



En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la comunidad internacional se ha fijado el objetivo de lograr el acceso universal a la energía moderna en todo el mundo para 2030. Con ello se ha incrementado la atención dedicada a este asunto, así como las posibilidades de que las tecnologías de energía renovable propicien el acceso a la electricidad incluso en las comunidades más remotas.

Hasta ahora, la atención se ha concentrado principalmente en el acceso de los hogares a la electricidad con miras a cubrir sus necesidades básicas y en los beneficios que entraña para el medio ambiente la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ahora bien, igual de importante es la dimensión económica del acceso a la energía moderna, un aspecto que sigue estando relativamente desatendido.

En la edición de 2017 del *Informe sobre los Países Menos Adelantados* se destaca la contribución que el acceso a la energía moderna puede suponer para el desarrollo sostenible y la erradicación duradera de la pobreza en los países menos adelantados (PMA). Estos necesitan transformar la estructura de sus economías con el fin de aumentar la productividad y desarrollar nuevas actividades económicas que generen mayores ingresos. El acceso a la energía moderna, y en particular a la electricidad, es indispensable para llevar a cabo esa transformación.

Para aprovechar plenamente el potencial económico derivado del acceso a la energía es preciso adoptar un nuevo enfoque del acceso universal a la energía. Ello implica no considerar solamente las necesidades básicas de los hogares, sino también lo que en el informe se presenta como el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía, a fin de atender la necesidad que tienen las empresas de un suministro suficiente, fiable, asequible y sostenible de energía para usos productivos. Las tecnologías renovables, como la solar y la eólica, pueden ser cruciales para brindar a los PMA el acceso a la energía que posibilite su transformación, pero solo si se logran superar importantes obstáculos financieros, técnicos, económicos e institucionales.



# INFORME SOBRE LOS PAÍSES MENOS ADELANTADOS 2017



El acceso a la energía para la transformación  
estructural de la economía







# INFORME SOBRE LOS PAÍSES MENOS ADELANTADOS 2017



**El acceso a la energía para la transformación  
estructural de la economía**



# Nota

Las firmas de los documentos de las Naciones Unidas se componen de letras mayúsculas y cifras. La mención de una firma indica que se hace referencia a un documento de las Naciones Unidas.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

El contenido de esta publicación puede citarse o reproducirse sin restricciones siempre que se indique su procedencia. Deberá remitirse a la secretaria de la UNCTAD, Palais des Nations, CH-1211 Genève 10 (Suiza), un ejemplar de la publicación en que aparezca el material citado o reproducido.

El panorama general del presente informe también se puede obtener en los seis idiomas oficiales de las Naciones Unidas en la dirección de Internet siguiente: [www.unctad.org/ldcr](http://www.unctad.org/ldcr).

## **UNCTAD/LDC/2017**

Publicación de las Naciones Unidas

Núm. de venta S.17.II.D.6  
eISBN 978-92-1-362258-2  
ISSN 0257-8115

Copyright © Naciones Unidas, 2017  
Todos los derechos reservados

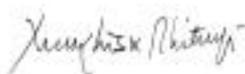
# Prólogo

A diferencia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible incluye un objetivo específico en materia de energía, a saber, el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 (“garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”). El acceso a la energía moderna desempeña un papel fundamental en la transformación estructural de la economía, cuestión crucial tanto para los países menos adelantados (PMA) como para la Agenda 2030 de manera más general.

La edición de este año del *Informe sobre los Países Menos Adelantados* de la UNCTAD se centra en el acceso a la energía para la transformación económica de los PMA, donde el 62% de la población no tiene acceso a la electricidad, frente al 10% en otros países en desarrollo. Actualmente, la mayoría de los habitantes del mundo que no tienen acceso a la electricidad viven en un PMA, proporción que ha aumentado constantemente desde 1990, cuando era de menos de un tercio.

En el Informe de este año se llega a la importante conclusión de que el acceso a la energía para atender las necesidades básicas de los hogares en los PMA no es suficiente para lograr la “energía para todos” en dichos países. Es preciso que el acceso a la energía en los PMA también beneficie directamente a las capacidades productivas impulsando la transformación estructural de sus economías y el desarrollo de actividades y sectores más productivos y modernos con un suministro energético adecuado y fiable. A su vez, la transformación estructural es importante para aumentar el acceso a la energía, pues genera una demanda adicional de electricidad para usos productivos y así viabiliza las inversiones en infraestructura necesarias para generalizar el acceso universal. Sin embargo, el fortalecimiento de ese nexo entre energía y transformación sigue siendo un enorme desafío, dado que la capacidad de generación instalada por persona en los PMA es apenas una doceava parte de la de, incluso, otros países en desarrollo, y una cincuentava parte de la de los países desarrollados.

Los PMA son el campo de batalla en el que se ganará o perderá la Agenda 2030. La preponderancia del acceso a la energía moderna para lograr los demás ODS implica que la consecución del ODS 7 será fundamental para el éxito o el fracaso de la Agenda 2030 en su conjunto. Nuestra intención es que este Informe constituya un valioso aporte a las deliberaciones del foro político de alto nivel que examinará en 2018 los avances realizados para cumplir el Objetivo 7. Un mayor apoyo internacional y una acción colectiva más concertada con el objetivo de hacer realidad el acceso a la energía para la transformación económica en los países menos adelantados podrían ser catalizadores clave para implementar la Agenda 2030 en su conjunto.



Mukhisa Kituyi  
Secretario General de la UNCTAD

## Agradecimientos

El Informe sobre los Países Menos Adelantados 2017 ha sido preparado por la UNCTAD. Participaron en su elaboración Rolf Traeger (jefe del equipo), Samar Awadh, Josué Banga, Bineswaree Bolaky, Agnès Collardeau-Angleys, Pierre Encontre, Sixun Li, Madasamyraja Rajalingam, Matfobhi Riba, Alessandro Sanches Pereira, Giovanni Valensisi, Stefanie West y David Woodward (equipo del Informe sobre los PMA). El trabajo se realizó bajo la orientación y supervisión de Paul Akiwumi, Director de la División para África, los Países Menos Adelantados y los Programas Especiales.

Los días 13 y 14 de junio de 2017 se celebró en Ginebra una reunión para hacer un examen entre homólogos del Informe y aportaciones concretas. A ella asistieron especialistas en las esferas de la energía, las políticas de desarrollo, el comercio internacional, las finanzas, los países menos adelantados, el empleo, las políticas sociales, el desarrollo industrial y el fomento de la capacidad. Los participantes fueron: Matthias Brückner (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas – secretaria del Comité de Políticas de Desarrollo), Charles Gore (consultor independiente), Marek Harsdorff (Organización Internacional del Trabajo), Yasuhiko Kamakura (Organización Internacional del Trabajo), Dunja Krause (Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social), Mauricio Alejandro Pinzón Latorre (Instituto Superior de Estudios Internacionales y de Desarrollo), Ana María Pueyo (Institute of Development Studies), Simona Santoro (Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Capitalización), Youba Sokona (International Institute for Environment and Development), Taffere Tesfachew (consultor independiente) y Djiby Racine Thiam (Universidad de Ciudad del Cabo), así como los miembros del equipo del Informe sobre los PMA y los siguientes colegas de la UNCTAD: Lisa Borgatti, Milaso Cherel-Robson, Junior Roy Davis, Mussie Delelegn, Amelia dos Santos Paulino, Pilar Fajarnés, Tamara Gregol de Farias, Kalman Kalotay, Benjamin McCarthy, Nicole Moussa, Jane Muthumbi, Patrick Nwokedi Osakwe, Henrique Pacini, Daniel Poon, Antipas Touatam y Anida Yupari.

Debapriya Bhattacharya (Centre for Policy Dialogue), Alois Mhalanga y Daniela Izabal Noguera (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) hicieron observaciones sobre el primer borrador del Informe.

Mauricio Alejandro Pinzón Latorre preparó un documento de antecedentes para el Informe.

Erica Meltzer editó el texto. Nadège Hadjemian diseñó la portada y la infografía.

La diagramación, los gráficos y la edición electrónica estuvieron a cargo de Madasamyraja Rajalingam.

# ¿Cuáles son los países menos adelantados?

## 47 países

**Designados actualmente por las Naciones Unidas como “países menos adelantados” (PMA).**

Son los siguientes: Afganistán, Angola, Bangladesh, Benin, Bhután, Burkina Faso, Burundi, Camboya, Comoras, Chad, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Haití, Islas Salomón, Kiribati, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Mozambique, Myanmar, Nepal, Níger, República Centroafricana, República Democrática del Congo, República Democrática Popular Lao, República Unida de Tanzania, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudán, Sudán del Sur, Timor-Leste, Togo, Tuvalu, Uganda, Vanuatu, Yemen y Zambia.

## Cada tres años

**La lista de PMA es revisada cada tres años por el Comité de Políticas de Desarrollo (CPD), grupo de expertos independientes que responde ante el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC). En su informe al Consejo, el Comité puede recomendar que algunos países se añadan a la lista o salgan (se gradúen) de ella. En su último examen de la lista, realizado en marzo de 2015, el Comité aplicó los tres criterios siguientes:**

- 1 El ingreso per cápita**, basado en el ingreso nacional bruto (INB) per cápita (promedio de tres años), con umbrales de 1.035 dólares para la identificación de posibles casos de adición a la lista y de 1.242 dólares para los posibles casos de graduación de la categoría de PMA;
- 2 El capital humano**, medido por un índice compuesto (índice de capital humano) basado en indicadores de: i) nutrición (porcentaje de la población subalimentada); ii) salud (tasa de mortalidad en la niñez); iii) escolarización (tasa bruta de matriculación en la enseñanza secundaria); y iv) alfabetización (tasa de alfabetización de los adultos);
- 3 La vulnerabilidad económica**, medida por un índice compuesto (índice de vulnerabilidad económica) basado en indicadores de: i) perturbaciones naturales (índice de inestabilidad de la producción agrícola y proporción de la población que ha sido víctima de desastres naturales); ii) perturbaciones relacionadas con el comercio (índice de inestabilidad de las exportaciones de bienes y servicios); iii) vulnerabilidad física a las perturbaciones (proporción de la población que vive en zonas bajas); iv) vulnerabilidad económica a las perturbaciones (proporción de la agricultura, la silvicultura y la pesca en el producto interno bruto (PIB), e índice de concentración de las exportaciones de mercancías); v) tamaño reducido de la economía (población expresada en logaritmos); y vi) lejanía de la economía (índice de lejanía).

Respecto de cada uno de los tres criterios se utilizan diferentes umbrales para identificar casos de adición a la lista de PMA y casos de graduación de la categoría de PMA. Un país podrá quedar incluido en la lista si alcanza los umbrales de adición señalados para cada uno de los tres criterios y su población no supera los 75 millones de habitantes. Los países que reúnan esas condiciones solo serán considerados PMA si su Gobierno acepta esa categoría. Para reunir las condiciones de la graduación, un país debe alcanzar los umbrales de graduación como mínimo en dos de los tres criterios y en por lo menos dos exámenes trienales consecutivos de la lista. En cambio, si el promedio trienal del INB per cápita ha duplicado, como mínimo, el umbral de graduación, y si este desempeño se estima duradero, se considerará que el país reúne las condiciones para su graduación, independientemente de que satisfaga o no los otros dos criterios. Habitualmente se conoce a esta norma como graduación sobre la única base del ingreso.

En una resolución aprobada en diciembre de 2015, la Asamblea General hizo suya la recomendación sobre la graduación de Vanuatu formulada en 2012 por el CPD. Al aprobar la resolución, la Asamblea tomó en consideración el revés que había sufrido Vanuatu a causa del ciclón tropical Pam en marzo de 2015. La Asamblea General decidió, con carácter excepcional, aplazar la graduación del país hasta diciembre de 2020.

## Hasta la fecha, cinco países se han graduado de la categoría de PMA:

**Botswana, en diciembre de 1994, Cabo Verde, en diciembre de 2007, Maldivas, en enero de 2011, Samoa, en enero de 2014, y Guinea Ecuatorial, en junio de 2017.**

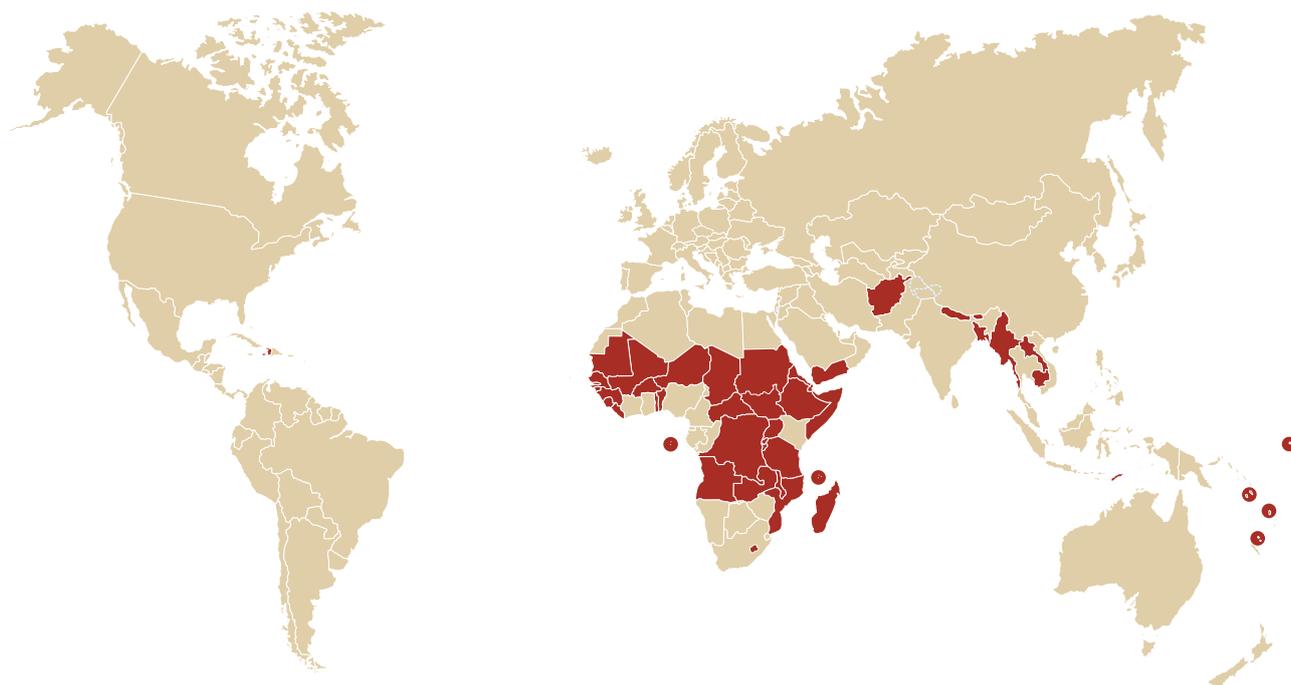
En una resolución aprobada en diciembre de 2015, la Asamblea General hizo suya la recomendación sobre la graduación de Vanuatu formulada en 2012 por el CPD. Al aprobar la resolución, la Asamblea tomó en consideración el revés que había sufrido Vanuatu a causa del ciclón tropical Pam en marzo de 2015. La Asamblea General decidió, con carácter excepcional, aplazar la graduación del país hasta diciembre de 2020.

Mediante resolución de febrero de 2016, la Asamblea General hizo suya la recomendación de 2015 del Comité sobre la graduación de Angola, que la Asamblea fijó para febrero de 2021. La decisión constituyó una medida excepcional que tuvo en cuenta la gran vulnerabilidad de la economía angoleña, dependiente de los productos básicos, a la fluctuación de los precios.

En una resolución de junio de 2015, el ECOSOC recordó la recomendación sobre la graduación de Tuvalu formulada en 2012 por el CPD y aplazó hasta 2018 el examen de esa cuestión.

**Una vez que el ECOSOC y la Asamblea General han hecho suya la recomendación sobre la graduación de un país, se concede al país en cuestión un período de gracia (normalmente de tres años) antes de que la graduación tenga lugar efectivamente.**

Este período, durante el cual el país sigue siendo un PMA, tiene por objeto permitir al país que se gradúa, sus asociados para el desarrollo y sus interlocutores comerciales acordar una estrategia de “transición gradual”, de modo que la futura pérdida de la condición de PMA no perjudique el progreso socioeconómico del país. La transición gradual implica por lo general la prórroga, por algunos años tras la graduación, de alguna concesión de la que se beneficiaba el país por su condición de PMA.



## La graduación de Guinea Ecuatorial

Guinea Ecuatorial fue el quinto país en graduarse (como se mencionó anteriormente), pero el primero en hacerlo sobre la única base del ingreso. Su INB per cápita —16.089 dólares— era casi seis veces superior al umbral de graduación sobre la única base del ingreso, de 2.824 dólares. Pese a esa impresionante cifra de ingresos per cápita —la más alta del continente africano—, Guinea Ecuatorial sigue enfrentándose a importantes retos en su largo camino hacia el desarrollo sostenible y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El país no alcanzó el umbral de graduación relativo al índice de capital humano o al índice de vulnerabilidad económica en el último examen de la categoría de PMA.

Guinea Ecuatorial enfrenta desafíos, como la alta concentración de su economía en el sector petrolero y las dificultades asociadas a la diversificación de la producción y las exportaciones. La industria extractiva es, con mucho, la mayor de la economía, ya que representaba el 41% del PIB (junto con las industrias de servicios públicos) en 2014. Esa cifra duplica la del sector manufacturero y es también superior a la contribución del sector de los servicios al PIB (28%). La agricultura, en cambio, solo contribuye con el 1% de las actividades económicas del país.

Este alto grado de concentración se refleja en las exportaciones del país. En 2015, Guinea Ecuatorial tenía un índice de concentración de las exportaciones de 0,69, en comparación con un promedio de solo 0,26 para todos los PMA. Ese mismo año hubo otros 37 PMA con una mayor diversificación de las exportaciones. Este grado de concentración de las exportaciones hace que el país sea muy vulnerable a las perturbaciones relacionadas con los precios del petróleo y a otras perturbaciones externas.

Una de las principales prioridades de Guinea Ecuatorial es acelerar considerablemente la transformación estructural a fin de diversificar su base económica y reducir la dependencia de las exportaciones de petróleo, ya que, de lo contrario, será difícil mantener los altos ingresos actuales. Se prevé que las reservas de petróleo conocidas se agotarán en 2035. Por el momento, el crecimiento económico impulsado por el petróleo no se ha traducido en una considerable creación de empleo. Con una tasa de desempleo del 22%, la creación de empleo debería ser una prioridad para asegurar una distribución más equitativa de la riqueza derivada del petróleo. A fin de lograr el progreso económico y social, el país también tendrá que invertir productivamente sus rentas del petróleo en el desarrollo de la infraestructura y los recursos humanos, junto con una mejora del sector agrícola, la diversificación de las actividades rurales y la realización de esfuerzos proactivos para crear nuevos sectores de exportación y nuevas fuentes de crecimiento del empleo.

## Notas explicativas

La denominación “dólares” se refiere a dólares de los Estados Unidos de América, salvo que se indique otra cosa.

El término “billón” significa 1 millón de millones.

Las tasas anuales de crecimiento o variación corresponden a tasas compuestas.

Salvo indicación en contrario, los valores de las exportaciones son f.o.b. (franco a bordo) y los de las importaciones, c.i.f. (costo, seguro y flete).

El guion (-) entre cifras que expresen años, por ejemplo 1981-1990, indica que se trata de todo el período considerado, ambos años inclusive. La raya inclinada (/) entre dos años, por ejemplo 1991/92, indica una campaña agrícola o un ejercicio económico.

En todo este informe, la expresión “país menos adelantado” (PMA) se refiere a un país incluido en la lista de países menos adelantados establecida por las Naciones Unidas.

Los términos “país” y “economía” también se refieren, según proceda, a territorios o zonas.

### En los cuadros:

Dos puntos (..) indican que los datos faltan o no constan por separado.

Un punto (.) indica que los datos no se aplican.

El guion (-) indica que la cantidad es nula o insignificante.

Como a veces se han redondeado las cifras, los datos parciales y los porcentajes presentados no siempre suman el total correspondiente.

## Siglas y abreviaturas

AGCS	Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios
AGECC	Grupo Consultivo sobre Energía y Cambio Climático
AOD	asistencia oficial para el desarrollo
APP	asociación público-privada
ASEAN	Asociación de Naciones de Asia Sudoriental
BRICS	Brasil, Federación de Rusia, India, China y Sudáfrica
CAD	Comité de Asistencia para el Desarrollo de la OCDE
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
CPD	Comité de Políticas de Desarrollo
CPDN	contribución prevista determinada a nivel nacional
CTI	ciencia, tecnología e innovación
DAES	Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas
EMEAP	Reunión de Ejecutivos de los Bancos Centrales de Asia Oriental y el Pacífico
ESMAP	Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía
FMI	Fondo Monetario Internacional
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio
GEI	gas de efecto invernadero
GWh	gigavatios-hora
I+D	investigación y desarrollo
IDE	Índice de Desarrollo Energético
IDM	Indicadores del Desarrollo Mundial
IEA	Agencia Internacional de la Energía
IED	inversión extranjera directa
IFC	Corporación Financiera Internacional
INB	ingreso nacional bruto
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IRENA	Agencia Internacional de Energías Renovables
kWh	kilovatios-hora
MWh	megavatios-hora
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIM	Organización Internacional para las Migraciones
OMC	Organización Mundial del Comercio
OPD	otros países en desarrollo
PER SIST	Erradicación de la Pobreza mediante una Transformación Estructural Sostenible e Inclusiva
PIB	producto interno bruto
PMA	país menos adelantado
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPA	acuerdo de compraventa de electricidad
ppm	partes por millón
RERA	Asociación de Reguladores Regionales de la Electricidad de África Austral
SE4ALL	Energía Sostenible para Todos
SEP	suministro de electricidad primaria
STE	suministro total de electricidad
STEP	suministro total de energía primaria
TIC	tecnología de la información y las comunicaciones
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNSD	División de Estadística de las Naciones Unidas

# Índice

¿Cuáles son los países menos adelantados?.....	v
Notas explicativas.....	vii
Siglas y abreviaturas.....	viii
Clasificaciones empleadas en el presente Informe.....	xi
Panorama general.....	I

## CAPÍTULO 1

<b>La energía, savia del desarrollo sostenible.....</b>	<b>1</b>
A. Introducción.....	3
B. Energía y acceso en los PMA.....	4
C. La energía y la transformación estructural.....	15
D. Energía, sostenibilidad e inclusividad.....	20
E. Conclusión.....	26

## CAPÍTULO 2

<b>Energía y transformación estructural inclusiva de la economía.....</b>	<b>29</b>
A. Introducción.....	31
B. Fuentes de energía y aplicaciones para usos productivos.....	31
C. El nexo entre energía y transformación.....	34
D. El sector de la energía y la transformación estructural de la economía.....	39
E. La contribución directa de la industria de la energía a las economías de los PMA.....	48
F. Aspectos de género de la energía y desarrollo.....	56
G. El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía.....	58
H. Conclusión.....	59

## CAPÍTULO 3

<b>Aprovechar las tecnologías para un acceso a la electricidad que contribuya a la transformación estructural de la economía en los PMA.....</b>	<b>63</b>
A. Introducción.....	65
B. Evaluación de la situación en el sector de la electricidad de los PMA.....	65
C. Generación distribuida: ¿la solución para quemar etapas?.....	74
D. Hacia un enfoque sistémico del sector de la electricidad.....	81
E. Alcance de la transferencia de tecnologías energéticas y factores que la dificultan.....	88
F. Conclusiones.....	90

## CAPÍTULO 4

<b>Gobernanza y políticas en el suministro de electricidad.....</b>	<b>95</b>
A. Introducción.....	97
B. Fundamentos del sector eléctrico: repercusiones para la gobernanza.....	97
C. Evolución y situación de las estructuras de mercado y la gobernanza en los PMA.....	99
D. Cuestiones clave de la gobernanza de la electricidad en los PMA.....	106
E. Conclusión.....	115

## CAPÍTULO 5

<b>La financiación de un suministro eléctrico moderno .....</b>	<b>119</b>
A. Introducción.....	121
B. Fundamentos del sector eléctrico: financiación .....	121
C. Estimación del déficit de financiación de la infraestructura eléctrica de los PMA .....	130
D. Financiación de la inversión en infraestructura eléctrica: tendencias y perspectivas.....	131
E. Conclusión.....	145

## CAPÍTULO 6

<b>Políticas de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía .....</b>	<b>149</b>
A. Introducción.....	151
B. Fortalecimiento de los sistemas eléctricos de los PMA.....	151
C. Gobernanza y financiación del sistema eléctrico.....	156
D. Aprovechamiento del nexo entre energía y transformación .....	161
E. Dimensiones internacionales .....	166

<b>Bibliografía .....</b>	<b>173</b>
---------------------------	------------

# Clasificaciones empleadas en el presente Informe

## PAÍSES MENOS ADELANTADOS

### Clasificación geográfica y estructural

A menos que se indique otra cosa, a los efectos del presente Informe los países menos adelantados (PMA) se clasifican con arreglo a un conjunto de criterios geográficos y estructurales. Los pequeños PMA insulares que están geográficamente en África o Asia son agrupados con las islas del Pacífico para constituir el grupo de los PMA insulares, debido a sus analogías estructurales. Haití y Madagascar, que se consideran grandes Estados insulares, figuran dentro del grupo de los PMA africanos.

Guinea Ecuatorial se graduó de la categoría de PMA en junio de 2017. Sin embargo, los datos de este país siguen figurando en los totales de su grupo (aunque no se presentan por separado), ya que el país seguía siendo un PMA durante el período abarcado por los datos. Los grupos resultantes son los siguientes:

**PMA africanos y Haití:** Angola, Benin, Burkina Faso, Burundi, Chad, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Gambia, Guinea, Guinea Ecuatorial, Guinea-Bissau, Haití, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Mozambique, Níger, República Centroafricana, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudán, Sudán del Sur, Togo, Uganda, Zambia.

**PMA asiáticos:** Afganistán, Bangladesh, Bhután, Camboya, Myanmar, Nepal, República Democrática Popular Lao, Yemen.

**PMA insulares:** Comoras, Islas Salomón, Kiribati, Santo Tomé y Príncipe, Timor-Leste, Tuvalu, Vanuatu.

## OTROS GRUPOS DE PAÍSES Y TERRITORIOS

### Países desarrollados:

Alemania, Andorra, Australia, Austria, Bélgica, Bermudas, Bulgaria, Canadá, Croacia, Chequia, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos de América, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Groenlandia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Rumania, San Marino, Suecia, Suiza, Gibraltar, Islas Feroe, Santa Sede, San Pedro y Miquelón.

### Otros países en desarrollo (OPD):

Todos los países en desarrollo (con arreglo a la clasificación de las Naciones Unidas) que no son PMA.

## PRODUCTOS

Los datos relativos al comercio de productos energéticos se agrupan según las categorías que figuran a continuación. Las cifras que se indican corresponden a los códigos utilizados en la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI), revisión 3.

**Carbón:** Hulla, coque y briquetas: capítulo 32.

**Petróleo crudo:** Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos, crudos: grupo 333.

**Productos derivados del petróleo:** Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos (excepto los aceites crudos): grupo 334, y Productos residuales derivados del petróleo, n. e. p., y productos conexos: grupo 335.

**Gas:** Gas natural y manufacturado: capítulo 34.

**Electricidad:** Corriente eléctrica: capítulo 35.

**Uranio:** Minerales y concentrado de uranio o torio: grupo 286.



# PANORAMA GENERAL



## La energía, savia del desarrollo

El acceso a la energía moderna, especialmente la electricidad, ha recibido cada vez más atención mundial en los últimos años, lo que en parte pone de manifiesto su importancia fundamental para los tres pilares del desarrollo sostenible: económico, social y ambiental. Este interés mundial cada vez mayor está incorporado en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7: garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

En las anteriores ediciones del *Informe sobre los Países Menos Adelantados* se sostuvo que los países menos adelantados (PMA) son el campo de batalla en que se ganarán o perderán los ODS, y el ODS 7 no es una excepción. Los PMA han hecho progresos extraordinarios en el acceso a la electricidad, que se ha triplicado con creces, pasando del 12% al 38% desde 1990. Pero esta cifra implica que el 62% de su población no tiene acceso a la energía eléctrica. Además de un acceso aún más limitado a los combustibles modernos para cocinar y calentar, esta situación da lugar a dos peculiaridades del uso de la energía en los PMA. La primera es que predomina el uso doméstico, que representa dos tercios del total; la segunda es que depende considerablemente de la biomasa tradicional, como la leña o el carbón vegetal, que representan el 59% del total.

Como el acceso a la electricidad ha aumentado a niveles mucho más altos en los países en desarrollo que no son PMA, se ha producido un incremento de la concentración de la pobreza energética en los PMA en lo que respecta a la falta de acceso a la energía moderna. En 2014, la mayoría (el 54%) de las personas que no tenían acceso a la electricidad en el mundo vivían en un PMA, lo que equivale a más de cuatro veces su parte en la población mundial (13%) y aproximadamente el doble de la proporción de 1990 (30%).

Por consiguiente, lograr el acceso universal a la energía moderna a nivel mundial dependerá fundamentalmente de su logro en los PMA. Pero para la mayoría de ellos, hacerlo de aquí a 2030 —año fijado como meta para alcanzar los ODS— será un enorme desafío. A pesar del ritmo impresionante de los progresos realizados en los últimos años, solo 4 de los 47 PMA podrían lograr el acceso universal a la electricidad de aquí a 2030 sin acelerar el ritmo de aumento del acceso, mientras que solo otros 7 podrían hacerlo duplicando su ritmo actual de progreso. Por el contrario, en casi la cuarta parte de los PMA lograr el acceso universal a la electricidad de aquí a 2030 requeriría que el número de personas que obtienen el acceso anualmente fuera en los años venideros diez veces superior al del decenio pasado.

El acceso a la energía es particularmente importante para el desarrollo rural, que, como se destaca en el *Informe sobre los Países Menos Adelantados, 2015*, es crucial para erradicar la pobreza. Inicialmente, la electrificación suele llegar principalmente a las zonas urbanas, mientras que las rurales tardan más tiempo. Por lo tanto, el acceso es mucho mayor en las pequeñas y grandes ciudades que en las zonas rurales, y el 82% de las personas que no tienen acceso a la electricidad en los PMA viven en zonas rurales.

Esta situación pone de relieve lo que históricamente ha sido un obstáculo fundamental al acceso a la electricidad en la mayoría de los PMA, a saber, que tienen una combinación característica de urbanización limitada y zonas rurales escasamente pobladas, lo que hace económicamente inviables los sistemas convencionales de generación centralizada para la mayoría de la población, especialmente en un contexto de bajos ingresos y limitados recursos para invertir.

Ahora bien, esta situación está cambiando. Los rápidos progresos tecnológicos realizados en materia de tecnologías de energía renovable, así como la correspondiente reducción de los costos, están proporcionando una oportunidad sin precedentes de electrificación de las zonas rurales gracias a la generación descentralizada y a las minirredes. El potencial de escenarios que benefician a todos generado por esta situación en los pilares social y ambiental del desarrollo sostenible es otra razón de la reciente atención prestada a la cuestión de la energía.

Sin embargo, en estudios e iniciativas recientes se ha pasado por alto con demasiada frecuencia el tercer potencial de “beneficio para todos”, a saber, los beneficios económicos generados por el acceso a la energía moderna. En el núcleo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible figuran la inseparabilidad e interdependencia de los tres pilares del desarrollo sostenible, y alcanzar este objetivo global de erradicación de la pobreza requiere una estrategia coherente e integral que englobe a los tres. Este es el fundamento del marco de Erradicación de la Pobreza mediante una Transformación Estructural Sostenible e Inclusiva (PErSIST, por sus siglas en inglés) presentado en este Informe.

El “beneficio para todos” económico del acceso a la energía moderna reside en su contribución potencial a la transformación estructural de la economía, el aumento de la productividad y el suministro de nuevas oportunidades de realización de actividades de mayor valor agregado. Esto es esencial para hacer totalmente efectiva su contribución potencial al logro de las ambiciones más amplias de la Agenda 2030.

A tal fin, es fundamental garantizar la disponibilidad de la electricidad, no solo para atender necesidades domésticas básicas como la luz, sino también para su uso en los procesos de producción. Del mismo modo, el uso productivo de la electricidad es esencial para que la inversión en la generación y distribución de electricidad sea económicamente viable. Los elevados costos de capital requieren cierto nivel de demanda para que las inversiones sean viables, y el uso productivo puede tanto aumentar directamente la demanda como fortalecer la demanda de los hogares al incrementar los ingresos.

Esta relación recíproca —del acceso a la electricidad, pasando por el uso productivo, a la transformación estructural, y de la transformación estructural, pasando por el aumento de la demanda, al incremento de la inversión en el suministro y la distribución de electricidad— es fundamental para el desarrollo económico y el objetivo del acceso universal a la energía.

Esto tiene importantes implicaciones para el enfoque del acceso universal a la energía. Focalizarse únicamente en facilitar a los hogares un acceso suficiente para atender sus necesidades básicas no bastará. Hacer realidad la totalidad de los beneficios implica tener en cuenta también el acceso por parte de los servicios públicos, como las escuelas o los centros de salud, y de las empresas, y garantizar que se satisfagan sus necesidades en lo relativo al nivel, la continuidad y la fiabilidad del suministro. El solo acceso a la energía no será suficiente; lo que se necesita es un acceso a la energía *para la transformación estructural de la economía*, que permita atender la necesidad que tienen los productores de contar con un suministro fiable y asequible de los tipos de energía que necesitan en una escala adecuada.

Esta necesidad requerirá estrechar la “brecha de generación” con los demás países en desarrollo. Pese al fuerte crecimiento experimentado desde 2000 tras un período de estancamiento en el decenio anterior, la capacidad de generación de electricidad por persona de los PMA no ha igualado ni el aumento del acceso a la electricidad ni el incremento de la capacidad en los demás países en desarrollo. Por consiguiente, la capacidad se ha reducido a la mitad, en relación tanto con el número de personas que tienen acceso a la energía eléctrica como con los demás países en desarrollo. En 2014, la capacidad de generación de electricidad por persona de los PMA era de solo la doceava parte del promedio de los demás países en desarrollo, a saber, 50 vatios frente a 600 vatios.

A nivel mundial, el aumento del uso de energía plantea la preocupación de su posible efecto sobre el cambio climático. Sin embargo, el punto de partida de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) resultantes de la generación de electricidad en los PMA es muy bajo y la mayoría de estos países se han fijado metas muy ambiciosas para lograr reducciones adicionales en el marco del Acuerdo de París concertado en 2015 en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Además de verse limitadas por el uso de tecnologías de energía renovable, las emisiones adicionales resultantes del aumento del uso de la electricidad se compensarán considerablemente con los efectos de la reducción de la quema de biomasa tradicional, lo que también contribuirá a frenar la degradación forestal y la deforestación. Esta situación pone de relieve la importancia, desde un punto de vista ambiental, de tratar de lograr el acceso universal a la electricidad en el contexto de una agenda más amplia de acceso a la energía moderna, incluyendo también los combustibles modernos para cocinar y calentar.

El acceso universal a la energía moderna puede contribuir también a la aplicación del principio fundamental de inclusividad de la Agenda 2030, que se refleja en la frase “no dejar a nadie atrás”. Además de permitir que todos los que actualmente están excluidos del acceso a la electricidad y los combustibles modernos se beneficien de sus ventajas, dicho acceso puede contribuir en gran medida a estrechar la brecha entre las ciudades y las zonas rurales, donde vive la mayoría de las personas en los PMA.

## La energía y la transformación estructural

Las características del uso de la energía están íntimamente relacionadas con los ingresos de los hogares y las etapas de desarrollo de cada país. A medida que los ingresos aumentan y los países se desarrollan, ascienden por una “escalera energética” que comienza con el uso de biomasa tradicional, pasa por los combustibles

fósiles y culmina con las fuentes de energía más avanzadas, como la electricidad, aunque en cada uno de los casos coexisten en algún momento más de un combustible. Los PMA se mantienen cerca del peldaño inferior de esa escalera. Como se ha dicho anteriormente, los hogares utilizan dos tercios de su energía y dependen principalmente de la biomasa tradicional, que sigue siendo, pues, la principal fuente de energía en la mayoría de los PMA. En casi todos los casos, la gran mayoría de las demás fuentes son los productos derivados del petróleo, utilizados en gran medida en el transporte.

Cinco PMA (Angola, Chad, Sudán, Sudán del Sur y Timor-Leste) dependen mucho de las exportaciones de combustibles fósiles y, en su caso, el sector energético es una importante fuente de valor agregado, ingresos de divisas e ingresos fiscales, aun cuando su contribución al empleo es más limitada debido a la intensidad de capital de las industrias extractivas. En otros PMA, el sector está limitado, en gran medida, al suministro de electricidad y combustibles para el uso doméstico y el transporte, que representa solo una pequeña parte del valor agregado y el empleo, mientras que las importaciones de productos derivados del petróleo requieren un importante egreso de divisas. Sin embargo, unos pocos PMA sin reservas de combustibles fósiles realizan algunas exportaciones de electricidad o productos derivados del petróleo a los mercados regionales.

Ahora bien, pese a esta limitada contribución directa al valor agregado, el empleo y las exportaciones en la mayoría de los PMA, el sector energético es sumamente importante para el desarrollo y, particularmente, para la transformación estructural de la economía, gracias a los efectos que produce en otros sectores productivos. Un suministro de energía más fiable, asequible y eficiente puede permitir adoptar nuevas técnicas y tecnologías de producción, aumentar la productividad y facilitar la introducción de nuevas actividades económicas.

En particular, la electricidad es la quintaesencia de la tecnología para fines generales que crea nuevas oportunidades en todos los sectores, de tal modo que las innovaciones en el suministro de electricidad se propagan a toda la economía. También es esencial para otras tecnologías destinadas a fines generales, como las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), y desempeña un papel fundamental en la innovación y el desarrollo tecnológicos.

A la inversa, las deficiencias en el sistema eléctrico pueden representar un freno para la transformación estructural, y aproximadamente la mitad de las empresas de los PMA consideran que la electricidad es una importante limitación al pleno desempeño de sus actividades. Los frágiles sistemas eléctricos de la mayoría de estos países son causa de un suministro poco fiable y de frecuentes cortes de corriente, lo que da lugar a pérdidas de ingresos de los productores y a costos adicionales resultantes de la importación de generadores de emergencia. Además, los costos de la electricidad son muy elevados en los PMA africanos y, especialmente, en los PMA insulares, lo que incrementa aún más los costos de producción.

Un suministro accesible, asequible y fiable de electricidad puede aportar una importante contribución a todos los sectores económicos. En la agricultura puede facilitar la irrigación y reducir la dependencia de una producción de secano, así como aumentar el valor agregado gracias a un mejor procesamiento, mientras que la refrigeración puede reducir la pérdida de cosechas. La limitada disponibilidad de electricidad fiable y asequible ha condicionado la estructura industrial de los PMA. Su limitado sector manufacturero está dominado por la industria ligera, que consume relativamente poca energía. Una posibilidad de expandir y diversificar el sector manufacturero que suele recomendarse a los PMA es el procesamiento de recursos naturales, como la fundición y el refinado de metales, la elaboración de productos metálicos o el procesamiento de combustibles fósiles. Sin embargo, estas industrias consumen mucha energía, por lo que requieren un suministro de electricidad adecuado. En consecuencia, el aumento de la cantidad y calidad del suministro de electricidad puede impulsar el desarrollo industrial en los PMA. Las actividades realizadas en la esfera de los servicios modernos, especialmente las relacionadas con las TIC, también depende en grado sumo de un suministro de electricidad adecuado y fiable y son importantes para sustentar el desarrollo de otros sectores.

El papel de la energía en la promoción de la transformación estructural tiene una notable dimensión de género. La disponibilidad de energía moderna, tanto en el hogar como en la comunidad, puede reducir significativamente el tiempo dedicado a los quehaceres domésticos, como la recolección de leña, y ese ahorro de tiempo puede beneficiar sobremanera a las mujeres. No obstante, ese ahorro no se traduce automáticamente en un aumento de la actividad productiva ni, por ende, en el empoderamiento económico de las mujeres. Este depende, en gran medida, de la creación de nuevas oportunidades productivas que sean accesibles para las mujeres y de unas políticas selectivas para hacer frente a las limitaciones que afrontan las mujeres en las actividades económicas. La transformación estructural proporciona los medios para crear oportunidades de generación de ingresos en sectores como el textil o la horticultura, que pueden proporcionar beneficios sustanciales a las mujeres en particular.

Así pues, el acceso a la electricidad es esencial para la transformación estructural de la economía. Sin embargo, la transformación estructural es, a su vez, esencial para el acceso a la electricidad, porque el uso productivo de la electricidad que engendra genera la demanda necesaria para viabilizar las inversiones en el acceso a la electricidad. Esta relación recíproca —el nexo entre energía y transformación— es crucial para el proceso de desarrollo, y el uso productivo de la electricidad es crucial para esa relación. Proporciona tanto los medios que permiten que el acceso a la energía eléctrica pueda transformar la economía como la demanda adicional que refuerza la viabilidad de las inversiones en el sector eléctrico.

Ahora bien, aprovechar eficazmente esta relación requiere ir más allá de un objetivo de acceso universal basado en las necesidades mínimas de los hogares para tratar de alcanzar un objetivo de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía. A su vez, esto exige la existencia de un sistema energético económicamente viable que permita acceder a una energía no contaminante en la escala requerida para las actividades productivas, con la fiabilidad que estas exigen y a un costo asequible.

## Oportunidades tecnológicas y desafíos

Además de proporcionar acceso a un número de personas multiplicado casi por cuatro de aquí a 2030 para lograr el acceso universal a la electricidad, la realización del potencial de la energía moderna para estimular la transformación estructural en los PMA requerirá un aumento masivo de la generación de electricidad.

Si bien el 82% de los que no tienen acceso a la electricidad en los PMA viven en las zonas rurales, como se ha dicho anteriormente, la rápida urbanización plantea un desafío importante al acceso universal incluso en las zonas urbanas y ha aumentado el número absoluto de habitantes de estas zonas que no tienen acceso. Para ellos y para los que carecen de acceso en las zonas rurales circundantes, la extensión de las redes sigue siendo el principal medio para aumentar el acceso a la electricidad.

En las zonas rurales más remotas, los desafíos logísticos que plantea la electrificación son mucho mayores. Sin embargo, los recientes adelantos tecnológicos han suscitado un creciente interés por los sistemas sin conexión a redes como alternativa, más rápida y más eficaz respecto al costo, a la extensión de las redes más allá de cierta distancia “rentable”. Estos sistemas incluyen los sistemas domésticos autónomos y los pequeños aparatos solares (constituidos por pequeños paneles fotovoltaicos compactos y livianos que generan apenas unos pocos vatios en una amplia gama de pequeñas aplicaciones portátiles), así como las minirredes. Sin embargo, mientras las minirredes proporcionan un mayor potencial de transformación estructural, los sistemas autónomos ofrecen un potencial de uso productivo más limitado y son más viables en las comunidades dispersas inadecuadas para las minirredes.

En general, lograr el acceso universal a la electricidad en los PMA de aquí a 2030 requeriría la extensión de las redes para llegar a una cifra estimada de 571 millones de personas más y la creación de minirredes para atender a 341 millones y de sistemas autónomos para 114 millones.

Así pues, es probable que las minirredes desempeñen un papel fundamental en la electrificación rural de los PMA, de lo que existen precedentes favorables en la India y China. Sin embargo, pese al potencial que ofrecen los recientes adelantos tecnológicos, la comparación con la “revolución de las TIC”, así como la correspondiente posibilidad de quemar etapas en el ámbito tecnológico, parecen prematuras. En los PMA, el mercado de los sistemas no conectados a redes es relativamente limitado, a menudo orientado a los productos de poco valor fabricados en pequeña escala, y su dinamismo depende en parte del apoyo externo. Las minirredes también se topan con importantes obstáculos financieros, técnicos, económicos e institucionales, en particular los altos costos iniciales, las tarifas que suelen ser superiores a las que se cobran a los abonados a los sistemas de suministro, la necesidad de adaptar las redes a las condiciones locales y los dispositivos institucionales necesarios para minimizar la incertidumbre regulatoria, gestionar los posibles conflictos y garantizar un mantenimiento adecuado.

También existe cierta ambigüedad en cuanto a si las soluciones que no implican la conexión a una red constituyen un trampolín hacia la extensión de las redes o una alternativa a esta, lo que genera potenciales tensiones entre ambas si los sistemas no conectados a las redes reducen la demanda de electricidad de estas por debajo del nivel indispensable para viabilizar la inversión necesaria. Esta situación pone de relieve la necesidad de aplicar una estrategia minuciosamente planificada y vanguardista al aumento del acceso a la electricidad. Si la planificación

es apropiada e incluye normas y protocolos técnicos consistentes para la interconexión entre las redes, las miniredes pueden integrarse en redes mayores, como ha ocurrido en China y la India.

Las redes de transmisión y distribución de los PMA también deben reforzarse para reducir la gran incidencia de las pérdidas de transmisión y distribución en estos países y aumentar la eficiencia energética. A raíz de la fragilidad de la infraestructura de transmisión y distribución, las empresas de los PMA sufren el doble de cortes de energía que las de los demás países en desarrollo, lo que duplica las pérdidas financieras y obliga a la mayoría a depender de sus propios generadores de emergencia con un costo adicional. Se estima que en algunos PMA africanos el impacto económico de esta ineficiencia representa hasta el 6% del PIB. Con el tiempo, los progresos realizados en la consecución del acceso universal a la electricidad, la transformación estructural y el aumento de la utilización de tecnologías renovables variables aumentará aún más la necesidad de introducir mejoras en la infraestructura de transmisión y distribución.

