencial está asociado a nuevas tecnologías que los hogares no conocen y sobre las cuales les puede resultar costoso aprender. Dado el carácter de bien público de la información, esta puede ser provista de forma insuficiente y, así, generar situaciones de baja adopción de las tecnologías más eficientes.

En cuanto a la toma de decisiones, la evidencia de la economía del comportamiento muestra que problemas de inconsistencia temporal, falta de atención a los detalles y dificultad para procesar cálculos complejos pueden llevar a que los hogares no adopten las tecnologías y prácticas que serían más convenientes para su presupuesto. En el caso de las adquisiciones de nuevo equipamiento que reducirían el gasto energético, la inconsistencia temporal y la dificultad para calcular esos ahorros futuros pueden llevar a la falta de adopción. En cuanto al consumo de electricidad, los hogares pueden no registrar con precisión cuánto consumen y en qué momento del día lo hacen, dos aspectos clave para el diseño de tarifas eficientes.

Dada la descripción realizada en el capítulo sobre el consumo residencial de energía en la región, las políticas públicas de transición energética dirigidas a dicho sector pueden plantearse en función de los tres principales desafíos identificados. En el cuadro 7.1 se presentan de forma resumida dichos desafíos, los objetivos de las políticas para abordarlos y las políticas concretas. Los subapartados que siguen desarrollan esos tres elementos con mayor profundidad.

Antes de revisar la evidencia disponible respecto a la efectividad de las distintas políticas, es clave señalar que existe una importante brecha de conocimiento sobre el impacto de los programas de eficiencia energética en países en desarrollo (Fowle y Meeks, 2021). Al igual que se dedican fondos a desarrollar

tecnologías, es deseable que los gobiernos destinen recursos para evaluar políticas escalables de forma experimental (Allcott y Mullainathan, 2010). Esto es especialmente relevante dado que las evaluaciones *ex ante* de las políticas suelen ignorar las reacciones comportamentales y los aspectos de implementación y, por esta razón, sobreestimar fuertemente las ganancias (Davis et al., 2020; Fowle et al., 2018).



**La falta de información, las dificultades de acceso al crédito y la complejidad de las decisiones de consumo energético, motivan y dan marco a las políticas públicas para el sector residencial**

## Cuadro 7.1

Políticas potenciales para los tres principales desafíos de la transición energética en el sector residencial

Desafíos	Objetivo	Políticas
Cocción y calefacción con biomasa	Sustituir por artefactos más eficientes o que utilicen energía limpia	Subsidios y financiamiento para el recambio de cocinas y estufas
		Campañas informativas
Aumento en la demanda de electricidad	Mejorar la eficiencia de aparatos y edificios	Subsidios y financiamiento para el recambio de aparatos viejos
		Estándares mínimos y etiquetado
		Campañas informativas
	Promover un uso más eficiente de la electricidad	Campañas informativas que incluyan comparaciones de consumo con otros hogares
		Precios dinámicos y sin subsidios generalizados
		Programas de regularización de la conexión
	Generar electricidad en los hogares	Subsidios y financiamiento para la adquisición de paneles solares focalizados en hogares de menores ingresos
Acceso de los hogares más pobres a electricidad de calidad	Contener el impacto del gasto de la electricidad en hogares pobres	Subsidios a la tarifa eléctrica focalizados en hogares de menores ingresos
		Tarifa eléctrica por bloques
	Dar acceso a la electricidad en áreas rurales	Subsidios y financiamiento para la adquisición de paneles solares focalizados en hogares de menores ingreso
Formalizar las conexiones irregulares en áreas urbanas		Subsidios a la tarifa eléctrica focalizados en hogares de menores ingresos
		Tarifa eléctrica por bloques
		Programas de regularización de la conexión

## Primer desafío: reducir la utilización de biomasa para cocinar y calentar ambientes

La intervención más básica para mejorar la eficiencia energética de la cocción y calefacción con biomasa en la región consiste en mantener el uso de esta fuente de energía, pero mejorando las tecnologías existentes. Por ejemplo, en el caso de las estufas, las que se alimentan con pellets son más eficientes y limpias en términos de producción de material particulado que las de leña tradicionales y, además, los pellets ocupan menos espacio (Boso et al., 2019).

La evidencia muestra que la disposición a pagar por formas de cocinar más limpias es muy baja entre los hogares que cocinan con biomasa de forma tradicional, que son en general residentes de zonas rurales y que tienen ingresos muy bajos (Berkouwer y Dean, 2022). Esto implica que políticas de precios como los impuestos al carbono no serían efectivas para mejorar la adopción y tendrían un fuerte sesgo regresivo. En este contexto, pueden plantearse dos tipos de



estrategias alternativas. Por un lado, subsidiar parcial o totalmente la adquisición de aparatos más eficientes; por otro lado, realizar intervenciones de información y educación que afecten el comportamiento sin requerir una transferencia económica al hogar.