El aumento de la capacidad de generación necesario para lograr un mayor acceso a la electricidad a fin de contribuir eficazmente a la transformación estructural es considerable. Considerando a los PMA en su conjunto, aumentar la producción de electricidad hasta el nivel mínimo necesario para un uso productivo implicaría un incremento por un factor de entre 3,4 y 6,8, mientras que alcanzar el umbral mínimo de las necesidades de las sociedades modernas requeriría que la producción aumentase por un factor de 13,5.

Actualmente, los PMA tienen una característica dual peculiar en su combinación energética para generar electricidad. Aproximadamente la mitad depende casi completamente de los combustibles fósiles para generar electricidad, la cuarta parte recurre principalmente a la energía hidroeléctrica complementada con el consumo de combustibles fósiles y la cuarta parte restante logra un mayor equilibrio entre ambas. A diferencia de la mayoría de los demás grupos de países, para la generación de energía con combustibles fósiles en la mayoría de los PMA se utilizan productos derivados del petróleo, aunque los productos gasíferos son el principal combustible en unos pocos PMA grandes, por lo que esta es la fuente predominante en el conjunto del grupo.

Dada la escala del aumento de la generación de energía necesario de aquí a 2030 y la escasa proporción que representa la generación de energía en los PMA en el total de las emisiones mundiales de GEI, es probable que los combustibles fósiles sigan constituyendo una parte importante de la combinación de la generación en la mayoría de estos países. Sin embargo, una transición progresiva hacia las tecnologías de fuentes renovables, tanto en las redes tradicionales como en las miniredes, podría aportar una contribución sustancial al acceso a la energía para la transformación estructural de la economía y proporcionar beneficios ambientales al mismo tiempo. La adopción de tecnologías de fuentes renovables (distintas de la hidroeléctrica en gran escala) aún sigue siendo incipiente en la mayoría de los PMA, especialmente para la generación de energía por las empresas públicas, pero 24 PMA se han comprometido, como miembros del Foro de Vulnerabilidad Climática, a alcanzar un 100% de generación de energía de fuentes renovables de aquí a 2050.

La transformación estructural depende de la adopción de decisiones apropiadas en materia de tecnología para la generación y distribución de electricidad con miras a suministrar servicios energéticos adecuados, fiables y asequibles a fin de aumentar la productividad laboral y fomentar el surgimiento de actividades de mayor valor agregado y la difusión de las TIC.

En cada proyecto, la elección entre los distintos sistemas energéticos está determinada principalmente por su relativa eficacia respecto al costo, que depende del potencial de los recursos energéticos locales y el rendimiento técnico de las tecnologías alternativas. La medida estándar de la relativa eficacia respecto al costo de esas tecnologías —el costo nivelado de la electricidad— proporciona un indicador útil desde el punto de vista de la inversión privada. Pero ese indicador no basta por sí solo para adoptar decisiones sobre el papel de las diferentes tecnologías en la combinación de generación de energía de un país. En particular, suele reflejar únicamente los costos privados, y no los costos y beneficios sociales más amplios. El costo nivelado de la electricidad también es muy sensible a las suposiciones sobre el rendimiento tecnológico, los precios de los combustibles y otros insumos, el costo del capital y la internalización de las externalidades ambientales, que pueden diferir significativamente entre los PMA y otros contextos.

Si bien hemos visto que la elección de tecnologías apropiadas es importante en cada proyecto, la dimensión sistémica de esa elección también es crucial por consideraciones que van mucho más allá de la mera comparación basada en la eficacia respecto al costo. Se debe prestar atención a la interacción y complementariedad entre las distintas tecnologías y a sus papeles apropiados dentro del sistema de suministro de electricidad, dados sus diferentes perfiles temporales de generación, localización, estructuras de costos y resiliencia a las crisis. Desde

esta perspectiva, la elección no consiste en adoptar una única tecnología óptima, sino un conjunto de tecnologías que, conjuntamente, constituirán la base para atender las necesidades energéticas nacionales.

De las consideraciones relacionadas con la totalidad del sistema se desprenden cuatro prioridades para los PMA:

- Convertirse en “seguidores precoces” de las nuevas tecnologías energéticas.
- Diversificar la combinación de generación de energía teniendo en cuenta, a la vez, los recursos y ventajas comparativas de cada país.
- Reforzar la flexibilidad de las redes y mejorar las capacidades de supervisión y control para garantizar la interoperabilidad de esas redes y gestionar la creciente complejidad de las corrientes energéticas.
- Adoptar enfoques sistémicos de los mercados eléctricos en los que se tengan en cuenta las prácticas de eficiencia energética y la gestión de la demanda.

Así pues, para aprovechar las oportunidades que ofrecen los recientes adelantos tecnológicos en la energía será necesario reforzar las políticas y planear a largo plazo, pero manteniendo la flexibilidad necesaria para responder a los nuevos cambios que surjan en el panorama tecnológico. Como el aumento del acceso a la energía no dará lugar automáticamente a un incremento del uso productivo, los Gobiernos tendrán que prestar una mayor atención.

La transferencia de tecnología también es esencial para este proceso. Aunque los PMA han logrado acceder en mayor medida a las tecnologías energéticas expandiendo el comercio internacional del equipo correspondiente, para lograr una transferencia eficaz de tecnología también se requerirá la adquisición de los conocimientos y capacidades necesarios, tanto por los actores de la cadena de suministro de energía como por los usuarios finales. Sin embargo, los mecanismos internacionales de transferencia de tecnología tienen un balance bastante inadecuado a este respecto. La escasa capacidad local de absorción e innovación existente en los PMA pone de relieve, pues, la necesidad de hacer más hincapié en el fomento de la capacidad en los proyectos relacionados con la energía; disponer de marcos normativos sólidos en materia de ciencia, tecnología e innovación; lograr una mayor participación de las instituciones de investigación locales en las actividades relacionadas con la energía; y esforzarse por promover el intercambio de experiencias y el aprendizaje mutuo en las actividades de investigación relacionada con la energía. La cooperación Sur-Sur y la cooperación triangular pueden desempeñar un papel crucial en esta esfera, dadas las similitudes existentes en los problemas relacionados con la energía con los que se topan los PMA y los demás países en desarrollo, así como la creciente importancia del comercio Sur-Sur para el acceso de los PMA a las tecnologías relacionadas con la electricidad.

## La conducción de la electricidad: estructuras de mercado y gobernanza

Históricamente, el principal modelo del sector de la electricidad en el mundo ha sido el basado en el suministro proporcionado por empresas de servicios de propiedad del Estado con un monopolio legal en la generación y distribución de electricidad. Las considerables economías de escala de las principales tecnologías de generación (los generadores alimentados con combustibles fósiles y, en algunos casos, la energía hidroeléctrica) dieron lugar a sistemas eléctricos sumamente centralizados que se sustentaban en grandes sistemas de transmisión y distribución para el suministro a los usuarios. Las economías de escala tanto en la generación como en la distribución actuaban de hecho como barreras a la entrada, por lo que el suministro de electricidad en este contexto era efectivamente un monopolio natural, a saber, una situación en que un único proveedor puede generar toda la producción del mercado con un costo menor que si fuera generada por varios proveedores.

Si bien el consumo de electricidad en sí es un bien privado, la red de distribución de energía es un bien público que, además, resulta esencial para otros bienes públicos, como la iluminación de las calles. También es esencial para el ejercicio efectivo de muchos de los derechos consagrados en la Declaración Universal de Derechos Humanos y la consecución de los ODS, y es ampliamente reconocido como una necesidad básica para el desarrollo humano.

El carácter esencial de la electricidad y, más generalmente, de la energía, ha convertido a la seguridad energética, a saber, la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible, en una preocupación política central. Esa seguridad implica un suministro de electricidad seguro y fiable, un acceso garantizado a la energía y la asequibilidad. En muchos PMA importadores de combustibles, otros motivos de preocupación son la vulnerabilidad a los cambios en los precios internacionales de la energía y la resiliencia del sistema energético a las crisis de suministro.

Estos factores, a saber, el carácter esencial de la electricidad, su importancia estratégica y sus características de monopolio natural y bien público, junto con el papel histórico (y en muchos países, todavía presente) del Estado en el suministro de electricidad, han dado lugar a la idea generalizada de que el suministro de electricidad es un servicio público. Sin embargo, a partir del decenio de 1970, una combinación de cambios tecnológicos y cambios de actitud respecto al papel de los sectores público y privado dio lugar a un distanciamiento del papel predominante de los monopolios del sector público en la producción y distribución de electricidad.

En los decenios de 1980 y 1990 se extendió una ola de reformas desde los países desarrollados a buena parte del mundo en desarrollo. Estas reformas se centraron en la “desagregación” del suministro de electricidad mediante diversas formas de separación entre la generación, la transmisión y la distribución de electricidad, unido a un aumento del papel de las empresas privadas, supervisado por un regulador independiente. Sin embargo, los resultados de las reformas fueron diversos, en gran medida a causa de las diferencias de motivaciones y condiciones iniciales, particularmente entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

Mientras que un número relativamente pequeño de PMA introdujeron reformas en los decenios de 1980 y 1990, muchos más lo han hecho desde 2000. Esta situación se debe en parte a los cambios acaecidos en la financiación internacional para el desarrollo, que recientemente incluyeron la reafirmación del papel del sector privado en la puesta en práctica de las conclusiones en materia de desarrollo de la Agenda de Acción de Addis Abeba (aprobada en 2015 en la Tercera Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo), las políticas de los prestamistas multilaterales y los programas de energía de los donantes bilaterales. Ahora bien, a pesar de que el papel cada vez mayor del sector privado sigue siendo un rasgo común de las reformas, estas han evolucionado a causa del reconocimiento generalizado de las deficiencias del enfoque promovido en los decenios de 1980 y 1990. Actualmente se considera que una diversidad de estructuras de mercado, basadas en la integración vertical o la desagregación parcial, son potencialmente adecuadas al acceso limitado y los problemas estructurales que caracterizan a los PMA.

Por consiguiente, las estructuras del mercado de la electricidad varían ampliamente en estos países, lo cual refleja en parte las diferencias existentes en las circunstancias de cada país y la etapa alcanzada en sus procesos de reforma. Algunos PMA mantienen sistemas integrados verticalmente que combinan en una única entidad la generación, la transmisión, la distribución y la venta al por menor, mientras que otros están parcial o totalmente desagregados. Algunos están localmente desagregados, con sistemas fragmentados entre un lugar y otro (en particular, entre las islas de muchos PMA insulares), y otros tienen sistemas híbridos que combinan una o más de estas estructuras. De modo similar, el alcance de los planes y los marcos normativos es variado, como lo son los mecanismos de regulación.

El entorno del sector eléctrico está evolucionando rápidamente y experimenta grandes cambios tanto en las tecnologías como en sus costos relativos, a los que se agregan las preocupaciones por el cambio climático y el creciente énfasis puesto en los objetivos ambientales. Si además se añaden el objetivo del acceso universal a la energía y la demanda en rápido incremento en un contexto de enormes limitaciones en materia de capacidad, esta situación está creando una serie de problemas a la gobernanza sectorial en los PMA.

Como se ha dicho anteriormente, para lograr el desarrollo del sector de la electricidad en este contexto se requiere un enfoque sistémico que abarque la planificación, la coordinación y una regulación eficaz. La planificación es particularmente importante para el sector de la electricidad debido al desequilibrio entre el tiempo necesario para establecer las redes de distribución y el requerido para construir las instalaciones de generación, y a la complementariedad entre las tecnologías de generación; además, el calendario de planificación debe ser proporcional al horizonte cronológico de las inversiones en las nuevas instalaciones, que es de 30 a 40 años. Dado el gran número de partes interesadas, maximizar la contribución del aumento del acceso a la energía a otros objetivos de desarrollo requiere una gran coordinación que se encuentre bajo el claro liderazgo de un organismo rector.

La necesidad de una regulación eficaz se ve reforzada por la necesidad de aumentar la resiliencia de los sistemas eléctricos integrando, al mismo tiempo, fuentes variables de energía renovable. Ahora bien, en la mayoría de los PMA la capacidad de regulación sigue siendo limitada, lo que se debe, en parte, al tiempo que se necesita para aumentar esa capacidad y al hecho de que muchos de los organismos reguladores son de reciente creación, pues la mayoría de ellos no existían antes de 2005. Aunque la experiencia en las reformas sectoriales es un aspecto importante del fomento de la capacidad, incluso algunos PMA con reformas de larga data siguen teniendo grandes problemas a este respecto.

El comercio de la electricidad puede desempeñar un papel complementario, contribuyendo a bajar los precios, mitigar los efectos de las crisis, atenuar los cortes de corriente y facilitar la transición a las fuentes renovables de energía; además, muchos PMA adoptan estrategias bilaterales, regionales y multilaterales para coordinar y aunar sus esfuerzos en el sector.

Una consideración fundamental en las políticas y la planificación en materia de energía eléctrica es la relación entre los vínculos existentes entre las zonas rurales y las urbanas y la migración de unas a otras, la electrificación rural y la transformación estructural de las economías rurales, así como el papel de esta relación en el desarrollo inclusivo y sostenible. La “extensión energética”, a saber, la influencia de las tecnologías energéticas en el uso de la tierra, es un factor importante que hay que tener presente en el despliegue de esas tecnologías tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

La migración circular rural-urbano-rural está aumentando las expectativas de las comunidades rurales sobre el acceso a la electricidad, y las remesas urbano-rurales aportan una contribución sustancial a su poder adquisitivo. Esta situación está contribuyendo a la creciente percepción de la electrificación rural como una oportunidad comercial. Sin embargo, en los PMA es principalmente el sector privado el que suministra sistemas y dispositivos domésticos autónomos en las zonas rurales. Los modelos puramente comerciales de electrificación en red siguen siendo poco frecuentes, lo que se debe a los elevados costos y la demanda limitada; además, los planes de electrificación rural que hacen hincapié en la recuperación de los costos y la viabilidad financiera no han demostrado ser asequibles ni sostenibles.

## Invertir en la electricidad para lograr una transformación estructural de la economía

Las actuales estimaciones mundiales indican que las inversiones necesarias para alcanzar el acceso universal a la electricidad en todos los PMA de aquí a 2030 son del orden de los 12.000 a 40.000 millones de dólares por año. Sin embargo, los recursos nacionales para la inversión en los PMA están muy por debajo de esos niveles, e incluso después de un rápido aumento en el decenio pasado, la asistencia oficial para el desarrollo (AOD) destinada al sector de la electricidad en los PMA representa apenas la décima parte de esas cifras, lo que pone en evidencia en parte los déficits graves y continuos de los compromisos de los donantes en los sucesivos programas de acción para los PMA.

Este desequilibrio entre las necesidades en materia de inversión y la financiación disponible de fuentes oficiales nacionales y extranjeras ha contribuido a aumentar el énfasis puesto en la potencial contribución de la financiación comercial externa de las necesidades de inversión del sector de la electricidad (y otras infraestructuras) para el desarrollo sostenible. Sin embargo, existen importantes tensiones entre la naturaleza de las inversiones necesarias en el sector eléctrico y las motivaciones y las ganas de arriesgar de los inversores privados.

Los inversores privados suelen buscar inversiones seguras a largo plazo que generen una tasa favorable de rendimiento del capital, pero las inversiones en infraestructura eléctrica, particularmente en los PMA, no cumplen esos criterios. Además, las inversiones tienen un horizonte de muy largo plazo, con una vida de los activos que normalmente es de 25 a 60 años, precedidos por largos procesos de preparación y períodos de construcción. Antes de que se generen flujos de efectivo se necesitan inversiones considerables que dan lugar a sustanciales costos irrecuperables; además, la naturaleza de los sistemas de producción y distribución implica que no pueden venderse rápidamente, por lo que las decisiones en materia de inversión son difíciles de revertir. A raíz de esto, los inversores están muy expuestos a los riesgos, que son especialmente elevados en los PMA. Esos riesgos son a la vez muy complejos (entrañan una combinación de riesgos políticos, regulatorios, macroeconómicos, comerciales y técnicos) y difíciles de evaluar, particularmente debido a la falta de transparencia que suele caracterizar los proyectos de infraestructura, en especial por su naturaleza única y la dependencia de factores específicos del contexto. Esta combinación de grandes costos irrecuperables, larga vida de los proyectos y riesgos elevados e inciertos desalientan la inversión privada en infraestructura eléctrica y crean un fuerte incentivo para que los inversores posterguen esas inversiones.

La dependencia del suministro privado también aumenta la tensión entre la asequibilidad del suministro de electricidad —aspecto fundamental del acceso universal— y la viabilidad financiera de las inversiones en ese

suministro. Para que las inversiones sean viables, las tarifas de la electricidad deben sufragar, al menos, la totalidad de los costos de generación, transmisión y distribución. Ahora bien, las tarifas que pueden cobrarse están limitadas por las altas tasas de pobreza y el limitado poder adquisitivo, mientras que los costos de inversión en las zonas rurales se ven incrementados por los desafíos geográficos y logísticos del suministro de energía. En los casos en que una empresa pública actúa como único comprador de la electricidad suministrada por proveedores independientes se plantean otros problemas similares: aunque la empresa pública actúa como amortiguador entre los usuarios y los proveedores, su viabilidad financiera depende de su capacidad para cobrar tarifas que reflejen adecuadamente los costos de generación y distribución, y los riesgos para su viabilidad financiera se reflejan en primas superiores en sus contratos de compra. Sin embargo, hasta la fecha solo 1 de los 47 PMA (Uganda) ha informado de que adoptó con éxito esas tarifas rentables.

La reducción o eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles se considera cada vez más como una fuente potencial de financiación de la energía renovable, a lo que se agrega el beneficio que supone reducir los incentivos al consumo de combustibles fósiles. Sin embargo, esos subsidios suelen ser relativamente limitados en los PMA, y no está nada claro que estos países puedan lograr, a imagen de ciertos países desarrollados, una transferencia de los subsidios desde los combustibles fósiles hacia la energía renovable sin que ello influya en los ingresos, particularmente porque esa transferencia podría tener efectos adversos en algunos hogares de ingresos bajos y medianos.

Habida cuenta de las limitaciones a las que están sometidas otras fuentes potenciales de financiación, algunos PMA han recurrido al empréstito comercial externo para atender las considerables necesidades de inversión en infraestructura y hacer realidad las ambiciones de la Agenda 2030, en algunos casos empleando sus recursos naturales como aval. Sin embargo, como demuestra claramente la experiencia de los decenios de 1980 y 1990, particularmente en el caso de los PMA africanos, se necesita mucha cautela a este respecto para evitar el riesgo de crisis financieras, ya que el consiguiente proceso de ajuste puede tener efectos sumamente perjudiciales en el desarrollo económico y humano. Este riesgo se ve potenciado por el hecho de que, en los PMA, la mayor parte de la AOD al sector de la electricidad reviste la forma de préstamos en condiciones favorables y no de donaciones, y gran parte de la financiación Sur-Sur, así como otros tipos de financiación oficial, adopta la forma de préstamos en condiciones no favorables.

La necesidad de inyectar masivamente capital en los PMA para alcanzar el acceso universal a la energía, así como otros ODS, surge en una época de gran incertidumbre en la arquitectura internacional de la financiación para el desarrollo. Los acontecimientos políticos y el continuo estrés económico en algunos países donantes tradicionales están generando presión sobre los presupuestos y fondos de AOD de algunos organismos multilaterales, a la vez que se hace cada vez más hincapié en la utilización de la AOD para catalizar la financiación privada y la tendencia a condicionar la financiación multilateral de la electricidad a la participación del sector privado. Al mismo tiempo, se prevé que la aplicación del marco regulatorio internacional de Basilea III a los bancos actuará como un freno a la inversión y el crédito por los bancos y otros inversores institucionales, dado el carácter ilíquido de las inversiones relacionadas con la infraestructura. En cambio, las perspectivas de financiación Sur-Sur, particularmente desde China, parecen más favorables.

También se ha producido un crecimiento explosivo del número de fondos internacionales que ofrecen financiación para la infraestructura y el clima, pero esos fondos suelen focalizarse insuficientemente en los PMA, y la consiguiente fragmentación de la arquitectura internacional de la financiación para el desarrollo genera una complejidad que es difícil de superar, particularmente para los PMA que tienen una capacidad institucional limitada.

Tal vez exista cierto potencial de aumento de la financiación nacional si los países logran reducir las corrientes financieras ilícitas y aumentar esa financiación a partir de la inversión directa de la diáspora. Sin embargo, es probable que la generación de sustanciales recursos nacionales requiera elaborar instrumentos nacionales de deuda relacionada con la infraestructura. Si bien se están ejecutando algunas iniciativas para apoyar la movilización de recursos nacionales, su cobertura de los PMA es variable y los países beneficiarios han sido, principalmente, los países en desarrollo que no son PMA.

En general, las perspectivas de aumento de la financiación para atender las necesidades en materia de infraestructura eléctrica son variadas. Además, no alcanzan a satisfacer, ni mucho menos, lo que se necesita para lograr el acceso universal a la electricidad de aquí a 2030. Por consiguiente, aumentar los recursos disponibles para invertir en el sector eléctrico de los PMA será decisivo para alcanzar el ODS 7, y mucho más para lograr el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía. Sin embargo, este es solo un aspecto de un conjunto mucho más amplio de desafíos, tanto para los Gobiernos de los PMA como para la comunidad internacional.

## Políticas de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía

Aumentar el acceso a la electricidad tiene el potencial de estimular la transformación estructural de las economías de los PMA. A la inversa, aplicar al acceso universal un enfoque que no aborde adecuadamente las necesidades de energía para la transformación estructural puede recluirlas en un ritmo de desarrollo más lento que el deseable durante décadas. Esto tiene importantes implicaciones para las políticas energéticas, las estrategias de desarrollo y la articulación entre ambas.

A raíz de la complejidad del sector eléctrico, la planificación sistémica a largo plazo es esencial, especialmente si se pretende que logre el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía. Esa planificación debe basarse sólidamente en las circunstancias particulares y el potencial de los recursos de cada lugar. También debe mantener la flexibilidad necesaria para responder a un entorno tecnológico en rápida evolución, ajustarse a los cambios imprevisibles en las características de la demanda a medida que aumenta el acceso a la energía y responder a los cambios en el panorama empresarial a medida que progresa la transformación estructural. Asimismo, se necesita previsibilidad y transparencia para captar inversión privada en el sector.

Como el desarrollo del sector de la electricidad en los PMA se inicia necesariamente a partir de un sistema energético existente (inadecuado y a menudo financieramente insostenible), es preciso aplicar un enfoque evolutivo que aproveche esa base y la fortalezca. Aumentar la capacidad de generación es una gran prioridad para desencadenar y sostener la transformación estructural. A medida que se agrega más capacidad (y se reemplazan las centrales obsoletas), el proceso de planificación debería dar lugar a que la combinación de las fuentes de energía sea progresivamente más diversificada y equilibrada, y adaptada a los recursos y las necesidades futuras de cada país, teniendo en cuenta las características técnicas y económicas, así como los efectos ambientales y sociales de las diferentes tecnologías. Si bien es probable que esto entrañe el mantenimiento del protagonismo de la generación de energía con combustibles fósiles, dado el contexto de drástico aumento de la demanda de electricidad, el incremento de la generación de energía con fuentes renovables puede aportar una contribución sustancial. Sin embargo, es preciso prestar mucha atención a la interdependencia de todo el sistema, ya que la diversificación de la combinación de fuentes de energía acarrea una gama más amplia de tecnologías energéticas, para aumentar la flexibilidad y resiliencia del sistema y aprovechar la complementariedad entre las diferentes tecnologías.

Paralelamente al aumento de la generación de energía, una segunda prioridad fundamental es la extensión y el mejoramiento de las redes. Mejorar la distribución de electricidad requiere una combinación de extensión de las redes existentes y desarrollo de miniredes, junto con la puesta en práctica de soluciones autónomas para las poblaciones rurales dispersas. El alcance y ritmo de la extensión de las redes es una consideración primordial de la planificación, dado su mayor poder de transformación, complementada con la identificación de las zonas prioritarias para el establecimiento de miniredes. Una planificación correcta, la transparencia y la coordinación de las políticas son esenciales para evitar que la incertidumbre disuada a los inversores privados y permitir la futura interconexión.

La integración regional de los mercados energéticos de los PMA podría favorecer una explotación más intensiva de las fuentes de energía más baratas y aumentar la flexibilidad creando más oportunidades de diversificación, tanto desde el punto de vista geográfico como, posiblemente, entre las fuentes de energía. En el caso de algunos PMA, importar electricidad de los países vecinos a través de grupos regionales de energía eléctrica puede ofrecer una alternativa viable a la generación nacional, pese a que la integración eficaz en los mercados energéticos internacionales o regionales depende de que se hagan progresos importantes en el mejoramiento de las redes e interconexiones.

Contar con marcos sectoriales de gobernanza eficaces es esencial para lograr el desarrollo de los sistemas eléctricos. No existe un modelo universal de estructura de mercado o de transición a los sistemas eléctricos con menos emisiones de carbono, ya que ambos dependen mucho de factores específicos de cada país. Si bien los PMA deben seguir esforzándose por aumentar la capacidad de suministro en colaboración con el sector privado, es importante evitar las estructuras de mercado excesivamente exigentes en relación con sus limitaciones institucionales, financieras y de recursos humanos.

La sostenibilidad financiera mediante tarifas rentables es un factor crucial de la viabilidad y calidad de los sistemas eléctricos. Sin embargo, aquella debe equilibrarse con la asequibilidad, en un contexto caracterizado por una

pobreza económica generalizada, un gran déficit en el acceso a la energía moderna y la creciente demanda generada por la transformación estructural de la economía. Los incentivos y la regulación pueden desempeñar un papel importante a este respecto; además, los cambios en la estructura tarifaria, si se preparan cuidadosamente y se respaldan con voluntad política, pueden ofrecer un medio para emparejar las estructuras tarifarias con la estructura de los costos de suministro de electricidad. Sin embargo, los efectos en la distribución requieren particular atención. Unas licitaciones bien concebidas para obtener electricidad de fuentes renovables podrían ser un medio de fomentar una mayor penetración de las fuentes renovables en las empresas públicas sin pesar indebidamente en el presupuesto del Estado, y el aumento de la capacidad en esta esfera es una prioridad del apoyo internacional.

El papel central del nexo entre energía y transformación en el desarrollo sostenible pone de relieve la importancia de integrar completamente la electrificación y el acceso a la energía moderna en las estrategias de desarrollo. Esto implica garantizar que la naturaleza, cantidad y calidad del suministro de energía y el acceso a esta atiendan las necesidades de la transformación estructural, y que las políticas de desarrollo generen la demanda de electricidad necesaria para que las inversiones indispensables en la generación, la transformación y la distribución sean viables.

El desarrollo rural es crucial para la transformación estructural en los PMA y para el acceso a la energía. Un ambicioso programa de electrificación rural puede estimular sustancialmente la transformación de las economías rurales creando oportunidades de actividades rurales no agrícolas y reforzando sus vínculos con la agricultura. Al mismo tiempo, la aplicación de métodos intensivos en mano de obra en la creación de infraestructura eléctrica puede dar lugar a la consiguiente activación de la demanda. Sin embargo, es probable que la transición no sea gradual y que favorecer la electrificación para la transformación rural requiera intervenciones complementarias para facilitar la adopción de tecnologías modernas y el surgimiento de nuevas actividades económicas. Facilitar el acceso a soluciones tecnológicas intermedias (no eléctricas), como las bombas de agua solares o las refrigeradoras a evaporación, también puede aportar una importante contribución antes de la electrificación, así como brindar oportunidades de producción local.

Cosechar todos los beneficios del nexo entre energía y transformación también requiere políticas complementarias para fomentar la diversificación económica y la creación de empleo, lo que además puede contribuir a compensar los efectos de la “destrucción creadora” que traen aparejada el acceso a la electricidad y la reducción del empleo en las cadenas de suministro de carbón vegetal y leña. Algunas prioridades son el fomento del surgimiento de una cadena de suministro nacional en el ámbito de la energía moderna y la eficiencia en el uso de combustibles, así como la capitalización de la electrificación para promover el surgimiento de nuevas actividades de mayor valor agregado.

La influencia del acceso a la energía moderna en la transformación económica puede aumentarse aún más mediante intervenciones complementarias en los ámbitos del mejoramiento de las competencias y la tecnología, el desarrollo empresarial, el acceso al crédito y los servicios financieros, las empresas pequeñas y medianas y el empoderamiento económico de la mujer. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación también pueden contribuir al aprovechamiento del nexo entre energía y transformación reforzando la capacidad local de absorción y la capacidad nacional de innovación radical y gradual. Algunas medidas apropiadas en esta esfera son la incentivación de la colaboración entre las instituciones de investigación y otras partes interesadas más generales para promover la adaptación y la difusión de las tecnologías, así como la inversión en educación y formación profesional.

El costo considerable del acceso universal, y más aún el del acceso a la energía para la transformación económica, pone de relieve la importancia de los esfuerzos destinados a movilizar y canalizar recursos financieros nacionales y extranjeros para alcanzar estos objetivos. En el actual entorno internacional, es imperativo aumentar la movilización de los recursos nacionales. Por ello, es importante priorizar la financiación pública y el desarrollo de los mercados internos de capitales para inyectar la inversión necesaria en los sectores eléctricos nacionales. En esta esfera, los esfuerzos deberían centrarse en el aumento de la disponibilidad de instrumentos de reducción de los riesgos, como los distintos tipos de seguros o fianzas, evitando a la vez la acumulación excesiva de pasivos contingentes. Los esfuerzos desplegados por los PMA para promover los mercados de deuda internos merecen, pues, una mayor prioridad por parte de los agentes del desarrollo. Aprovechar más eficazmente la inversión extranjera directa dependerá de la capacidad de los PMA para atraer estratégicamente la inversión de manera que se contribuya a sus objetivos en materia de política industrial y energética.

Aunque los empréstitos internacionales pueden representar una fuente adicional de capital, la sostenibilidad de la deuda sigue siendo un problema importante, especialmente si se tiene en cuenta la actual volatilidad de los mercados financieros mundiales y las fluctuaciones de los tipos de cambio. Los ya elevados costos de financiación, unidos a las percepciones de gran riesgo en los PMA, pueden verse incrementados por cambios inminentes en el entorno internacional de regulación financiera.

Existen razones fundadas para aumentar la AOD a fin de colmar la brecha existente en la financiación de la inversión en infraestructura eléctrica; además, el cumplimiento de los compromisos de ayuda a los PMA contraídos hace mucho tiempo y aún incumplidos, representaría una gran contribución. En el caso particular de las tecnologías renovables, sería apropiado conceder una financiación a título de donación, en aplicación del principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”; pero, a pesar de las claras promesas formuladas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y del Acuerdo de París, en el caso de los PMA la financiación para el clima es muy escasa para atender sus necesidades, además de estar fragmentada entre múltiples canales, fondos y fuentes.

La comunidad internacional también podría aumentar su apoyo a los PMA transfiriendo tecnología. El marco actual de transferencia de tecnologías relacionadas con la energía está insuficientemente financiado y su eficacia es, en el mejor de los casos, desigual; además, las iniciativas de cooperación bilateral, Sur-Sur y triangular aún no han desempeñado un papel decisivo. El Banco de Tecnología para los PMA, creado recientemente, podría mejorar esta situación actuando como núcleo central para estos países. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) podría contribuir, en colaboración con el Banco, con respecto a las cuestiones relacionadas con la transferencia de tecnologías energéticas, desde la perspectiva del uso productivo de la energía y la transformación estructural.



## LA ENERGÍA Y LOS ODS

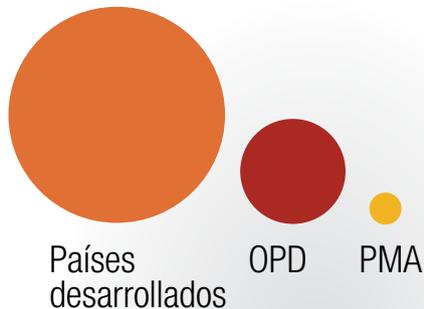
El acceso universal a la energía moderna es importante **para otros ODS** de los ámbitos económico, social y ambiental



La capacidad de generación de electricidad por persona en los PMA es

**1/12** de la de **otros países en desarrollo** (OPD) y

**1/50** de la de **los países desarrollados**

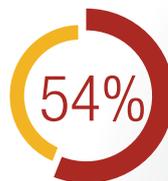


El **62%** de las personas que viven los PMA

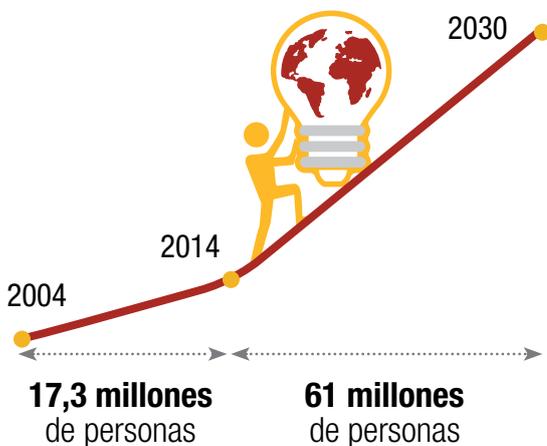
**no tienen acceso a la electricidad**



frente al **10%** de las que viven en OPD



de las personas que no tienen acceso a la electricidad en todo el mundo **viven en los PMA**



### LOGRAR EL ACCESO UNIVERSAL A LA ELECTRICIDAD DE AQUÍ A 2030

requerirá que el número de habitantes de los PMA que obtengan acceso cada año sea 3,5 veces superior al de los que lo obtuvieron en el último decenio

# **CAPÍTULO 1**

La energía, savia del  
desarrollo sostenible



# CAPÍTULO 1

## La energía, savia del desarrollo sostenible

<b>A. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>B. Energía y acceso en los PMA</b>	<b>4</b>
1. La brecha de acceso a la energía	4
2. El acceso a la electricidad y la brecha entre zonas rurales y urbanas	7
3. Obstáculos para ampliar el acceso a la electricidad en los PMA	10
4. Acceso universal: un desafío mayúsculo	11
5. Producción de electricidad: la brecha de generación de los PMA	12
<b>C. La energía y la transformación estructural</b>	<b>15</b>
1. Transformación estructural y capacidades productivas	15
2. (Re)definir el acceso a la energía moderna	16
3. La energía para la transformación estructural antes de la electrificación	18
4. Los mecanismos que conectan la energía con la transformación estructural	18
<b>D. Energía, sostenibilidad e inclusividad</b>	<b>20</b>
1. Energía, sostenibilidad ambiental y cambio climático	20
2. Energía, inclusión y pobreza	23
<b>E. Conclusión</b>	<b>26</b>
Notas	26

## A. Introducción

El acceso a la energía moderna, y en particular a la electricidad, ha recibido una atención cada vez mayor desde el año 2000, aproximadamente, y ha sido objeto de numerosos informes e iniciativas de gran resonancia, dedicados a los países en desarrollo en general o a los países africanos en particular<sup>1</sup>. Aunque el acceso a la energía no se incluyó expresamente en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se reconoció que era esencial para conseguirlos (Modi y otros, 2005; IEA, 2010) y se le ha dado mayor relevancia en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2015). El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7 establece el acceso universal a la energía moderna de aquí a 2030 como compromiso convenido de la comunidad mundial<sup>2</sup>.

Aunque la expresión “acceso a la energía moderna” se utiliza mucho, no deja de ser un concepto nebuloso. A nivel conceptual, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA) (IEA, 2016a: 2):

No existe una única definición de “acceso a la energía moderna” que haya sido aceptada y adoptada a nivel internacional. Sin embargo, existen muchos puntos en común entre las distintas definiciones, entre ellos:

- El acceso de los hogares a un nivel mínimo de electricidad.
- El acceso de los hogares a fogones y combustibles domésticos más seguros y sostenibles (es decir, con el menor grado posible de nocividad para la salud y el medio ambiente).
- Un acceso a la energía moderna que posibilita la actividad económica productiva, por ejemplo, la energía mecánica para la agricultura, la industria textil y otras industrias.
- El acceso a la energía moderna para los servicios públicos, por ejemplo, la electricidad para los establecimientos médicos, las escuelas y el alumbrado público.

En la práctica, sin embargo, se suelen examinar únicamente los dos primeros de esos elementos —por ejemplo, en el informe emblemático de la *IEA World Energy Outlook* (IEA, 2016a)—, en parte a causa de los pocos datos disponibles. Del mismo modo, las metas de acceso establecidas en el ODS 7 solo se refieren a la proporción de la población que tiene acceso a la electricidad y “cuya fuente primaria de energía consiste en combustibles y tecnología limpios”.

El aumento de la atención prestada al acceso a la energía moderna refleja en parte el cambio hacia un enfoque más holístico del desarrollo sostenible consagrado en la Agenda 2030 y las principales consecuencias del acceso a la energía en los tres pilares (económico, social y ambiental).

---

### La importancia de la energía para la transformación de las economías de los PMA es una cuestión fundamental que merece mayor atención

---

- La importancia fundamental de la energía para el desarrollo económico ha quedado demostrada a lo largo de la historia, empezando por el protagonismo del carbón y la máquina de vapor como impulsores de la revolución industrial británica a finales del siglo XVIII y principios del XIX (Wrigley, 2010).
- Asimismo, el acceso de los hogares a la energía moderna es un factor esencial de sus necesidades básicas y su bienestar social, lo cual queda reflejado en el concepto de pobreza energética (Nussbaumer y otros, 2012).
- La biomasa tradicional y la generación de electricidad tienen importantes repercusiones para el medio ambiente en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la contaminación del aire, tanto en el exterior como en los lugares cerrados.

En consecuencia, el acceso a la energía ocupa un lugar destacado en las prioridades de los actores en los tres pilares.

El aumento del acceso a la energía en el discurso del desarrollo también refleja los progresos tecnológicos y las consiguientes reducciones de costos de la energía renovable, que pueden revolucionar el acceso a la electricidad, particularmente en las zonas rurales, y cumplir al mismo tiempo los objetivos sociales y ambientales.

Sin embargo, los estudios e iniciativas recientes se han centrado abrumadoramente en las dimensiones sociales y ambientales del acceso a la energía. Se ha hecho hincapié principalmente en las ventajas *intrínsecas* del acceso de los *hogares* a la energía moderna, en términos de iluminación eléctrica, acceso a la información y conectividad, y, en menor medida, el ahorro potencial de tiempo y los beneficios para la salud del acceso a combustibles no sólidos para cocinar y calentar la casa. En un contexto de creciente preocupación mundial por el cambio climático, las opciones de energía renovable se han destacado como un medio de atender esta demanda teórica no satisfecha sin comprometer los esfuerzos para reducir las emisiones mundiales de GEI.

Si bien estas cuestiones son indudablemente importantes, esa manera de enfocar el acceso a la energía se ha traducido en un relativo abandono de la dimensión económica, a saber, la importancia *fundamental* del acceso a la energía moderna para los sectores

## El 54% de las personas que no tienen acceso a la electricidad en todo el mundo viven en los PMA

*productivos* gracias a su contribución al desarrollo económico y la transformación económica estructural. Se trata de una cuestión fundamental: los países menos adelantados solo pueden aspirar a alcanzar los objetivos extraordinariamente ambiciosos establecidos en los ODS mediante un desarrollo económico más rápido y con una base más sólida, y el acceso limitado, poco fiable y a menudo costoso a la energía moderna limita ese desarrollo de manera fundamental. Aunque de ninguna manera es el único aspecto del acceso a la energía moderna para su uso productivo (que se analiza en la sección C3), la versatilidad de la electricidad como fuente de energía (capítulo 2) la convierte en la principal cuestión.

En ello se basa el tema principal del presente Informe, a saber: qué pueden hacer los PMA para hacer realidad el potencial del acceso a la electricidad y su utilización en los sectores productivos para acelerar la transformación estructural de sus economías, en el contexto del ODS 7 y de la evolución de las energías renovables y las tecnologías de acceso independiente de la red (particularmente las minirredes).

En la sección B de este capítulo se presenta una breve descripción del acceso de los PMA a la energía, así como de su producción y utilización, destacando la brecha existente entre los PMA y otros países en desarrollo (OPD) en cuanto al acceso a la energía y su producción, los obstáculos para lograr un mayor acceso y la interrelación entre el acceso y las diferencias entre las zonas rurales y urbanas. En la sección C se analiza la contribución de la energía a la transformación estructural, haciéndose hincapié en las implicaciones para la definición de acceso y los mecanismos que vinculan el acceso a la transformación estructural. En la sección E se tratan las cuestiones de la energía relacionadas con la sostenibilidad y la inclusividad en el contexto de la Agenda 2030.

### B. Energía y acceso en los PMA

En esta sección se presentan datos y análisis sobre cuestiones relacionadas con el acceso a la energía y su utilización en los PMA. Al igual que en otros capítulos, los datos y análisis presentados se basan en fuentes ampliamente utilizadas y aceptadas. Sin embargo, es importante recalcar que hay una enorme escasez de datos fiables y coherentes sobre la mayoría de los aspectos de la energía, especialmente en los PMA, y que existen grandes discrepancias entre las distintas

fuentes (recuadro 1.1). Esta advertencia deberá tenerse en cuenta al interpretar los datos de esta sección y de las demás partes del Informe.

### 1. La brecha de acceso a la energía

Al igual que en otros aspectos de la infraestructura, desde hace mucho tiempo existe una gran brecha entre los PMA y los OPD en lo que respecta al acceso a la electricidad (UNCTAD, 2006)<sup>3</sup>. Desde 1990, los PMA han conseguido aumentar considerablemente ese acceso, que se triplicó con creces entre 1991 y 2014, pasando del 12% al 38%, lo que representa un incremento del número de personas con acceso del 460% (casi 300 millones). Sin embargo, el bajísimo punto de partida, combinado con un crecimiento demográfico relativamente rápido en muchos PMA, se tradujo en un aumento del número absoluto de habitantes de los PMA sin acceso a la electricidad, de 521 millones de personas en 2000 a 578 millones en 2014.

La mejora de 26 puntos porcentuales en el acceso a la electricidad en los PMA entre 1990 y 2014 representa un aumento absoluto mayor que el incremento de 20 puntos porcentuales logrado por los OPD, lo que refleja una desaceleración en los OPD del 1,0% anual en el período 1991-2009 al 0,4% en el período 2009-2014, posiblemente como consecuencia de la crisis financiera de 2008 (figura 1.1). Sin embargo, en cuanto a la proporción de hogares sin acceso, la brecha es más amplia que nunca. En 1991, la cifra de personas que carecían de acceso a la electricidad en los PMA triplicaba la de los OPD (88% frente al 30%). En 2014, la brecha había aumentado hasta un factor de más de seis (el 62% frente al 10%).

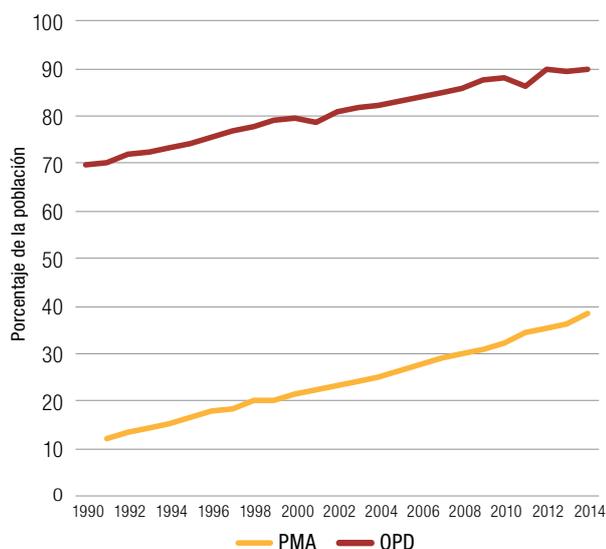
Esta brecha cada vez mayor se refleja en un notable aumento de la proporción de personas de todo el mundo que no tienen acceso a la electricidad y que viven en los PMA, que casi se duplicó entre 1991 y 2014, pasando del 30% al 54% (577 millones de 1.066 millones), mientras que la parte de la población mundial que corresponde a los PMA solo aumentó del 10% al 13% (figura 1.2)<sup>4</sup>. De los 20 países con el mayor número absoluto de personas sin acceso a la electricidad en 2014, 16 eran PMA (el resto eran la India, Nigeria, Kenya y la República Popular Democrática de Corea) (Energía Sostenible para Todos, 2017). Así pues, en la energía, al igual que en otros contextos:

Los PMA son el campo de batalla en el que se ganará o perderá la Agenda 2030: es en ellos donde las carencias con respecto a los ODS son más agudas y se reducen más lentamente, y donde los obstáculos para progresar son mayores.

(UNCTAD, 2015: 35)

Figura 1.1

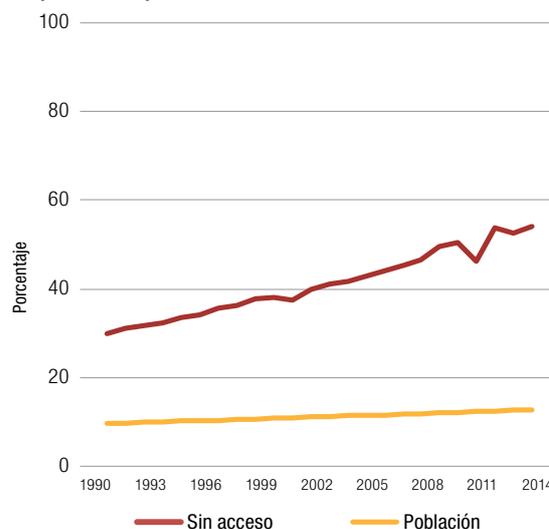
Proporción de la población con acceso a la electricidad: PMA y OPD (1990-2014)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, basadas en Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).

Figura 1.2

Parte correspondiente a los PMA en la población mundial sin acceso a la electricidad y en la población mundial total (1991-2014)



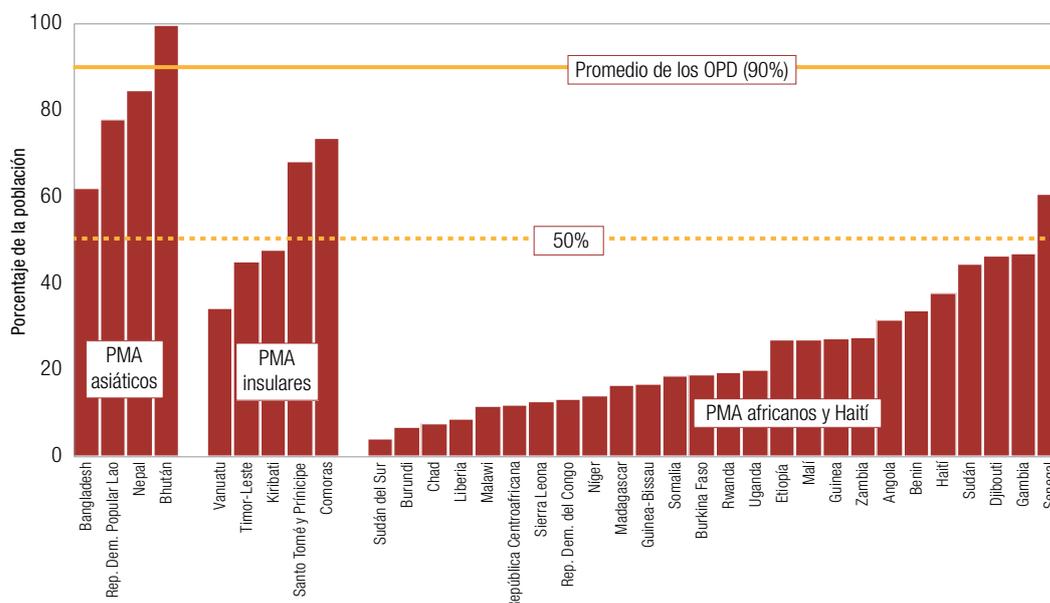
Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, basadas en datos de Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).

La figura 1.3 muestra la considerable brecha de acceso de la gran mayoría de los PMA. De los 35 PMA que disponen de datos fiables (recuadro 1.1), solo 1 (Bhután, con un 100%) tiene una tasa de acceso a la electricidad superior a la del promedio de los OPD (del 90%), mientras que otro (Nepal, con un 84,9%) se acerca a ese promedio. En 6 PMA (incluidos los otros 2 PMA asiáticos que disponen de datos fiables), la tasa de acceso oscila entre el 50%

y el 80%, lo que indica que el número de personas que carecen de acceso es entre dos y cinco veces superior al de los OPD en general. En todos menos 1 (Senegal) de los PMA del grupo de África y Haití, así como en tres de los 5 PMA insulares que disponen de datos fiables, solo una minoría de la población tiene acceso. En la mayoría de los PMA africanos que disponen de datos fiables, menos de la cuarta parte de la población tiene acceso a la electricidad, y en

Figura 1.3

Acceso a la electricidad en los PMA (2014)



Fuente: Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM) (consultada en mayo de 2017).

Nota: Se excluyen los PMA respecto de los cuales existen grandes discrepancias entre los datos de los IDM y los de la IEA (recuadro 1.1).

### Recuadro 1.1 Datos utilizados y limitaciones conexas

A pesar de que cada vez se dispone de más datos sobre la energía y de estimaciones *ad hoc*, incluidas las producidas por empresas privadas e instituciones de investigación, hay escasez de datos cronológicos completos, fiables y comparables a nivel internacional sobre las cuestiones energéticas en los PMA (IEA, 2014a). Esa escasez se aplica a una amplia gama de cuestiones que incluyen el acceso a la electricidad y los balances energéticos. Estas limitaciones deberán tenerse en cuenta al interpretar los datos que se presentan en este Informe.

En el caso del acceso a la energía (la proporción de personas que tienen acceso a la electricidad en cada país), existen grandes diferencias en las estimaciones proporcionadas por las dos fuentes primarias, a saber, la IEA (<http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>) y el Banco Mundial (<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators&preview=off>). En el gráfico 1.1 se muestran las estimaciones de esas dos fuentes para los PMA en 2014.

A efectos del presente Informe se utilizan los datos del Banco Mundial (Indicadores del Desarrollo Mundial (IDM)), en primer lugar porque incluyen a todos los PMA, mientras que los datos publicados por la IEA solo incluyen a 42 de los 47 PMA; y en segundo lugar, porque proporcionan datos históricos. Sin embargo, las discrepancias entre estas dos fuentes se utilizan como control de calidad: los países respecto de los cuales la diferencia absoluta entre las estimaciones excede de diez puntos porcentuales (indicados por la zona sombreada de la figura de recuadro 1.1) se excluyen de las cifras sobre países específicos y no se tienen en cuenta al tratar el acceso general a la electricidad, ya que se considera que esa discrepancia indica un grado particularmente alto de incertidumbre con respecto a la tasa de acceso real. Los países afectados son el Afganistán, Camboya, Eritrea, las Islas Salomón, Lesotho, Mauritania, Mozambique, Myanmar, la República Unida de Tanzania, el Togo y el Yemen.

Con respecto a los balances energéticos, además de los totales regionales, en la literatura se utilizan tres fuentes principales de datos:

1. Los *World Energy Balances*, producidos por la IEA.
2. La *Energy Statistics Database* de la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD).
3. La base de datos Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) del Banco Mundial (también incluida parcialmente en los IDM).

En el cuadro de recuadro 1.1 se presenta un resumen comparativo de los países y períodos incluidos en esas tres fuentes.

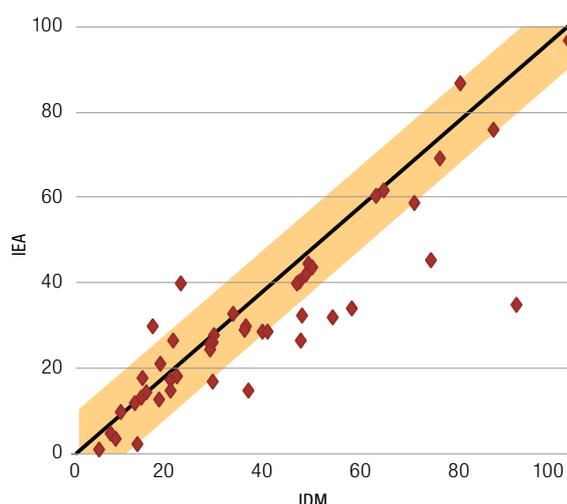
La calidad y fiabilidad de los datos suelen ser objeto de controversia en la literatura y siguen siendo motivo de preocupación, en el contexto de los PMA más que en ningún otro. Además de las diferentes definiciones de los diversos conceptos y tecnologías, es particularmente difícil captar la evolución de la generación distribuida para fines residenciales, incluidas las soluciones de acceso independiente de la red y las minirredes.

En general, se considera que los *World Energy Balances* de la IEA son la fuente de datos más fiable y coherente. Sin embargo, a efectos del presente Informe, el número de PMA que incluyen es claramente insuficiente. Una comparación de los datos de la UNSD y los de SE4ALL (respecto de los 19 PMA incluidos por la IEA, y tomando como referencia los datos de la IEA) permite concluir que las discrepancias entre las otras dos bases de datos no indican una preferencia clara por ninguna de ellas (cuadro de recuadro 1.2).

A efectos del presente Informe se utiliza la base de datos de la UNSD respecto de la producción de energía y electricidad, habida cuenta de que incluye a más países y utiliza los datos oficiales presentados por los PMA en el cuestionario anual de la UNSD sobre estadísticas energéticas. En caso necesario, los datos se complementan con los de otras fuentes.

Figura de recuadro 1.1

#### Comparación de las estimaciones de la IEA y los IDM sobre el acceso a la electricidad (2014) (porcentaje de la población)



Fuente: Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial, y base de datos de la IEA sobre el acceso a la energía (<http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>) (consultadas ambas en agosto de 2017), complementadas con datos no publicados proporcionados por la IEA.

Nota: La línea continua representa la posición de todas las observaciones si las estimaciones de las dos fuentes se corresponden exactamente. El área sombreada representa discrepancias en ambas direcciones de hasta diez puntos porcentuales.

Cuadro de recuadro 1.1

#### Comparación de la cobertura de las distintas fuentes de datos

	<i>World Energy Balances</i> de la IEA	Estadísticas sobre energía de la UNSD	Energía Sostenible para Todos del Banco Mundial
Países incluidos	19 PMA	47 PMA	46 PMA
Marco temporal	1980-2015	1990-2014	1990-2012

Fuente: Compilación de la secretaría de la UNCTAD.

Cuadro de recuadro 1.2

#### Discrepancias entre las fuentes de datos en lo relativo a la producción bruta de electricidad

(En porcentaje)

	Estadísticas sobre energía de la UNSD	Energía Sostenible para Todos del Banco Mundial
Discrepancia media*	1,82	8,82
Discrepancia mediana*	0,00	0,00
Porcentaje de observaciones coincidentes	53,21	75,92

Fuente: Compilación de la secretaría de la UNCTAD.

Nota: \* Las discrepancias se expresan como porcentaje de la cifra correspondiente de la IEA para el mismo año.

el Sudán del Sur menos de 1 de cada 20 habitantes dispone de acceso.

La brecha de acceso a la energía entre los PMA y los OPD también se extiende a los combustibles poco contaminantes para uso doméstico, aunque la atención prestada a esta cuestión no refleja la importancia de la calefacción doméstica y la cocina en la demanda energética de los PMA (Bhattacharyya, 2013). En solo cuatro PMA (Angola, Bhután, Mauritania y Yemen) más del 40% de la población tiene acceso a combustibles poco contaminantes, en comparación con el 80% de los OPD sobre los que se dispone de datos. En la mitad de los OPD, el acceso a combustibles poco contaminantes es superior al 90%<sup>5</sup>.

## 2. El acceso a la electricidad y la brecha entre zonas rurales y urbanas<sup>6</sup>

La etapa relativamente temprana del proceso de electrificación en que se encuentran la mayoría de los PMA, particularmente en África, tiene consecuencias de suma importancia para la evolución del acceso, especialmente en lo que respecta al equilibrio entre las zonas rurales y urbanas. Como se muestra en la figura 1.4, el aumento del acceso a la electricidad sigue una clara trayectoria a medida que avanza el desarrollo. En un principio, la electrificación se suele concentrar en gran medida en las zonas urbanas, lo cual refleja, al menos parcialmente, la facilidad mucho mayor y el menor costo de provisión (históricamente) en esas zonas mediante la extensión de la red, así como la mayor concentración de la demanda en las zonas urbanas. Salvo unas pocas excepciones, la tasa de acceso rural no supera el 20% hasta que la de acceso urbano supera el 80%.

Esto da lugar a una relación entre el acceso general y las diferencias entre zonas rurales y urbanas que es análoga a la curva de Kuznets (que muestra un aumento de la desigualdad de ingresos a medida que aumentan los ingresos per cápita en las primeras etapas del desarrollo, que se invierte cuando los niveles de ingresos se incrementan a su vez). A medida que aumenta el acceso general a la electricidad, las diferencias entre las zonas rurales y urbanas en cuanto al acceso a la energía aumentan en un principio (mientras la tasa de acceso urbano se expande a la vez que se observan pocas mejoras en la de acceso rural), pero luego disminuyen una vez que la tasa de acceso urbano alcanza alrededor del 80% y comienza a estabilizarse, al tiempo que la de acceso rural crece más rápidamente (figura 1.5). Esta pauta destaca la gran importancia del acceso a la energía para la aparición de un sesgo favorable a las zonas urbanas en las primeras etapas del desarrollo.

### En promedio, el 90% de la población rural de los PMA carece de acceso a la electricidad

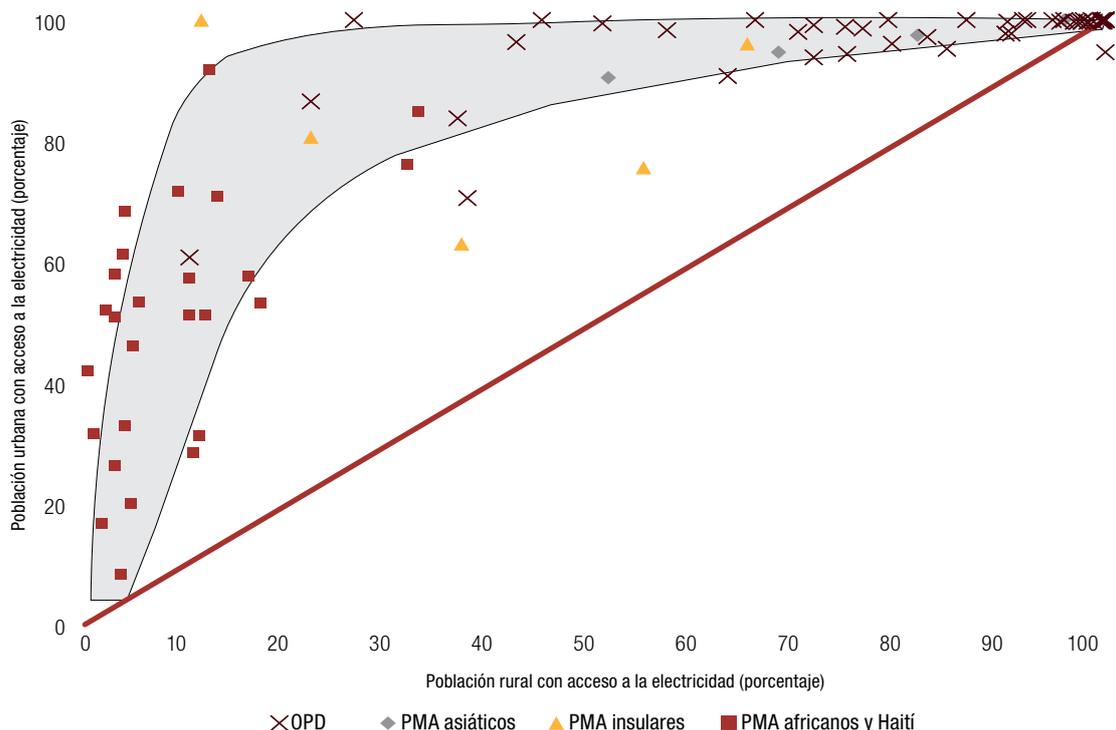
Las figuras 1.4 y 1.5 también ponen de relieve las consecuencias de la brecha de acceso entre los PMA y los OPD para las diferencias entre las zonas rurales y urbanas. La gran mayoría de los OPD se encuentran en las últimas etapas del proceso, y aparecen agrupados en la esquina superior derecha de la figura 1.4 y la esquina inferior derecha de la figura 1.5, con una tasa de acceso general del 80%, una tasa de acceso urbano cercana al 100% y diferencias relativamente pequeñas entre las zonas urbanas y las rurales. En esa etapa del proceso, un aumento de la electrificación tiende a reducir las diferencias entre las zonas rurales y urbanas, ya que la tasa de acceso rural converge hacia la tasa de acceso urbano, que ya es muy alta. Esto se refleja en la línea de tendencia naranja decreciente relativa a los OPD de la figura 1.5.

La mayoría de los PMA del grupo de África y Haití, por el contrario, siguen en la fase inicial, con una tasa de acceso urbano muy inferior al umbral del 80%, por lo que el aumento del acceso general tiende a ensanchar la brecha entre las zonas rurales y urbanas (como demuestra la línea de tendencia roja ascendente de la figura 1.5). Su acceso general suele ser inferior al 50%; el acceso rural, inferior al 20%; y la brecha urbano-rural suele situarse entre el 20% y el 60%.

La mayoría de los PMA asiáticos e insulares se acercan al umbral de acceso urbano del 80% o lo superan, por lo que cabe esperar que el aumento del acceso general reduzca la brecha entre las zonas rurales y urbanas. A excepción de Kiribati y Vanuatu, también están por debajo de la línea de tendencia general de la figura 1.5, lo que indica diferencias urbano-rurales menos agudas de lo que cabría esperar, habida cuenta de su tasa de acceso general.

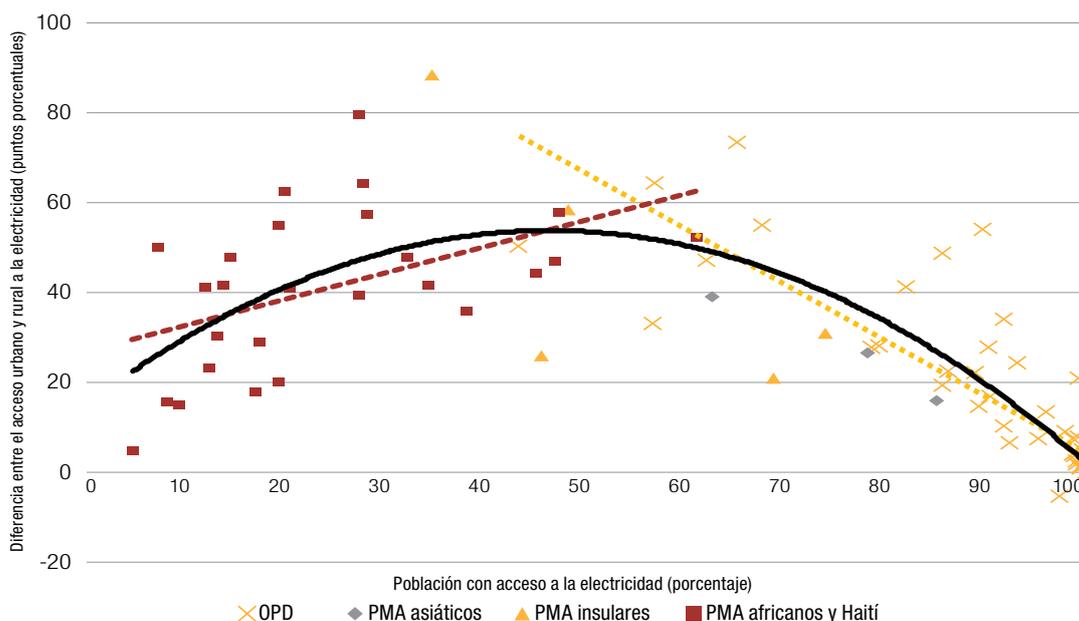
Esto tiene dos implicaciones. La primera es que el acceso a la electricidad es sistemáticamente mayor en las zonas urbanas que en las rurales (figura 1.6A). Mientras que el 41,2% de la población urbana carece de acceso a la electricidad en el PMA mediano, en las zonas rurales esa tasa se eleva al 89,3% (y al 94,9% en el grupo de África y Haití). El acceso a combustibles no sólidos también muestra un notable sesgo favorable a las zonas urbanas, pero con una tasa inferior de acceso general: solo el 13,1% de la población tiene acceso incluso en las zonas urbanas, y el 2,4% en las zonas rurales (figura 1.6B).

**Figura 1.4**  
**Población rural y urbana con acceso a la electricidad en los PMA y los OPD (2014)**



*Fuente:* Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).  
*Nota:* No se incluyen los PMA y los OPD respecto de los que existen grandes discrepancias entre los datos de los IDM y los de la IEA, como se explica en el recuadro 1.1 (y los que no se incluyen en los datos de la IEA, puesto que no es posible verificar la coherencia de los datos). La línea continua representa la línea de 45°, correspondiente a una tasa de acceso igual entre las zonas rurales y urbanas. El área sombreada indica la amplia gama de trayectorias que siguen las observaciones reales en la mayoría de los PMA y los OPD.

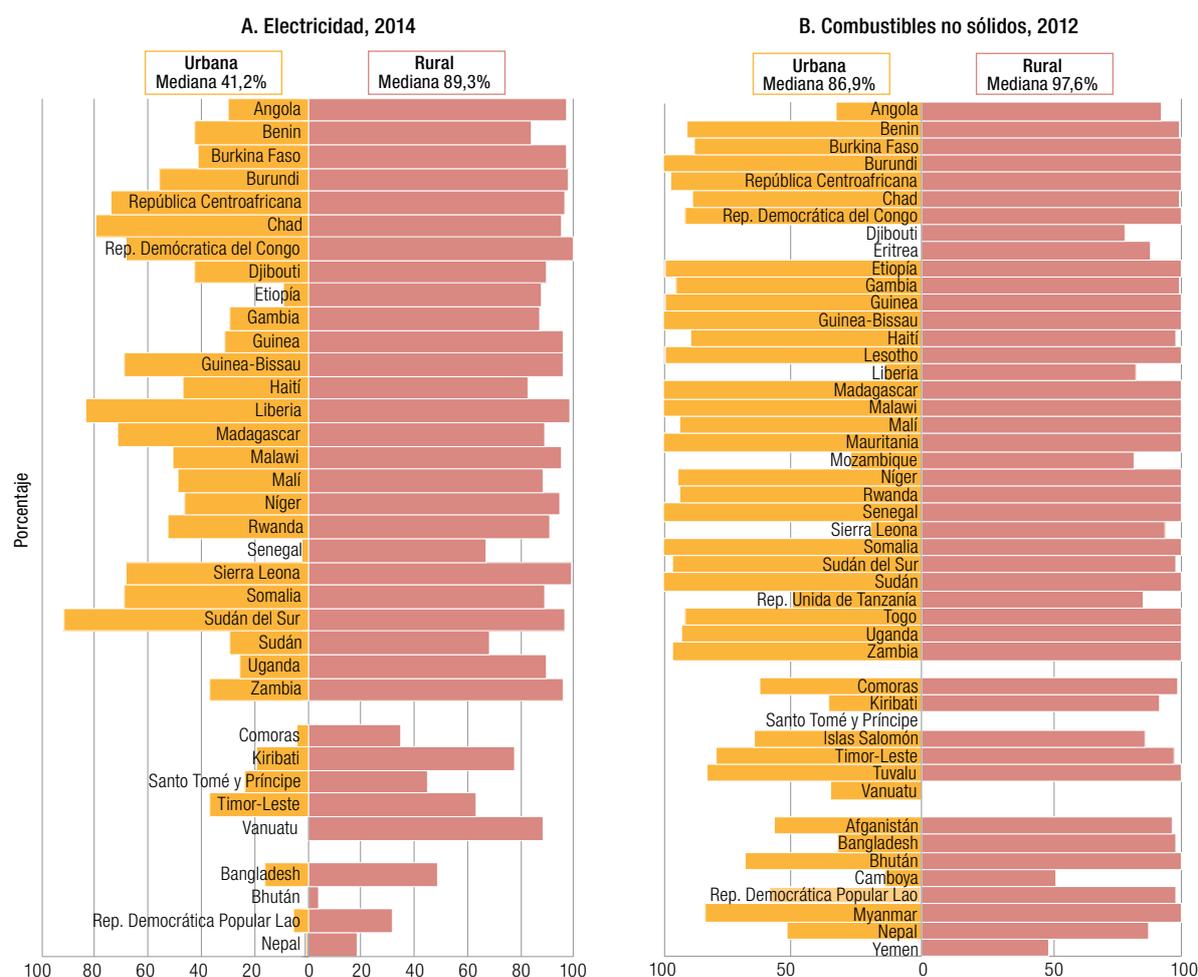
**Figura 1.5**  
**Acceso a la electricidad y brecha de acceso rural/urbano en los PMA y OPD (2014)**



*Fuente:* Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).  
*Nota:* Se excluyen los PMA respecto de los cuales existen grandes discrepancias entre los datos de los IDM y los de la IEA (recuadro 1.1). La línea negra continua representa la línea de tendencia polinómica que atraviesa todas las observaciones (grado dos), es decir, de la forma  $y = ax^2+bx+c$ . Las líneas discontinuas representan las líneas de tendencia lineales de los PMA africanos (en rojo) y los OPD (en naranja).

Figura 1.6

Población rural y urbana de los PMA sin acceso a electricidad y a combustibles no sólidos



Fuente: Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (A: consultado en mayo de 2017; B: consultado en marzo de 2017).

Nota: En el momento en que se redactó este Informe, en los IDM ya no constaban estimaciones separadas para las zonas urbanas y rurales respecto de la población que tiene acceso a combustibles no sólidos. En A se excluyen los PMA respecto de los cuales existen grandes discrepancias entre los datos de los IDM y los de la IEA (recuadro 1.1).

Estas grandes diferencias de acceso a la electricidad entre las zonas rurales y urbanas son uno de los principales factores del sesgo urbano en los PMA; no solo disminuyen el nivel de vida en las zonas rurales, sino que también refuerzan otras desventajas de las poblaciones rurales, por ejemplo obstaculizando la retención de los profesionales de la salud y el personal docente. Por lo tanto, la electrificación rural es un factor importante para contribuir a que la migración de las zonas rurales a las urbanas se realice por elección propia y no por necesidad, así como para mantener la tasa de urbanización dentro de los límites de la sostenibilidad (UNCTAD, 2015).

En segundo lugar, el sesgo urbano en el acceso a la electricidad, combinado con el hecho de que la población de los PMA es predominantemente rural, se traduce en que una gran mayoría (el 82% en general) de quienes no tienen acceso a la electricidad residen en zonas rurales (figura 1.7). Únicamente en uno de

los PMA sobre los que se dispone de datos fiables (Djibouti) la mayoría de quienes no tienen acceso a la electricidad residen en zonas urbanas, mientras que se calcula que dos de ellos (Bhután y Vanuatu) ya han logrado el acceso universal en las zonas urbanas, de modo que todos los habitantes que no tienen acceso son residentes de zonas rurales. En los otros tres PMA asiáticos sobre los que se dispone de datos fiables, más del 90% de quienes no tienen acceso viven en zonas rurales, lo que refleja niveles muy altos de acceso urbano, mientras que la proporción de población rural es superior al 75% en todos los PMA insulares, salvo Santo Tomé y Príncipe (51%). En el grupo de los PMA africanos y Haití, el predominio rural es relativamente limitado en Guinea-Bissau, Haití y Liberia, con proporciones del 55% al 60%, pero en 12 de los otros 23 países la tasa es superior al 80%. En las zonas rurales, la electrificación es también más costosa y problemática, lo cual complica aún más el desafío de la electrificación<sup>7</sup>.

## La escasa urbanización, la baja densidad de población rural y la falta de demanda en los PMA son grandes desafíos para el acceso universal

### 3. Obstáculos para ampliar el acceso a la electricidad en los PMA

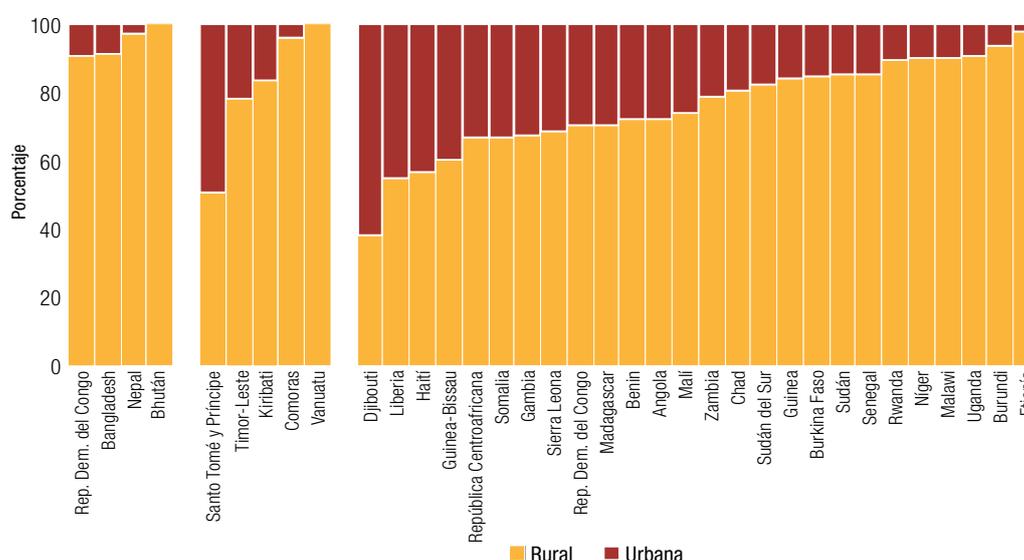
Las diferencias en el acceso a la electricidad forman parte de una brecha más general en materia de infraestructura entre los PMA y los OPD, que refleja en gran medida los obstáculos financieros para el desarrollo de su infraestructura (UNCTAD, 2006). Sin embargo, en el caso de la electrificación, esas limitaciones se ven agravadas por enormes desafíos logísticos derivados de la combinación de una escasa urbanización y una baja densidad de población en las zonas rurales (figura 1.8). En 40 de los 46 PMA sobre los que se dispone de datos, la mayoría de la población vive en zonas rurales, en comparación con solo 30 de los 103 OPD sobre los que se dispone de datos. Además, en general, los PMA tienen densidades de población rural considerablemente más bajas que la mayoría de los OPD cuya tasa de urbanización es también escasa. En consecuencia, en 34 de los 47 PMA, pero solo en 10 de los 103 OPD, más del 50% de la población vive en zonas rurales y la densidad de población es inferior a 75 personas por km<sup>2</sup>.

Esa situación demográfica ha representado históricamente un obstáculo particular a la electrificación. Hasta hace poco tiempo, el suministro de electricidad (a excepción de los hogares y las empresas que utilizan sus propios generadores) dependía casi exclusivamente de las centrales eléctricas alimentadas por combustibles fósiles (carbón, gas o petróleo) y/o de la energía hidroeléctrica. Habida cuenta de sus considerables economías de escala (que reflejan en parte sus elevados costos fijos), esas tecnologías necesitan un mercado de gran tamaño para poder ser viables. Por lo tanto, son adecuadas para los mercados urbanos y periurbanos, pero son particularmente inadecuadas para las zonas rurales escasamente pobladas: el acceso a un mercado de escala suficiente en este contexto requiere la transmisión a través de una gran superficie, lo cual aumenta considerablemente los gastos de capital de la red de distribución.

En los últimos años, este obstáculo no es tan absoluto como antes, debido a la reducción de los costos de las tecnologías de generación renovables, que ahora son viables a menor escala, lo cual aumenta el potencial de electrificación rural utilizando minirredes en cada aldea y recurriendo a la generación independiente de la red. Aunque hasta ahora esos modelos han tenido escasa penetración en la mayoría de los PMA, en principio podrían representar una oportunidad histórica de incrementar considerablemente el acceso a la electricidad, pero para ello tendrán que superarse los obstáculos que impiden su uso generalizado (capítulo 3).

Figura 1.7

Proporción de habitantes de los PMA que viven sin acceso a la electricidad en las zonas rurales y urbanas (2014)

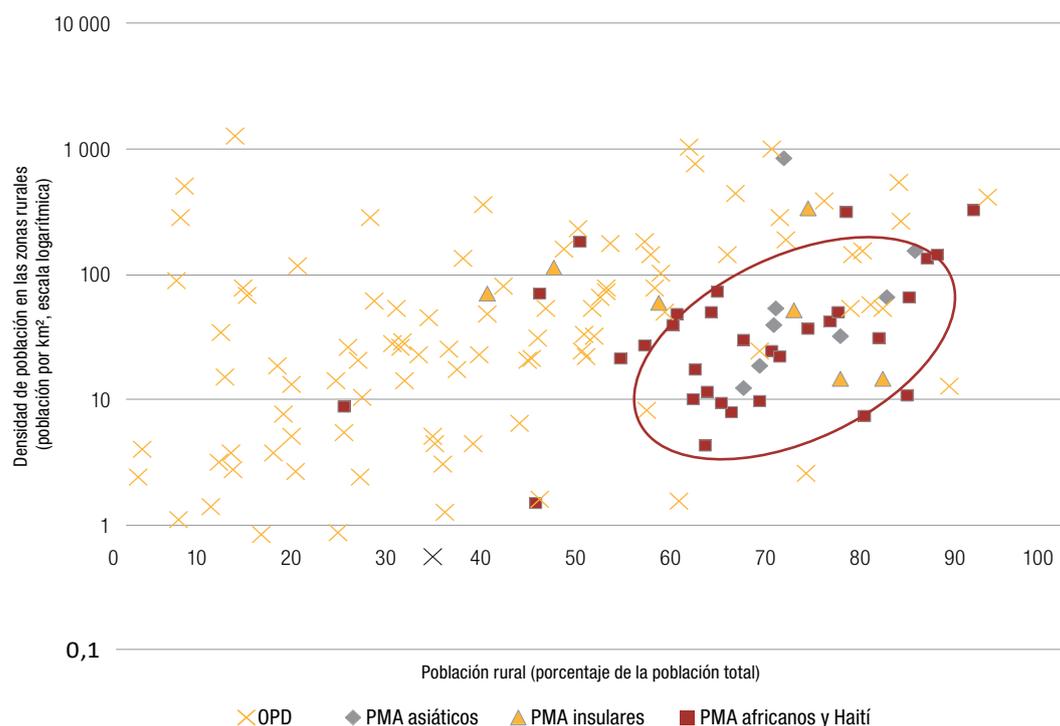


Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, basadas en Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en agosto de 2017).

Nota: Se excluyen los PMA respecto de los cuales existen grandes discrepancias entre los datos de los IDM y los de la IEA (recuadro 1.1).

Figura 1.8

## Porcentaje de población rural y densidad de población rural en los PMA y OPD (2010)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, basadas en Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).

Nota: No se dispone de datos separados para las zonas rurales respecto de 18 de los 150 países incluidos en el gráfico. En esos casos, la densidad de población rural se calculó de forma aproximada dividiendo la población rural por la superficie total. Cabe señalar que existen notables diferencias en las definiciones que utiliza cada país para referirse a las zonas rurales y urbanas (UNCTAD, 2015: recuadro 1.2), que afectan a la comparabilidad de las observaciones entre países.

Sin embargo, las pautas demográficas son únicamente una parte del problema: el nivel de acceso en las zonas urbanas es también mucho más bajo en la mayoría de los PMA que en los OPD (como se observa en la figura 1.6A), mientras que hay OPD con zonas rurales también escasamente pobladas que han alcanzado tasas de electrificación rural mucho más altas. Al igual que en otros sectores de las infraestructuras, las limitaciones financieras y las capacidades de los Estados son también parte del problema.

Los bajos ingresos de los hogares limitan la demanda interna de electricidad, mientras que la falta de industrialización y de otras actividades modernas en la mayoría de los PMA limita la demanda de electricidad de los sectores productivos. A su vez, esta falta de demanda limita la viabilidad financiera de las inversiones comerciales en la generación y distribución de electricidad, especialmente en las zonas rurales, donde los ingresos son más bajos y la pobreza, más generalizada y profunda, lo que reduce la demanda; esto agrava el efecto de la escasa dispersión de la población en el aumento de los costos de inversión.

Al mismo tiempo, los recursos nacionales disponibles para realizar inversiones públicas en la producción y el suministro de electricidad se ven limitados por los bajos ingresos generales, las estrechas bases imponibles y

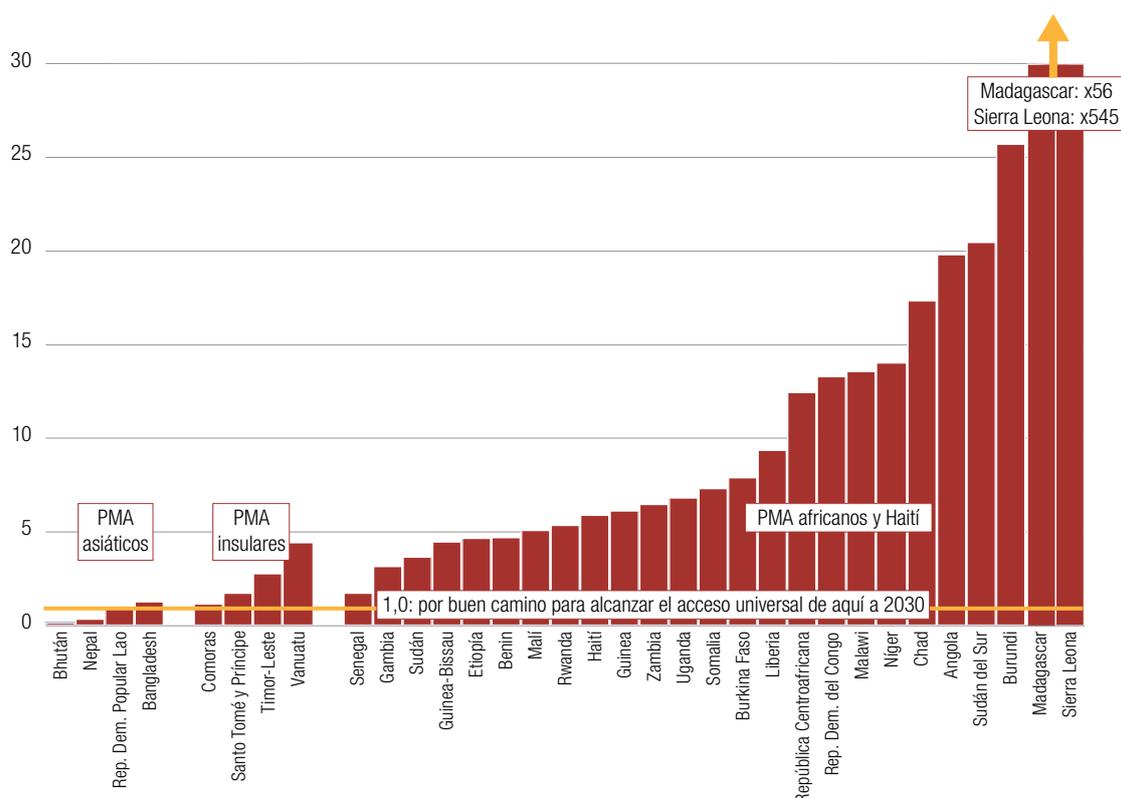
la escasa capacidad de recaudación de impuestos, mientras que la capacidad de endeudamiento se ve limitada por consideraciones de sostenibilidad de la deuda. Esto hace que la inversión pública en la electrificación dependa en gran medida de la asistencia oficial para el desarrollo (AOD), pero esta ha venido estando limitada por la persistencia de grandes déficits con respecto al objetivo de alcanzar una tasa de entre el 0,15% y el 0,20% del ingreso nacional bruto (INB) de los donantes (capítulo 5). En el capítulo 5 se examinan más a fondo las cuestiones relativas a la financiación de la infraestructura energética.

#### 4. Acceso universal: un desafío mayúsculo

La figura 1.9 pone de relieve la magnitud del desafío que enfrentan la mayoría de los PMA para lograr el acceso universal a la electricidad de aquí a 2030<sup>8</sup>. De los PMA que disponen de datos fiables, dos países asiáticos —Nepal y Bhután— van por buen camino para alcanzar esa meta, pues necesitarán un número considerablemente menor de conexiones nuevas por año que las que consiguieron en el último decenio sobre el que se dispone de datos. La República Democrática Popular Lao también podría lograr el acceso universal de aquí a 2030, pues necesitará un 10% menos de nuevas conexiones por año que las que consiguió en

Figura 1.9

**Aumento de las nuevas conexiones a la electricidad necesarias en 2014-2030 en los PMA como múltiplo de las nuevas conexiones establecidas en 2004-2014**



*Fuente:* Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, basadas en las estimaciones de acceso del Banco Mundial, base de datos Indicadores de Desarrollo Mundial, y en las proyecciones demográficas del DAES, base de datos del informe "World Population Prospects: The 2015 Revision" (ambas consultadas en mayo de 2017).

*Nota:* La base de referencia para Eritrea es el período comprendido entre 2001 y 2011, ya que no se dispone de estimaciones para el período comprendido entre 2012 y 2014. En Djibouti y Kiribati, se calcula que el número de personas con acceso a la electricidad disminuyó entre 2004 y 2014, lo que hace imposible estimar una proporción.

el último decenio. Si bien esta afirmación subestima la magnitud del desafío (ya que es probable que quienes aún no están conectados sean los más problemáticos desde un punto de vista logístico o teniendo en cuenta otros factores), el objetivo del acceso universal debería ser, no obstante, alcanzable si los poderes públicos le destinan la atención y las inversiones necesarias. El desafío será sustancialmente mayor en Bangladesh y las Comoras, que necesitan entre un 20% y un 30% más de conexiones nuevas por año, y aún mayor en el Senegal y Santo Tomé y Príncipe, donde el aumento necesario es de alrededor del 75%.

En otros países —y en particular en otros PMA africanos—, la magnitud del desafío es muchísimo mayor. Únicamente seis PMA del grupo de África y Haití podrían lograr el acceso universal de aquí a 2030 multiplicando por 5 su ritmo de electrificación, mientras que otros diez necesitarían multiplicarlo por más de 12. En los casos más extremos, Madagascar y Sierra Leona, el número de conexiones anuales tendría que multiplicarse por 56 y 545, respectivamente. En Djibouti y Kiribati (no incluidos en la figura) será necesario invertir la reducción del acceso observada en el último decenio para lograr

el aumento de entre el 160% y el 170% necesario para conseguir el acceso universal.

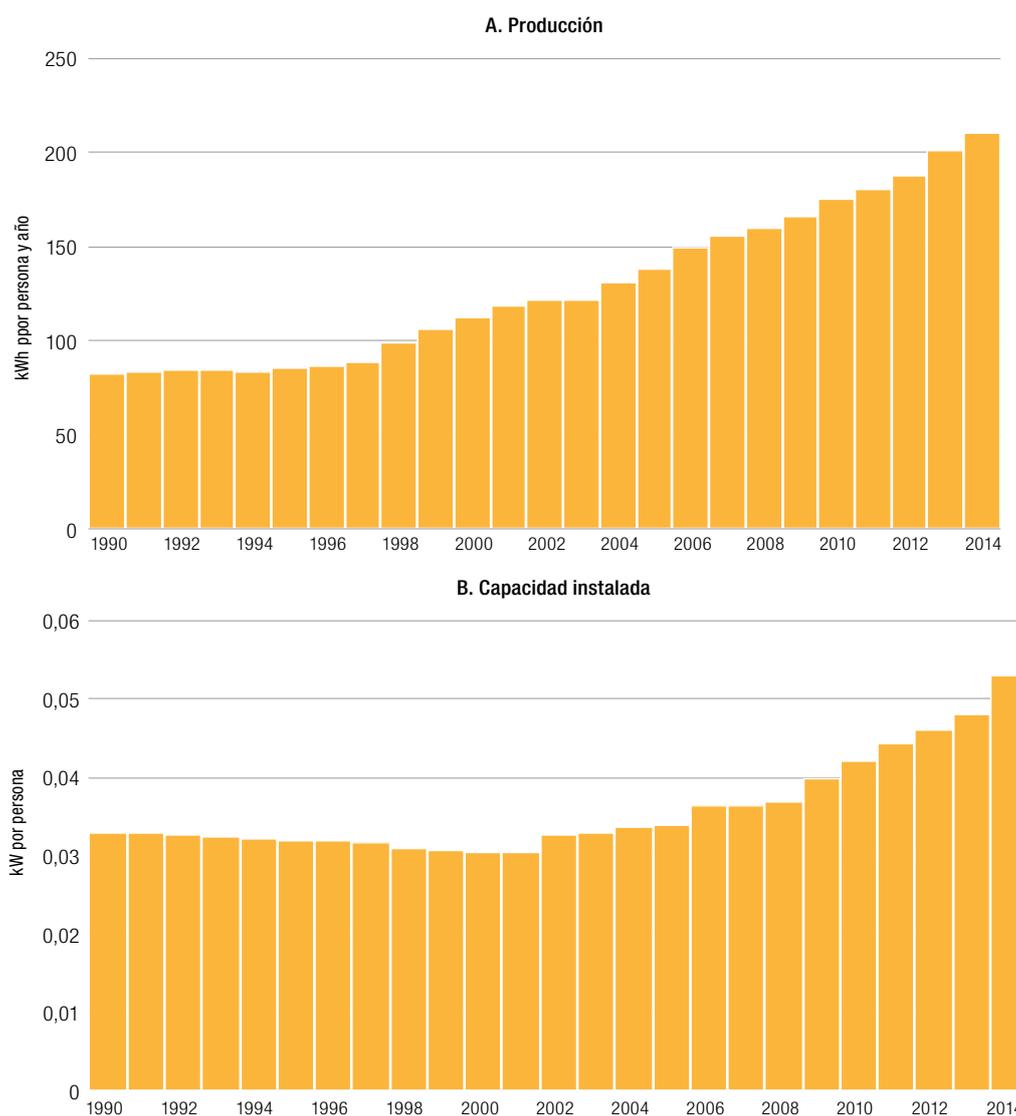
## 5. Producción de electricidad: la brecha de generación de los PMA

Después de haberse estancado durante la mayor parte del decenio de 1990, la producción de electricidad per cápita en los PMA ha crecido considerablemente desde entonces, duplicándose con creces entre 1997 (89 kWh) y 2014 (210 kWh) (figura 1.10A)<sup>9</sup>. Este aumento se derivó de la combinación de un incremento de la capacidad instalada, que casi se duplicó entre 2001 y 2014, pasando de 0,030 kW a 0,053 kW per cápita, tras un descenso progresivo durante el decenio de 1990 (figura 1.10B), y de una amplia mejora en la utilización de esa capacidad, que se reflejó en el aumento del factor de capacidad general, que pasó de alrededor del 30% a casi el 50%.

La reciente expansión de la generación de electricidad también ha sido muy generalizada (figura 1.11): la producción bruta de electricidad creció entre 2004 y 2014 en los 47 PMA, con una tasa mediana de

Figura 1.10

## Producción bruta de electricidad y capacidad instalada per cápita en los PMA (1990-2014)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos del DAES, Energy Statistics Database y base de datos del World Population Prospects: The 2015 Revision (ambas consultadas en febrero de 2017).

crecimiento anual del 4,7% y tasas de dos cifras en varios casos (tanto en exportadores de combustibles fósiles como Angola, el Sudán y Timor-Leste, como en otros PMA, como Bhután, Camboya, Etiopía, Myanmar y Rwanda). La capacidad de generación también se expandió considerablemente durante el mismo período en casi todos los PMA, solo con ligeras disminuciones en el Afganistán, Eritrea y Malawi<sup>10</sup>.