Los subsidios a la adquisición de ese tipo de equipamiento tienen la ventaja de que pueden ser efectivos ante una variedad de causas por las cuales los hogares no adoptan las tecnologías socialmente más eficientes. Esto incluye las asociadas a la pobreza y las restricciones de acceso al crédito, que son muy relevantes en el mundo en desarrollo (Berkouwer y Dean, 2022), pero también los problemas de información que llevan a los hogares a subestimar los retornos privados de las inversiones en eficiencia (Allcott et al., 2015). Dados los problemas de acceso al crédito mencionados en el cuadro 7.1, los subsidios en programas de crédito de adquisición de equipamiento podrían estipular menores tasas de interés y plazos más largos.

La principal desventaja de los subsidios es su costo fiscal, lo que motiva que se deba prestar especial atención a su focalización, dirigiéndolos a los hogares en los que se espera un mayor impacto en cuanto a

comportamiento y evitando que beneficien a los de mayores ingresos (Allcott et al., 2015). Las medidas informativas y de educación no son efectivas para solucionar problemas de pobreza y crédito, pero en general su costo es muy inferior por la ausencia de una transferencia y tener menos costos logísticos. La evidencia disponible apunta a que existe un espacio importante para la complementariedad entre información y subsidios. En particular, los subsidios a la adopción de nuevas tecnologías pueden no resultar efectivos si no van acompañados por un componente de información y educación (Hanna et al., 2016).

En general las políticas de adopción de cocinas más eficientes han sido efectivas en disminuir las emisiones y el consumo de biomasa en los hogares que reciben los equipamientos, pero han sufrido problemas de baja adopción y mantenimiento (Banco Mundial, s. f.; Beltramo et al., 2023; Berkouwer y Dean, 2022; Hanna et al., 2016). Dados estos problemas de implementación y que incluso cuando las cocinas y estufas son bien utilizadas continúan generando emisiones, podría plantearse su sustitución por tecnologías más limpias, como el GLP y la electricidad (Beltramo et al., 2023).

## Segundo desafío: aumento de la demanda de electricidad

Las intervenciones para mejorar la eficiencia y promover el ahorro en el consumo de electricidad pueden agruparse en tres categorías. Primero, mejorar la eficiencia de los aparatos eléctricos mediante subsidios o estándares obligatorios. Segundo, la provisión de información y otras intervenciones comportamentales tanto para la adopción de aparatos más eficientes como para el uso de los aparatos existentes. Tercero, modificar el nivel y la estructura de los precios de la energía.

La evidencia disponible en cuanto a los subsidios para la adquisición de equipos más eficientes muestra efectos limitados en refrigeradores y aires acondicionados, pero positivos y significativos en lámparas (Allcott et al., 2015; Carranza y Meeks, 2021; Davis et al., 2014; Iimi et al., 2019). Davis et al. (2014) estudiaron un programa de reemplazo de esos dos electrodomésticos en México y

comprobaron que el recambio de neveras efectivamente redujo el consumo total de electricidad del hogar en el 8 %, un monto considerable. Sin embargo, este programa constituye un ejemplo adicional de discrepancia de los impactos reales respecto a las evaluaciones *ex ante*, que en este caso preveían un efecto cuatro veces mayor al real. Los resultados del mismo programa fueron peores en cuanto al reemplazo de aparatos de aire acondicionado, que causó un aumento en el consumo de electricidad. Esto se debió a un típico “efecto rebote”, por el cual los hogares reaccionaron a la mayor eficiencia de los equipos incrementando su uso. La evaluación global del reemplazo de ambos electrodomésticos mostró que resultó una forma muy cara de reducir las emisiones, a un costo de más de USD 500 por tonelada de CO<sub>2</sub>.



## El desafío del aumento de la demanda de electricidad debe afrontarse con mejoras de eficiencia en los electrodomésticos, los materiales de la vivienda y los comportamientos

La adopción de estándares mínimos en cambio cuenta con evaluaciones más favorables y ha sido ampliamente implementada en el mundo en las últimas cuatro décadas (Saunders et al., 2021). Según datos de la AIE, la cobertura de estándares mínimos en la región superó el 90 % del consumo de refrigeradores en 2022, lo que la ubica por encima del promedio global, pero está muy rezagada en otros aparatos (AIE, 2022a). En iluminación y refrigeración de ambientes, la región se encuentra levemente por debajo del promedio global, con menos del 70 % del consumo sujeto a estándares mínimos. Los mayores desafíos están en los electrodomésticos que usan agua, como lavarropas y lavaplatos, donde los estándares cubren solamente el 20 % del consumo, y especialmente en aparatos que tienen pantallas, donde la cobertura de estándares mínimos en la región sería nula, en contraste con alrededor del 70 % para el promedio global.