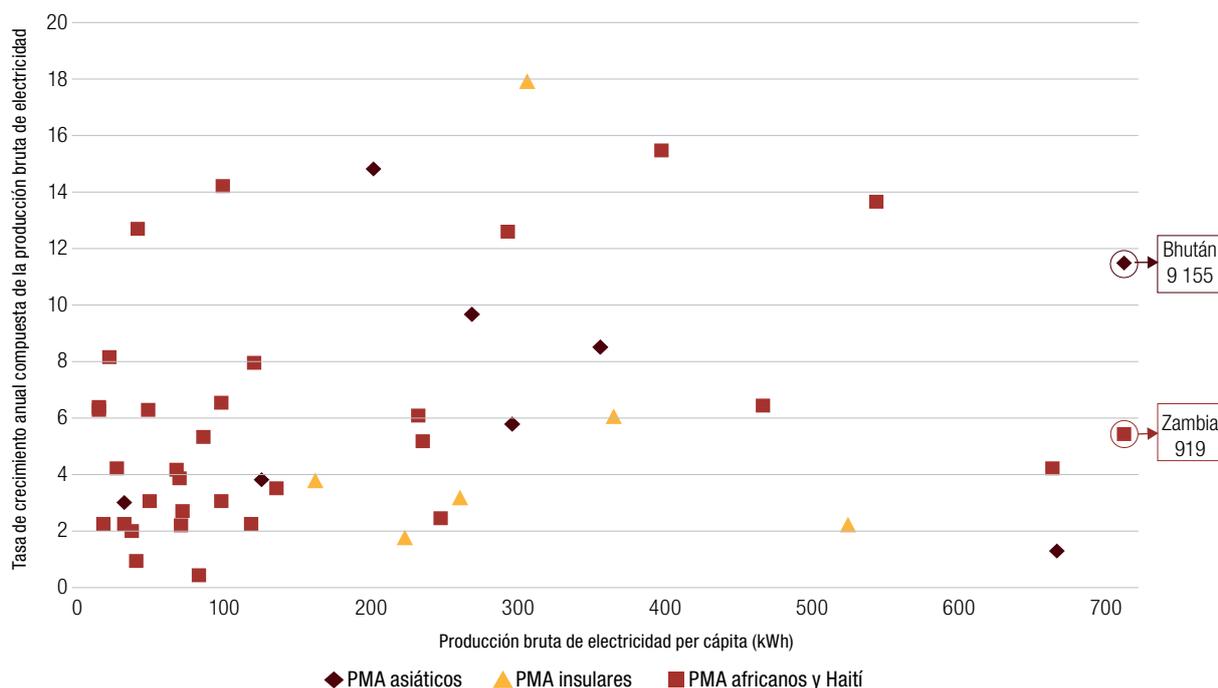
Sin embargo, por muy impresionante que parezca este crecimiento, tanto la tasa de capacidad como la de producción no lograron mantener el ritmo del número de personas con acceso a la electricidad, que se incrementó en un 460% desde 1991 (figura 1.12). Ambas tasas cayeron bruscamente en relación con el número de personas con acceso hasta 1996, y la de capacidad instalada siguió disminuyendo hasta 2008.

Después se recuperaron, pero únicamente de manera lenta y parcial, de modo que, en 2014, la capacidad instalada por persona con acceso apenas alcanzaba la mitad de su nivel de 1991, mientras que la producción de electricidad por persona con acceso representaba una quinta parte de su nivel de 1991.

Del mismo modo, mientras que los aumentos de la capacidad eléctrica y de la capacidad instalada a partir del decenio de 1990 representaron una convergencia hacia el promedio mundial, la parte de la producción mundial de electricidad correspondiente a los PMA seguía siendo de tan solo el 0,8% en 2014, a pesar de que en ellos vive el 13% de la población mundial<sup>11</sup>. Los aumentos también fueron insuficientes para impedir el rápido aumento de la brecha entre los PMA y los OPD (figura 1.13). En 1990, la capacidad instalada per cápita

Figura 1.11

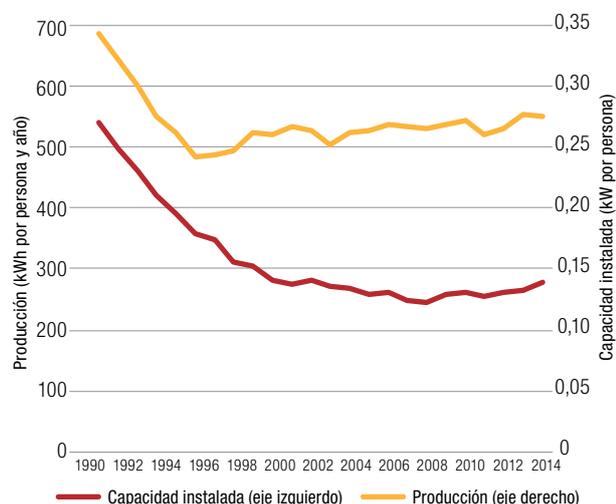
**Producción bruta de electricidad per cápita en los PMA: nivel (2014) y tasa de crecimiento (2004-2014)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos del DAES, Energy Statistics Database (consultada en febrero de 2017).

Figura 1.12

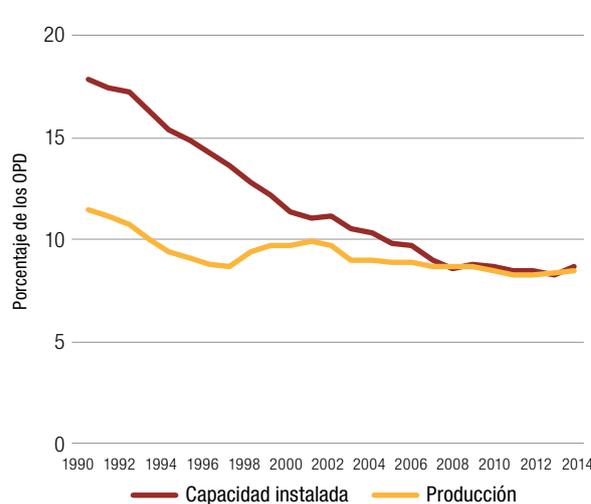
**Producción bruta de electricidad y capacidad instalada por persona con acceso (1990-2014)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos del DAES, Energy Statistics Database y base de datos del World Population Prospects: The 2015 Revision (ambas consultadas en febrero de 2017).

Figura 1.13

**Producción bruta de electricidad y capacidad instalada per cápita en los PMA (1990-2014)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos del DAES, Energy Statistics Database y base de datos del World Population Prospects: The 2015 Revision (ambas consultadas en febrero de 2017).

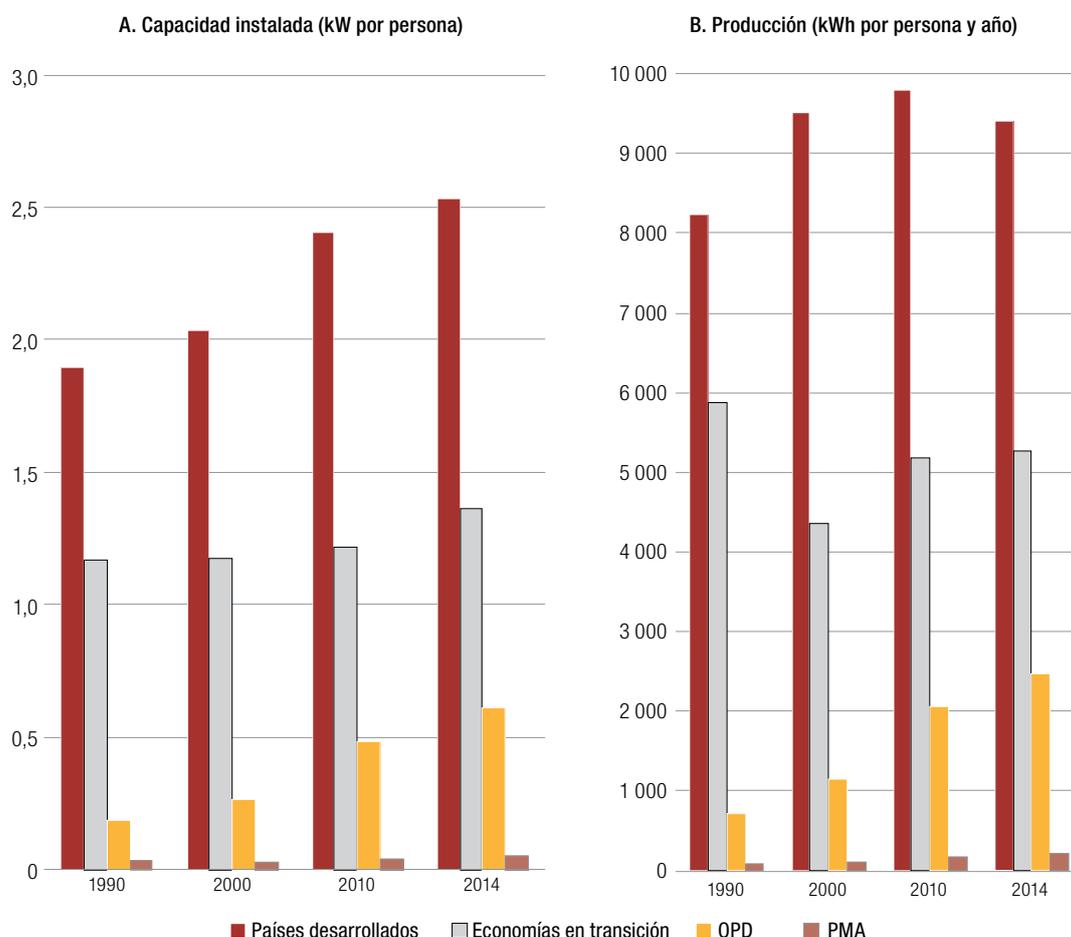
de los PMA representaba el 17,8% del promedio de los OPD, y su producción de electricidad, el 11,5%. En 2014, esas cifras habían disminuido, respectivamente, en más de la mitad, hasta el 8,7%, y en más de una cuarta parte, hasta el 8,5%. Esto representa una brecha muy considerable entre los PMA y los OPD, y la

brecha entre los PMA y los países desarrollados es aún mucho mayor (figura 1.14).

Como se puede observar en la figura 1.11, las cifras generales de producción de electricidad también ocultan una considerable heterogeneidad en los PMA. Únicamente 5 países del grupo (Bhután, Mozambique,

Figura 1.14

**Producción bruta de electricidad y capacidad instalada per cápita de los PMA, los OPD, las economías en transición y los países desarrollados (1990-2014)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos del DAES, Energy Statistics Database y base de datos del World Population Prospects: The 2015 Revision (ambas consultadas en febrero de 2017).

República Democrática Popular Lao, Tuvalu y Zambia) tenían una producción de electricidad superior a 500 kWh por persona y año en 2014, mientras que 20 tenían cifras de entre 100 kWh y 500 kWh, y los otros 22, de menos de 100 kWh (de los cuales 12 tenían una producción de 50 kWh).

## C. La energía y la transformación estructural

### 1. Transformación estructural y capacidades productivas

El concepto de desarrollo no se limita al crecimiento económico. Se refiere, más bien, a una transformación económica estructural, es decir, una transición progresiva de la estructura económica que caracteriza a los PMA (baja productividad general, escasa industrialización y predominio de la agricultura tradicional

y los servicios de bajo valor) a una mayor productividad y un mayor protagonismo de la industria manufacturera y los servicios de mayor valor. El desarrollo no se asemeja tanto al crecimiento de un organismo como a la metamorfosis de una oruga en mariposa: un cambio no solo en la escala de la economía, sino también en su naturaleza (UNCTAD, 2014).

Para llevar a cabo este proceso deben aumentarse los niveles generales de productividad en dos dimensiones, a saber:

- Incrementar la productividad dentro de las actividades económicas existentes.
- Desplazar los recursos productivos de los sectores y actividades cuya productividad es relativamente baja (sobre todo la agricultura tradicional y los servicios de bajo valor, especialmente en el sector informal) a aquellos que tienen una mayor productividad (en particular, la industria manufacturera y los servicios de gran valor).

Para ello es preciso generar de manera constante nuevas actividades dinámicas caracterizadas por una mayor productividad y un aumento de los rendimientos a escala mediante sucesivas olas de introducción y difusión de nuevas actividades económicas, a fin de diversificar la economía y abrirla a actividades y procesos de producción cada vez más intensivos en tecnología y con mayor productividad. No se trata de un resultado pasivo del proceso de crecimiento, sino más bien de un determinante activo del potencial de crecimiento.

La transformación estructural de las economías rurales, mediante un proceso paralelo de modernización agrícola y el desarrollo complementario de actividades rurales no agrícolas, reviste especial importancia en la etapa inicial de desarrollo que caracteriza a los PMA (UNCTAD, 2015a). Habida cuenta de que la población de los PMA es predominantemente rural y sus economías son eminentemente agrarias, este proceso es esencial para lograr una transformación amplia de la economía nacional en su conjunto y para limitar la migración rural-urbana, de manera que los migrantes puedan ser absorbidos productivamente, reduciendo los factores económicos que provocan la migración.

La transformación estructural requiere, en particular, el desarrollo de las capacidades productivas (UNCTAD, 2006), que pueden clasificarse como:

- Recursos productivos (recursos naturales y humanos, y capital financiero y físico).
- Capacidades empresariales (competencias básicas y capacidades tecnológicas).
- Encadenamientos productivos (incluidos los encadenamientos hacia delante y hacia atrás, los flujos de información y recursos, los complejos (*clusters*) productivos, las cadenas de valor mundiales y los vínculos entre empresas de distintos tipos y tamaños).

El cambio estructural y el desarrollo de las capacidades productivas dependen principalmente de la acumulación de capital, mediante la inversión para aumentar las existencias de capital natural, humano y físico; y de la innovación, mediante la introducción de nuevos productos, métodos de producción, equipos y conocimientos.

Si bien el acceso a la energía moderna puede contribuir de manera importante a la transformación estructural (capítulo 2), es evidente que no es suficiente. La falta de acceso a la energía es una de entre varias limitaciones al desarrollo de las capacidades productivas, que incluyen la infraestructura física (para el transporte, la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), el suministro de agua, la eliminación de desechos, etc.); las carencias institucionales (especialmente en relación con las empresas, los sistemas financieros y los sistemas de conocimiento);

y las limitaciones de la demanda (UNCTAD, 2006). Por lo tanto, el éxito de la transformación estructural depende de que se actúe de manera cuidadosamente planeada y coordinada para superar todas esas limitaciones y se tengan en cuenta otras cuestiones esenciales para el desarrollo, en especial la educación y la capacitación, a fin de obtener la base de recursos humanos necesaria; se establezcan instituciones públicas eficaces; y se movilicen mejor los recursos internos.

## 2. (Re)definir el acceso a la energía moderna

En la práctica, como se ha señalado en la introducción de esta sección, el acceso a la energía moderna suele definirse, explícita o implícitamente, como la conexión física de los hogares a la red eléctrica y su uso de combustibles no sólidos y poco contaminantes para cocinar. Sin embargo, esta definición es demasiado limitada y puede inducir a error. En particular, no tiene en cuenta cuestiones relativas a otros agentes distintos de los hogares, la cantidad de energía a la que tienen acceso estos, los atributos del suministro de energía al que tienen acceso o el uso de la energía para fines productivos u otros fines no domésticos (Culver, 2017; Bazilian y otros, 2010).

Más recientemente, sin embargo, se han hecho esfuerzos en el contexto de la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) para ampliar el concepto de acceso a la energía respecto de diversas dimensiones (Bhatia y Angelou, 2015):

- De un enfoque centrado en los hogares a uno que abarca a las empresas y los establecimientos públicos y comunitarios.
- Del suministro de electricidad a la inclusión de los combustibles modernos para cocinar y (donde sea necesario) la calefacción.
- Del acceso a la energía a las tecnologías para su uso (en particular, fogones mejorados y de bajo consumo energético).
- De una definición binaria (tener o no tener acceso) a una secuencial, compuesta por varios niveles de acceso.
- De la conexión o disponibilidad física a la inclusión de los atributos del suministro, como la cantidad, la fiabilidad, la continuidad y la seguridad.
- Del suministro físico a la asequibilidad.
- Del acceso en un momento determinado a una mejora progresiva del acceso a lo largo del tiempo.

La figura 1.15 presenta una versión adaptada de la tipología del acceso a la energía moderna propuesta en un reciente informe de conceptualización publicado por

el Centro de Conocimiento SE4ALL (Bhatia y Angelou, 2015), desarrollando el componente denominado “acceso para usos productivos” en línea con los otros dos componentes basados en lo expuesto en ese informe.

En el mismo informe también se proponen cinco niveles de acceso, definidos por diversos criterios, entre ellos el acceso productivo (Bhatia y Angelou, 2015: cuadro ES.6). Sin embargo, aunque se trata de un paso muy necesario en la dirección correcta, no está claro que los criterios utilizados para definir esos niveles de acceso representen adecuadamente lo que se necesita para lograr la transformación estructural. Esto refleja en gran medida la base del enfoque “del acceso a la energía experimentado por las personas en lugar de por las empresas”, de modo que los datos puedan recopilarse mediante encuestas a los hogares en lugar de a las empresas (Bhatia y Angelou, 2015). Concretamente, los criterios de capacidad son los mismos que para los hogares, mientras que los criterios de disponibilidad son significativamente menos exigentes. El nivel 1 no permite más que alumbrar los espacios y cargar teléfonos, y el nivel 2 un poco más. El criterio de suministro diario del nivel 3 no sería suficiente para utilizar un refrigerador doméstico; e incluso el del nivel más alto (5) está muy por debajo de la energía necesaria para utilizar un horno doméstico. Estos umbrales no parecen ser suficientes para atender las necesidades de electricidad del tipo de actividades productivas necesarias para lograr una transformación económica sustancial; y la fiabilidad, la calidad, la asequibilidad, la conveniencia y la seguridad no se tienen en absoluto en cuenta por debajo del nivel 4. Unos umbrales tan relativamente poco exigentes parecen estar orientados a un proceso de desarrollo caracterizado

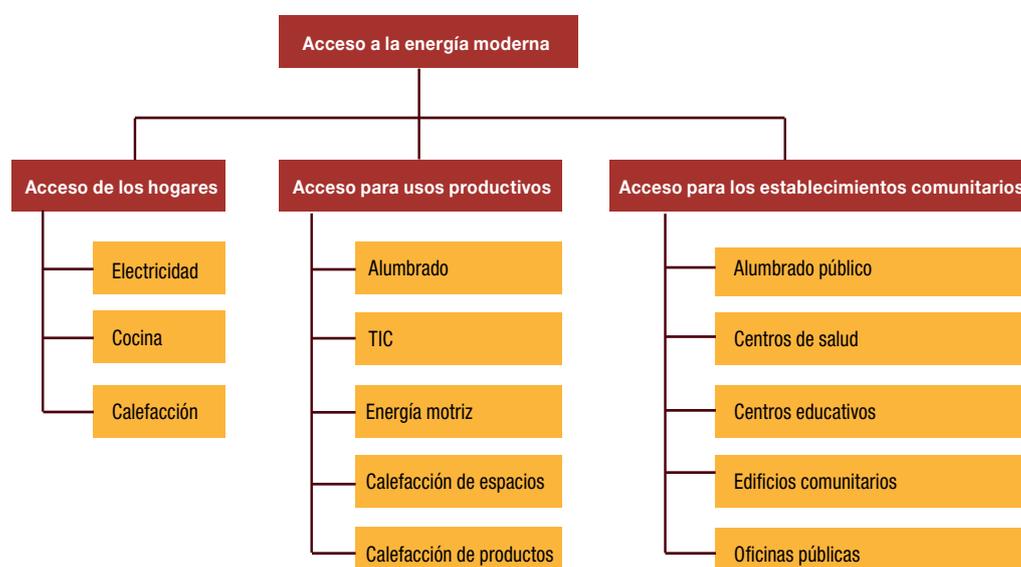
## El acceso de los sectores productivos a la “energía para la transformación estructural” es importante, así como el acceso universal de los hogares

por la proliferación de microempresas familiares, y pueden ofrecer algunas ventajas en este contexto. Un proceso de ese tipo suele surgir cuando la falta de oportunidades de empleo o unos ingresos agrícolas insuficientes empujan a las personas a convertirse en “empresarios por necesidad” recurriendo a actividades de supervivencia de baja productividad en el sector informal. Sin embargo, aunque esa descripción es característica de la situación actual de muchos PMA, para lograr los ODS hará falta un proceso de desarrollo mucho más transformador en los PMA, basado en el crecimiento dinámico de empresas dirigidas por “empresarios por elección propia” que generen oportunidades de empleo productivo y que, en última instancia, puedan constituir la base de un sector formal dinámico (UNCTAD, 2015). Es probable que ello requiera un marco mucho más exigente para el acceso a la energía con fines productivos.

Dado que las limitaciones prácticas de la recopilación de datos podrían restringir el seguimiento del acceso a la energía a este marco, es importante que las políticas se orienten hacia una concepción mucho más ambiciosa del acceso para el uso productivo: lo que podría denominarse el “acceso a la energía para la transformación estructural de la economía”. Este concepto se examina con más

Figura 1.15

### Tipología del acceso a la energía moderna



Fuente: Adaptado por la secretaría de la UNCTAD de Bhatia y Angelou (2015), figura ES.1 y capítulo 9.

---

**El acceso a la energía puede promover la transformación estructural mediante impactos directos, efectos secundarios, sinergias y efectos de retroacción**

---

detalle en el capítulo 2. En particular, debe prestarse la debida atención a las necesidades energéticas de las empresas, además de las de los hogares. Incluso en el caso de los hogares que realizan actividades productivas, puede ser preciso disponer de normas más exigentes respecto de la capacidad, la disponibilidad y la fiabilidad para evitar que la energía constituya una limitación del potencial productivo.

### **3. La energía para la transformación estructural antes de la electrificación**

Al igual que los ODS en su conjunto, el acceso universal a la energía moderna es un objetivo inmensamente ambicioso, y en los PMA lo es más que en ningún otro lugar. Aunque se logre el acceso universal en 2030 –lo cual dista mucho de estar garantizado–, muchos hogares no tendrán acceso a la energía moderna durante los próximos 13 años. Eliminar la restricción que el acceso limitado a la energía impone al desarrollo económico y a la transformación estructural exige, por lo tanto, que se tengan en cuenta las necesidades energéticas de las empresas productivas antes que el acceso a la electricidad (Karekezi, 2002). Esto es de particular importancia en las zonas rurales, ya que es en ellas donde la falta de acceso a la electricidad representa el mayor obstáculo para la transformación estructural.

Las necesidades energéticas de muchas empresas rurales se refieren a la energía motriz, mecánica o térmica, que puede ser suministrada mediante tecnologías no eléctricas antes de que se disponga de electricidad. Los combustibles sólidos (leña y carbón vegetal) desempeñan un papel importante, pues a menudo se usan como fuente de energía en panaderías, restaurantes, puestos de comida, fábricas de cerveza y forjas, así como para la fabricación de ladrillos (Schure y otros, 2010). Pueden realizarse grandes avances utilizando fogones mejorados y de menor consumo de combustible, fogones, estufas, hornos y calentadores de agua solares, y tecnologías para fines más específicos, como los túneles solares para el secado de productos agrícolas. Las tecnologías potencialmente importantes para la energía motriz y mecánica incluyen, entre otras, la tracción animal (en la agricultura), las bombas eólicas o hidráulicas (por ejemplo, para el riego) y los equipos hidráulicos en la industria de elaboración de alimentos, mientras que los

frigoríficos de evaporación pueden permitir refrigerar alimentos sin tener acceso a la electricidad.

Una gran parte de esas tecnologías también se pueden producir localmente, lo que permite adaptarlas a las necesidades y preferencias locales, así como contribuir de manera significativa a la creación de empleo, la transformación estructural y la diversificación de las economías rurales.

Iniciativas como el programa de plataformas multifuncionales que ejecuta en varios países africanos el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) también pueden aportar una contribución. Las plataformas multifuncionales consisten en un pequeño motor diésel o biodiésel instalado en una plataforma, gestionada comercialmente en cada aldea por cooperativas de mujeres, que acciona directamente diversos equipos de fresado, descascarillado, prensado, etc., o genera electricidad para cargar baterías de iluminación, bombas de agua y equipos productivos como perforadoras y sierras.

### **4. Los mecanismos que conectan la energía con la transformación estructural**

El sector energético es una parte importante de la economía por derecho propio. Esto es evidente en el caso de los PMA exportadores de combustible, cuya producción de combustibles fósiles contribuye en gran medida a los ingresos nacionales, la balanza de pagos y las finanzas públicas; y en menor medida, pero de manera sustancial, en el caso de países exportadores de electricidad como Bhután y la República Democrática Popular Lao (capítulo 2). Pero incluso en otros PMA, el sector de la energía es una fuente importante de valor añadido y empleo. Su expansión, a medida que se incrementa la producción de electricidad y el acceso a esta, representa, pues, una parte significativa de la transformación estructural por derecho propio; y la transición de la biomasa tradicional a las formas modernas de energía representa una mejora considerable dentro del sector, pasando de actividades predominantemente de baja productividad (recogida, procesamiento y distribución de combustibles tradicionales) a actividades de mucha mayor productividad (producción y distribución de electricidad y combustibles modernos).

Sin embargo, el papel que desempeña la energía como promotora de la transformación estructural del conjunto de la economía va mucho más allá de la contribución directa que realizan el empleo y la producción en el propio sector energético. Ese papel puede dividirse en cuatro grandes categorías de efectos: impactos directos del acceso a la energía, efectos secundarios, sinergias y efectos de retroacción.

Los **impactos directos** son los efectos del uso de la energía o el acceso a esta en la composición sectorial de la producción y en la productividad dentro de las actividades. El acceso a la electricidad, en particular, puede tener un gran impacto directo en la transformación estructural de la economía, especialmente permitiendo:

- Adoptar tecnologías de producción que incrementen la productividad laboral dentro de las actividades existentes.
- Producir nuevos bienes y servicios que de otro modo no serían viables.
- Prolongar o flexibilizar la jornada laboral de los trabajadores y las empresas mediante el uso de la luz eléctrica.

Los **efectos secundarios** son aquellos que se producen a raíz de la creación de servicios auxiliares y de apoyo o del aumento de su eficiencia. Estos efectos también pueden ser importantes, tanto para la economía en su conjunto —como en el caso de los servicios de apoyo a las empresas, cuyo desarrollo puede verse facilitado por la mayor penetración de las TIC a raíz de la electrificación— como para distintos sectores. En la agricultura, por ejemplo, el acceso a la refrigeración puede aumentar en gran medida la eficiencia agrícola reduciendo las pérdidas de productos después de su cosecha, mientras que las bombas eléctricas, hidráulicas o eólicas pueden facilitar el riego.

Tanto los impactos directos como los efectos secundarios dependen de la escala, la continuidad y la fiabilidad del suministro eléctrico, así como del acceso.

Las **sinergias** con la transformación estructural se derivan de la propia producción de energía moderna o de las medidas para reducir el uso de la biomasa, algunas de las cuales también pueden contribuir sustancialmente a la transformación estructural. Estas sinergias se manifiestan sobre todo en el sector agrícola: la generación de energía hidroeléctrica convencional puede permitir el riego, mientras que la producción de biogás puede producir abono orgánico como subproducto; tanto aquel como este contribuyen a aumentar la productividad agrícola. Del mismo modo, la reducción del uso de residuos de cultivos para fines energéticos permite utilizarlos para fertilizar y recuperar el suelo agrícola. Además de evitar o reducir el costo financiero que supone comprar fertilizantes minerales, ese uso de materia orgánica proporciona una gama mucho más amplia de nutrientes, que incluyen en particular el carbono orgánico esencial para los microorganismos que

---

## La energía desempeña un papel importante en la transformación estructural, la sostenibilidad, la inclusividad y la reducción de la pobreza

---

mejoran el ciclo de nutrientes (Sanchez, 2002; Modi y otros., 2005: recuadro 6.1).

Otros ejemplos de sinergias más allá del sector agrícola incluyen el uso de los lagos y embalses creados por las grandes represas hidroeléctricas para actividades de ocio o turísticas; y la producción local de fogones mejorados y de menor consumo energético.

Los **efectos de retroacción** son los efectos positivos para la transformación estructural que se derivan a largo plazo de los efectos del acceso a la energía moderna en la pobreza, la sostenibilidad ambiental y la inclusividad<sup>12</sup>:

- La reducción del tiempo dedicado a la recogida de leña y a las actividades domésticas libera tiempo que puede dedicarse a actividades productivas.
- Las mejoras en la salud (gracias a la reducción de la contaminación del aire ambiente e interior, la electrificación de los centros sanitarios, el aumento del acceso a la información y el incremento del tiempo de descanso y esparcimiento) aumentan la productividad laboral.
- Las mejoras en la educación (gracias a una mejor salud infantil, la reducción del tiempo dedicado a la recogida de combustible y la electrificación de las escuelas) aumentan la formación de capital humano y la futura productividad laboral.
- La reducción de la pobreza económica puede reforzar estos efectos mejorando aún más la salud y la educación.
- El uso más sostenible de los recursos forestales puede aumentar la contribución económica del sector forestal a largo plazo.
- La reducción de la contaminación del aire ambiente en las zonas rurales mediante un menor uso de la biomasa puede mejorar la productividad agrícola, especialmente en las proximidades de los hogares.

Si bien estos efectos están sujetos a plazos temporales muy largos e inciertos, por lo que es poco probable que se reflejen en los análisis empíricos de la energía y la transformación estructural, su contribución a largo plazo a la transformación estructural puede ser considerable.

## D. Energía, sostenibilidad e inclusividad

Para la Agenda 2030, la sostenibilidad y la inclusividad son tan fundamentales como el desarrollo económico. Sin embargo, la transformación estructural y el desarrollo de las capacidades productivas de los PMA no garantizarán, por sí mismos, la inclusividad. Del mismo modo, si bien son fundamentales para promover la sostenibilidad económica del desarrollo y la erradicación de la pobreza, es necesario prestar más atención a otras dimensiones de la sostenibilidad en las esferas ambiental, financiera, social y política.

Por lo tanto, integrar esas dimensiones es vital para lograr un enfoque coherente de la consecución de los ODS. Este objetivo proporciona la base del marco PErSIST (Erradicación de la Pobreza mediante una Transformación Estructural Sostenible e Inclusiva) (recuadro 1.2), que tiene por objeto elaborar un marco integral y coherente para evaluar las necesidades y políticas de desarrollo de los PMA en el nuevo y diferente contexto que presenta la Agenda 2030.

### 1. Energía, sostenibilidad ambiental y cambio climático

A nivel mundial, la cuestión clave en materia de energía y desarrollo sostenible es el cambio climático. Sin embargo, los PMA tienen muy bajas emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la generación de electricidad y del uso industrial de combustibles fósiles, las principales fuentes de emisiones a nivel mundial. De ellos, 42 figuraban entre los 50 países con el nivel más bajo de emisiones per cápita en 2014, y su nivel mediano de emisiones per cápita no llegaba a la cincuentava parte del de algunos países desarrollados y principales exportadores de petróleo (Boden y otros, 2017).

No obstante, la mayoría de los PMA se han fijado metas extremadamente ambiciosas de reducción de las emisiones en su contribución prevista determinada a nivel nacional (CPDN) en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Australian-German Climate and Energy College, 2016). Tres cuartas partes (35) de los PMA se han fijado metas que implican una reducción de sus emisiones de GEI per cápita con respecto a su nivel de 2010 de aquí a 2030; la mitad de ellos, entre un 14% y un 48% (con exclusión del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura). Si todos los países cumplieran su CPDN, 32 PMA aparecerían en 2030 en un lugar inferior al que ocupaban en 2010 en la lista de países ordenados por emisiones per cápita, y el número de PMA incluidos en los 30 países

con las emisiones per cápita más bajas del mundo aumentaría de 21 a 24<sup>13</sup>.

Para algunos PMA, en particular los productores de combustibles fósiles, es probable que la generación de electricidad basada en combustibles fósiles desempeñe un papel importante en la extensión de la red, lo cual aumentará sus emisiones de GEI (aunque las soluciones independientes de la red basadas en la generación renovable serán más apropiadas en muchas zonas rurales, como se examina en el capítulo 3). Sin embargo, esos aumentos pueden compensarse en principio con reducciones de las emisiones gracias a un mayor acceso a los combustibles modernos o la adopción de fogones de menor consumo de combustible para reducir el uso de la biomasa tradicional. Mientras que las emisiones de carbono derivadas de la combustión de maderas muertas son compensadas por las que habrían surgido de su descomposición, esto no ocurre cuando se talan árboles o se corta leña de árboles vivos, lo que suele ser más frecuente en el suministro de las zonas urbanas. Además, otras emisiones (de carbono negro (hollín), metano, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles) representan entre el 58% y el 66% del total del forzamiento del clima (Ballis y otros, 2015), y solo se producen si se quema la madera. Por lo tanto, la reducción neta de las emisiones de GEI resultante de la disminución de la combustión de biomasa tradicional es sustancial.

La gran proporción de las emisiones de GEI de los PMA que corresponde a la biomasa tradicional implica que su sustitución a gran escala por combustibles modernos podría lograr una reducción significativa del conjunto de sus emisiones. Las emisiones de GEI procedentes de la leña de los 37 PMA sobre los que se dispone de estimaciones suman entre 260 y 390 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, aproximadamente el 30% del total mundial procedente de esa fuente. Esas emisiones representan entre el 20% y el 50% del total de las emisiones en Burkina Faso, Gambia, Guinea-Bissau, Malawi, Mozambique, la República Unida de Tanzania y Somalia; y entre el 50% y el 80% en Bhután, Burundi, Eritrea, Etiopía, Haití, Lesotho, Liberia, Nepal, Rwanda y Uganda (Ballis y otros, 2015).

La combustión de biomasa tradicional es también una fuente importante de contaminación del aire ambiente (exterior) y, particularmente, en los lugares cerrados (interior), y, de entre los principales riesgos para la salud, representa respectivamente los lugares sexto y octavo a nivel mundial (Forouzanfar y otros, 2016). Tanto el grado de exposición como las repercusiones para la salud son especialmente elevados en los PMA no insulares<sup>14</sup>, dos tercios de los cuales se encuentran entre el tercio más alto de todos los países en cuanto

### Recuadro 1.2. El marco PErSIST

El marco PErSIST (Erradicación de la Pobreza mediante una Transformación Estructural Sostenible e Inclusiva) representa un intento, por una parte, de adaptar la focalización tradicional de la UNCTAD en la transformación económica estructural al mayor hincapié que se hace en los pilares social y ambiental del desarrollo sostenible en la Agenda de 2030; y, por otra parte, de destacar y explicitar más la importancia esencial de la transformación estructural de la economía para alcanzar los ODS en los PMA.

El marco PErSIST comprende cuatro elementos estrechamente relacionados entre sí:

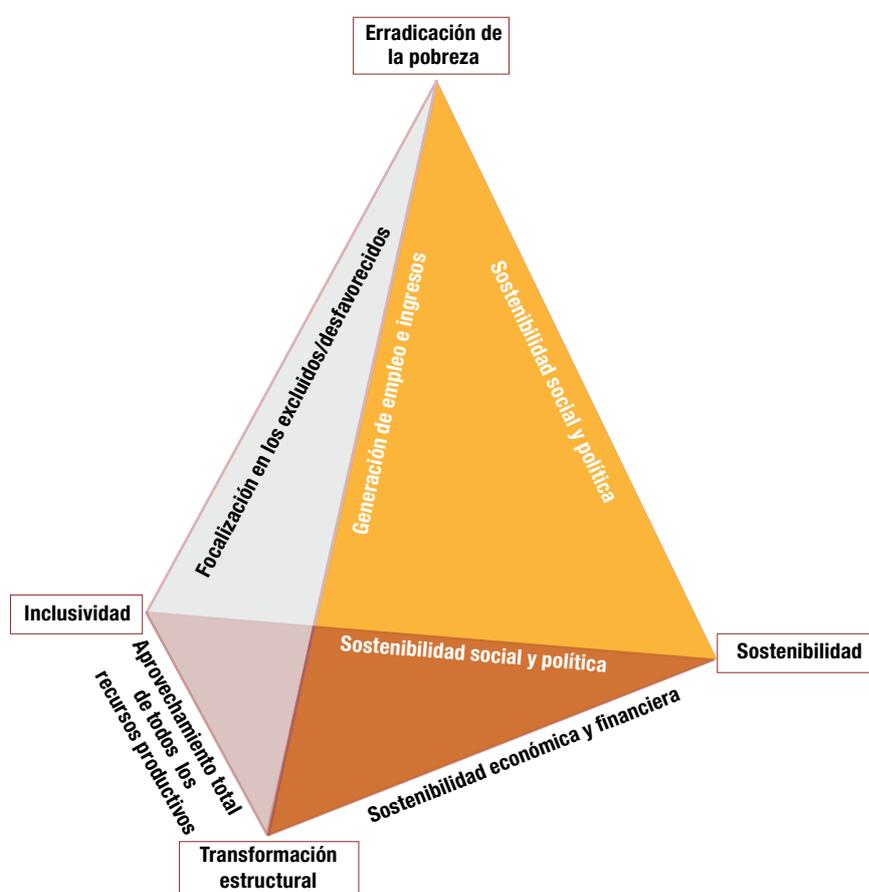
- La **transformación estructural** de la economía mediante el desarrollo de las capacidades productivas (sección C1).
- La **erradicación de la pobreza**, que abarca la pobreza económica (lo cual destaca la necesidad del pleno empleo con ingresos por encima del umbral de pobreza), la pobreza de tiempo y la pobreza multidimensional, a partir del enfoque de capacidades (Nussbaum y Sen, 1993) en que se basa el índice de desarrollo humano elaborado por el PNUD.
- La **inclusividad**, que implica igualdad de oportunidades económicas y la equidad de resultados para todos, independientemente del género, la residencia rural o urbana, la edad (incluidos los jóvenes y los ancianos), la raza y la etnia, incluidas las personas con discapacidades y enfermedades crónicas, los refugiados y los desplazados.
- La **sostenibilidad**, definida ampliamente para incluir no solo la sostenibilidad ambiental (basada en el concepto de servicios ecosistémicos y distinguiendo entre la sostenibilidad de las estrategias nacionales y las externalidades ambientales mundiales), sino también la sostenibilidad económica, financiera, social, política y funcional<sup>a</sup>.

El marco destaca una serie de requisitos para el desarrollo sostenible (según la definición de los ODS) dentro de cada uno de estos ámbitos (cuadro de recuadro 1.3), al tiempo que hace hincapié en la interdependencia crítica de los distintos elementos (figura de recuadro 1.2).

El marco PErSIST y su aplicación a la energía se analizan en un documento de antecedentes preparado para el presente Informe.

Figura de recuadro 1.2

#### El marco PErSIST: Interdependencia de los componentes principales



<sup>a</sup> La sostenibilidad funcional se define, en el marco PErSIST, como la capacidad de los sistemas, establecimientos, instalaciones, equipos, etc., de permanecer plenamente operativos a largo plazo.

Recuadro 1.2 (continuación)

## Cuadro de recuadro 1.3

## El marco PERsIST: principios clave

Componente		Condiciones
<b>Transformación estructural</b>		Aumento de la productividad en los sectores económicos
		Desplazamiento de los recursos productivos de los sectores y actividades con menor productividad a los de mayor productividad
<b>Transformación estructural sostenible e inclusiva</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Nacional</b> El uso de los recursos y los impactos ambientales deben permanecer dentro de unos límites sostenibles (a nivel nacional), definidos como un nivel de uso de los servicios ecosistémicos que no perjudique las capacidades de las generaciones futuras, o deben reducirse gradualmente hasta entrar dentro de esos límites
		<b>Externas globales</b> Generación de externalidades ambientales globales, plenamente respaldadas por una financiación externa adicional y por la transferencia de tecnología
	<b>Económica</b>	Transformación estructural
		Uso eficaz del producto de la explotación de los recursos no renovables para promover el proceso de desarrollo general, a fin de reducir la dependencia de dichos recursos
	<b>Financiera</b>	Los servicios esenciales prestados con carácter comercial deben generar una tasa de rentabilidad adecuada, garantizando al mismo tiempo su asequibilidad para los usuarios, incluidos los que se encuentran por debajo del umbral de pobreza
		Los costos recurrentes para el sector público derivados del proceso de desarrollo no deben exceder de su capacidad financiera
		Limitación del pasivo del sector público, incluido el pasivo contingente, en función de la capacidad para atenderlo
		El pasivo externo no debe exceder la capacidad a largo plazo del país para atenderlo
	<b>Funcional</b>	La dependencia de la AOD debe reducirse gradualmente con el tiempo
		Los sistemas, establecimientos, instalaciones, equipos, etc., deben permanecer plenamente operativos a largo plazo
<b>Social/política</b>	El proceso de desarrollo no debe mermar la estabilidad política, y debe minimizarse el riesgo de tensiones sociales (por ejemplo, como consecuencia del aumento de la desigualdad vertical u horizontal o de los graves costos económicos, humanos o sociales resultantes para determinadas zonas o determinados grupos de población)	
<b>Pobreza</b>	<b>Económica</b>	Pleno empleo, con un nivel mínimo de productividad laboral suficiente para generar ingresos por encima del umbral de pobreza, teniendo en cuenta el tamaño y la composición de los hogares y la parte del valor añadido correspondiente a la mano de obra
	<b>De tiempo</b>	Limitación del tiempo dedicado al trabajo (incluido el trabajo doméstico) para permitir un tiempo suficiente de descanso y esparcimiento
	<b>Multidimensional</b>	Un nivel mínimo de ingresos horarios suficiente para que todos los hogares lleguen al umbral de pobreza, limitando al mismo tiempo la jornada laboral de manera que se disponga de tiempo suficiente para el descanso, el esparcimiento y las actividades reproductivas
Creación de un entorno político, social y económico propicio para que los recursos materiales mejoren las capacidades		
<b>Inclusividad</b>	Incremento gradual de los ingresos y las capacidades de todos los grupos desfavorecidos en relación con el resto de la población y los grupos favorecidos identificables	
	Reducción gradual de la desigualdad vertical en la distribución de la riqueza y los ingresos	

Fuente: Woodward (de próxima aparición).

al grado de exposición, mientras que la carga de morbilidad conexas es, en promedio, dos veces mayor en los PMA no insulares que en los OPD.

La diferencia entre los PMA y los OPD es aún mayor en lo que respecta a la contaminación del aire interior, a la que contribuye en primer lugar la biomasa tradicional. Treinta y nueve de los 45 países en desarrollo con la mayor carga sanitaria son PMA, que en promedio sufren un impacto sanitario diez veces mayor que el de los OPD. Los efectos sobre la salud pueden reducirse cambiando de la biomasa tradicional a los combustibles modernos o utilizando fogones mejorados, aunque puede que estos últimos no reduzcan la contaminación

del aire interior por debajo del umbral en el que se reducen sustancialmente los riesgos para la salud (Tielsch y otros, 2016; Mortimer y otros, 2017).

Aunque el papel que desempeña en la deforestación no es muy importante, el uso de leña es una causa potencialmente importante de degradación forestal (al reducir la densidad de biomasa dentro de los bosques), que puede contribuir posteriormente a la deforestación, además de tener implicaciones directas sustanciales para el cambio climático (Hosonuma y otros, 2012). En general, los bosques representan entre el 10% y el 50% de la superficie de los PMA, y la gran mayoría de ellos experimentan un grado

significativo de deforestación, con reducciones de la superficie forestal entre 1990 y 2010 que, en general, se situaron entre el 5% y el 25% aproximadamente. La producción de leña representa entre el 85% y el 95% de la producción total de madera en los PMA (FAO, 2011: cuadros 2 y 4; FAO, 2014: anexo 3). En los PMA más afectados de África Oriental y Asia Meridional, y en Haití, se estima que menos del 50% de la leña utilizada para combustible es reemplazada por el crecimiento natural (Baillis y otros, 2015).

El suministro de leña a las zonas urbanas, al ser mayor en escala y de carácter más comercial que la recogida de leña para uso doméstico en las zonas rurales, da lugar a una extracción de madera más intensiva que contribuye a la degradación forestal en un radio de 200 a 300 km alrededor de ciudades importantes como Bamako, Yamena y Kinshasa (Hansfort y Mertz, 2011; van der Plas y Abdel-Hamid, 2005; Schure y otros, 2010).

Así pues, integrar un mayor acceso a la electricidad con un uso más eficiente de la biomasa y el acceso a los combustibles modernos en el marco de una agenda más general de acceso universal a la energía moderna puede generar sinergias, más que un conflicto, entre el acceso a la energía y los objetivos ambientales. No solo los incrementos potenciales de las emisiones de GEI derivadas del aumento de la generación de electricidad se ven limitados por el uso de tecnologías renovables, sino que también se ven compensados por la reducción de las emisiones y el menor grado de deforestación y degradación forestal derivados del menor uso de la biomasa tradicional.

Sin embargo, para ello es necesario, en parte, que el acceso a la energía aumente los ingresos a través de la transformación estructural de la economía. En muchos casos, cuando los hogares acceden por fin a combustibles modernos, solo sustituyen parcialmente la biomasa tradicional, lo cual se conoce como “almacenamiento de combustible” (Sepp, 2014; Sepp y otros, 2014). Para lograr una reducción decisiva del uso de la biomasa tradicional es preciso que la disponibilidad de combustibles modernos vaya acompañada de mayores ingresos (Nilsson y otros, 2012; Pachauri y otros, 2012; Sepp, 2012, 2014). También depende del acceso a la financiación externa, la transferencia de tecnología y el apoyo técnico necesarios para facilitar la adopción de las tecnologías de energía renovables, como se analiza en los siguientes capítulos.

## 2. Energía, inclusión y pobreza

El principio básico de la Agenda 2030 es el de la inclusividad —“no dejar a nadie atrás”—, que se aplica

---

### El acceso a la energía moderna puede reducir la pobreza mediante sus efectos en la creación de empleo, la productividad y la transformación estructural

---

tanto al acceso universal a la energía moderna como a otros ODS. El acceso universal entraña el acceso de todos los grupos demográficos socialmente excluidos o desfavorecidos, independientemente de si se definen por edad (jóvenes y ancianos), género, raza, etnia, religión o residencia, y abarca también a las personas con discapacidades y enfermedades crónicas, los pueblos indígenas, los migrantes, los refugiados y los desplazados. El acceso a la energía reviste una importancia particular desde el punto de vista de la brecha rural-urbana (sección B3).

El acceso a la energía moderna también puede reducir la pobreza en varias dimensiones. La relación bidireccional entre la pobreza económica y el acceso limitado a los servicios energéticos básicos puede dar lugar a un círculo vicioso de pobreza energética que contribuye a que los pobres sigan siendo pobres (Karekezi y otros, 2012) en muchos aspectos, un círculo vicioso en el que las personas que carecen de acceso a una energía menos contaminante y más asequible se ven a menudo atrapadas en un ciclo de privación, ingresos más bajos y menos medios para mejorar sus condiciones de vida, mientras que al mismo tiempo deben gastar cantidades significativas de sus escasos ingresos en formas costosas e insalubres de energía que les proporcionan servicios de mala calidad o poco seguros. El acceso a opciones energéticas menos contaminantes y más asequibles es esencial para mejorar los medios de vida de los pobres en los países en desarrollo. El vínculo entre energía y pobreza queda demostrado por el hecho de que los pobres de los países en desarrollo constituyen el grueso de los 2.700 millones de personas que, según se calcula, dependen de la biomasa tradicional para cocinar y la abrumadora mayoría de los 1.400 millones de personas que carecen de acceso a la electricidad conectada a la red. La mayoría de las personas que todavía dependen de la biomasa tradicional viven en África y en Asia Meridional. El acceso limitado a servicios energéticos modernos y asequibles es un factor que contribuye de manera importante al nivel de pobreza de los países en desarrollo, especialmente en África Subsahariana y en algunas partes de Asia. El acceso a las formas modernas de energía es esencial para superar la pobreza, promover el crecimiento económico y las oportunidades de empleo, fomentar la prestación de

## El acceso a la energía moderna puede empoderar a las mujeres para que participen de manera más eficaz en la transformación estructural

servicios sociales y, en general, promover el desarrollo humano sostenible. También es un insumo esencial para alcanzar la mayoría de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. El acceso a la energía se ve limitado por la falta de ingresos, pero a su vez limita los ingresos al reducir las oportunidades económicas, la productividad, los presupuestos de tiempo y la movilidad, especialmente en las zonas rurales.

El principal efecto del acceso a la energía moderna en la pobreza económica se produce por su contribución a la creación de empleo, el aumento de la productividad y la transformación estructural<sup>15</sup>. Sin embargo, el efecto neto depende del equilibrio entre los efectos de creación de empleo, el aumento de la intensidad de capital de la producción derivado del mayor uso de equipo mecánico en la producción y la reducción de las oportunidades de ingresos que brinda el suministro de leña, especialmente en las zonas urbanas. Así pues, la promoción de resultados favorables para el mercado de trabajo es una cuestión clave en relación con el acceso a la energía moderna, especialmente en el contexto de la Agenda 2030.

Para muchos hogares, especialmente en las zonas rurales, el acceso a la energía moderna también tiene importantes implicaciones para la pobreza de tiempo, debido al tiempo que dedican a la recogida de biomasa tradicional, particularmente leña (Woodward, de próxima aparición). La reducción del consumo de biomasa puede liberar tiempo, ya sea para dedicarlo a actividades generadoras de ingresos (si existen oportunidades) o al descanso y el recreo.

Los beneficios para la salud derivados de la reducción de la contaminación del aire interior también son importantes (sección E2); y la educación también puede salir beneficiada por el mayor acceso a la información (a través de la radio, la televisión y las TIC), el aumento del tiempo de que disponen los niños por no tener que recolectar combustible y la posibilidad de estudiar por la noche. De la electrificación de los establecimientos pueden derivarse otros beneficios para la salud y la educación, y en las zonas rurales puede propiciar una mejor capacidad de retención de los profesionales de la salud y los docentes. Estos efectos se reflejan en una correlación positiva entre el acceso a la electricidad y el índice de desarrollo

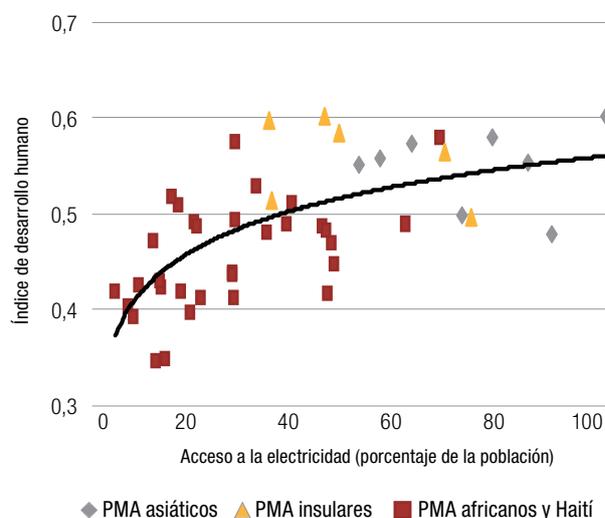
humano en los PMA (figura 1.16). Así pues, el acceso limitado a la energía es un importante mecanismo que potencia el círculo vicioso de subdesarrollo económico y humano que limita el desarrollo de los PMA (UNCTAD, 2014: 47, gráfico 20).

Muchos de estos efectos, en particular la exposición a la contaminación del aire interior y la pobreza de tiempo, varían significativamente según el género, que es otra dimensión importante de la inclusividad. Sin embargo, los aspectos de género de estas cuestiones suelen ser objeto de simplificaciones y generalizaciones indebidas. Esto pone de relieve la complejidad de las cuestiones de género, cuya dependencia crítica de la cultura local obliga a tener muy en cuenta el contexto específico.

Aunque en muchos casos las mujeres soportan una parte desproporcionada de la carga de tiempo que supone la recogida de leña, los datos de los PMA indican que esta pauta no es en absoluto tan universal o tan pronunciada como a veces se supone<sup>16</sup>. También parece limitarse a los adultos en las zonas rurales, y presenta grandes diferencias locales y estacionales. Los análisis nacionales indican que la cantidad total de tiempo dedicado a la recolección de leña es relativamente pequeña (entre 8 y 32 minutos por persona al día, incluso entre las mujeres rurales); pero la carga de tiempo es mucho mayor en determinados lugares y para la minoría de personas que se dedican a la recolección de leña.

Figura 1.16

### Acceso a la electricidad e índice de desarrollo humano de los PMA (2014)



Fuente: Banco Mundial, base de datos Indicadores de Desarrollo Mundial, y PNUD, base de datos del Índice de Desarrollo Humano (consultadas en junio de 2017).

Nota: La línea continua indica la tendencia logarítmica de todas las observaciones.

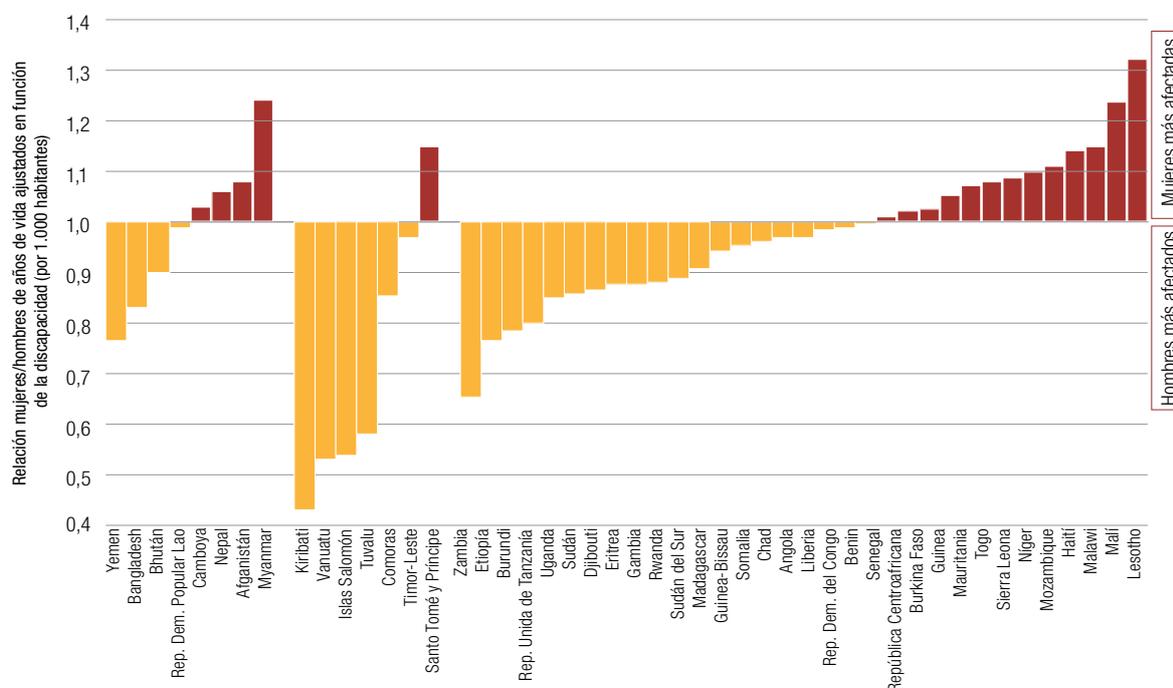
Los efectos menos directos del acceso a la energía en el tiempo dedicado a otras actividades domésticas pueden ser de mayor importancia. La falta de acceso a la electricidad y las carencias de servicios básicos en general pueden reforzar las diferencias de género en el uso del tiempo en los hogares y en la asignación del trabajo, al aumentar el tiempo necesario para las actividades domésticas que tradicionalmente realizan las mujeres. Por ejemplo, el acceso a combustibles modernos o a fogones de biomasa mejorados puede reducir los tiempos de cocción; el acceso a la electricidad en el hogar puede reducir el tiempo de preparación de los alimentos al permitir la elaboración mecanizada<sup>17</sup>; y la disponibilidad de electricidad en la comunidad puede contribuir al acceso al agua, al reducir el tiempo necesario para recolectarla. Esos cambios pueden tener un efecto significativo en el tiempo de que disponen las mujeres y las niñas para otras actividades (Energía, 2017). Cocinar, por ejemplo, es una actividad doméstica más universal, lleva mucho más tiempo en general y presenta un marcado y consistente sesgo de género en todas las culturas y contextos, tanto para los niños como para los adultos (por ejemplo, Kammila y otros, 2014: figura 9), y tiene la ventaja adicional de reducir la exposición de las mujeres (y de los hombres) a la contaminación del aire interior.

Aunque no hay duda de que las mujeres están más expuestas que los hombres a la contaminación del aire interior, las estimaciones de la carga de morbilidad conexas indican que esa mayor exposición no se traduce sistemáticamente en un mayor impacto en la salud. Los PMA asiáticos están divididos por igual entre aquellos en los que la carga de morbilidad de la contaminación del aire interior es mayor para las mujeres y aquellos en los que es mayor para los hombres; y la carga de morbilidad es mayor para los hombres en la mayoría de los países del grupo de África y Haití y en todos los PMA insulares menos uno (Santo Tomé y Príncipe) (figura 1.17). Esto parece deberse a que los hombres sufren en mayor medida las principales enfermedades afectadas (cáncer de pulmón, enfermedades cardiovasculares y enfermedad pulmonar obstructiva crónica), por lo que es más probable que un determinado nivel de exposición les provoque una enfermedad crónica, la discapacidad o la muerte (los efectos de salud menos graves no se reflejan en los datos) (Smith, 2012).

Otros dos aspectos de la electrificación tienen dimensiones de género particularmente importantes. En primer lugar, el acceso a la electricidad puede aumentar el acceso a la información a través de la radio, la televisión y las TIC, lo que puede beneficiar

Figura 1.17

**Equilibrio de género de la carga de morbilidad derivada de la contaminación del aire interior**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en datos de la Organización Mundial de la Salud, "Carga de morbilidad por país de la contaminación del aire interior (2012): todos los países", <http://apps.who.int/gho/data/view.main.HAPBYCAUSEBYCOUNTRYv>, y en datos demográficos del Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (ambas fuentes consultadas en marzo de 2017).

Nota: La carga de morbilidad es una estimación de las muertes prematuras y las discapacidades causadas por las diferentes enfermedades y factores de riesgo; se expresa en años de vida ajustados en función de la discapacidad perdidos. El número de años durante los cuales las personas se ven afectadas por una discapacidad son ponderados en función de la gravedad de la discapacidad.

---

## Al aumentar la demanda, el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía puede contribuir a la viabilidad de las inversiones en sistemas energéticos

---

el empoderamiento y el bienestar de las mujeres, en particular en las zonas rurales, al exponerlas a información, ideas e influencias distintas de las que pueden obtener en su comunidad. A su vez, ello puede contribuir a cambiar las normas sociales, mejorar la salud de las mujeres y aumentar sus oportunidades educativas a través del aprendizaje a distancia, especialmente en las zonas donde tropiezan con limitaciones para acceder a la enseñanza académica. En segundo lugar, la electricidad es esencial para el alumbrado público, que puede aumentar la libertad de circulación de las mujeres (y potencialmente sus opciones de participación en actividades económicas) mejorando su seguridad física.

Los roles de género en la toma de decisiones también desempeñan un papel fundamental en la adopción de nuevas tecnologías energéticas, como los fogones, ya que las mujeres suelen ser las principales usuarias de la energía en el hogar, mientras que los hombres suelen ser los responsables de tomar las decisiones sobre la adopción de tecnologías. Por lo tanto, la sensibilidad de género es particularmente importante en la promoción y el *marketing*, así como la participación de las mujeres en el diseño de fogones mejorados, para asegurar que los diseños satisfagan las necesidades y expectativas (específicas de cada cultura) de las mujeres (Puzzola y otros, 2013).

## E. Conclusión

El ODS 7 establece el acceso universal a la energía moderna como un objetivo convenido de la comunidad

mundial. Ello tiene profundas repercusiones para los PMA, donde vive la mayoría de los habitantes del planeta que no tienen acceso a la electricidad, lo que refleja una brecha de acceso muy amplia y creciente entre los PMA y los OPD. En gran medida, esto refleja a su vez los efectos históricos de las circunstancias geográficas y económicas particulares de los PMA: una combinación característica de poca urbanización, baja densidad de población rural y falta de recursos que representa un grave impedimento para el establecimiento de sistemas centralizados de generación. Las tecnologías nuevas y emergentes de energía renovable y minirredes eléctricas (y las reducciones conexas de sus costos) pueden revolucionar la situación y contribuir a superar esos desafíos si se logran eliminar los obstáculos a su aplicación generalizada; y el acceso universal de aquí a 2030 sigue siendo un objetivo inmensamente ambicioso para el que será necesario que la acción de la comunidad mundial esté a la altura.

El acceso a la energía desempeña un papel fundamental en la transformación estructural sostenible e inclusiva que es esencial para lograr la erradicación de la pobreza y alcanzar los demás ODS. Un aspecto fundamental en ese sentido es el uso productivo de la electricidad, que se traduce tanto en el acceso a la transformación económica estructural como en la creación de la demanda necesaria para viabilizar las inversiones en la generación y distribución. Sin embargo, para ello es preciso ir más allá de una focalización exclusiva en los aspectos sociales y ambientales de la energía en detrimento de su papel económico, y más allá de las definiciones de acceso que se limitan a la conexión física de los hogares a las fuentes de electricidad para uso doméstico. Para hacer realidad todo el potencial de desarrollo del acceso a la energía moderna es necesario un “acceso a la energía para la transformación estructural de la economía”: disponer de tecnologías y suministros energéticos que atiendan las necesidades de los productores y promuevan la transformación económica estructural.

## Notas

1 Entre las principales iniciativas figuran Energía Sostenible para Todos (SE4ALL); Power Africa, iniciada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional; y Energy Africa, del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido. Los principales informes dedicados al tema en los últimos años han incluido la edición de 2011 del informe emblemático de la Agencia

Internacional de la Energía titulado *World Energy Report* (IEA, 2011), que incluía una sección sobre la energía para todos; el “Africa Progress Report” de 2015 de Africa Progress Panel y su estudio de seguimiento “Lights, Power, Action: Electrifying Africa” (Africa Progress Panel, 2015, 2017); y el “State of Electricity Access Report” del Banco Mundial (Banco Mundial, 2017b).

- 2 Así como “garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos” (7.1), las metas de los ODS de aquí a 2030 incluyen “aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia... y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias” (7.a) y “ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos” (7.b).
- 3 La definición, el concepto y la medición del acceso a la energía se analizan en la sección D1 de este capítulo.
- 4 Las irregularidades en la tendencia que se muestra en la figura 1.2 reflejan los cambios en las cifras mundiales estimadas, en gran medida como consecuencia de las aparentes incoherencias interanuales en el nivel de acceso registrado en la India. En particular, la tasa de acceso registrada disminuyó del 59,6% en 2000 al 55,8% en 2001, y del 76,3% en 2010 al 67,6% en 2011.
- 5 A partir de los datos de los IDM (consultados en mayo de 2017).
- 6 Es importante señalar, al interpretar las estadísticas desglosadas entre zonas rurales y urbanas, que no existe una definición internacionalmente acordada de la distinción entre ambas, y que existen diferencias significativas entre las definiciones nacionales. En los PMA, las definiciones más generales de zonas rurales son las de Camboya, Etiopía y Liberia, que califican de urbanos todos los asentamientos que superan los 2.000 habitantes (Camboya también emplea otros criterios relativos a la densidad de población y la producción agrícola). Otros países utilizan definiciones basadas en la condición administrativa; de ellos, la definición más restringida es la de Burundi, que únicamente considera la capital, Buyumbura, como zona urbana y califica al resto del país de zona rural. Inevitablemente, estas variaciones dificultan la comparabilidad entre países de todos los datos relativos a las zonas rurales y urbanas, especialmente respecto de esta última categoría, ya que puede ocurrir que centros de población relativamente grandes y zonas de carácter urbano situadas fuera de los límites administrativos de las ciudades designadas como tales sean clasificados como zonas rurales (UNCTAD, 2015a: 21; DAES, 2016a: 118-122).
- 7 Cabe señalar que estas cifras no reflejan con precisión la división rural-urbana del incremento de acceso que es necesario para lograr el acceso universal de aquí a 2030, que también se verá afectada por la migración rural-urbana en los años anteriores. Sin embargo, esta cuestión es complicada, ya que la propia tasa de migración rural-urbana puede verse afectada por los cambios en el acceso rural y urbano a la electricidad.
- 8 Cabe destacar que esta evaluación, más que proporcionar estimaciones precisas, es indicativa de la magnitud de la aceleración necesaria en la tasa de aumento del acceso. Aparte del alto grado de incertidumbre existente con respecto a los niveles de acceso actuales, incluso en los países excluidos del análisis (recuadro 1.1), las estimaciones también dependen de las proyecciones demográficas, que inevitablemente están sujetas a incertidumbres. Además, en la evaluación se supone implícitamente que el tamaño medio de los hogares en cada país evolucionará al mismo ritmo entre 2014 y 2030 que entre 2004 y 2014, aunque en la práctica puede verse afectado por los cambios en la evolución de las variables demográficas.
- 9 En comparación, una hora de luz con una bombilla incandescente clásica de 60 vatios requiere 0,06 kWh, y mantenerla encendida continuamente requiere 500 kWh al año.
- 10 La tendencia temporal de la capacidad neta instalada suele combinar largos períodos estáticos con saltos bruscos ocasionales, correspondientes al despliegue o desmantelamiento de generadores a gran escala. Por consiguiente, las tasas de crecimiento, incluso durante largos períodos, pueden depender en gran medida del período concreto.
- 11 A efectos comparativos, la capacidad de generación en todos los PMA es solo ligeramente superior a la capacidad neta instalada total de Suecia (unos 40 gigavatios en 2014), y algo inferior a la de Tailandia (53 gigavatios).
- 12 Estos son los otros elementos del marco PErSIST (Erradicación de la Pobreza mediante una Transformación Estructural Sostenible e Inclusiva) expuesto en el recuadro 1.2.
- 13 Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD basadas en los objetivos de CPDN del Australian-German Climate and Energy College (2016).
- 14 La mayoría de los PMA insulares tienen bajos niveles de contaminación del aire ambiente, lo que refleja su particular geografía y el hecho de que su población se encuentra muy diseminada en múltiples islas alejadas de fuentes externas de contaminación.
- 15 Cuando el costo de la electricidad es más barato que el de los medios de iluminación existentes (principalmente, queroseno), el ahorro financiero resultante puede reducir la pobreza económica.
- 16 Los hombres dedican más tiempo a la recolección de combustible en Madagascar, en tres de cuatro zonas estudiadas en Bangladesh y, por un margen particularmente amplio, en Tigray (Etiopía) (Charmes, 2006; Practical Action, 2016; Kammila y otros, 2014). Woodward (de próxima aparición) ofrece un panorama más detallado de los datos disponibles sobre las pautas de género del tiempo dedicado a la recolección de leña en los PMA.
- 17 Sin embargo, cabe señalar que, aunque haya acceso a la electricidad, en muchos mercados rurales no se pueden encontrar electrodomésticos, lo que refleja el predominio de los hombres en la toma de decisiones (Cabraal y otros, 2005).

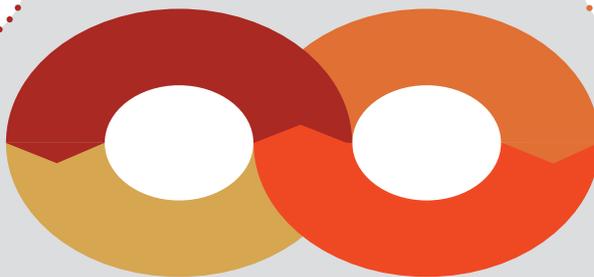
Demanda de electricidad



## NEXO ENERGÍA-TRANSFORMACIÓN



Acceso a la energía para la transformación estructural de la economía



Inversión en infraestructuras eléctricas



Usos productivos de la electricidad



El **42%** de las empresas de los PMA consideran que la electricidad es **una limitación importante**

## ACCESO A LA ENERGÍA PARA LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA

= energía suficiente, fiable y asequible para todos los tipos de usos productivos



**3 de cada 4** experimentan un promedio de **10 apagones al mes, con una duración de 5 horas cada uno**



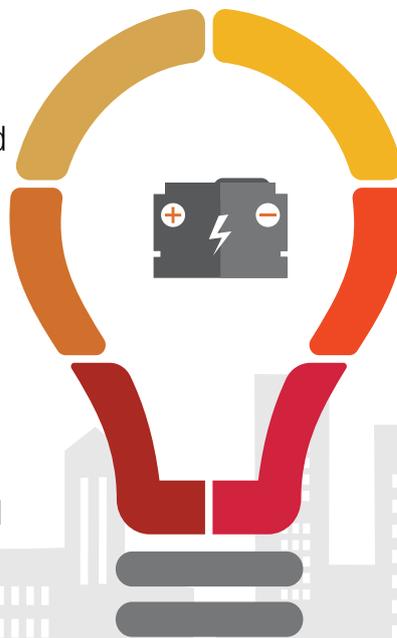
Asequibilidad



Escala



Eficiencia



Viabilidad económica



El **7%** de los ingresos **se pierden a causa de los apagones**



Accesibilidad



Fiabilidad

# **CAPÍTULO 2**

Energía y transformación  
estructural inclusiva de la  
economía



# CAPÍTULO 2

## Energía y transformación estructural inclusiva de la economía

<b>A. Introducción</b>	<b>31</b>
<b>B. Fuentes de energía y aplicaciones para usos productivos</b>	<b>31</b>
1. Transición energética y desarrollo económico	31
2. Pautas de uso de la energía en los PMA	33
<b>C. El nexo entre energía y transformación</b>	<b>34</b>
1. Causalidad entre energía y crecimiento económico	35
2. Causalidad entre la energía y la transformación estructural	37
<b>D. El sector de la energía y la transformación estructural de la economía</b>	<b>39</b>
1. La función facilitadora de la energía moderna en la transformación estructural	39
2. La energía como insumo esencial para la producción	40
a. Agricultura y actividades rurales	44
b. Industria	44
c. Servicios	46
3. Eslabonamientos hacia atrás	46
4. Productividad y capital humano	47
<b>E. La contribución directa de la industria de la energía a las economías de los PMA</b>	<b>48</b>
1. Valor añadido	48
2. Empleo	49
3. Comercio internacional	51
a. Exportaciones	51
b. Importaciones	52
c. Balanza comercial	54
4. Finanzas públicas	56
<b>F. Aspectos de género de la energía y desarrollo</b>	<b>56</b>
<b>G. El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía</b>	<b>58</b>
<b>H. Conclusión</b>	<b>59</b>
Notas	60

## A. Introducción

La energía desempeña un papel clave en la transformación estructural de la economía, sobre todo por sus efectos indirectos en las posibilidades de producción y la productividad de otros sectores. Al mismo tiempo, la transformación estructural es decisiva para el crecimiento económico sostenible y el aumento de los ingresos. Combinados, la transformación estructural y el aumento de los ingresos proporcionan los medios para superar una de las principales limitaciones al desarrollo del sector de la electricidad: la insuficiencia de la demanda. Con el incremento de la renta de los hogares crece la demanda interna, mientras que la transformación estructural conduce a la expansión de la demanda para usos productivos. Esta relación circular —el nexo entre energía y transformación— es crucial para el proceso de desarrollo.

En este capítulo se estudia la compleja interacción que existe entre los sistemas de energía y los servicios energéticos, por una parte, y la composición y el nivel de complejidad cambiantes de la producción, el empleo y las exportaciones, por otra. Se analizan los vínculos existentes entre el suministro de energía y la transformación estructural sostenible e inclusiva. Tras un examen de las pautas de la oferta y la demanda de energía en los países menos adelantados (PMA) y sus diferencias con otros grupos de países en la sección B, en la sección C se trata en detalle el nexo entre energía y transformación. A continuación, en la sección D, se estudia la función facilitadora de la energía moderna en relación con otros sectores, y en la sección E se aborda la contribución directa de la industria de la energía a las economías de los PMA, mientras que en la sección F se presenta la interacción entre el género, la energía y el desarrollo. En la sección G se llega a una conclusión,

## El nexo entre electricidad y transformación es crucial para el desarrollo

en la que se presentan los requisitos para que el sector de la energía materialice plenamente su contribución potencial al desarrollo sostenible a través del acceso a la energía para la transformación estructural de la economía.

## B. Fuentes de energía y aplicaciones para usos productivos

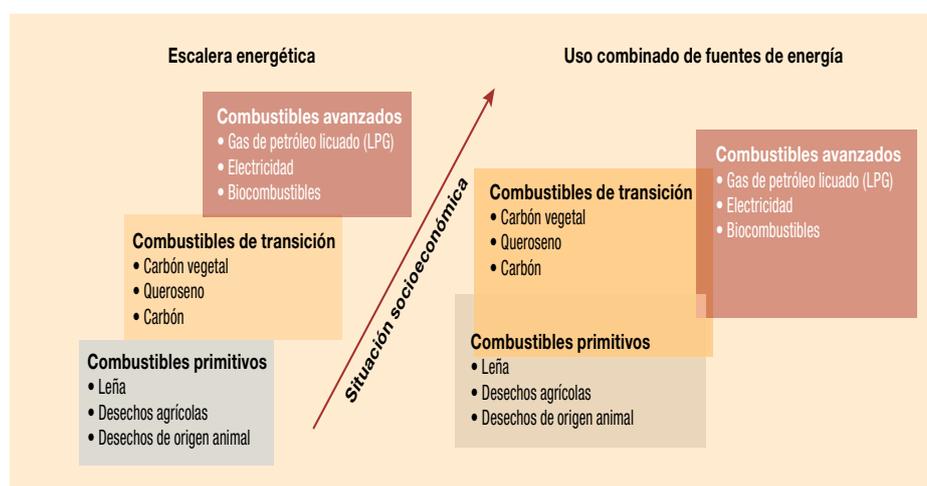
### 1. Transición energética y desarrollo económico

La relación entre la energía y el desarrollo económico es compleja. A menudo se describe como una “escalera energética” (como se ilustra en la figura 2.1) que caracteriza los cambios en las fuentes de energía a medida que avanza el desarrollo y aumentan los ingresos.

Cuando los niveles de ingresos y desarrollo económico son bajos, existe una mayor dependencia de la biomasa tradicional, como la leña, el carbón vegetal, el estiércol y los residuos domésticos o agrícolas para cocinar y calentarse, y de la energía humana para las actividades productivas agrícolas e industriales. En las fases intermedias de la evolución de las economías, estas fuentes son sustituidas gradualmente por biocombustibles procesados (carbón vegetal),

Figura 2.1

#### El proceso de transición energética



Fuente: Bhatia y Angelou (2015: 48).

queroseno, energía animal y, en menor medida, por energía comercial de origen fósil, mientras que en etapas más avanzadas de la transformación estructural y el desarrollo económico las fuentes predominantes son los combustibles fósiles y la electricidad (Barnes y Floor, 1996).

No obstante, este proceso no es una simple progresión lineal que parta de un tipo de combustible y termine en otro. En lugar de sustituir una fuente de energía por otra, según avanza el desarrollo las familias y las unidades productivas suelen combinar diferentes tipos de combustibles. Cuando aumentan sus ingresos, siguen utilizando las mismas fuentes de energía, si bien incorporan fuentes más modernas para determinados fines. Denominamos al empleo simultáneo en un momento determinado de esta diversidad de combustibles “uso combinado de combustibles” o “uso combinado de fuentes de energía”, como se ilustra en la parte derecha de la figura 2.1. Los hogares y las unidades productivas utilizan una gama cada vez más amplia de fuentes de energía a medida que aumentan sus ingresos y su consumo energético, aunque al principio eso no necesariamente se traduce en una reducción en términos absolutos del uso de las fuentes que se encuentran en los niveles inferiores de la escalera energética (Toole, 2015). Este comportamiento, combinado con las grandes diferencias de ingresos entre hogares, las disparidades entre las zonas rurales y las urbanas y la coexistencia de empresas de diferentes tipos y tamaños, supone que en cualquier momento de la transición energética prevalece en la economía una gran diversidad de pautas de consumo energético.

En los peldaños más altos de la escalera energética se encuentran los combustibles menos contaminantes y más eficientes, como la electricidad, los combustibles líquidos y la biomasa moderna. Otro rasgo destacado de la transición energética es que las fuentes de energía primaria están cada vez más diversificadas y empiezan a incluir la energía hidroeléctrica, los combustibles fósiles, la energía nuclear y las energías renovables modernas (solar, eólica y mareomotriz).

La electricidad es la forma de energía más versátil, ya que proporciona iluminación y fuerza motriz, además de posibilitar el calentamiento y la refrigeración de productos, la calefacción de espacios, las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) y el entretenimiento (cuadro 3.1). También está considerada como uno de los mejores productos energéticos básicos para ofrecer servicios energéticos modernos, económicamente viables, asequibles, eficientes y fiables. Así pues, la electricidad ocupa el último peldaño de la escalera energética y es percibida como el combustible menos contaminante (para los usuarios finales) y más eficiente (cuadro 2.1) (Toole, 2015). Asimismo, se espera que desempeñe un papel aún más destacado en la futura matriz mundial de la energía a medida que se extiende su uso para los servicios de transporte.

Las diferentes características del uso de las fuentes de energía según el nivel de desarrollo se reflejan en la composición del suministro total de energía primaria (STEP) de diferentes grupos de países. El STEP es una medida de los insumos energéticos de una economía. Equivale a la suma de los productos energéticos producidos, más las importaciones, menos las exportaciones, menos el combustible utilizado en el transporte aéreo y marítimo internacional, más (o menos) los cambios en las reservas. Por lo general, en los países desarrollados la combinación de fuentes de energía está más diversificada e incluye el carbón, los productos derivados del petróleo, el gas natural, la energía nuclear y las energías renovables. En cambio, los PMA tienen un suministro de energía mucho menos variado que otros grupos de países, tanto en desarrollo como desarrollados (figura 2.2). En el conjunto de los PMA, la biomasa tradicional, que se utiliza principalmente para la cocción de alimentos y como fuente de calefacción en los hogares, representa el 59% del STEP, mientras que el 9% procede de fuentes renovables (energía hidroeléctrica, casi en su totalidad). El resto corresponde a los combustibles fósiles, principalmente productos derivados del

### Cuadro 2.1

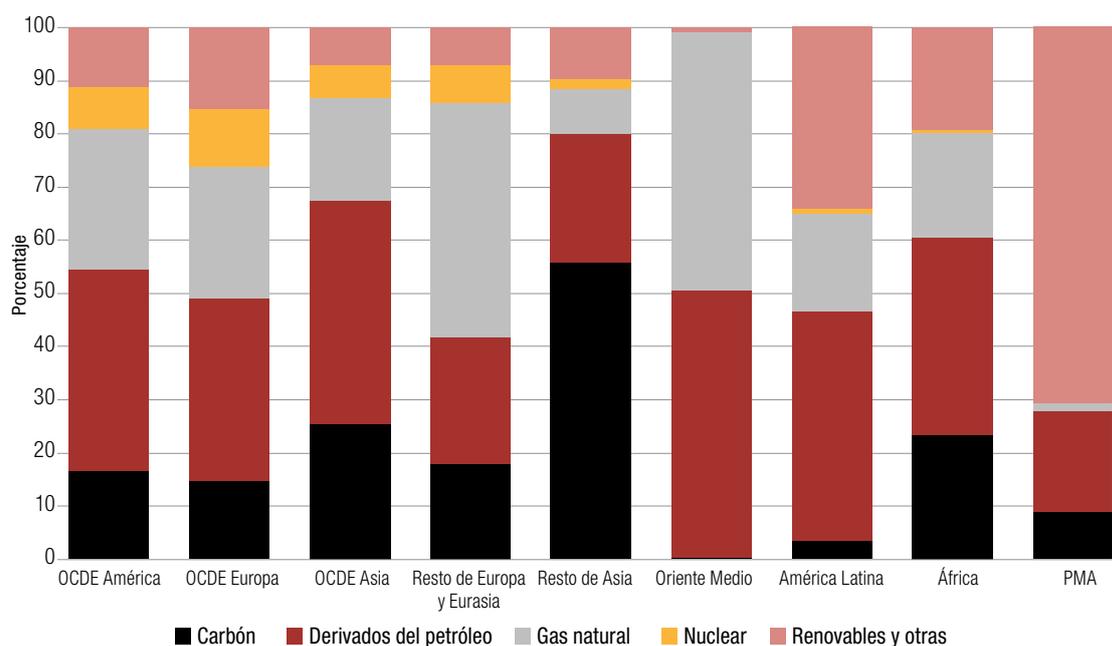
#### Matriz de fuentes energéticas y aplicaciones productivas

		Iluminación <sup>a</sup>	TIC y entretenimiento	Fuerza motriz	Calefacción	Calentamiento de productos
<b>Fuente de energía</b>	Electricidad	✓	✓	✓	✓	✓
	Combustible			✓		
	Energía mecánica renovable			✓		
	Energía térmica renovable			✓		
	Energía animal			✓		
	Energía humana			✓		

Fuente: Bhatia y Angelou (2015: 139).

Nota: a - Solo se incluye la iluminación eléctrica. Las velas, las lámparas de queroseno y otros combustibles líquidos o sólidos para la iluminación no se incluyen dentro de la categoría de acceso a la energía.

Figura 2.2

**Composición del suministro total de energía primaria por grupos de países (2014)**

Fuente: IEA (2016b); UN DESA (2016b).

petróleo (19%) y carbón (9%), en tanto que el gas natural representa solo el 2% del STEP. Únicamente en el Oriente Medio, donde casi todo el suministro de energía primaria se basa en los productos derivados del petróleo y el gas (entre los que se divide a partes iguales), se observa una falta de diversificación comparable. Aparte de los PMA, solo en América Latina y el Caribe la biomasa y las fuentes de energía renovables representan más de una quinta parte del suministro de energía, lo que refleja en parte el empleo extendido de los biocombustibles.

La biomasa tradicional (madera, desechos agrícolas y estiércol) es la principal fuente de energía en los PMA, que en ese sentido se diferencian de los países desarrollados y del grupo de otros países en desarrollo (OPD), donde la categoría de las energías “renovables y otras” está integrada principalmente por fuentes renovables modernas. En una cuarta parte de los PMA, más del 80% de la energía primaria utilizada proviene de la biomasa tradicional; en la mitad, entre el 50% y el 80%. Así pues, tan solo en una cuarta parte de los PMA no es la energía primaria que más se emplea. En la mayoría de los casos, el resto se compone principalmente de productos derivados del petróleo, aunque en algunos se registran proporciones significativas de consumo de gas natural (en particular en Bangladesh y, en menor medida, en Myanmar y el Yemen), carbón (sobre todo en Lesotho y el Afganistán) y energías renovables (principalmente de origen hidroeléctrico, en particular en Bhután, la República Democrática Popular Lao

y, en menor proporción, en Malawi, Mozambique y Zambia). En los 37 PMA restantes, las fuentes de energía distintas de la biomasa tradicional y los productos derivados del petróleo suponen menos del 10% del total y, en la mitad de los PMA, menos del 2,5% (figura 2.3).

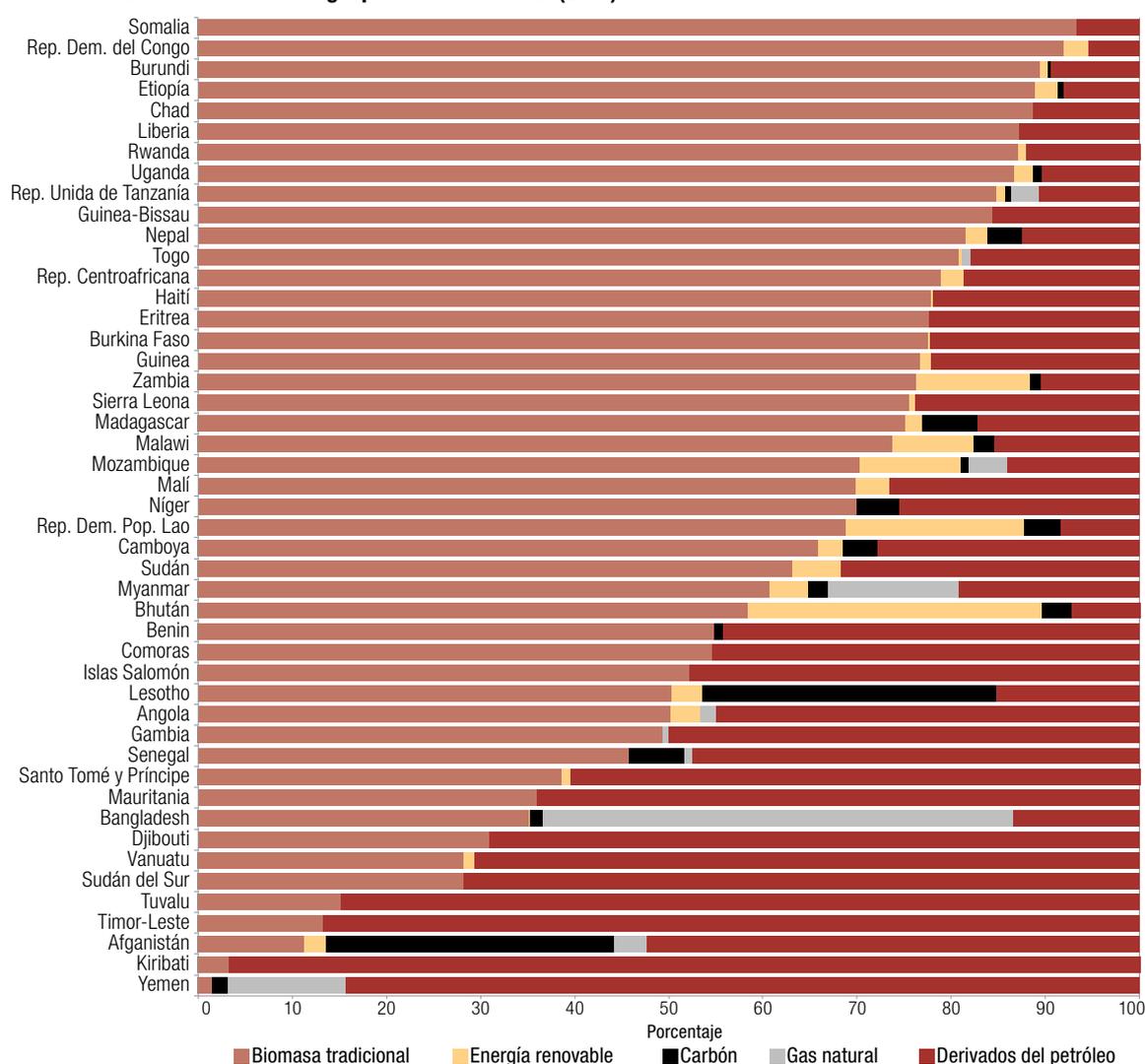
## 2. Pautas de uso de la energía en los PMA

La relación entre la energía, el desarrollo y la transformación estructural se refleja no solo en la combinación de combustibles utilizados en cada etapa del proceso, sino también en la composición de la demanda de energía. Con niveles de desarrollo menores, la mayor parte del consumo energético se concentra en los hogares, dado el escaso grado de industrialización y el limitado uso que se hace de la energía para el transporte. En los PMA, el sector residencial consume dos tercios de la energía final, lo que contrasta con el porcentaje registrado en los OPD y en los países desarrollados, que no alcanza el 40% (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)) (figura 2.4).

La electricidad, si bien es un componente minoritario de la oferta total de energía en la mayoría de los PMA, se destina principalmente a usos productivos. La industria consume el 45% de la electricidad final, y otros sectores productivos (como el sector comercial y el propio sector de la energía), el 19%. Por su parte, los hogares generan alrededor de un tercio de la demanda de electricidad final (figura 2.5).

Figura 2.3

## Estructura del suministro total de energía primaria en los PMA (2014)



Fuente: UN DESA (2016b).

## C. El nexo entre energía y transformación

La expansión de la producción —el crecimiento económico— requiere un incremento de los insumos de energía (si la eficiencia energética se mantiene en un nivel constante). Al mismo tiempo, el crecimiento económico se traduce en una mayor demanda de energía, especialmente en los países de ingresos bajos y medianos. Por tanto, existe una relación entre el crecimiento económico y el aumento del uso de la energía, que, a su vez, implica una mayor producción de energía.

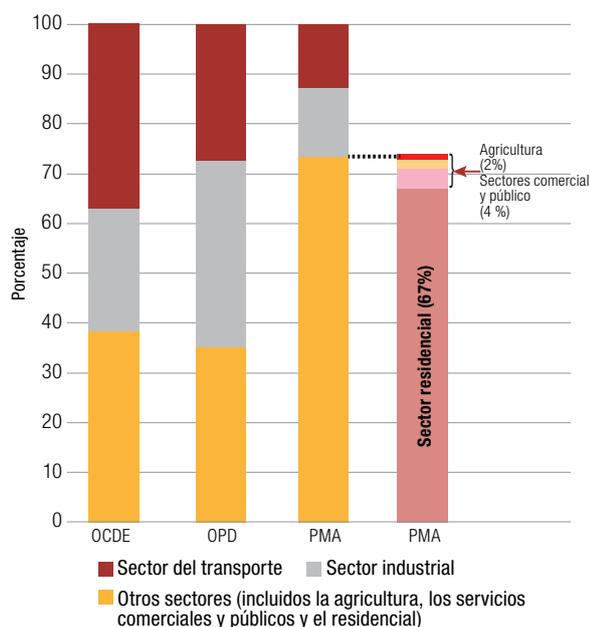
En el caso de la transformación estructural de la economía existe una relación bidireccional similar. Este proceso entraña la ampliación y diversificación de la producción —en forma de nuevos bienes y servicios y de nuevos sectores e industrias—, la adopción de

nuevas tecnologías y aumentos de productividad (capítulo 1). Esos cambios requieren más consumo de energía, tanto para la producción en curso como para la inversión fija en nuevas capacidades productivas. La transformación estructural también impulsa el consumo doméstico de energía al aumentar la renta de los hogares. Esta relación bidireccional se enmarca en el nexo existente entre la energía y la transformación representado en la figura 2.6.

La cuestión que se plantea es la siguiente: ¿el crecimiento económico o la transformación estructural provocan un aumento del consumo de energía (impulsando la demanda de energía)? ¿O bien el aumento del consumo o de la producción se traduce en crecimiento económico (posibilitando un incremento de la producción) y en una transformación estructural (permitiendo que se adopten nuevas tecnologías y se desarrollen nuevas actividades económicas)? Dicho

Figura 2.4

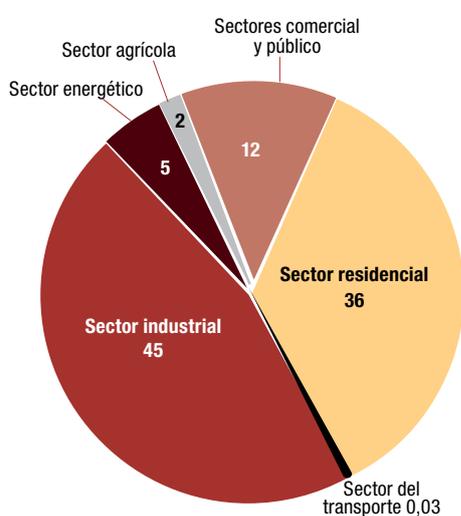
Consumo total de energía final por sector en los PMA, los OPD y los países de la OCDE (2014)



Fuente: IEA (2016b); UN DESA (2016b).

Figura 2.5

Consumo total de electricidad final en los PMA, por sector (2014)



Fuente: UN DESA (2016b).

de otro modo, ¿existe una relación de causalidad entre el consumo de energía o la producción, por una parte, y el crecimiento o la transformación estructural, por otra?