La complejidad asociada a las tecnologías de eficiencia energética y al elevado costo potencial de los subsidios refuerzan el atractivo de las intervenciones informativas y comportamentales. Estas han sido ampliamente implementadas en todo el mundo en las últimas décadas y cuentan con evidencia favorable respecto a su efectividad. Existen tres tipos principales de intervenciones: el etiquetado de electrodomésticos, la provisión de información sobre el nivel de consumo eléctrico propio y de los vecinos y las campañas informativas<sup>11</sup>.

Las políticas de etiquetados de electrodomésticos consisten en obligar a los vendedores a colocar sobre los aparatos una etiqueta de formato estandarizado que describe su nivel de eficiencia energética. Las evaluaciones de impacto indican que estas políticas

son efectivas en mejorar la valoración de los consumidores de los electrodomésticos más eficientes (Andor y Fels, 2018). En 2023 el etiquetado de electrodomésticos existía en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, con la excepción de Bolivia (Ravillard et al., 2019)<sup>12</sup>.

En cuanto a la provisión de información sobre los niveles de consumo eléctrico, tradicionalmente los hogares recibían información a fin de mes, sin ningún detalle más que la cantidad total consumida y su costo. El avance tecnológico ha permitido mejorar el nivel de información que reciben los hogares. Por un lado, varios experimentos aleatorios han mostrado que proveer información en tiempo real sobre el consumo hace que este disminuya (Houde et al., 2013). Esto requiere poder medir el consumo en tiempo real, por lo tanto, necesita de inversiones en medidores inteligentes. Por otro lado, una forma de provisión de información sobre el consumo propio que ha resultado particularmente exitosa es la comparación con el consumo de vecinos de similares características (Allcott, 2011b; Ayres et al., 2009; Costa y Kahn, 2013). La evaluación de una intervención de este tipo en Quito mostró una reducción del consumo mensual promedio de alrededor del 1 % (Pellerano et al., 2017). Si bien los efectos de estas intervenciones suelen ser pequeños, su costo de implementación es ínfimo y, por tanto, el balance costo-beneficio es altamente favorable (Andor y Fels, 2018).

Las campañas informativas apuntan a llamar la atención de los hogares respecto a aspectos relevantes de su consumo. Uno de esos aspectos típicos es la temperatura a la que se fijan los aparatos y sistemas de refrigeración o calefacción de ambientes. Los cálculos técnicos indican que solo un grado de diferencia, más alto para refrigeración o más bajo para calefacción, puede disminuir el consumo en hasta el 20 % (Gil, 2021).

En cuanto a las políticas de precios, como se vio en el recuadro 7.3, el consumo de los hogares responde a los cambios en ese valor. Por tanto, mayores

11 Otra intervención comportamental que ha demostrado tener una relación costo-beneficio en algunos contextos consiste en que los hogares fijen compromisos de reducción en su consumo de energía (Harding y Hsiaw, 2014). La evidencia en favor de este tipo de herramientas es menos abundante que las tres que se enumeran en el texto principal (Andor y Fels, 2018).

12 Ravillard et al. (2019) establecen que hacia 2017 ya todos los países tenían etiquetado excepto Bolivia, El Salvador y República Dominicana. No obstante, se ha verificado que los últimos dos países lo adoptaron con posterioridad. Un estudio del Ministerio de Energías (2019) confirmó que Bolivia no lo había adoptado e indicaba que el etiquetado existía en Perú y Paraguay, pero no era obligatorio.

precios pueden promover la eficiencia y el ahorro en el uso de electricidad. El camino de encarecer la energía enfrenta, sin embargo, tres dificultades importantes. Primero, el mismo recuadro mostró que las respuestas en el corto plazo son relativamente limitadas, con reducciones del 2 % y el 4 % del consumo por cada 10 % de incremento en los precios. Segundo, como se vio en el subapartado “¿Cuánto gastan los hogares en su consumo residencial de energía?”, aquellos de menores ingresos destinan una porción significativa a la energía, por lo que incrementos en los precios impactan fuertemente en su presupuesto. Tercero, los hogares tienen dificultades para reaccionar a esquemas de tarifas que son más eficientes, pero más complejos.