La existencia y dirección de la causalidad entre la energía y el crecimiento económico se han investigado ampliamente, como se analiza a continuación. En

cambio, la asociación entre la energía y la transformación estructural no ha sido tan estudiada. La UNCTAD ha realizado una investigación original a fin de profundizar en el tema.

## 1. Causalidad entre energía y crecimiento económico

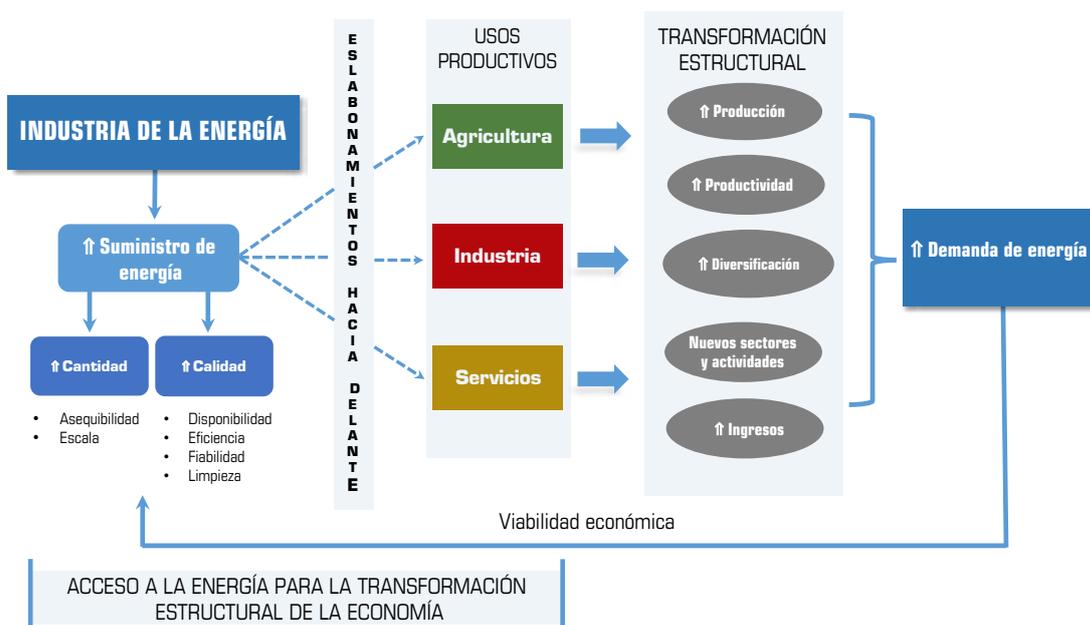
En la bibliografía sobre la existencia y la dirección de la causalidad entre el crecimiento económico (producto interno bruto (PIB)) y la energía se han propuesto —y ensayado— cuatro hipótesis (Omri, 2014):

- *La hipótesis del crecimiento.* Relación unidireccional de causa y efecto entre el consumo de energía y el crecimiento del PIB. Implica que la energía desempeña un importante papel en el crecimiento económico, tanto directa como indirectamente, como complemento de la mano de obra y el capital en los procesos de producción. Así pues, la energía puede ser tanto un factor impulsor como un freno para el crecimiento.
- *La hipótesis de la retroalimentación.* Causalidad bidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento del PIB. Supone que los dos factores están interrelacionados y pueden complementarse mutuamente.
- *La hipótesis de la conservación.* Relación unidireccional de causa y efecto entre el crecimiento del PIB y el consumo de energía. Significa que con la expansión económica aumenta el consumo de energía, pero el proceso puede provocar ineficiencias, de modo que se resienta la demanda de bienes y servicios, incluidos los energéticos.
- *La hipótesis de la neutralidad.* No existe ningún vínculo entre el consumo de energía y el crecimiento del PIB. Según esta hipótesis, el consumo de energía es un componente menor de la expansión del PIB, por lo que su incidencia en el crecimiento es escasa o nula.

Se han llevado a cabo numerosos estudios empíricos con diferentes conjuntos de datos, marcos temporales, información sobre países y técnicas econométricas, con resultados divergentes. En varios exámenes recientes de la bibliografía se resumen las conclusiones de esos estudios. Eggoh y otros (2011) y Lemma y otros (2016) examinan diversos estudios sobre la relación existente entre la energía y el crecimiento en los países en desarrollo, mientras que Omri (2014) analiza la evolución tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo (aunque en el presente informe solo se abordan los últimos) a lo largo de distintos períodos entre 1950 y 2009. Sus conclusiones se resumen en la figura 2.7.

Figura 2.6

El nexo entre energía y transformación

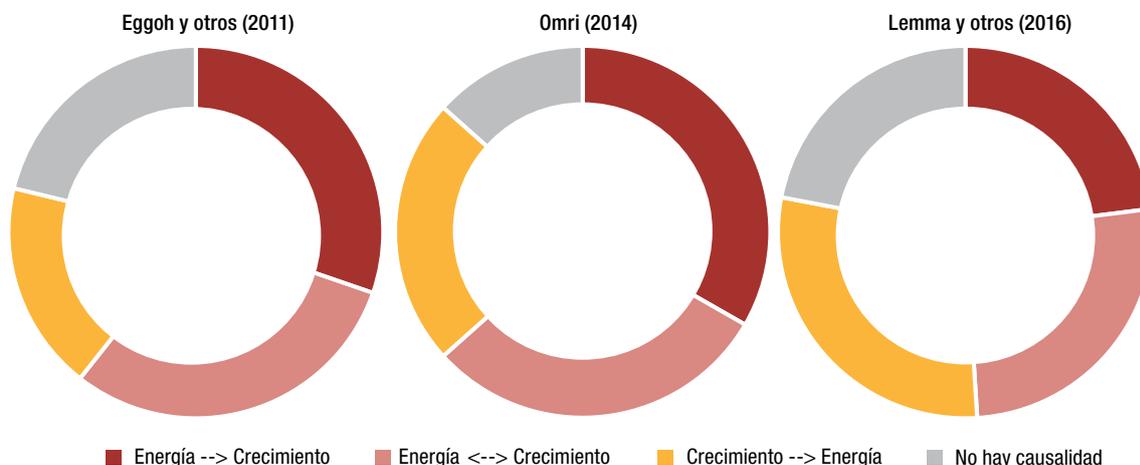


Fuente: Secretaría de la UNCTAD.

Figura 2.7

Conclusiones de los estudios sobre la causalidad entre la energía y el crecimiento

(Proporción de estudios analizados por tipo de causalidad observada, en porcentajes)



Fuente: Elaborado por la secretaría de la UNCTAD sobre la base de las referencias citadas.

Entre el 50% y el 63% de los estudios indican que la energía ha contribuido significativamente al proceso de crecimiento económico, a partir de datos empíricos que apoyan las hipótesis del crecimiento o de la retroalimentación. Hay menos evidencias que avalen la hipótesis de la conservación (solo entre el 28% y el 29% de los estudios las recogen). Por último, únicamente se apunta a la hipótesis de ausencia de causalidad entre la energía y el crecimiento económico en una proporción comprendida entre el 13% y el 22% de los estudios observados.

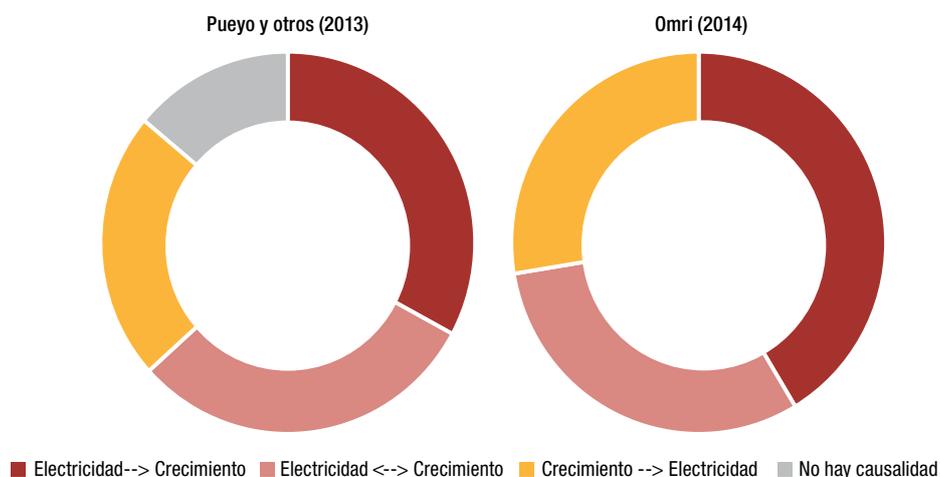
Pueyo y otros (2013) y Omri (2014) realizan un ejercicio similar con respecto a la electricidad y el crecimiento. El primer estudio se orienta a los países en desarrollo. Con respecto al segundo, en el presente informe solo se recogen los resultados relativos a esos países. Las conclusiones se resumen en la figura 2.8.

El peso de la electricidad como factor del crecimiento económico parece ser mayor que el de las demás formas de energía, ya que la conclusión de que no existe causalidad es menos frecuente en el primer caso (solo el 14% en uno de los exámenes y el 0% en el otro

Figura 2.8

**Conclusiones de los estudios sobre la causalidad entre la electricidad y el crecimiento**

(Proporción de estudios analizados por tipo de causalidad observada, en porcentajes)



Fuente: Elaborado por la secretaría de la UNCTAD sobre la base de las referencias citadas.

(figura 2.8) que en el segundo (figura 2.7). Entre el 63% y el 72% de los estudios apuntan a que la dirección de la causalidad va desde la electricidad hacia el crecimiento o a que existe una causalidad recíproca. Entre el 23% y el 28% respaldan la hipótesis de la conservación.

Es probable que la relación entre el consumo de energía —y, en particular, en el acceso y uso de electricidad— y el crecimiento varíe según el nivel de desarrollo y, por tanto, difiera entre los PMA y los OPD. Habida cuenta de que una gran mayoría de la población de los OPD ya tiene acceso a la electricidad, el aumento del consumo puede atribuirse en gran medida a los usuarios ya existentes. En los PMA, por el contrario, cualquier incremento del consumo de electricidad obedece en mucha mayor medida al hecho de que los hogares y las empresas empiecen a utilizar la electricidad por primera vez. Así pues, cabría esperar que en las primeras etapas del desarrollo sea mayor el efecto que tiene el uso creciente de la energía en el crecimiento. Además, es probable que ese crecimiento tenga más capacidad transformadora, dado que posibilita el uso de tecnologías que hasta ahora no se podían emplear y el surgimiento de actividades económicas que antes resultaban impracticables o inviables.

La hipótesis de la conservación, que establece una relación de causa y efecto entre el crecimiento económico y el uso de la energía o el consumo de electricidad, también tiene especial significación en los PMA. En estos países, los costos ambientales netos del aumento de la demanda de electricidad,

en el contexto más amplio de una transición hacia el acceso universal a fuentes modernas de energía, son mucho más limitados, y el aumento de la demanda es decisivo para promover las inversiones orientadas a la electrificación.

## 2. Causalidad entre la energía y la transformación estructural

En combinación, el uso de la energía en los sectores productivos y la transformación estructural de la economía desempeñan una función clave en el círculo potencialmente virtuoso del aumento de la oferta y la demanda de energía. Por tanto, son parte esencial del nexo entre energía y transformación (figura 2.6). Por un lado, el acceso a la electricidad genera crecimiento económico principalmente a través del uso productivo y la transformación estructural. Por otro, habida cuenta del limitado margen que existe para el uso doméstico con los actuales niveles de renta en los PMA, es preciso que el uso productivo aumente significativamente (por ejemplo, en la agricultura y la industria), de manera que la demanda crezca lo suficiente para que las tasas de rendimiento permitan asegurar la viabilidad.

Con el fin de profundizar en el debate mantenido durante el período de sesiones anterior, centrándose al mismo tiempo en los PMA y sobre la base de esa línea de investigación, la UNCTAD ha realizado estimaciones para evaluar la existencia o no (y, en caso afirmativo, la dirección) de una causalidad entre el suministro de energía y el crecimiento económico, por una parte, y la transformación estructural en los PMA y

## La energía moderna afecta más a la transformación estructural en los PMA que en los OPD

los OPD, por otra. El crecimiento económico se mide por el PIB per cápita, mientras que la transformación estructural se determina indirectamente en función de la productividad del factor trabajo de los principales sectores económicos —la agricultura, la industria y los servicios— y de las manufacturas como subsector de la industria. El análisis se basa en una regresión de datos de panel correspondientes a entre 25 y 37 PMA y entre 48 y 66 OPD (en que la información sobre los países difiere según las definiciones de uso de la energía en función de la disponibilidad de datos en cada caso) entre 1990 y 2015<sup>1</sup>.

Se utilizan tres variables relacionadas con la energía: el STEP, el suministro total de electricidad (STE) y el suministro de electricidad primaria<sup>2</sup> (SEP). El STEP incluye tanto las formas tradicionales de energía como las modernas, y está claramente dominado por la biomasa tradicional en los PMA, pero no en los OPD (figura 2.3). En cambio, las variables relacionadas con la electricidad (STE y SEP) son un indicador sustitutivo del suministro de energía moderna. En el contexto de los PMA, la electricidad representa el grueso del suministro de energía moderna<sup>3</sup>. Los resultados del ejercicio se consignan en el cuadro 2.2.

Los resultados econométricos señalan que, en los PMA, la dirección de la causalidad va desde el crecimiento económico hacia la energía (hipótesis de la conservación) en el caso del STEP. También muestran causalidad en ambas direcciones (hipótesis de

retroalimentación) para las dos variables relacionadas con la electricidad (STE y SEP). Esto indica que la energía moderna desempeña un papel más destacado en los PMA en dos sentidos. En primer lugar, la electricidad tiene más peso en los PMA que otras formas de energía porque la causalidad recíproca se constata únicamente en el caso de la electricidad (STE y SEP), y no en el del STEP. El suministro de electricidad posibilita el crecimiento económico, pero, a su vez, el crecimiento económico también genera demanda, que estimula el suministro de electricidad. En segundo lugar, esta última relación se observa en los PMA, pero no en los OPD (cuadro 2.2).

Los resultados sobre la relación entre el suministro de energía y la transformación estructural muestran una pauta similar, es decir, en primer lugar, un papel más destacado de la energía moderna que el de otras formas de energía en los PMA, y, en segundo lugar, una relación más estrecha entre la energía y la transformación estructural en los PMA que en los OPD, atendiendo a la frecuencia con que se han observado vínculos de causalidad. En los PMA existe una causalidad recíproca entre el suministro de electricidad (STE y SEP) y la transformación estructural, como indica la confirmación de la hipótesis de la retroalimentación con respecto a la productividad del factor trabajo en la agricultura y la industria (incluido el subsector de las manufacturas). Así pues, las políticas dirigidas al desarrollo del suministro de energía moderna tendrían efectos en esos sectores de la economía.

En cambio, en el caso del suministro total de energía primaria, los resultados indican que con la transformación estructural de la agricultura aumenta el suministro de energía, pero que el STEP no conduce a una transformación estructural. Probablemente, esto se debe nuevamente al peso de las formas tradicionales de energía en la matriz energética predominante en los

### Cuadro 2.2

#### Tipos de causalidad entre las distintas formas de energía y el crecimiento económico o la transformación estructural en los PMA y en los OPD

Causalidad entre las distintas formas de energía y:	Forma de energía					
	Suministro total de energía primaria		Suministro total de electricidad		Suministro de electricidad primaria	
	PMA	OPD	PMA	OPD	PMA	OPD
PIB	conservación	conservación	retroalimentación	conservación	retroalimentación	conservación
Productividad del factor trabajo en la agricultura	conservación	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación
Productividad del factor trabajo en la industria	crecimiento	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación	retroalimentación
Productividad del factor trabajo en las manufacturas	crecimiento	crecimiento	retroalimentación	neutra	retroalimentación	neutra
Productividad del factor trabajo en los servicios	retroalimentación	retroalimentación	crecimiento	neutra	crecimiento	neutra

Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD.

Nota: Para obtener más información sobre el significado de los tipos de causalidad, los métodos econométricos y las fuentes de datos, véase el texto principal.

PMA, sobre todo en las zonas rurales. Esas formas de energía no tienen tanto potencial transformador como la electricidad. En cuanto a la industria y, en particular, su subsector manufacturero, el STEP da lugar a una transformación estructural, lo que se explica por el hecho de que, en estos sectores, la proporción de las formas modernas de energía en ese suministro es mayor que en otros tipos de actividad económica y que en los hogares.

Los servicios muestran una pauta distinta que la agricultura y la industria. En los PMA, la energía moderna contribuye a la transformación estructural del sector de los servicios, mientras que entre el conjunto de la energía y la transformación estructural existe una causalidad recíproca. Probablemente, esto pueda explicarse por las características que en estos países tienen los servicios, muchos de los cuales son tradicionales e informales, y tienden a usar más combustibles y formas de energía tradicionales que energías modernas.

La relación entre el suministro de energía y la transformación estructural es mayor en los PMA que en los OPD. Tanto en aquellos como en estos, se observa en la agricultura y la industria una causalidad recíproca entre el suministro de electricidad y la transformación estructural. No obstante, en el caso de los sectores que son más dinámicos en los OPD —el manufacturero y el de los servicios— existe una diferencia entre estos grupos de países. En los PMA se observa la misma relación bidireccional para las manufacturas y la electricidad que la que da lugar a una transformación estructural en los servicios. En cambio, en los OPD no se ha determinado que exista causalidad. Probablemente, se debe al hecho de que en estos países el acceso a la electricidad está mucho más extendido que en los PMA, por lo que su efecto transformador es menor. Aun así, parece que en estos sectores el suministro total de energía tiene mayor peso en los OPD.

Hay pruebas suficientes para postular que la energía y la electricidad son importantes para la mejora de la productividad del factor trabajo a nivel sectorial y, por extensión, para el impulso de la transformación estructural en los PMA<sup>4</sup>. Esta conclusión pone de relieve la gran importancia que tiene desarrollar la cobertura y fiabilidad de los servicios energéticos y eléctricos en esos países. La ampliación del acceso y uso de servicios energéticos tiene en el lado de la oferta efectos de retroalimentación significativos que redundan en mejoras de la productividad sectorial, las cuales fortalecen a su vez la demanda de más y mejores servicios energéticos, lo que se enmarca en el nexo entre energía y transformación (figura 2.6). No obstante, para que ese nexo sea plenamente funcional,

---

## La energía facilita las innovaciones transformadoras, el cambio estructural y el crecimiento de la productividad que impulsan la transformación estructural

---

los PMA deben lograr un acceso a la energía que permita la transformación estructural de la economía, como se indica en el análisis que figura a continuación.

## D. El sector de la energía y la transformación estructural de la economía

### 1. La función facilitadora de la energía moderna en la transformación estructural

La crucial importancia de la energía en el proceso de transformación estructural de la economía se deriva de su función como insumo en la mayoría de los procesos de producción. Se puede considerar que la energía es un factor de producción, igual que la mano de obra y el capital (físico y humano). El rendimiento de la energía es creciente, no solo en la producción y la distribución de productos energéticos (es decir, en la propia industria de la energía), sino sobre todo cuando esos productos energéticos se utilizan como insumos en otros sectores e industrias. Esto significa que un mayor uso de energía moderna tiene efectos multiplicadores en la productividad de los demás factores de producción (por ejemplo, la electricidad y la maquinaria industrial, los productos derivados del petróleo y las carreteras) (Toman y Jemelkova, 2003).

El papel transformador de la transición histórica desde formas tradicionales de energía a energías modernas que se produjo en los Estados Unidos se ha descrito en los términos siguientes:

“La energía no solo era barata y abundante, sino que se presentaba cada vez más en formas que posibilitaban un uso flexible (por ejemplo, la electricidad y los combustibles líquidos), en contraste con el que permitían los combustibles sólidos antes predominantes... Estas características del suministro energético —bajo costo, abundancia y mayor flexibilidad de uso— abonaron el terreno para el descubrimiento, el desarrollo y la utilización de nuevos procesos, equipos, sistemas de producción y emplazamientos industriales. El efecto más destacado de estas aplicaciones nuevas e imaginativas fue una

## La energía puede promover el crecimiento de la productividad y el cambio estructural en todos los sectores de la economía

aceleración del ritmo de los avances técnicos, que se puso de manifiesto con aumentos de eficiencia en las operaciones productivas... Los motores eléctricos y las mejoras en los equipos de control eléctrico dotaron a las operaciones industriales de una flexibilidad antes inalcanzable.” [Cita traducida]

(Schurr, 1984: 415, 419)

En investigaciones más recientes se ha confirmado el papel fundamental que sigue desempeñando la energía en el incremento de la productividad de la economía en general (Murillo-Zamorano, 2003).

Del mismo modo, en los países en desarrollo —incluidos los PMA—, con un suministro de energía más fiable, asequible y eficiente puede resultar viable la adopción de nuevas tecnologías y técnicas de producción y la fabricación de nuevos productos, además de aumentar la productividad. Tal es el caso de la industria, pero también el de la agricultura y los servicios. Dicho de otro modo, un suministro suficiente de energía moderna puede posibilitar la transformación estructural de la economía rural, la industrialización y el establecimiento o la expansión de un sector de los servicios moderno.

El hecho de que la suficiencia energética sea omnipresente como requisito y, a la vez, como factor facilitador y multiplicador de los efectos del desarrollo de las capacidades productivas pone de relieve el papel de la energía —y, especialmente, de la electricidad— como quintaesencia de la tecnología para fines generales. Esta tecnología puede abrir el camino a innovaciones con gran capacidad transformadora al inducir complementariedades innovadoras en otros sectores en fases anteriores y posteriores de la cadena de producción (David y Wright, 2003).

“La mayoría de las tecnologías para fines generales actúan como tecnologías facilitadoras, creando nuevas oportunidades en lugar de ofrecer soluciones finales completas. Por ejemplo, el aumento de productividad derivado de la introducción de motores eléctricos en el sector manufacturero no se limitó a la reducción de costos energéticos. Las nuevas fuentes de energía propiciaron un diseño de las fábricas más eficiente, gracias a la flexibilidad que brindaba la energía eléctrica... Este fenómeno está relacionado con lo que denominamos complementariedades innovadoras, es decir, que la productividad de la I+D [investigación y desarrollo] en un sector que interviene en una fase posterior de la cadena de

producción aumenta como consecuencia de la innovación en la tecnología para fines generales. Estas complementariedades amplifican los efectos de la innovación en la tecnología para fines generales y contribuyen a propagarlos a toda la economía.” [Cita traducida]

(Bresnahan y Trajtenberg, 1995: 84)

La electrificación y el creciente uso de equipos y maquinaria que funcionan con electricidad pueden posibilitar la reasignación de recursos hacia sectores y actividades de mayor productividad (en un proceso de cambio estructural), a la vez que aumentan la productividad de los insumos económicos existentes, contribuyendo así al crecimiento de la productividad agregada. Una característica esencial de la transformación estructural de la economía es el crecimiento de la productividad, tanto a nivel global como sectorial. En los PMA existe una marcada correlación entre la productividad del factor trabajo (que es un indicador de productividad parcial) y el Índice de Desarrollo Energético (IDE)<sup>5</sup>, como se muestra en la figura 2.9, lo que indica la existencia de un estrecho vínculo entre el nivel de desarrollo energético y la productividad.

Además de ser una tecnología para fines generales, la electricidad permite la utilización y difusión de otras tecnologías para fines generales capaces de inducir cambios estructurales significativos que pueden traducirse en incrementos de productividad igualmente notables, como en el caso de las TIC en el siglo XXI.

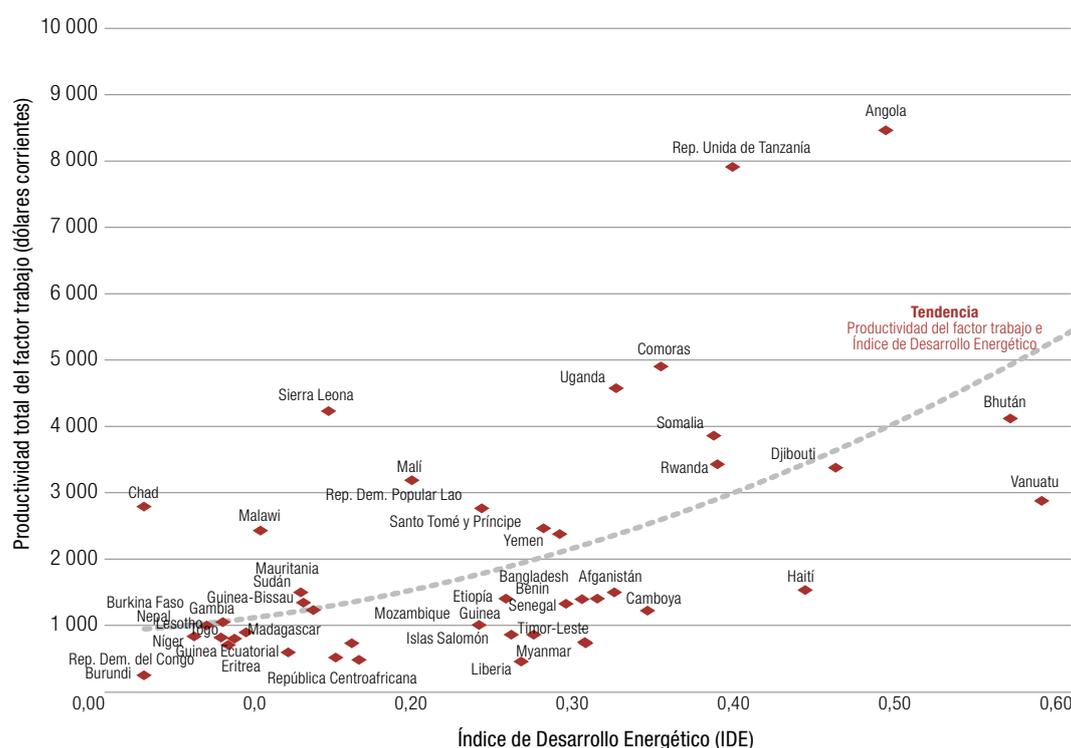
La energía moderna también influye en el desarrollo tecnológico y la innovación, que son componentes esenciales de la transformación estructural de la economía. Se considera que los elementos de infraestructura (especialmente la electricidad y las TIC) forman parte de las capacidades de absorción tecnológicas de los países en desarrollo, ya que “con un mayor nivel y calidad de las infraestructuras... aumenta la capacidad del país para absorber, adoptar y aplicar tecnologías extranjeras avanzadas” (UNCTAD, 2014a: 8). La capacidad de absorción y la capacidad innovadora son dos dimensiones clave de los sistemas nacionales de innovación. Por consiguiente, la energía moderna desempeña un importante papel al posibilitar el aprendizaje del uso de la tecnología y la difusión de esta en el conjunto de la economía.

## 2. La energía como insumo esencial para la producción

Mediante un suministro de servicios energéticos asequibles, fiables y abundantes a todas las demás industrias y sectores de la economía, la industria energética puede materializar en gran medida su potencial para generar más beneficios y fomentar

Figura 2.9

## Desarrollo energético y productividad del factor trabajo (2014)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos UN DESA (2016b) y de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultadas en mayo de 2017).

Nota: En la nota 5 figura la definición de IDE.

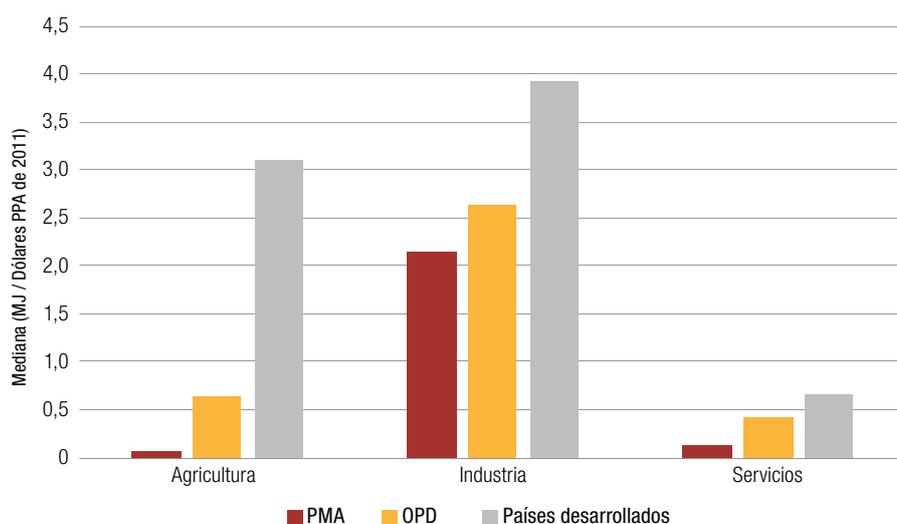
la innovación y el aumento de la productividad, contribuyendo así a la transformación estructural de la economía, según lo expuesto anteriormente. Las consecuencias son que la intensidad energética de las economías aumenta a medida que avanza el proceso de transformación estructural, lo que también puede observarse a nivel sectorial. La intensidad energética en los tres principales sectores económicos es sistemáticamente mayor en los OPD que en los PMA, y en los países desarrollados que en los OPD (figura 2.10).

Por otra parte, si la industria de la energía no está en condiciones de suministrar servicios energéticos de calidad y en cantidad suficiente, puede actuar como freno de la transformación estructural. Es lo que suele ocurrir en los PMA. La escasa fiabilidad del suministro eléctrico da lugar a que, en promedio, tres cuartas partes de las empresas de los PMA sufran cortes de electricidad, frente al 60% en los OPD y menos del 20% en los países desarrollados. La falta de un suministro eléctrico fiable tiene consecuencias especialmente negativas en los PMA asiáticos, cuyo nivel de industrialización es mayor que el de otros PMA y que, por tanto, se ven más afectados por esas interrupciones. Asimismo, los PMA asiáticos sufren cortes de suministro con más frecuencia (en promedio, 17 al mes) que otros grupos de países y, aunque son

de menor duración (3,4 horas, frente a 5,4 horas en los PMA africanos), las pérdidas son mayores (el 8% de la facturación, más que en otros grupos de países (cuadro 2.3)). Habida cuenta de que los efectos que tienen un suministro eléctrico poco fiable en la competitividad pueden variar en función del tamaño de la empresa, el sector de actividad, las capacidades y el contexto (Scott y otros, 2014), y de que los estudios tienden a centrarse en las grandes empresas, cabe la posibilidad de que estas cifras no reflejen en toda su magnitud los desafíos que deben afrontar las microempresas y las pequeñas empresas, cuyos costos suelen aumentar por la compra de generadores (Bhatia y Angelou, 2015).

La respuesta de las empresas ante un suministro energético poco fiable consiste en destinar parte de su capital a equipos de reserva: más de la mitad de las empresas de los PMA poseen o comparten un generador (mientras que en los OPD son una tercera parte y en los países desarrollados tan solo el 5,4%). En los PMA, estos equipos son indispensables para el funcionamiento de las empresas, ya que generan casi un tercio del total de la electricidad que estas consumen (muy por encima de la proporción que representa en los OPD, en que es solo una quinta parte, y en los países desarrollados, en que apenas alcanza el 4%) (cuadro 2.3).

Figura 2.10

**Intensidad energética sectorial por grupos de países (2014)**

Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos del Marco de Seguimiento Mundial (consultada en agosto de 2017).

Cuadro 2.3

**Selección de indicadores relativos a la electricidad en estudios de empresas**

(Último año del que hay datos disponibles, 2005-2016)

	Porcentaje de empresas que sufren cortes de electricidad	Número de cortes de electricidad en un mes típico	Si hubo cortes, duración media típica (horas)	Si hubo cortes, promedio de pérdidas que ocasionaron (porcentaje de la facturación anual)	Porcentaje de empresas que poseen o comparten un generador	Si se utiliza un generador, proporción de electricidad que suministra en promedio (porcentaje)
Países menos adelantados	74,4	9,9	4,8	7,0	51,2	30,0
<i>de los cuales:</i>						
PMA africanos y Haití	79,5	9,0	5,4	6,7	52,7	28,5
PMA asiáticos	65,8	17,2	3,4	8,0	43,4	32,5
PMA insulares	67,6	2,4	2,8	4,9	50,6	15,3
OPD	60,0	6,1	5,0	4,3	33,0	20,5
Países desarrollados	19,4	0,3	3,0	0,5	5,4	4,0

Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos del Banco Mundial, Encuestas de Empresas (consultada en julio de 2017).

Nota: Las cifras de los grupos de países corresponden a promedios no ponderados de cifras nacionales.

Otro grave defecto del sistema energético en la mayoría de los PMA son los elevados precios de la electricidad. En promedio, los consumidores industriales y comerciales pagan el doble por la electricidad en los PMA que en los OPD y los países desarrollados. No obstante, existen diferencias considerables entre subgrupos de PMA. Las empresas de los PMA africanos y Haití abonar tarifas similares a las que rigen en promedio en el grupo de los PMA, mientras que en los PMA insulares las empresas pagan el cuádruple. En cambio, las tarifas de consumo minorista en los PMA asiáticos son similares a las de los OPD y los países desarrollados (figura 2.11).

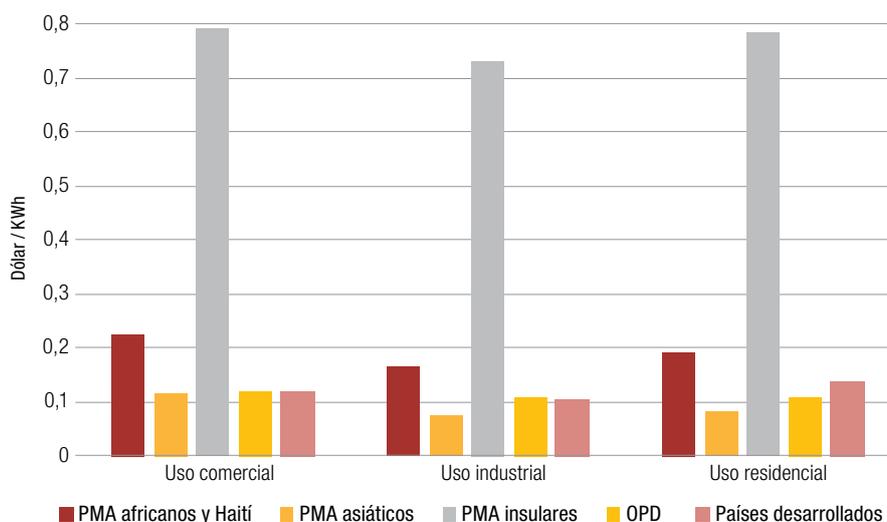
Una consecuencia del hecho de que los sistemas energéticos de la mayoría de los PMA no suministren

electricidad asequible, fiable y accesible en las cantidades necesarias es que el 42,1% de las empresas de esos países consideran que la electricidad impone serias limitaciones a sus operaciones comerciales (mientras que en los OPD el número de empresas que opinan así representa un tercio del total y en los países desarrollados, alrededor de un 15%). En 18 PMA, más de la mitad de las empresas son de esa opinión (figura 2.12).

En los PMA, las deficiencias del sistema energético tienen profundas repercusiones en el funcionamiento y la competitividad de las empresas, sobre todo de las que trabajan en el sector de bienes comercializables. Estas empresas han de hacer frente a costos energéticos mayores que la competencia, debido a: 1) precios

Figura 2.11

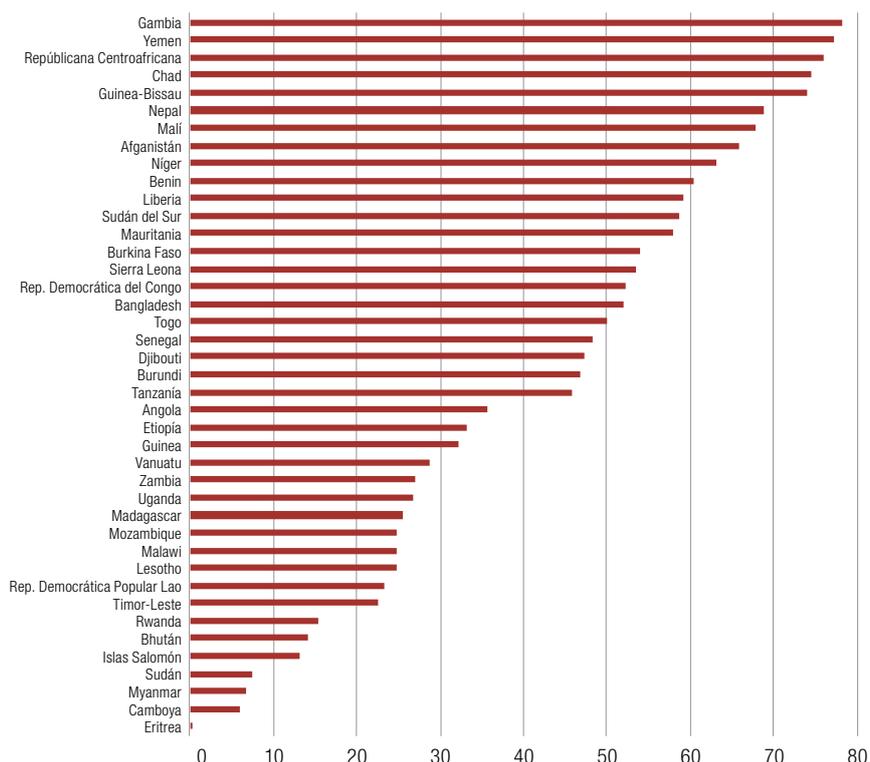
**Tarifa eléctrica media para el consumo minorista por uso final (últimos datos disponibles)**



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos del Banco Mundial, base de datos RISE (consultada en mayo de 2017).

Figura 2.12

**Porcentaje de empresas que consideran que la electricidad les impone serias limitaciones (último año del que hay datos disponibles)**



Fuente: Banco Mundial, Encuestas de Empresas (consultada en julio de 2017).

de la energía más elevados; y 2) la inmovilización de capital en equipos de reserva, lo que no solo tiene un costo directo, sino también de oportunidad, ya que esas cantidades podrían invertirse de un modo más productivo. Ese tipo de dificultades también entorpece la expansión empresarial, la generación de empleo y el ascenso en la cadena de valor en los PMA. El estado

de la infraestructura es un pilar fundamental de la competitividad general de un país. Ante un acceso a la electricidad poco fiable, los inversores nacionales y extranjeros pierden motivación para invertir en sectores económicos que hacen un uso intensivo del capital y la energía, como el manufacturero y, en particular, en sus segmentos de mayor valor añadido. En otras palabras,

el estado actual de los sistemas de energía en los PMA frena la transformación estructural de la economía de estos países. A continuación se analizan algunos aspectos del nexo entre energía y transformación desde una perspectiva sectorial.

#### a. Agricultura y actividades rurales

En las zonas rurales, las actividades productivas y domésticas evolucionan hacia formas de energía más modernas, eficientes y diversificadas a medida que aumentan los ingresos (lo que refleja la transición energética descrita en la figura 2.1). Una transición más rápida desde las fuentes tradicionales de energía (la biomasa tradicional, la mano de obra y el uso de animales) hacia formas de energía modernas puede llegar a acelerar el desarrollo y la transformación económica rurales en los PMA. La introducción y expansión de la energía eléctrica y de maquinaria y equipos que funcionen con electricidad o con combustibles modernos pueden aumentar la productividad agrícola y la producción rural, así como mejorar la seguridad alimentaria, por su incidencia sobre el riego, la preparación de la tierra, la fertilización, la recolección, el procesamiento de los productos agrícolas y el almacenamiento y conservación de alimentos e insumos. El acceso al riego mediante bombas eléctricas puede reducir la dependencia de los PMA con respecto a los cultivos de secano y atenuar su vulnerabilidad a las perturbaciones climáticas y meteorológicas. Esa posibilidad es especialmente importante para los PMA africanos, que a nivel mundial son los que cuentan con la menor proporción de agricultura de regadío (UNCTAD, 2015a). El creciente acceso a servicios energéticos de alta calidad también permite a los agricultores ascender en la cadena de valor agrícola y explorar oportunidades de producción y comercio en los segmentos de mayor valor añadido. Se ha observado que las limitaciones en la infraestructura (como, por ejemplo, un suministro eléctrico inadecuado) representan uno de los principales impedimentos para los agricultores que invierten en actividades de procesamiento a lo largo de la cadena de valor del sector ganadero (FIDA, 2010).

La falta de acceso a una fuente de electricidad o un combustible diésel fiables y asequibles entorpece el desarrollo de sistemas de refrigeración y enfriamiento adecuados en los países en desarrollo, sobre todo en las zonas rurales, con lo que se pierden alimentos y se generan residuos domésticos.

A fin de reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena de valor agrícola, se precisan inversiones en tecnologías destinadas a las actividades posteriores a la cosecha para que los pequeños agricultores puedan producir, procesar y almacenar mejor los productos

básicos agrícolas. La energía, especialmente la electricidad, desempeña un papel fundamental en ese sentido. En los PMA, un acceso a energía de bajo costo, pero fiable, puede ofrecer las siguientes ventajas: 1) facilitar la inversión en mejores tecnologías para las actividades posteriores a la cosecha, por ejemplo, las cadenas de frío; 2) reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena de valor agrícola; y 3) mejorar la producción, por ejemplo, posibilitando la transición de una cosecha de productos agrícolas sin procesar a productos alimenticios elaborados (FAO, 2016). En el cuadro 2.4 se dan ejemplos de las pautas de uso de la energía según las etapas de las cadenas de valor agrícolas.

Históricamente, el avance de la electrificación ha redundado a menudo en beneficio de la productividad agrícola, lo que, a su vez, ha tenido efectos claramente positivos en las manufacturas y la industrialización (Matsuyama, 1992; Johnson, 1997).

#### b. Industria

En la actualidad, la industria representa una proporción relativamente pequeña de la demanda de electricidad final en los PMA, debido a la combinación de dos factores. En primer lugar, el sector manufacturero —que es el que tiene más peso en la industria— contribuye modestamente al PIB: en 2014 representaba un 2,4% en los PMA insulares, el 8,1% en los PMA africanos y Haití, y el 15,7% en los PMA asiáticos, en contraste con su aportación en los OPD, que alcanzaba el 20,7%. El segundo factor es la estructura del sector manufacturero en los PMA, que refleja la abundancia de mano de obra y tierras en la mayoría de esos países (pero no la abundancia de minerales en varios de ellos), así como la escasez de un suministro de energía adecuado. En los PMA, la fabricación se concentra en los sectores de baja tecnología, intensivos en mano de obra y no intensivos en energía. Las prendas de vestir, los alimentos y bebidas y los productos de la madera representan, en conjunto, más de la mitad del valor añadido en la industria manufacturera en esos países (figura 2.13). En cambio, los sectores intensivos en energía, como los de metales básicos, minerales no metálicos, papel y productos de papel, coque y refinado de petróleo, contribuyen solo al 28% del valor añadido total de la industria manufacturera de ese grupo de países. Si bien los problemas de suministro de energía en los PMA no han impedido que se establezcan y persistan algunos tipos de manufacturas, sin duda han supuesto un obstáculo para que este sector se expanda y evolucione.

La contribución relativa de los factores (capital, mano de obra, recursos naturales, energía y productividad) al crecimiento del sector manufacturero varía en función

Cuadro 2.4

**Clasificación de las cadenas de valor agrícolas por tecnología**

Categorías	Productos básicos/Tecnologías	Fuentes de energía
Baja tecnología (<5 kWh/día)	Envasado de verduras y hortalizas, brotes, raíces, tubérculos, bulbos, frutas y bayas	Red eléctrica; energía solar con baterías de reserva
Tecnología básica (5 a 25 kWh/día)	Plantas de embalaje y preenfriamiento de frutas y verduras tropicales y subtropicales; almacenamiento de productos enfriados por evaporación. (Intervalo de temperaturas de 15° C a 20° C)	Calentador de agua por energía solar, red eléctrica; generador (diésel o gas); sistema híbrido de generadores/fotovoltaico con baterías de reserva
Tecnología intermedia (25 a 200 kWh/día)	Refrigeración y almacenamiento frigorizado de frutas y verduras de zonas templadas. (Intervalo de temperaturas de 0° C a 7° C)	Red eléctrica; generador (diésel o gas)
Tecnología moderna (>100 kWh/día)	Plantas de envasado automatizadas, preenfriamiento y almacenamiento frigorizado de cualquier clase de frutas y verduras. (Temperaturas inferiores a 0° C)	Red eléctrica; generadores diésel de reserva

Fuente: Puri (2016).

de la intensidad tecnológica de los sectores y de la etapa de desarrollo de la economía. Al analizarse por separado el crecimiento a largo plazo del sector manufacturero en los países en desarrollo y en los desarrollados se ha puesto de manifiesto que, con bajos niveles de ingresos, el incremento de la producción en los sectores de baja tecnología intensivos en mano de obra (por ejemplo, los de prendas de vestir, textiles y artículos de cuero) suele estar impulsado por la mano de obra. Esa es, probablemente, la situación de los PMA, la mayoría de los cuales son países de bajos ingresos (ONU, 2016)<sup>6</sup>. A medida que los países progresan económicamente y pasan a ser de ingresos medianos, la energía empieza a contribuir en mayor medida al crecimiento que el capital o la mano de obra. En consecuencia, cabe esperar que los insumos energéticos sean aún más importantes para el crecimiento de las industrias de baja tecnología en los PMA según estos avancen en su desarrollo y se conviertan en países de ingresos medianos.