Una forma de que el diseño de los precios pueda, en teoría, contribuir al uso social más eficiente de la energía es que estos varíen según el momento del día. En el contexto de la transición energética, la variabilidad en el potencial de generación de las fuentes renovables, como la eólica y la solar, hace que los costos de producir la electricidad puedan diferir fuertemente a lo largo del día. Así, los precios pueden incentivar a

los consumidores a utilizar sus aparatos en las horas en que existe una mayor oferta de electricidad renovable y minimizar los costos sociales de generación eléctrica (Fabra et al., 2021). En la práctica, la fijación de precios dinámicos no suele observarse de forma “pura”, en el sentido de que los precios reflejen los costos en tiempo real, sino que suelen implementarse franjas asociadas a las horas de menor y mayor consumo agregado. Así, típicamente la tarifa variable será más elevada durante las horas pico, que suelen darse durante la tarde-noche, y mínima en las horas de menor consumo durante la madrugada. La implementación de precios dinámicos comparte, sin embargo, las tres dificultades mencionadas en el párrafo anterior, a lo que se le agrega un obstáculo tecnológico o de infraestructura<sup>13</sup>. Tradicionalmente, los medidores de consumo residenciales no registran el momento del día en que se realiza el consumo. Por tanto, la facturación del consumo según precios dinámicos requiere de la instalación de medidores inteligentes. Asimismo, en un esquema de precios dinámicos “puro”, el consumidor idealmente debe acceder a la información en tiempo real para poder reaccionar a los cambios de precio.

## Tercer desafío: mejorar el acceso a la electricidad de los hogares más pobres

El desafío de mejorar el acceso de los hogares pobres a electricidad de calidad supone actuar en múltiples dimensiones. Tres de ellas son destacadas en el cuadro 7.1. La primera fue discutida en el apartado “¿Cuánto gastan los hogares en su consumo residencial de energía?” y consiste en contener el impacto del gasto en energía eléctrica en el presupuesto del hogar. Para avanzar hacia este objetivo pueden utilizarse dos herramientas principales. Por un lado, están los subsidios focalizados, consistentes en disminuir el monto de la tarifa eléctrica para aquellos hogares de menores ingresos. Por otro lado, se tiene el diseño de tarifas eléctricas crecientes por bloques, lo que implica que el precio de la electricidad aumente

discretamente con la cantidad consumida. Más allá de estas dos acciones concretas, las medidas que hacen más eficientes a los aparatos y edificios también sirven para disminuir el impacto del gasto eléctrico en los hogares más pobres.



**Los subsidios a la tarifa focalizados en hogares pobres, el acceso en áreas rurales y la regularización de las conexiones informales son clave para mejorar el acceso equitativo a la electricidad**

<sup>13</sup> Fabra et al. (2021) encontraron que los consumidores españoles no respondían en promedio a la tarifa dinámica y Cahana et al. (2022), que los hogares de menores ingresos serían relativamente más perjudicados por la introducción de una tarifa dinámica. Otros estudios no se han enfocado en la fijación dinámica, pero sí en otros aspectos, y revelan que los consumidores no responden a los esquemas tarifarios más sofisticados de la forma que generaría una mayor eficiencia social. Shaffer (2020) muestra que los hogares en Canadá no entienden los precios no lineales, porque piensan que el precio en el margen se aplica a todo el consumo. Este comportamiento observado implicaría una pérdida del bienestar equivalente al 10 % del consumo anual de electricidad. De forma similar, Ito (2014) encuentra que los consumidores en California responden al precio promedio y no al marginal.

La segunda dimensión se refiere a proveer de acceso a la electricidad a los hogares pobres de áreas rurales. Como se vio en la sección “El acceso a la electricidad a nivel residencial: conexión y precios”, el acceso a electricidad en áreas rurales de varios países está lejos de ser universal. Asimismo, en el apartado “Autogeneración de energía eléctrica en los hogares mediante paneles solares”, se planteó cómo el subsidio a la adquisición e instalación de estos dispositivos puede mejorar el acceso en dichas áreas.

Por último, en el apartado sobre la cantidad de recursos que los hogares dedican a la energía, se presentó el fenómeno de las conexiones irregulares a las redes de electricidad y los problemas de acceso que estas suponen. El avance en soluciones a este problema tiene dos aristas. Una coincide con el problema presupuestario, planteado en la primera de las tres dimensiones, y con las herramientas de política correspondientes. La otra arista se relaciona con el aspecto de infraestructura y gestión de la distribución eléctrica, en cuanto a que es necesario instalar cables y medidores para regularizar barrios que están conectados a la red de forma irregular.