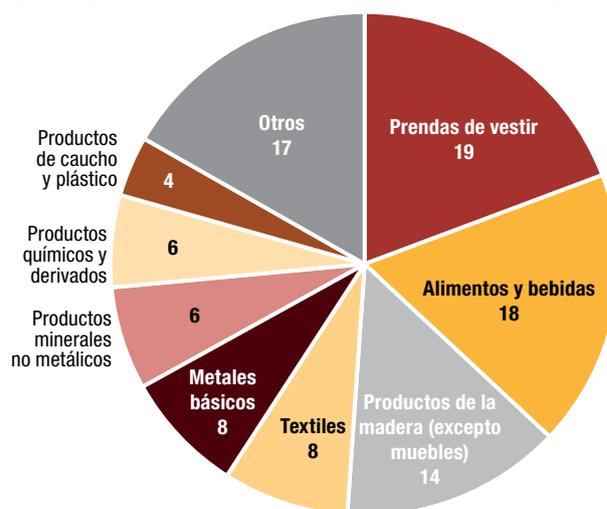
La expansión a largo plazo de los sectores de tecnología intermedia basados en recursos (por ejemplo, los de minerales no metálicos, caucho y plásticos) en los países de ingresos medianos se basa en los recursos naturales y la energía (ONU, 2016). Como se mencionó anteriormente, esos sectores son intensivos en energía y, en la actualidad, representan una parte menor del valor añadido en la industria manufacturera en los PMA. No obstante, el procesamiento de recursos naturales es una de las posibilidades para expandir y diversificar el sector manufacturero que habitualmente se recomienda a los PMA ricos en recursos naturales. Ese es el caso de algunos PMA africanos (Page, 2015; CEPA y Comisión de la Unión Africana, 2013; Ramdoo, 2015) y asiáticos (Myanmar y Yemen). Supondría emprender actividades de transformación de materias primas, como combustibles, metales y otros minerales, y crear eslabonamientos hacia delante desde las industrias extractivas a través de actividades tales como la fundición y el refinado de metales, el refinado

de petróleo, el procesamiento de gas, el procesamiento básico y la adición de valor a las materias primas metálicas, entre otras<sup>7</sup>. Todas esas opciones contribuyen a la transformación estructural de la economía, la diversificación y la creación de empleo. No obstante, también son actividades e industrias de alto consumo energético. Por tanto, para que sea viable, esta ruta a la industrialización depende de un suministro de energía (sobre todo eléctrica) fiable y asequible en mucha mayor medida que los sectores de manufacturas de baja tecnología actualmente dominantes. El salto cuántico y el cambio cualitativo en las necesidades energéticas que implica este tipo de transformación estructural se manifiestan en la noción de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía (sección F).

Figura 2.13

**Estructura de la industria manufacturera de los PMA (2011-2014)**

(Porcentaje del valor total añadido en la industria manufacturera)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la ONU, base de datos estadísticos industriales INDSTAT2 (consultada en julio de 2017).

Nota: A partir de datos de Bangladesh, Burundi, Eritrea, Etiopía, Malawi, Myanmar, Nepal, la República Unida de Tanzania, el Senegal y el Yemen, que en conjunto representan el 58% del valor añadido de la industria manufacturera de los PMA.

### c. Servicios

La energía desempeña un papel facilitador del desarrollo y el aumento de la productividad y la eficiencia en varios sectores de servicios, especialmente algunos de los más modernos y de mayor valor añadido. Resulta evidente en el caso de los servicios de transporte (por vía terrestre, aérea y acuática), que dependen en gran medida de la disponibilidad, fiabilidad y asequibilidad de los combustibles. La complementariedad entre los combustibles y las infraestructuras que utiliza el sector (carreteras, aeropuertos, ferrocarriles y gasolineras, entre otras) pueden permitirle prestar servicios eficientes a otros sectores (por ejemplo, facilitando el transporte a los mercados de productos agrícolas y manufacturas). Los servicios logísticos comparten varias de estas características con los servicios de transporte.

También hay una gran sinergia entre la energía y los servicios de TIC (dos tecnologías para fines generales), como se señalaba anteriormente: la electricidad es necesaria para que la industria de las TIC siga funcionando e innovando. Asimismo, la energía influye en el rendimiento de dos sectores de servicios que son cruciales para la formación a largo plazo del capital humano de la economía: la educación y la salud, como se indica en la sección C.4.

A medida que en el sector de los servicios ganan peso los sectores que requieren un uso intensivo de conocimientos, se registra cierto aumento de la intensidad energética, habida cuenta de que el uso de equipos de TIC y de Internet están cada vez más generalizados. Esta tendencia a largo plazo puede observarse en la intensidad energética del sector, que en los países desarrollados es cinco veces mayor que en los PMA (figura 2.10). No obstante, más importante que la cantidad de energía consumida por el sector de los servicios en las etapas superiores de desarrollo es su calidad. En este sentido, los cortes de suministro energético pueden ocasionar pérdidas de datos e interrupciones en las comunicaciones, al igual que ocurre en el sector manufacturero; de ahí la importancia de contar con un suministro de energía fiable y asequible.

El desarrollo del sector de los servicios forma parte del proceso de transformación estructural, en virtud de varios mecanismos:

- El proceso de transformación estructural entraña no solo un aumento de la proporción de los servicios en el conjunto de la producción y el empleo, sino también una diversificación en el propio sector de los servicios consistente, sobre todo, en una transición desde servicios de bajo valor añadido, y a menudo informales (por ejemplo, servicios personales y venta ambulante), hacia servicios con mayor valor añadido (como servicios empresariales y de ingeniería).

- La transformación de los servicios trae consigo un aumento de la productividad del factor trabajo dentro del sector, lo que contribuye a impulsar la productividad del factor trabajo en el conjunto de la economía.
- Cada vez más, los servicios ofrecen una vía para la diversificación de las exportaciones de los PMA. La participación de los servicios en el total de las exportaciones del grupo de los PMA aumentó del 12,5% en 2005 al 19,1% en 2016. En el caso de dos de los PMA africanos, por ejemplo, crecieron las exportaciones en los sectores de servicios que están relacionados con la energía o dependen de esta para funcionar. Etiopía se ha convertido en un proveedor internacional de servicios de transporte aéreo de mercancías; Lesotho suministra ahora servicios de transmisión de energía hidroeléctrica a Sudáfrica (Balchin, 2017).
- A medida que avanza la transformación estructural y los vínculos intersectoriales ganan en densidad y complejidad, los servicios especializados se van convirtiendo de forma progresiva en insumos indispensables para otros sectores de actividad, como el agrícola y el manufacturero. Es más probable que el sector de los servicios contribuya a impulsar la transformación estructural en los países que cuentan con un sector manufacturero dinámico en que la productividad y los ingresos crecen rápidamente (UNCTAD, 2016a). En Etiopía, la disponibilidad de servicios de transporte aéreo eficientes ha sido decisiva para la diversificación de las exportaciones de mercancías del país hacia los productos hortícolas y la floricultura (Balchin, 2017). Por lo general, unos servicios logísticos y de transporte eficientes son una condición previa para la buena marcha y la expansión de las manufacturas y la agricultura.

## 3. Eslabonamientos hacia atrás

La industria de la energía crea eslabonamientos hacia atrás con los proveedores de insumos de bienes y servicios, tanto en la fase de inversión (cuando se están construyendo las instalaciones de producción, transmisión y distribución de energía) como en la fase operativa de esas instalaciones (cuando realizan las actividades de generación, transmisión y distribución para las que han sido construidas). La mayoría de los PMA carecen de las capacidades productivas necesarias para fabricar los insumos de los equipos principales, como turbinas, paneles solares, equipos de control y medición y equipos de TIC, entre otros, que, por lo general, tienen que importar. Así pues, los eslabonamientos hacia atrás establecidos sobre la base de la adquisición de equipos no son muy intensos. No obstante, con la aparición de nuevas fuentes energéticas, como las energías renovables, han empezado a surgir oportunidades para la creación de eslabonamientos hacia atrás (recuadro 2.1).

**Recuadro 2.1. Experiencia de los PMA asiáticos en el desarrollo de las industrias nacionales de energía solar fotovoltaica**

Bangladesh ha tenido cierto éxito en el desarrollo de una industria nacional de energía solar, que en 2016 empleaba a unas 140.000 personas. Mientras que el número de puestos de trabajo en el sector de la energía solar de uso doméstico se está estabilizando, el empleo en los segmentos del bombeo solar y las minirredes aumenta en la medida en que el Gobierno presta mayor atención a esos ámbitos. Rahimafrooz Renewable Energy, por ejemplo, fabrica baterías solares recargables, controladores de carga y lámparas fluorescentes, y también ha desarrollado un sistema de riego que funciona con energía solar. El éxito de Bangladesh puede atribuirse en parte a los programas de capacitación en el empleo y formación profesional, la promoción de la investigación nacional y el impulso a la coordinación entre las empresas, las entidades reguladoras y las universidades.

La República Democrática Popular Lao también ha logrado resultados positivos desarrollando en el país una industria de ensamblaje de componentes de energía solar importados. SunLabob, empresa local que cuenta con licencia desde 2011, se ha expandido para prestar servicios relacionados con las energías renovables en las zonas rurales a las que no llega la compañía pública de electricidad. También opera en Myanmar, donde recientemente ha finalizado la instalación de una serie de minirredes alimentadas por energía solar en comunidades apartadas.

*Fuente:* DAES (2011); Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) (2012, 2017).

Además, en la fase de construcción e instalación se pueden generar eslabonamientos hacia atrás con el sector de la construcción. Esta fase inicial es también mucho más intensiva en mano de obra que la fase operativa. Las licitaciones pueden orientarse a determinados insumos locales para los que existe la posibilidad de fomentar la capacidad de oferta (por ejemplo, mediante políticas que favorezcan a las pequeñas y medianas empresas (pymes)) y, de ese modo, estimular la iniciativa empresarial local (UNCTAD, 2013).

Durante la fase operativa normal de sus instalaciones (especialmente la producción, transmisión y distribución de electricidad), la industria de la energía puede crear eslabonamientos hacia atrás en los PMA con proveedores de bienes y servicios relativamente simples (por ejemplo, bienes fungibles, seguros o servicios de transporte y logística), pero también de servicios más intensivos en conocimientos (mantenimiento, ingeniería y servicios de TIC). Nuevamente, sobre esa base se puede promover la iniciativa empresarial local. Además, el funcionamiento de las instalaciones de la industria genera empleos directos relativamente especializados (entre ellos, de técnicos e ingenieros) y no especializados.

Si bien esas dos fases distintas de la generación de eslabonamientos hacia atrás desempeñan un papel secundario en la actualidad, es probable que cobren protagonismo en el futuro si, como se prevé, aumentan las inversiones para lograr el acceso universal a la energía y el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía (sección F).

La industria minera para la producción de energía también podría desarrollar un amplio abanico de eslabonamientos hacia atrás, que hasta ahora han sido poco aprovechados en los PMA mineros (CEPA y Comisión de la Unión Africana, 2013; Ramdoo, 2015).

## 4. Productividad y capital humano

El acceso a la energía moderna es especialmente importante en el caso de dos sectores de servicios que tienen una incidencia directa en la creación de capital humano. El acceso de las escuelas a energía moderna de calidad en cantidad suficiente aumenta la productividad en el sector de la educación. En la actualidad, aproximadamente el 90% de los niños de África Subsahariana asisten a escuelas primarias en las que no hay electricidad ni, por tanto, alumbrado eléctrico, refrigeradores, ventiladores, computadoras ni impresoras (DAES, 2014). La electricidad es necesaria, especialmente en las escuelas rurales, para poder incorporar al plan de estudios las tecnologías de aprendizaje modernas y posibilitar la enseñanza a distancia y los cursos de formación en línea. También se necesita para el uso de computadoras y tabletas, para la iluminación de aulas destinadas a clases de alfabetización y educación de adultos en horarios nocturnos, y para facilitar el acceso a medios audiovisuales educativos, además de contribuir a retener a los maestros (Humanitarian Technology Challenge, s. f.). Las escuelas con suministro eléctrico presentan un mayor índice de retención del personal, obtienen mejores resultados en los principales indicadores educativos y, en algunos casos, contribuyen a un desarrollo más amplio de la comunidad (DAES, 2014).

La energía moderna puede tener un efecto positivo en la productividad de los servicios de salud. En 11 países de África Subsahariana, aproximadamente la cuarta parte de los centros de salud no disponen de electricidad y solo alrededor del 28% cuentan con un suministro eléctrico fiable, si bien existen grandes variaciones de un país a otro (Centro de la Comunidad Económica de los Estados de África Occidental para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética (CCEREE) y Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), 2015). Un acceso fiable a la electricidad permite

---

## La producción y distribución de energía también contribuyen directamente a la economía, generando empleo y valor añadido

---

mejorar los servicios médicos, especialmente en las zonas rurales, posibilita la existencia de cadenas de refrigeración eficaces y el almacenamiento seguro de medicamentos y vacunas. También supone un incentivo para que los médicos se establezcan y trabajen en las zonas rurales.

Como se indica en el capítulo 1, de la energía moderna se derivan ventajas adicionales con respecto a la salud y la educación, como una mitigación de la pobreza de tiempo y mayor flexibilidad para utilizarlo; una reducción de los riesgos para la salud derivados de la exposición a la contaminación del aire en lugares cerrados y de la falta de acceso a agua potable y refrigeración; y la difusión de información y conocimientos.

Con el aumento de la productividad y el capital humano, esas ventajas son esenciales en un proceso de transformación estructural sostenible e inclusivo. A medida que la economía se diversifica y la estructura productiva mejora, las empresas se orientan a productos y procesos más intensivos en conocimientos, con lo que aumenta la demanda de trabajadores cualificados. Por tanto, el sistema educativo debe evolucionar con la estructura productiva de la economía a fin de ofrecer la mano de obra cualificada que requieren unos procesos productivos cada vez más exigentes.

No obstante, los PMA aún están lejos de recoger los frutos de la ampliación y mejora de los servicios energéticos en lo que respecta a la formación de capital humano. La contribución de la energía al aumento de la productividad de los sistemas de educación y salud se ve entorpecida por las deficiencias de los sistemas energéticos de estos países. En la mayoría de los PMA ni siquiera han llegado a cumplirse las metas relativas a la educación y la salud establecidas en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (mucho menos ambiciosas que las de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)). En general, estos países todavía carecen de los recursos humanos necesarios para contribuir a la transformación estructural. Un estudio realizado en 45 países africanos —tanto PMA como OPD— puso de manifiesto que la mitad de los encuestados apuntaban a la falta de aptitudes como uno de los principales frenos a la competitividad de las empresas africanas (Newman y otros, 2016). Así pues, en muchos PMA, la transformación estructural sigue viéndose dificultada

tanto por las lagunas de la industria de la energía como por las limitaciones en cuanto a competencias.

## E. La contribución directa de la industria de la energía a las economías de los PMA

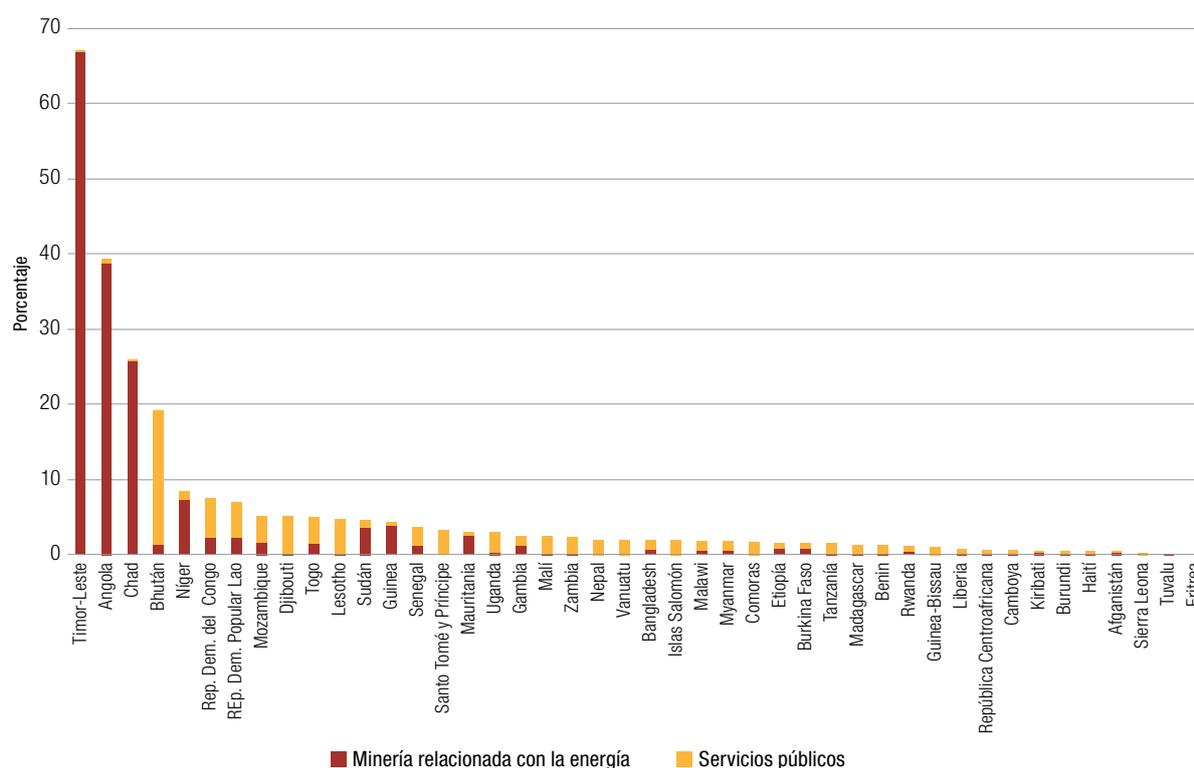
La industria (o sector) de la energía comprende la extracción y el transporte de productos energéticos; su procesamiento, transformación, refinado, fabricación y distribución; y, por último, la producción, transmisión y distribución de electricidad. Además de su papel facilitador para otros sectores examinados en la sección anterior, la industria —al igual que otras áreas de actividad— contribuye directamente a la economía de un país y a su transformación estructural, al crear valor añadido y empleo y fomentar el comercio exterior, así como por su capacidad de generar innovaciones tecnológicas e incorporarlas para aumentar la productividad. En esta sección se analiza el papel de la industria de la energía moderna en la actividad económica, el empleo, el comercio internacional y las finanzas públicas de los PMA.

### 1. Valor añadido

Para la mayoría de los PMA no hay datos sistemáticos, fiables y comparables sobre las diferentes etapas de valor añadido a lo largo de las cadenas de producción y distribución de la industria de la energía<sup>9</sup>. No obstante, la contribución directa de esta industria a la actividad económica y el empleo en los PMA se puede determinar de forma bastante aproximada por las aportaciones de las actividades mineras relacionadas con la energía y el sector de los servicios públicos al valor añadido total<sup>9</sup>. La importancia de la industria en estos ámbitos es desigual entre los PMA, lo que obedece sobre todo a que no todas las actividades extractivas relacionadas con la energía tienen el mismo peso. A diferencia de los servicios públicos, cuya contribución al valor añadido total es relativamente modesta y no varía mucho de un PMA a otro (se sitúa por debajo del 5%, excepto en el caso de Bhután), las industrias extractivas relacionadas con la energía desempeñan un papel desproporcionado en los PMA que explotan recursos de combustible (figura 2.14)<sup>10</sup>. Es lo que ocurre sobre todo en los PMA exportadores de combustibles tradicionales, como Angola, el Chad y Timor-Leste<sup>11</sup>, en que esas industrias representan hasta el 75% del total del valor añadido, pero también —aunque en menor medida— en países menos especializados en las exportaciones de combustibles (Guinea, Mozambique, Myanmar y Sudán) o de uranio (Níger). Esta indicación general del peso de la cadena de valor energético en el conjunto de la economía

Figura 2.14

## Contribución de la industria de la energía al valor añadido total (2013-2015)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de Banco Africano de Desarrollo, Socio-Economic Database; Banco Asiático de Desarrollo, base de datos estadísticos; UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultadas en julio de 2017).

Nota: Para determinar el efecto neto de los productos básicos no energéticos, se ha aplicado a los datos relacionados con la minería un coeficiente que refleja el peso de los productos básicos relacionados con la energía en el total de las exportaciones de minerales.

está condicionada inevitablemente por la dotación de recursos energéticos de cada país.

Un aspecto importante de la generación de valor por la industria de la energía es que tiene rendimientos de escala crecientes, tanto en la producción y distribución de energía moderna (por ejemplo, a través de la red eléctrica), como en la transformación de la energía primaria en producto energético (producción de electricidad y refinado de petróleo). Por tanto, en la industria de la energía el uso de insumos adicionales da lugar a un aumento más que proporcional de la producción (Toman y Jemelkova, 2003). Estos efectos resultan evidentes cuando las economías realizan una transición energética desde la biomasa tradicional (con un importante componente de producción propia) hacia mercados organizados de productos energéticos (por ejemplo, electricidad y combustibles). La especialización y las economías de escala resultantes suponen un aumento de la disponibilidad de servicios energéticos a precios decrecientes. Como se ha visto en la sección anterior, no todos los PMA se encuentran en la misma etapa de esta transición.

La búsqueda del acceso universal a la energía a la que anima el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 y,

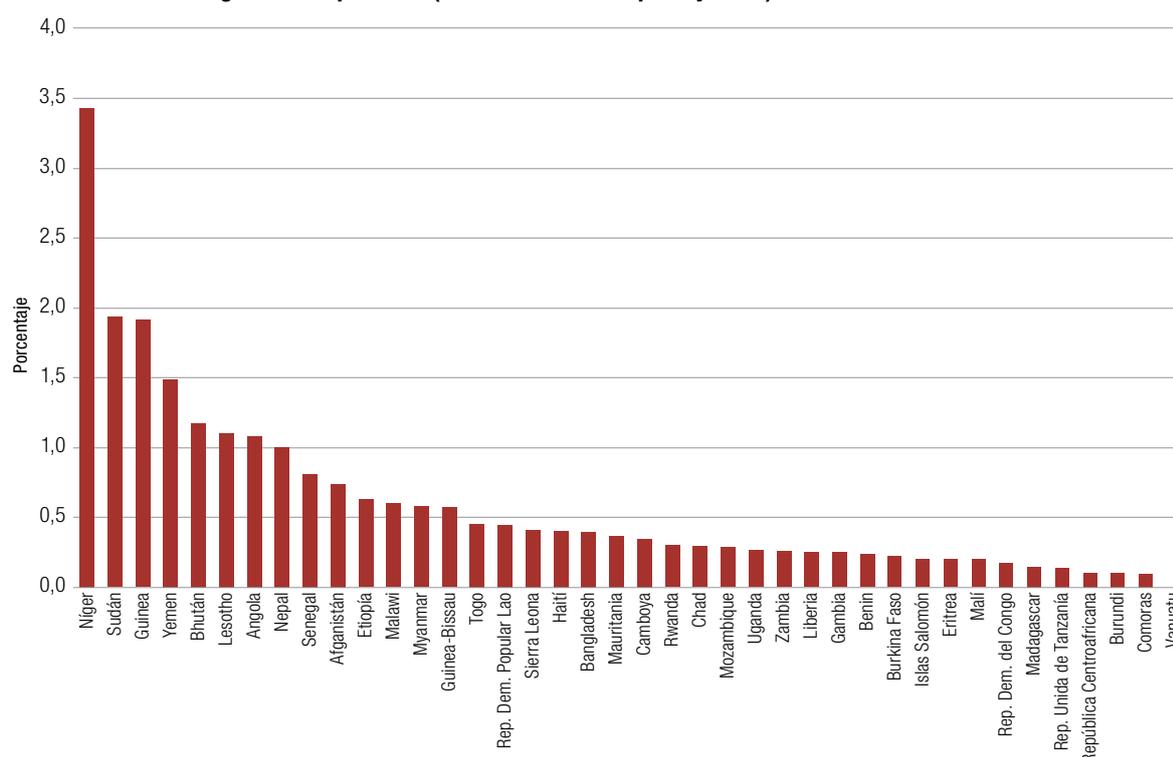
en particular, la necesidad de un acceso a la energía para la transformación estructural de la economía, requerirán una enorme inversión en la industria energética (capítulo 6). Así pues, es probable que en el futuro aumente la contribución directa de esta a la actividad económica general de los PMA.

## 2. Empleo

En general, la contribución de la industria de la energía al empleo se sitúa muy por debajo de su participación en el valor añadido, lo que indica un nivel de productividad del factor trabajo muy superior al de otras industrias y sectores, acorde a su mayor densidad de capital. En el Senegal y Zambia, por ejemplo, los servicios públicos —como el suministro de electricidad, gas, vapor y agua caliente, y la captación, depuración y distribución de agua— conforman el sector económico en que la productividad del factor trabajo es mayor (Diao y otros, 2017). El país en que la industria de la energía contribuye en mayor medida al empleo (según se define al principio de la sección D) es el Níger, donde alcanza un 3,5%, mientras que se sitúa por debajo del 1% en 32 de los 41 PMA de los que se dispone de datos (figura 2.15). Las actividades de suministro

Figura 2.15

Peso del sector de la energía en el empleo total (últimos años de los que hay datos)



*Fuente:* Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), base de datos ILOSTAT (consultada en julio de 2017) y conjuntos de datos de apoyo de World Employment and Social Outlook – Trends 2015.

*Nota:* Para determinar el efecto neto de los productos básicos no energéticos, se ha aplicado a los datos relacionados con la minería un coeficiente que refleja el peso de los productos básicos relacionados con la energía en el total de las exportaciones de minerales.

eléctrico también ofrecen oportunidades de empleo, principalmente en los niveles de especialización superiores, para el mantenimiento y las reparaciones del sistema, la facturación y la administración, y para el funcionamiento de las centrales eléctricas. No obstante, el aprovechamiento de estas oportunidades y la buena marcha de los sistemas energéticos dependen de la disponibilidad de las competencias necesarias.

El segmento de la minería parece generar más empleos que el de los servicios públicos en menos de un tercio de los 41 PMA, lo que refleja, por una parte, la desigualdad en la distribución de la dotación de recursos de combustible, y, por otra, el carácter intensivo en capital de las industrias extractivas, especialmente en los casos del petróleo y el gas.

En las cifras disponibles se subestima en cierta medida la contribución de la industria de la energía al empleo, ya que no se tiene en cuenta a los trabajadores que intervienen en la distribución de los productos energéticos (por ejemplo, mayoristas y minoristas de combustibles para vehículos o de bombonas de gas). Si bien figuran en las estadísticas de empleo del comercio mayorista y minorista, no se dispone de datos detallados.

En cuanto al futuro, el avance hacia un acceso universal y la transición hacia un sector energético más moderno tienen importantes consecuencias para el empleo en la industria de la energía (lo que también se espera que ocurra con la generación de valor añadido). Las inversiones que deben realizarse en el sector eléctrico para lograr el acceso universal de aquí a 2030 son de tal envergadura que la construcción, instalación y funcionamiento de infraestructuras de generación, transmisión y distribución de electricidad serán de por sí importantes fuentes de empleo.

El desarrollo de sistemas de transmisión y distribución (ampliación de la red eléctrica y creación de miniredes) puede brindar grandes posibilidades en materia de generación de empleo —especialmente para la instalación de cableado, por ejemplo, con la excavación de zanjas para cables subterráneos y la fabricación de postes para el tendido aéreo—, al igual que la inversión destinada al aumento de la capacidad de generación, sobre todo (aunque no exclusivamente) de energía hidroeléctrica tradicional. Si se acompaña de medidas para activar en paralelo la oferta, puede suponer un gran estímulo para la transformación de la economía rural (UNCTAD, 2015a).

Surgirán nuevas oportunidades de empleo e ingresos en las cadenas de suministro de combustibles modernos, sobre todo teniendo en cuenta la considerable expansión de la oferta originada por el avance hacia un acceso universal desde la situación de acceso limitado que actualmente predomina en los PMA. La ampliación de estas cadenas de suministro comportará una merma de las cadenas de valor asociadas a los biocombustibles tradicionales (por ejemplo, la leña y el carbón vegetal), que son actualmente un sector productivo importante, en particular para el suministro de los mercados urbanos. Por tanto, con la vista puesta en la erradicación de la pobreza, será importante gestionar esa contracción a medida que se amplía el acceso a la energía moderna y velar por que se creen nuevas oportunidades de generación de ingresos para quienes trabajan en este sector.

### 3. Comercio internacional

El papel de la energía en el comercio internacional de los PMA es mucho más notorio que su contribución directa a la producción y al empleo: los productos energéticos representan casi el 39% del total de las exportaciones de mercancías y más del 12% de las importaciones de este grupo de países. La magnitud, composición y orientación del comercio de productos energéticos varían considerablemente de un país a otro.

#### a. Exportaciones

Las exportaciones de energía de los PMA están dominadas por el petróleo crudo (también conocido como “crudo”, simplemente), que representa el 84% —57.000 millones de dólares sobre un total de 68.000 millones de dólares (cuadro 2.5)— de los ingresos anuales de estos países en concepto de exportaciones de energía (figura 2.16). No obstante, esas exportaciones están muy concentradas, ya que se limitan a un reducido número de países, principalmente de África. Las ventas al exterior de crudo representan entre un tercio y casi la totalidad de las exportaciones de mercancías de Angola, el Chad, el Sudán, Timor-Leste y el Yemen. La mayor parte del crudo vendido por los exportadores africanos tiene como destino Asia, Europa y América del Norte. Las exportaciones de los productores de crudo asiáticos (incluido Timor-Leste) se dirigen principalmente a los mercados en desarrollo de Asia Oriental.

El segundo producto energético básico más exportado por los PMA es el gas. A diferencia del crudo y sus derivados, el gas lo producen y exportan principalmente PMA asiáticos, y representa entre un cuarto y la mitad de las exportaciones de Myanmar, Timor-Leste y el Yemen. Esas exportaciones son absorbidas sobre todo por los mercados de Asia Oriental.

---

### El sector energético concentra una parte significativa del comercio de mercancías y es una fuente de ingresos públicos de gran importancia en algunos PMA

---

Los productos refinados derivados del petróleo (en adelante, derivados del petróleo o productos derivados del petróleo), que son el tercer grupo más importante de las exportaciones de energía de los PMA, apenas representan el 5% del total. Suponen más del 10% de las exportaciones de mercancías de un grupo de PMA africanos no productores de crudo, a saber, Benin, Djibouti, el Níger, Rwanda y el Senegal. La mitad de esas exportaciones son absorbidas por países de sus respectivas subregiones, y la otra mitad tienen como destino otros continentes.

Las exportaciones de carbón de los PMA, que se caracterizan por una concentración aún mayor que las de petróleo crudo, están encabezadas por Mozambique. Con la entrada en funcionamiento de nuevas minas, las ventas del país al exterior se quintuplicaron en 2012 con respecto al año anterior y siguieron creciendo después. Las exportaciones de carbón, dos tercios de las cuales van dirigidas a los mercados asiáticos, representan actualmente el 12,6% de las exportaciones de mercancías del país.

En los PMA, el comercio internacional de electricidad es mucho menor que el de otros productos energéticos. Las exportaciones de electricidad son especialmente importantes para algunos PMA asiáticos. Por ejemplo, representan alrededor del 13% de las exportaciones totales de Bhután y la República Democrática Popular Lao, donde la energía hidroeléctrica es la principal fuente de electricidad (figura 3.3). Entre los PMA africanos, solo Mozambique, el Togo, Uganda y Zambia registran exportaciones de electricidad significativas, que en valor van desde los 22 hasta los 210 millones de dólares, y, en el caso concreto de Mozambique, las importaciones se sitúan prácticamente al mismo nivel que las exportaciones. Dada la naturaleza de la transmisión de electricidad, todas esas exportaciones van destinadas a países vecinos, a menudo en el contexto de consorcios energéticos regionales (capítulo 4).

El desglose por países de las cifras que se presentan en el cuadro 2.5 permite formular dos observaciones adicionales. En primer lugar, la cadena de valor energético tiene un peso significativo en el total de las exportaciones de mercancías tan solo en unos pocos PMA, si bien en esos países su importancia suele ser desproporcionada (figura 2.17). Representan más del 25% del total en solo

## Cuadro 2.5

## Exportaciones de energía de los PMA (2014-2016)

(Promedio anual)

Valor (en millones de dólares)	Petróleo y derivados			Gas	Carbón	Uranio	Electricidad	Total
	Total	de los cuales						
		Crudo	Derivados del petróleo					
Países menos adelantados	60 565	57 351	3 214	6 446	572	299	684	68 566
de los cuales:								
PMA africanos y Haití	59 041	56 046	2 995	2 224	476	299	359	62 399
PMA asiáticos	1 514	1 296	218	4 218	96	1	325	6 154
PMA insulares	10	9	0	4	0	0	0	14
Porcentaje del total de las exportaciones de mercancías								
Países menos adelantados	34,4	32,6	1,8	3,7	0,3	0,0	0,4	38,8
de los cuales:								
PMA africanos y Haití	51,3	48,7	2,6	1,9	0,4	0,0	0,3	53,9
PMA asiáticos	2,5	2,1	0,4	7,0	0,2	0,0	0,5	10,2
PMA insulares	1,7	1,6	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	2,5

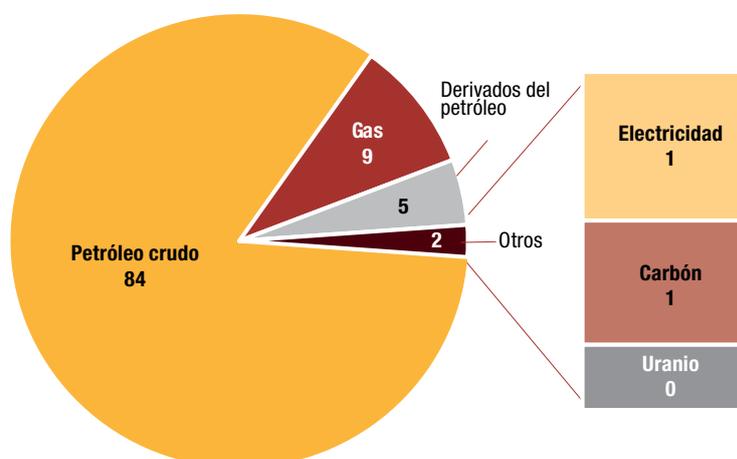
Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

Nota: Véase la definición de productos energéticos en la página xi.

## Figura 2.16

## Exportaciones de energía de los PMA (2014-2016)

(Porcentaje)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

8 de los 44 PMA de los que se dispone de datos; pero en esos países genera en promedio casi dos tercios de los ingresos por exportaciones de mercancías. En segundo lugar, salvo algunas excepciones (especialmente Liberia, Mozambique y el Togo), las exportaciones relacionadas con la energía parecen concentrarse sobre todo en uno o dos productos principales por país, y, a menudo, el petróleo y el gas se exportan conjuntamente. Esta concentración, que es en gran medida un reflejo de las diferencias existentes entre las reservas de recursos naturales de los países, apunta a la vulnerabilidad de

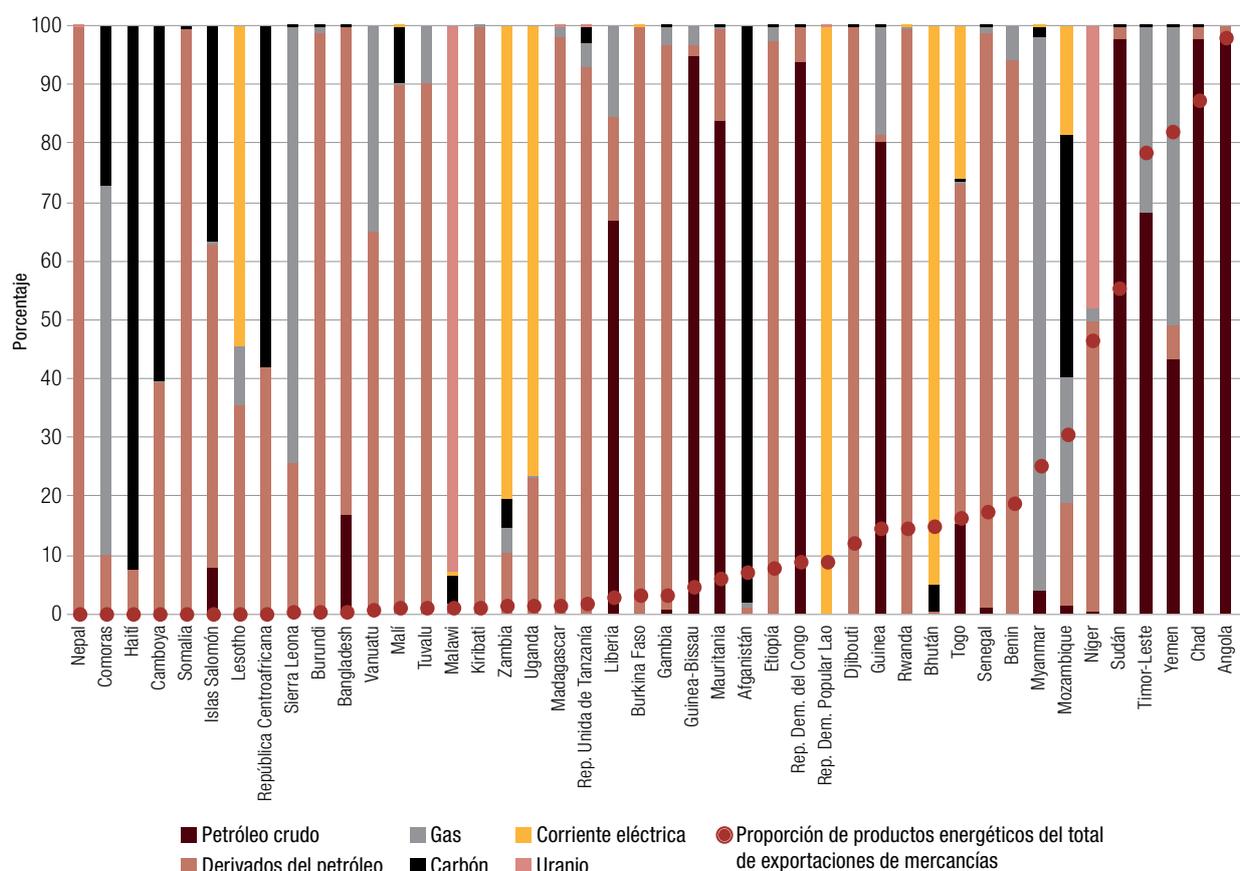
los PMA a las condiciones adversas de la relación de intercambio.

## b. Importaciones

En valor, las importaciones de energía de los PMA equivalen a menos de la mitad de sus exportaciones y representan una proporción mucho menor (el 12,4%) del total de sus importaciones de mercancías (cuadro 2.6). Todos los PMA importan energía y la composición de sus importaciones difiere mucho de la de las exportaciones.

Figura 2.17

## Distribución de las exportaciones de energía por tipo de producto principal (2014-2016)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

Cuadro 2.6

## Importaciones de energía de los PMA (2014-2016)

(Promedio anual)

Valor (en millones de dólares)	Petróleo y derivados							Gas	Carbón	Uranio	Electricidad	Total
	Total	de los cuales		Gas	Carbón	Uranio	Electricidad					
		Crudo	Derivados del petróleo									
Países menos adelantados	27 601	1 295	26 306	1 013	1 083	0	576	30 273				
<i>de los cuales:</i>												
PMA africanos y Haití	17 212	816	16 396	530	12	0	392	18 325				
PMA asiáticos	10 047	480	9 567	475	891	0	184	11 597				
PMA insulares	343	0	343	7	0	0	0	350				
<i>Porcentaje del total de las exportaciones de mercancías</i>												
Países menos adelantados	11,4	0,5	10,8	0,4	12,4	0,0	0,2	12,4				
<i>de los cuales:</i>												
PMA africanos y Haití	12,1	0,6	11,6	0,4	12,9	0,0	0,3	12,9				
PMA asiáticos	10,1	0,5	9,6	0,5	11,7	0,0	0,2	11,7				
PMA insulares	15,7	0,0	15,7	0,3	16,1	0,0	0,0	16,1				

Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

Nota: Véase la definición de productos energéticos en la página xi.

La gran mayoría de las importaciones de energía de los PMA (un 87%) son de productos refinados derivados del petróleo, que en valor ascendieron durante el período comprendido entre 2014 y 2016 a 26.000 millones de dólares anuales de un total de 30.000 millones en concepto de importaciones de energía. Todos los PMA importan esos productos, que se utilizan mayormente para el transporte, aunque también para la producción de electricidad y para calefacción en muchos de esos países, que los integran así en su combinación de fuentes energéticas (figura 2.3). En algunos casos también se convierten en insumos de la industria química, que en el conjunto de los PMA es el séptimo mayor subsector manufacturero en importancia (figura 2.13). Los PMA africanos importan esos productos principalmente de otros continentes, mientras que los PMA asiáticos los adquieren sobre todo de Asia.

Asimismo, todos los PMA importan gas, sobre todo para el uso como combustible de cocina, si bien estas compras representan solo el 3% del total de las importaciones de energía. En el caso de los PMA africanos, el 41% de las importaciones de gas proceden del propio continente, en su mayoría del norte de África y de África Occidental, mientras que en el caso de los PMA asiáticos provienen sobre todo de Asia Meridional y Asia Sudoriental.

Hay otros productos energéticos que solo importa un número reducido de PMA. Por ejemplo, el petróleo crudo lo importan principalmente unos pocos países, que no lo producen, pero que cuentan con capacidad de refinado (Bangladesh, Myanmar, Senegal y Zambia), y que concentran el 90% del total de las importaciones de

crudo de los PMA. Las importaciones de carbón también se concentran en unos pocos PMA, la mayoría asiáticos: el Afganistán, Bangladesh, Camboya y Nepal importan el 77% del total. El carbón es una de las principales fuentes de energía para esos países (figura 2.3).

En el período comprendido entre 2014 y 2016, los principales países importadores (netos) de electricidad —suministrada por países vecinos— fueron Burkina Faso, Camboya, el Níger y la República Democrática del Congo.

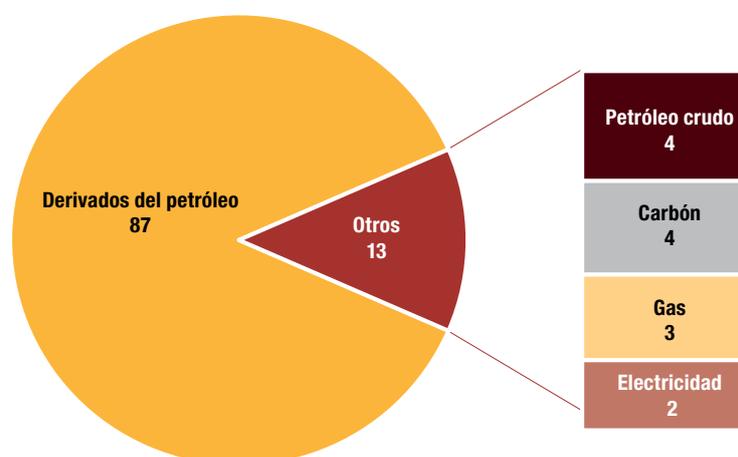
### c. Balanza comercial

La gran mayoría de los PMA (38 de los 46 de los que hay datos disponibles) son importadores netos de productos energéticos (figura 2.19), lo que pone de relieve una asimetría entre las exportaciones de energía, que se concentran en unos pocos PMA, y las importaciones de energía, que se distribuyen entre todos los países del grupo. Debido a esta situación, en el caso de los importadores de fuentes de energía primaria para la generación de electricidad, el costo de la electricidad resulta vulnerable a las fluctuaciones de los precios internacionales. La inestabilidad de los precios tiene que reflejarse en las tarifas eléctricas a nivel nacional o ser asumida por los productores de electricidad o los presupuestos de los países. El déficit comercial de energía se debe principalmente a los productos derivados del petróleo, cuyo valor es superior al de las materias primas energéticas. En el caso de los productores de crudo, que no refinan la mayor parte de su producción, esto supone perder una posibilidad de añadir valor y contribuir a la diversificación de la economía del país.

Figura 2.18

#### Composición de las importaciones de energía de los PMA (2014-2016)

(Porcentaje)

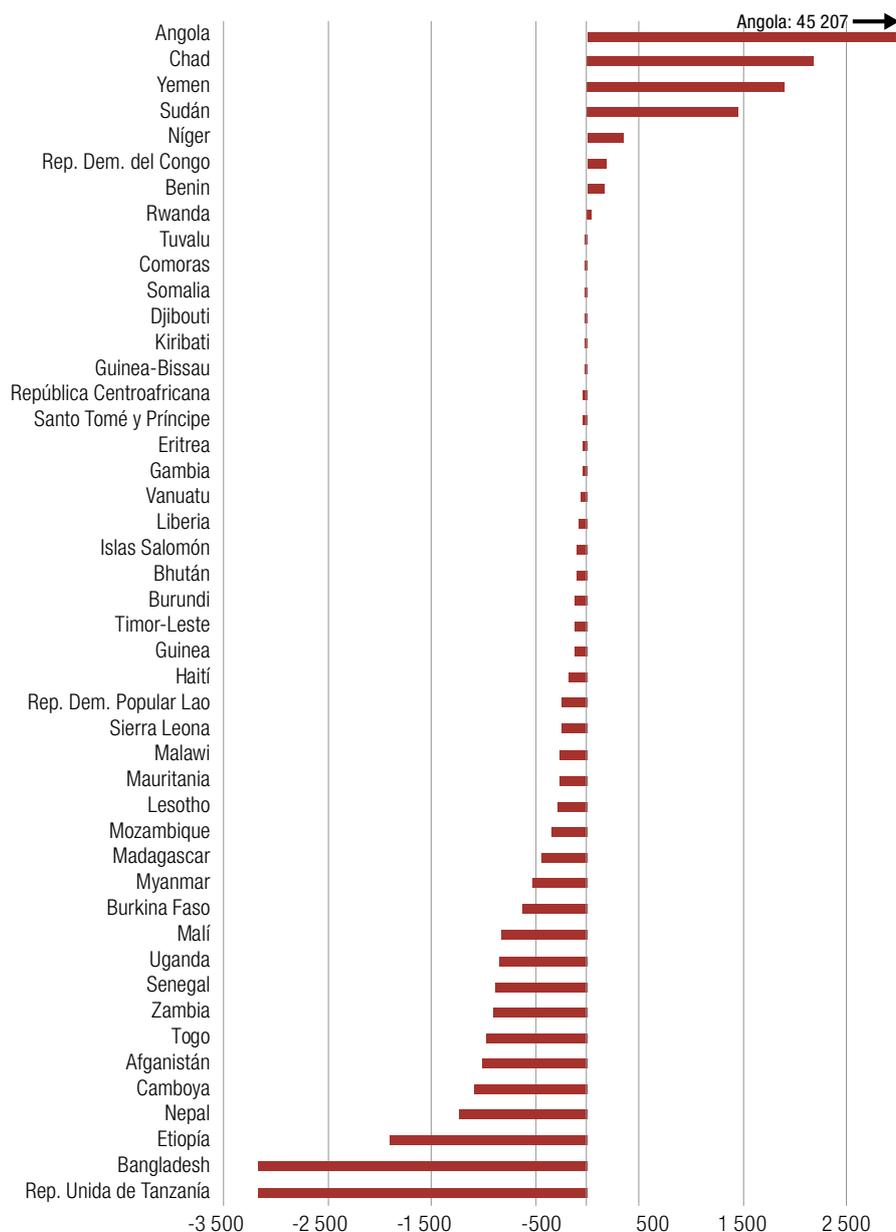


Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

Figura 2.19

**Balanza comercial energética de los PMA (2014-2016)**

(Promedio anual, en millones de dólares)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de UNCTAD, base de datos UNCTADStat (consultada en julio de 2017).

Para algunos países, el déficit comercial energético puede representar una pesada carga sobre la cuenta corriente. En 7 PMA, entre ellos 5 insulares, ese déficit supera el valor total de las exportaciones de mercancías; en otros 16, es superior a un quinto de los ingresos por ese mismo concepto.

La evolución futura de las balanzas comerciales energéticas en la mayoría de los PMA que son importadores netos dependerá de la capacidad de estos para realizar la transición desde una combinación de fuentes de energía dominada por los combustibles fósiles (figura 2.3) hacia otra en la que las fuentes de energía

renovables tengan más peso, y de la medida en que esto compense el crecimiento previsto de la demanda de energía.

Solo ocho PMA presentan superávit en el comercio energético. Son exportadores de crudo (Angola, Chad, República Democrática del Congo, Sudán y Yemen), productos derivados del petróleo (Benin y Rwanda) o uranio (Níger). El superávit energético de Angola es el mayor, con gran diferencia, ya que en el período comprendido entre 2014 y 2016 ascendió a 45.000 millones de dólares anuales, es decir, el triple de la suma de los excedentes de los restantes PMA que tuvieron una balanza comercial positiva.

## Es indispensable integrar las consideraciones de género en las políticas y los proyectos energéticos

### 4. Finanzas públicas

En los PMA exportadores de combustibles, el sector energético es una fuente de ingresos públicos extraordinariamente importante. En estos países, el sector de los combustibles fósiles suele aportar más de la mitad de los ingresos que percibe el Gobierno central (y más del 80% en el caso del Sudán del Sur), lo que equivale a un porcentaje comprendido entre el 10% y el 25% del PIB. La única excepción es el Sudán, donde los ingresos del sector del petróleo representan solo el 2,4% del PIB, aunque aun así suponen el 20,6% de los ingresos del Gobierno central (cuadro 2.7).

No obstante, si bien esos ingresos consolidan sustancialmente la posición fiscal de los exportadores de combustible en comparación con otros PMA, también causan un alto grado de inestabilidad e incertidumbre, ya que los ingresos están sujetos a grandes fluctuaciones en función de los precios mundiales de la energía. Esto dificulta la planificación a medio y largo plazo del gasto público, y puede obligar a reducirlo cuando bajan los precios del combustible. Angola —principal exportador entre los PMA— tuvo que pedir en 2009 un préstamo del Fondo Monetario Internacional (FMI) por valor de 1.400 millones de dólares para recuperar su equilibrio macroeconómico tras la abrupta caída de los precios del petróleo provocada por la crisis económica internacional. Un nuevo descenso de los precios provocó una disminución de los ingresos procedentes de los impuestos al petróleo desde el 23,8% del PIB en 2014 hasta el 15,4% en 2015 (FMI, 2016b).

Cuadro 2.7

**PMA exportadores de combustible: ingresos del Gobierno central procedentes del sector de los combustibles fósiles (último año del que hay datos disponibles)**

País	Año	Porcentaje de los ingresos del Gobierno central	Porcentaje del PIB
Angola	2014	67,5	23,8
Chad	2014	55,5	11,7
Sudán del Sur	2014/15	81,2	16,7
Sudán	2014	20,6	2,4
Yemen	2011	59,3	14,1

Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos del FMI (2014, 2016a, 2016b, 2016c, 2016d, 2017b).

Las rentas generadas por recursos que provienen de la producción de combustibles primarios (captadas en parte a través de los ingresos públicos) pueden servir de base para la diversificación de las actividades económicas —una de las principales características de la transformación estructural de la economía— siempre y cuando el país consiga evitar la denominada “maldición de los recursos” o “trampa de la dependencia de los productos básicos” (UNCTAD, 2016b).

De los impuestos sobre los productos derivados del petróleo, que a menudo constituyen una fuente primordial de ingresos públicos, surge otra importante relación entre la energía y las finanzas públicas. La mayoría de los Gobiernos aplican esos impuestos, ya que resulta más fácil aumentar la imposición sobre los combustibles que recaudar impuestos sobre las rentas y otros tributos, y el consumo de combustible presenta una escasa elasticidad-precio (Kojima, 2016). En un reciente estudio sobre los precios de los combustibles se clasifica a los países en función de si sus precios indican una imposición neta o un subsidio neto a los combustibles. Analizando los precios de la gasolina, se consideró que, de 37 PMA, 12 aplicaban una “alta tributación” de los combustibles y 22 aplicaban una tributación intermedia. Se determinó que solo en 3 PMA (todos productores de petróleo) se subvencionaban los combustibles (GIZ, 2015). Aparte de los combustibles líquidos, en el capítulo 5 se abordan los precios de la electricidad y sus consecuencias para las finanzas públicas en los PMA.

### F. Aspectos de género de la energía y desarrollo

Al igual que en otros aspectos del desarrollo, existen interacciones significativas —aunque complejas y específicas para cada contexto— entre la energía y la transformación estructural, por una parte, y la desigualdad de género, por otra. Cada vez es más amplio el reconocimiento de que entre mujeres y hombres hay disparidades en cuanto al acceso, la demanda y el uso de la energía —y que este último factor afecta a unas y otros de forma distinta—, al igual que difieren los efectos sociales y económicos que tienen en hombres y mujeres los servicios energéticos y los niveles de acceso. Por ello, la incorporación de las consideraciones de género resulta esencial para las políticas y proyectos que guardan relación con la energía (ONUDI y ONU-Mujeres, 2013; Dutta y otros, 2017).

Asimismo, existe un estrecho vínculo entre las limitaciones basadas en el género y la transformación estructural. Por un lado, las primeras pueden frenar el proceso de transformación estructural, mientras que lo contrario —la eliminación de los prejuicios basados

en el género— puede catalizar todo el proceso de transformación estructural y diversificación económica. La igualdad de género no llega espontáneamente como resultado del desarrollo económico, sino que requiere de medidas normativas específicas (Duflo, 2012). Así pues, es fundamental comprender mejor las diferentes necesidades de hombres y mujeres con respecto al acceso a la energía. No obstante, sigue habiendo poca información empírica sistemática, creíble e independiente sobre las consecuencias diferenciadas en función del género.

Un cauce importante por el cual el acceso a la energía repercute de manera distinta en hombres y mujeres es a través de cambios en las funciones diferenciadas en el hogar. La división tradicional del trabajo en función del género en los hogares, especialmente en las zonas rurales, suele suponer para las mujeres una sobrecarga de trabajo doméstico y no remunerado, que incluye, entre otras tareas, buscar agua, recoger leña y preparar comida (Lele, 1986). En Camboya, las mujeres dedican un 30% más de tiempo que los hombres a las labores domésticas, y en Guinea, seis veces más (Duflo, 2012). Esa circunstancia limita su disponibilidad para participar en actividades que sean productivas y generen ingresos.

Si bien es posible que el ahorro de tiempo en la recogida de leña sea menor en conjunto y esté menos condicionado sistemáticamente por el género de lo que se suele suponer<sup>12</sup>, gracias a la energía moderna las mujeres pueden ahorrar más tiempo en otras actividades, como cocinar, buscar agua y procesar alimentos (capítulo 1). En muchas comunidades rurales de los PMA, la mayoría de los desplazamientos por motivos domésticos (por ejemplo, para recoger agua) los realizan las mujeres (CCEREE y NREL, 2015), de modo que la disponibilidad de medios de transporte que utilicen combustibles modernos también puede suponer ahorros de tiempo considerables.

Esos ahorros de tiempo permiten que las mujeres puedan dedicarse más a actividades económicas, y las niñas, a su educación (Toman y Jemelkova, 2003), aunque también existe la posibilidad de que den lugar a una mayor dedicación a otras actividades domésticas o a una reducción de la pobreza de tiempo. No obstante, en los PMA, sobre todo en las zonas rurales, las mujeres se enfrentan a múltiples obstáculos para conseguir tierra, créditos e insumos agrícolas, así como para acceder a servicios de extensión, al mercado laboral y a la educación. Todas esas restricciones limitan su capacidad para participar de manera productiva en actividades agrícolas y no agrícolas (UNCTAD, 2015a) y obtener los medios necesarios para mejorar su productividad y diversificar sus actividades económicas.

Además de las normas culturales, en la división del trabajo por género dentro de los hogares influyen múltiples factores, como, por ejemplo, los incentivos económicos, el tamaño y las características de los mercados laborales, el carácter rural o urbano del lugar de residencia, la situación social y la edad. En la medida en que la limitación de las actividades productivas de las mujeres refleja diferencias entre hombres y mujeres en cuanto a oportunidades económicas y, por tanto, en el costo de oportunidad del tiempo, es probable que el ahorro de tiempo se traduzca en actividades productivas solo de forma limitada. Esto hace que las diferencias entre los géneros con respecto a las oportunidades económicas propiciadas por las mejoras en el suministro y la fiabilidad de la energía sean al menos tan importantes como la distribución por géneros del ahorro de tiempo que esas mejoras posibilitan.

No obstante, también cabe señalar que una mayor dedicación de las mujeres a las actividades económicas no necesariamente significa que tengan más control de los recursos, en particular en las zonas rurales (donde se encuentra la mayor parte de la población de los PMA que no tiene acceso a fuentes modernas de energía), ya que el tiempo adicional se puede dedicar a la producción de cultivos cuyos beneficios están controlados por los hombres de la familia o al trabajo no remunerado en empresas familiares (UNCTAD, 2015a).

En Burkina Faso, por ejemplo, la reducción del tiempo dedicado a cocinar tras la introducción de fogones mejorados en virtud del proyecto Foyers Améliorés au Burkina Faso (FAFASO), financiado por la Agencia Alemana de Cooperación Internacional, posibilitó la participación de amas de casa en diversas actividades generadoras de ingresos a pequeña escala, como la venta de maíz tostado, mientras que el ahorro en combustible permitió a fabricantes de cerveza y propietarios de restaurantes disponer de más recursos para gastos de escolaridad y servicios médicos (IRENA, 2012). En Bangladesh se ha constatado que, gracias a la electrificación, las mujeres pueden pasar más tiempo por la tarde y por la noche realizando actividades que producen ingresos y han visto aumentar sus probabilidades de encontrar empleo (Kohlin y otros, 2011).

Hay más pruebas de la distribución por géneros de los beneficios de la transformación estructural que brinda el acceso a la energía que de los beneficios directos de la ampliación del acceso a la energía en los hogares. El acceso a un suministro de energía moderno y fiable es una condición previa para el establecimiento en los PMA de cadenas de suministro de alimentos modernas, que “comprendan la producción y el comercio de productos de alto valor, por lo general

---

**El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía requiere accesibilidad, escala, fiabilidad, viabilidad económica, asequibilidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental**

---

destinados a la exportación a mercados de altos ingresos o a la venta minorista en supermercados, en segmentos de mercado urbanos de altos ingresos” [cita traducida] (Maertens y Swinnen, 2012: 1412). Aunque estas cadenas de suministro no son ajenas a las diferencias por razón de género, su crecimiento se asocia a una reducción de las desigualdades de género en las zonas rurales (Maertens y Swinnen, 2012). El auge de las exportaciones de productos hortícolas en el Senegal ha ocasionado un aumento espectacular del empleo asalariado no agrícola entre las mujeres, con lo que ha aumentado su poder de negociación en el hogar. El incremento de los ingresos salariales de las mujeres también ha repercutido en un mayor índice de matriculación en la escuela primaria, tanto de niños como de niñas (Maertens y Verhofstadt, 2013).

Cuando la ampliación del acceso a un suministro fiable de electricidad permite el desarrollo de las manufacturas intensivas en mano de obra, cabe esperar progresos en materia de igualdad de género y un empoderamiento de las mujeres, ya que ese acceso a menudo se ha asociado con incrementos de la participación de estas en la fuerza de trabajo (Atkin, 2009). Las investigaciones indican que, con la expansión del sector textil en Bangladesh, Camboya, Lesotho y Madagascar, se crearon oportunidades de empleo para las mujeres (Fox, 2015). En Lesotho, la expansión de la industria de las prendas de vestir ha abierto la puerta a oportunidades de empleo y generación de ingresos para mujeres con baja cualificación que de otro modo habrían tenido pocas posibilidades de conseguir un empleo formal (UNCTAD, 2014c). Aparte de las economías mencionadas, en otros países de África Subsahariana la expansión de las manufacturas ha estado dominada por el procesamiento de alimentos y de productos agrícolas y por la fabricación de materiales de construcción. Esas industrias también necesitan un suministro de energía fiable, pero la incidencia que tienen en materia de género no es la misma, ya que ofrecen menos posibilidades de empleo asalariado a las mujeres (Fox, 2015). Esto recuerda la importancia de la diversificación de las actividades económicas en el camino del desarrollo, con miras a ofrecer oportunidades económicas y contribuir al empoderamiento de mujeres y hombres.

## G. El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía

En las anteriores secciones del presente capítulo se ha demostrado que la energía —y, especialmente, la electricidad— puede desempeñar un papel destacado en la transformación estructural de la economía de los PMA, tanto directa como indirectamente en el proceso de producción, como complemento de la mano de obra y el capital. Es decir, la energía y la transformación estructural de los PMA son complementarias y se caracterizan por grandes sinergias.

Como se indica en el capítulo 1, en los PMA **se requiere un acceso a la energía para la transformación estructural de la economía**, lo que significa que no basta con proporcionar a los hogares un suministro de energía suficiente para cubrir las necesidades domésticas mínimas. El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía puede definirse como la disponibilidad, tanto para las unidades productivas (empresas y explotaciones agrícolas) como para las instituciones del Estado y comunitarias, de las fuentes modernas de energía —como la electricidad— que necesitan para ampliar y mejorar sus capacidades productivas, a fin de impulsar el proceso de transformación estructural de la economía. Este concepto se basa en las nociones más amplias de acceso a la energía que se proponen en la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) (sección D del capítulo 1), y es el complemento referido al uso productivo del acceso (universal) de los hogares al que se anima en el Objetivo 7 (figura 2.6)<sup>13</sup>.

El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía requiere, específicamente, accesibilidad, escala, fiabilidad, viabilidad económica, asequibilidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental<sup>14</sup>.

**Accesibilidad.** Para que la energía contribuya a la transformación estructural, el primer requisito es que los productores tengan acceso a las formas de energía que necesitan para poder aumentar su productividad, adoptar nuevas tecnologías y métodos de producción y desarrollar nuevos productos.

**Escala.** La transformación estructural precisa de un suministro de energía más extendido y mejor, que esté a la altura de la demanda y de las necesidades de los productores y que no sea un obstáculo para el desarrollo de las actividades productivas existentes ni de otras nuevas.

**Fiabilidad.** Para que la energía pueda desempeñar una función facilitadora en la transformación estructural, se requiere un suministro fiable y constante en los

usos productivos. Eso significa, sobre todo, una infraestructura para la generación, transmisión y distribución de electricidad que sea de calidad y cuente con un buen mantenimiento.

**Viabilidad económica.** Los sistemas energéticos deben ser económicamente viables y sostenibles desde el punto de vista financiero para funcionar con eficacia y estar en condiciones de satisfacer la demanda futura en usos domésticos y productivos. Es decir, que la tasa de rentabilidad de las inversiones debe ser suficiente y los costos operacionales y de mantenimiento tienen que quedar plenamente cubiertos.

**Asequibilidad.** Habida cuenta de la importancia que tiene la energía en los costos de producción, es importante que, en aras de la competitividad, se limite el precio para los usuarios finales. No obstante, en el sector de la electricidad en particular, ese objetivo debe ser compatible con la necesidad de asegurar la sostenibilidad financiera, como se indica en el capítulo 5. El crecimiento de la demanda a través de un uso productivo puede contribuir a conciliar esas exigencias al posibilitar economías de escala, una reducción de los costos de producción y distribución y el aprovechamiento de las externalidades de red.

**Eficiencia.** El acceso a la energía para la transformación estructural de la economía requiere que los productores tengan acceso a formas de energía que sean eficientes para los usos finales en el proceso productivo, así como eficiencia en la producción y distribución de la energía. En el sector de la electricidad, en particular, la eficiencia en la producción y distribución también puede contribuir a conciliar la asequibilidad y la sostenibilidad financiera, además de estar estrechamente asociada a la fiabilidad.

**Sostenibilidad ambiental.** Como se señala en el capítulo 1, la producción y la utilización de la energía están estrechamente relacionadas con la sostenibilidad ambiental, especialmente en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el cambio climático, la contaminación del aire ambiente y de interiores, la deforestación y la degradación de los bosques. Esta es una consideración importante cuando se plantea la sustitución de la biomasa tradicional por energía moderna, que puede tener ventajas considerables para el medio ambiente y la salud, así como a la hora de elegir opciones tecnológicas para la producción de electricidad.

Estos aspectos del acceso a la energía para la transformación estructural de la economía tienen importantes consecuencias en la elección de tecnologías eléctricas, los marcos normativos, las estructuras de mercado y la fijación de precios, tal como se examina en los capítulos siguientes.

## H. Conclusión

Los PMA se mantienen cerca del peldaño inferior de la escalera energética, dado que utilizan la energía principalmente para usos domésticos y se basan sobre todo en la biomasa tradicional. El ascenso por esa escalera, en particular a través de un uso más amplio de la energía moderna y la electricidad, es clave en el proceso de desarrollo. Un suministro de energía más fiable, asequible y eficiente puede posibilitar la adopción de nuevas tecnologías y técnicas de producción, aumentar la productividad y facilitar la entrada en escena de nuevas actividades económicas, lo que podría resultar muy ventajoso para todos los sectores de la economía.

En el núcleo de este proceso se encuentran el nexo entre energía y transformación —la relación bidireccional entre el acceso a la energía y la transformación estructural de la economía— y el uso productivo de la electricidad que sustenta ese nexo. La utilización de electricidad en los procesos productivos brinda medios para que la ampliación del acceso se traduzca en una transformación estructural e impulsa una demanda de electricidad que puede contribuir a aumentar la viabilidad de las inversiones en infraestructuras eléctricas.

Ahora bien, aprovechar eficazmente esta relación conlleva ir más allá de un objetivo de acceso universal basado en las necesidades mínimas de los hogares para tratar de alcanzar un objetivo de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía. Para ello se precisa un sistema energético económicamente viable que sea capaz de brindar acceso a la energía en la escala y con las características y la fiabilidad que requieren las actividades productivas, a un costo asequible y de un modo económicamente viable y ambientalmente sostenible. La electricidad, que es la forma de energía más versátil y potencialmente transformadora, y ocupa el peldaño más alto de la escalera energética, es un elemento clave del acceso a la energía para la transformación estructural de la economía. Por ello, los siguientes capítulos se centran en el sector eléctrico.

## Notas

- 1 Los PMA incluidos en el análisis son: Afganistán, Angola, Bangladesh, Benin, Bhután, Burkina Faso, Burundi, Comoras, Chad, Etiopía, Gambia, Guinea, Guinea Ecuatorial, Guinea-Bissau, Haití, Islas Salomón, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Mozambique, Myanmar, Nepal, Níger, República Centroafricana, República Democrática Popular Lao, República Unida de Tanzania, Rwanda, Senegal, Sierra Leona, Sudán, Togo, Uganda, Yemen y Zambia. Los OPD incluidos son: Argelia, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Botswana, Brasil, Brunei Darussalam, Camerún, Colombia, Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Cuba, Chile, China, Ecuador, Egipto, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Fiji, Gabón, Ghana, Guatemala, Guyana, Honduras, Hong Kong (China), India, Indonesia, Iraq, Jamaica, Jordania, Kenya, Kuwait, Libano, Libia, Macao (China), Malasia, Maldivas, Marruecos, Mauricio, México, Mongolia, Nicaragua, Nigeria, Omán, Panamá, Provincia China de Taiwán, República Árabe Siria, República Dominicana, Seychelles, Singapur, Sudáfrica, Suriname, Tonga, Trinidad y Tabago, Túnez, Turquía, Venezuela (República Bolivariana de) y Viet Nam.
- 2 El STEP se define en el texto principal (sección A.1). El STE equivale al suministro termoeléctrico más el SEP. El SEP agrupa la energía eléctrica de origen geotérmico, hidroeléctrico, nuclear, mareomotriz, eólico, undimotriz/ oceánico y solar. Las fuentes de datos son: Base de Datos de Estadísticas Energéticas de la División de Estadística de las Naciones Unidas, UNCTADstat y la base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial, del Banco Mundial (IDM). La productividad del factor trabajo para la agricultura, la industria, el sector manufacturero y los servicios se calcula como la relación entre el valor añadido bruto por sector y el empleo sectorial. Las pruebas de raíz unitaria indican que las variables no son estacionarias en niveles y, por consiguiente, todas las estimaciones se realizan aplicando las primeras diferencias en las variables.
- 3 Para la mayoría de los países, en particular los PMA, no se dispone de series cronológicas largas. A fin de sortear este problema, la alternativa consistía en utilizar las herramientas existentes para analizar la estacionariedad de las series y la causalidad en una configuración de panel. Se aplicó la prueba de Dumitrescu-Hurlin (2012), una versión ampliada de la prueba de Granger (1969), para detectar la causalidad en datos de panel. Se requiere que las variables cumplan la condición de estacionariedad, para lo que se aplicó la prueba de Im, Pesaran y Shin (2003). La hipótesis nula de ausencia de causalidad se evaluó con una prueba F. La hipótesis alternativa señala causalidad en el caso de algunos individuos, pero no necesariamente de todos.
- 4 Las estimaciones no permiten evaluar la dimensión del efecto en cada sector.
- 5 La UNCTAD ha calculado el Índice de Desarrollo Energético de los PMA como el promedio simple de los siguientes indicadores: 1) consumo anual per cápita de energía comercial; 2) consumo eléctrico per cápita en el sector residencial; 3) proporción de combustibles modernos en el consumo total de energía del sector residencial; 4) proporción de la población que tiene acceso a la electricidad. Cada indicador se normalizó en el intervalo comprendido entre 0 y 1 con el método mín.-máx.
- 6 El análisis al que se hace referencia se basa en los cuadros de insumo-producto e incluye OPD y países desarrollados, pero no PMA.
- 7 Como se indica en la nota 9, algunos PMA cuentan con cierta capacidad de refinado de petróleo, pero esta dista mucho de poder satisfacer la demanda interna de productos del petróleo y el potencial es inferior al que ofrece la producción de crudo.
- 8 Debido a las dificultades metodológicas y a su naturaleza, a menudo ajena al mercado, las actividades relacionadas con la biomasa tradicional no están incluidas o no se detallan por separado en los datos de las cuentas nacionales.
- 9 Independientemente de si se refieren al valor añadido o al empleo, los datos relativos a la minería incluyen actividades ligadas a los productos energéticos básicos (carbón, petróleo crudo, gas natural y uranio) y otros minerales, como metales (excepto el uranio), piedras preciosas y similares. Para determinar el efecto neto de los productos básicos no energéticos, se ha aplicado a los datos relacionados con la minería un coeficiente que refleja el peso de los productos básicos relacionados con la energía en el total de las exportaciones de minerales. Para la mayoría de los PMA, no se dispone de datos sobre la producción y el empleo relativos a actividades de tratamiento, como la producción de coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear, pero es probable que esas actividades representen solo una pequeña parte de las que se desarrollan en la industria energética. Solo 14 PMA cuentan con capacidad de refinado de petróleo, aunque es limitada y su producción se ve superada ampliamente por la de los demás sectores manufactureros. Del mismo modo, en los datos disponibles sobre cuentas nacionales y empleo se suelen agrupar los servicios públicos relacionados con la energía —electricidad y gas— y el abastecimiento de agua, sin desgloses adicionales.
- 10 Puede considerarse que Bhután es un caso atípico en este contexto, habida cuenta de la importancia de sus exportaciones de energía hidroeléctrica.
- 11 No se dispone de datos sobre el Yemen para el período en cuestión.
- 12 En los hogares en que tanto las mujeres como los hombres se dedican a la recogida de leña, la distribución por género del ahorro de tiempo también puede diferir considerablemente de la de la asignación del tiempo: aun cuando las mujeres pasen más horas recogiendo

leña que los hombres, estos pueden verse beneficiados por un mayor ahorro de tiempo.

- 13 En el informe de 2010 del Grupo Consultivo del Secretario General de las Naciones Unidas sobre Energía y Cambio Climático se recomendaba que los países de bajos ingresos ampliaran el acceso a servicios energéticos modernos de forma económicamente viable, sostenible, asequible y eficiente, y con la menor cantidad posible de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Ese objetivo debía lograrse mediante tecnologías y sistemas de energía centralizados y descentralizados, que

combinaran los tres modelos generales de extensión de la red eléctrica, acceso a miniredes y acceso a sistemas aislados de la red (AGECC, 2010).

- 14 Estas características son similares a las que se definen para el suministro de energía en la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) (capacidad, duración y disponibilidad, fiabilidad, calidad, asequibilidad, legalidad, comodidad, salud y seguridad), aunque la atención se centra más en las necesidades de transformación estructural sostenible e inclusiva que en el acceso universal.

## TRANSICIÓN DE LOS SISTEMAS DE ELECTRICIDAD

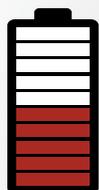


Tradicionales, centralizados



5.500 millones de dólares

Importaciones de maquinaria y equipos de generación de energía de los PMA en 2016



el 47% se inscriben en el comercio Sur-Sur



crecieron un 18% anual entre 2000 y 2016

El 52% de la generación de electricidad en los PMA se basa en fuentes de energía renovables



de las cuales el 51% corresponde a energía hidroeléctrica



el 1% corresponde a energía solar y eólica

## **CAPÍTULO 3**

Aprovechar las tecnologías para un acceso a la electricidad que contribuya a la transformación estructural de la economía en los PMA



# CAPÍTULO 3

## Aprovechar las tecnologías para un acceso a la electricidad que contribuya a la transformación estructural de la economía en los PMA

<b>A. Introducción</b>	<b>65</b>
<b>B. Evaluación de la situación en el sector de la electricidad de los PMA</b>	<b>65</b>
1. Combinación de fuentes de energía utilizadas para generar electricidad en los PMA	65
2. Una gama cada vez más amplia de energías renovables	69
3. El intrincado problema de la distribución de electricidad en los PMA	72
<b>C. Generación distribuida: ¿la solución para quemar etapas?</b>	<b>74</b>
1. Los desafíos de la ampliación de las redes	74
2. Las promesas de los sistemas energéticos sin conexión a las redes en los PMA	74
3. Consideraciones esenciales en un panorama tecnológico cambiante	79
<b>D. Hacia un enfoque sistémico del sector de la electricidad</b>	<b>81</b>
1. El potencial de recursos y la eficacia en función de los costos de las tecnologías energéticas	82
2. Aspectos sistémicos	86
<b>E. Alcance de la transferencia de tecnologías energéticas y factores que la dificultan</b>	<b>88</b>
<b>F. Conclusiones</b>	<b>90</b>
Notas	91

## A. Introducción

En los capítulos anteriores se ha destacado el papel fundamental que desempeña el sector de la energía en la consecución de los objetivos plasmados en la Agenda 2030 y, en particular, en la transformación estructural. Se pueden utilizar energías de muchas fuentes diferentes para fines productivos, desde la tracción animal hasta la electricidad, pasando por los combustibles convencionales y las energías renovables, pero la electricidad es extraordinariamente versátil y se presta a todo tipo de aplicaciones productivas: la iluminación, la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), la energía motriz y el enfriamiento o calentamiento de espacios o productos (Bhatia y Angelou, 2015). En el presente capítulo se examinan los vínculos entre los desafíos tecnológicos y las posibilidades que conlleva el suministro de electricidad y la transformación de las economías de los países menos adelantados (PMA).

El capítulo consta de cuatro secciones. En la sección B se hace una reseña de las tendencias recientes de la generación de electricidad en los PMA y se evalúa el papel de las energías renovables en el contexto de los avances tecnológicos recientes. En la sección C se examinan los desafíos que plantea la distribución de electricidad, en particular en las zonas rurales, y las posibilidades de quemar etapas y adoptar tecnologías que permitan prescindir de la conexión a la red de suministro para fomentar sistemas energéticos con bajas emisiones de carbono que impulsen el desarrollo rural. En la sección D se estudian opciones tecnológicas alternativas desde la perspectiva de los costos de la electricidad y las sinergias y posibilidades de complementación sistémicas. Se resalta la necesidad de adoptar un enfoque sistémico a largo plazo en el sector de la electricidad y diversificar progresivamente el sistema nacional, integrando una variedad de tecnologías para posibilitar un suministro adecuado, fiable y asequible de electricidad, acorde con las necesidades de la transformación estructural. En la sección E se analizan el posible alcance de la transferencia de tecnologías relacionadas con la energía y las dificultades que se plantean, y en la sección F se presentan las conclusiones.

## B. Evaluación de la situación en el sector de la electricidad de los PMA

Como se indicó en el capítulo 1, en el consumo de energía de los PMA predomina claramente el sector residencial y el suministro total de energía primaria depende en gran medida de la biomasa tradicional. La transformación estructural exigirá un cambio radical en

---

### La transformación estructural de los PMA exigirá una mayor utilización de energía moderna en los sectores productivos

---

esta pauta de consumo energético, con un aumento considerable de la demanda con fines productivos y, paralelamente, una reorientación hacia la energía moderna (según se define en el capítulo 1), en particular porque es poco probable que los incrementos de eficiencia energética lleven a los PMA a adoptar modelos de desarrollo menos intensivos en energía que los otros países en desarrollo (OPD) o los países desarrollados en el pasado (Van Benthem, 2015).

Para universalizar el acceso a la energía moderna de aquí a 2030, cerrar la “brecha de la electricidad” que existe desde hace mucho tiempo entre los PMA y los OPD (capítulo 1) y aprovechar las tecnologías de la electricidad para estimular una transformación estructural sostenible será necesario un enorme aumento de la generación de energía en los PMA. Sobre la base de las estimaciones de las necesidades de electricidad per cápita de Sovacool y otros (2012) y las proyecciones demográficas de las Naciones Unidas para 2030, se calcula que la electricidad generada por el conjunto de los PMA tendría que multiplicarse por 3,4 con respecto a su nivel de 2014 para alcanzar el umbral mínimo inferior y por 6,8 para alcanzar el umbral mínimo superior de lo necesario para fines productivos. Para alcanzar el umbral mínimo que permitiera satisfacer las “necesidades de la sociedad moderna” sería preciso que ese factor fuera de 13,5 (figura 3.1).

Esto supone un incremento de la generación de electricidad superior al registrado en el período comprendido entre 1990 y 2014, y en un plazo menor. La magnitud de este desafío exigirá ingentes inversiones financieras, una voluntad política considerable y el estudio de todas las opciones tecnológicas disponibles.

### 1. Combinación de fuentes de energía utilizadas para generar electricidad en los PMA

Cada tecnología de generación de electricidad tiene características propias (recuadro 3.1) y hay marcadas diferencias entre el conjunto de fuentes de energía utilizadas para producir electricidad (la combinación de generación de electricidad) en los PMA y los OPD.

A diferencia de otros grupos de países, en los PMA tradicionalmente ha predominado una combinación

energética dual para la generación de electricidad, que descansa en la generación a partir de combustibles (combustibles fósiles en su aplastante mayoría) y la generación de energía hidroeléctrica y les permite satisfacer la casi totalidad de sus necesidades de electricidad (figura 3.2)<sup>1</sup>. La energía hidroeléctrica, que desde hace mucho tiempo ocupa un lugar preponderante en esos países, representó más de la mitad de la electricidad producida por el conjunto de los PMA en 2014, lo cual es reflejo del inmenso potencial de algunos de los países del grupo (en particular la República Democrática del Congo, Etiopía, Myanmar, Mozambique y Zambia). Se evidencia pues una vez más que la producción de electricidad de los PMA apenas contribuye a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (capítulo 1). La proporción correspondiente a la electricidad generada a partir de combustibles ha aumentado a ritmo constante, pero sigue siendo inferior a la que se observa en los OPD y los países desarrollados. A pesar de la reciente introducción de tecnologías para la producción de bioenergía, energía solar y energía eólica (sección B2), el aporte de las energías renovables no hidráulicas a la generación con conexión a la red sigue siendo marginal e inferior al 1%<sup>2</sup>. Las energías generadas con tecnologías más complejas y/o menos maduras, como las energías nuclear, mareomotriz, undimotriz y oceánica, prácticamente no figuran en la combinación de generación de electricidad de los PMA, aunque varios de estos países están considerando la posibilidad de dotarse de capacidad nuclear o están estudiando la factibilidad de tal empresa (por lo general con la asistencia del Organismo Internacional de Energía Atómica)<sup>3</sup>.

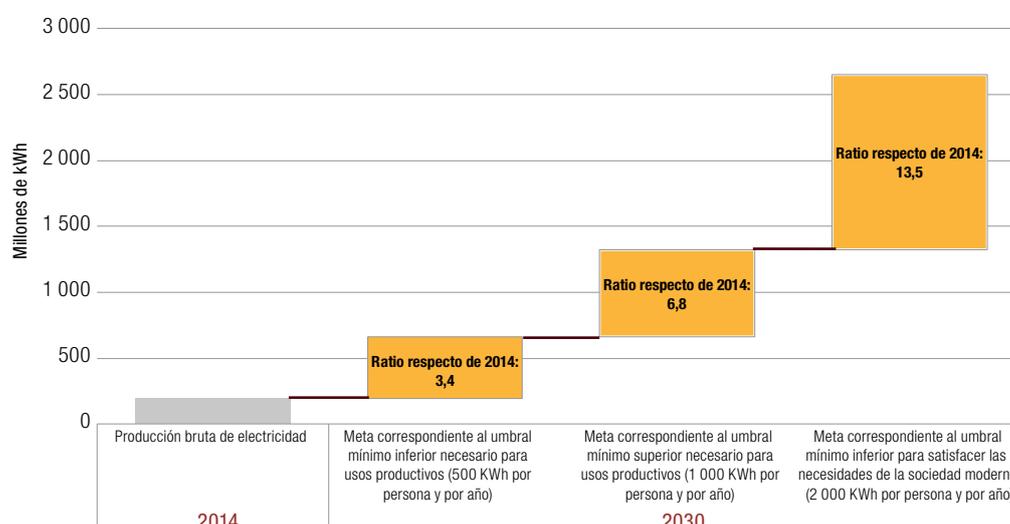
## Los PMA tienen una combinación energética dual para la generación de electricidad, basada en los combustibles fósiles y la energía hidroeléctrica

En cambio, en los OPD, la electricidad generada a partir de combustibles representa cerca del 75% de la producción y el 70% de la capacidad, a la vez que la aportación de las energías renovables no hidráulicas y, en menor medida, la nuclear, es mayor que en los PMA y crece rápidamente. El contraste es más marcado aún con los países desarrollados, donde la electricidad generada a partir de combustibles representa solo el 60% de la producción y de la capacidad, puesto que la implantación mucho más rápida de la energía nuclear y las energías renovables no hidráulicas ha permitido una mayor diversificación de la combinación energética para generar electricidad.

Como se ve en la figura 3.3, la importancia relativa de la energía hidroeléctrica y los combustibles fósiles en la generación de electricidad varía mucho entre los PMA, que pueden dividirse en tres grandes grupos. En el primer grupo (que engloba a 12 países, entre ellos grandes productores de electricidad, como Etiopía, Mozambique, la República Democrática del Congo y Zambia), la energía hidroeléctrica representa el 75% de la producción bruta de electricidad, repartiéndose el resto entre los combustibles fósiles y, en menor medida, la energía solar o eólica. El segundo grupo, en el que la energía hidroeléctrica y los combustibles fósiles

Figura 3.1

Producción de electricidad del conjunto de los PMA: valor correspondiente a 2014 y diversas metas teóricas para 2030



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos del DAES, Energy Statistics Database (consultada en febrero de 2017) y Sovacool y otros (2012).

### Recuadro 3.1 Reseña de las principales tecnologías de generación de electricidad

Existen varias tecnologías para producir electricidad a partir de fuentes de energía primaria. En este recuadro se presentan las principales, algunas de las cuales pueden también combinarse en sistemas híbridos.

Una de las tecnologías más difundidas es la **generación de electricidad a partir de combustibles**. Para ello se utiliza una turbina impulsada por vapor a alta presión o el gas de combustión resultante de la quema de *combustibles fósiles* (principalmente carbón, gas natural y fuel-oil, o diésel en el caso de los pequeños generadores) o de biomasa sólida (como desechos agrícolas, leña y desechos municipales o, en su defecto, biocombustibles líquidos o biogás), en cuyo caso se habla de *bioenergía*. Como la producción de electricidad es modulable –es decir, puede incrementarse o reducirse para satisfacer la demanda, sin grandes costos adicionales (salvo cuando se usa carbón)– la utilización de petróleo y gas para generar electricidad permite hacer frente a picos de la demanda, crear una capacidad complementaria y equilibrar el sistema. Ahora bien, la producción de electricidad a partir de combustibles tiene efectos perjudiciales para el medio ambiente porque va aparejada con emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación del aire.

En cambio, por lo general se considera que las tecnologías que se indican a continuación son bajas en carbono porque producen pocas emisiones de gases de efecto invernadero. (La bioenergía también entra en esta categoría, ya que reduce las emisiones asociadas con la utilización de combustibles fósiles para la generación de electricidad).

**La energía hidroeléctrica** se produce aprovechando la energía del agua en movimiento para hacer girar las aspas de las turbinas de los generadores de electricidad. Aunque lo más común es que para ello se construyan presas en los ríos para embalsar las aguas, también se pueden instalar turbinas en pequeños canales, de modo que las atraviese el agua en movimiento.

**La energía solar** puede adoptar dos formas distintas. *La energía solar fotovoltaica* se produce con células fotovoltaicas (dispositivos semiconductores especializados, constituidos de una superposición de capas de distintos materiales) que convierten la luz del sol en electricidad. Con estas células, interconectadas, montadas, selladas y recubiertas por un cristal protector, se arman módulos o paneles que se ensamblan en conjuntos más grandes para producir una sola corriente eléctrica. *La energía solar térmica* se produce aprovechando la energía solar concentrada mediante espejos para calentar un líquido que impulsa la turbina de un generador.

**La energía eólica** se produce aprovechando la fuerza del viento para hacer girar turbinas que suelen estar interconectadas mediante un sistema de transformadores y líneas de distribución en una planta de energía eólica o parque eólico. La producción de electricidad varía en función de la velocidad del viento elevada al cubo, de modo que, si la velocidad del viento se duplica, la energía generada se multiplica por ocho. Suele hacerse una distinción entre la *energía eólica marina* y la *energía eólica terrestre*.

**La energía geotérmica** se produce por lo general mediante turbinas accionadas por el vapor extraído por perforación y/o bombeo de depósitos geotérmicos en la corteza terrestre (o producido a partir del agua caliente contenida en dichos depósitos).

**La energía marina** engloba un conjunto de tecnologías distintas. *La energía mareomotriz* aprovecha la energía de las mareas, reteniendo las aguas con un dique o represa en marea alta y canalizándolas para hacerlas pasar por una turbina al bajar la marea. *La conversión de energía térmica oceánica* (CETO) explota la diferencia de temperaturas entre las aguas marinas profundas, más frías, y las aguas poco profundas o cercanas a la superficie, más cálidas, para impulsar un motor térmico. *La energía undimotriz* es la energía generada por el movimiento de las olas del mar, que se puede convertir en electricidad utilizando diversos métodos.

**La energía nuclear** se obtiene aprovechando el calor generado por la división de los átomos de material radiactivo, como el uranio, para mover turbinas de vapor, proceso del que quedan residuos radiactivos como subproducto. Aunque el ciclo nuclear se caracteriza por un bajo nivel de emisiones de gases de efecto invernadero, la energía nuclear plantea serios problemas en relación con la gestión de los desechos radiactivos, los riesgos de contaminación nuclear y otras consideraciones relativas a la seguridad.

En la figura de recuadro 3.1 se presenta una evaluación esquemática de las principales tecnologías de generación de electricidad a gran escala.

representan entre el 25% y el 75% de la combinación energética de generación, está integrado por 13 PMA, entre ellos grandes economías, como Angola, Camboya y el Sudán, y otras más pequeñas, como Malawi y el Togo. Los 23 PMA restantes dependen casi totalmente de la generación convencional basada en combustibles fósiles, con una participación mínima de la energía hidroeléctrica, solar y/o de la bioenergía.

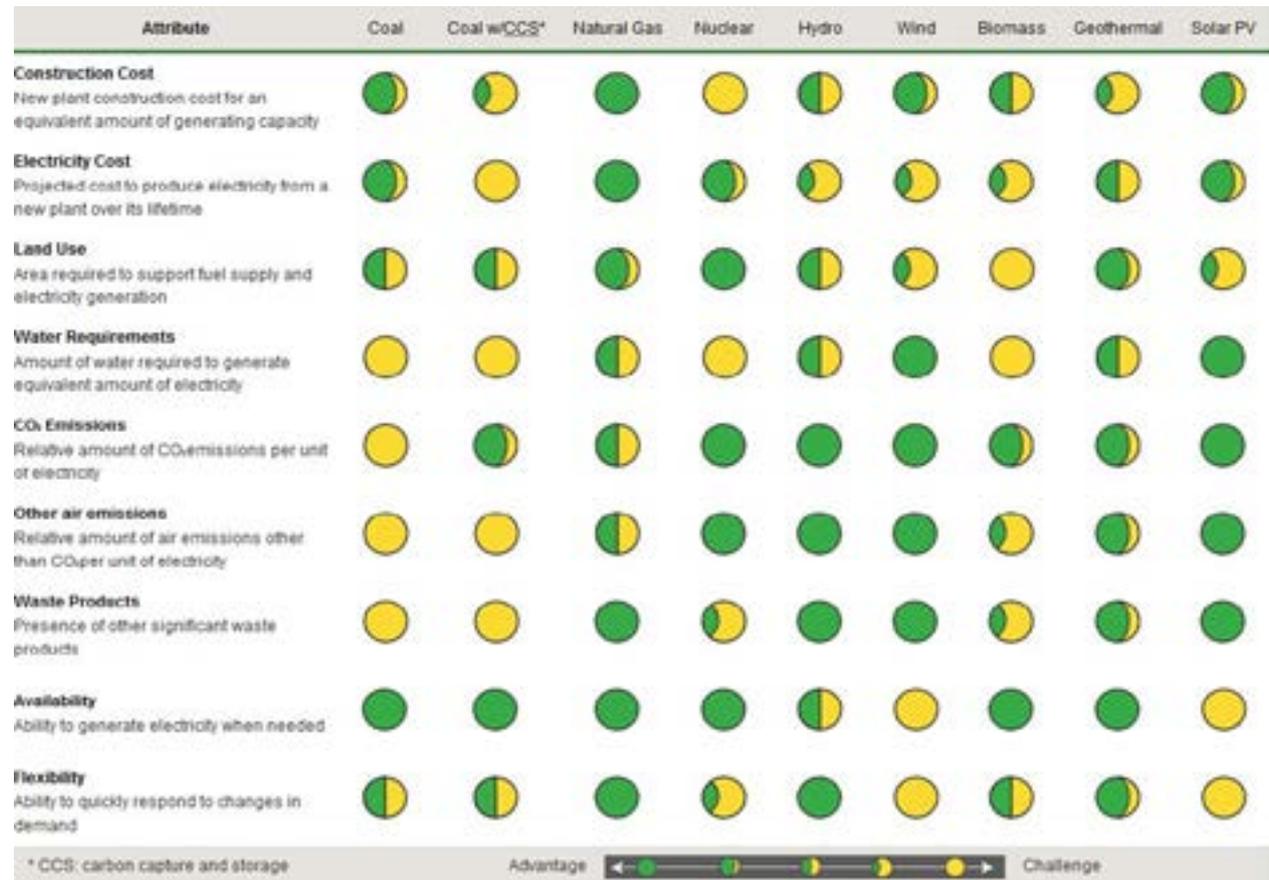
En la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles predomina el gas natural, lo cual refleja una

reorientación progresiva de los grandes productores de electricidad hacia tecnologías que utilizan gas. No obstante, aunque la utilización de petróleo para generar electricidad ha disminuido en todo el mundo, sigue estando muy difundida en los PMA y ese combustible es el único que se utiliza para producir electricidad en muchos de los PMA más pequeños. La mayoría de los PMA insulares, en particular, dependen en gran medida de la generación térmica convencional, a partir de combustibles fósiles importados (Dornan,

Recuadro 3.1 (continuación)

Figura de recuadro 3.1

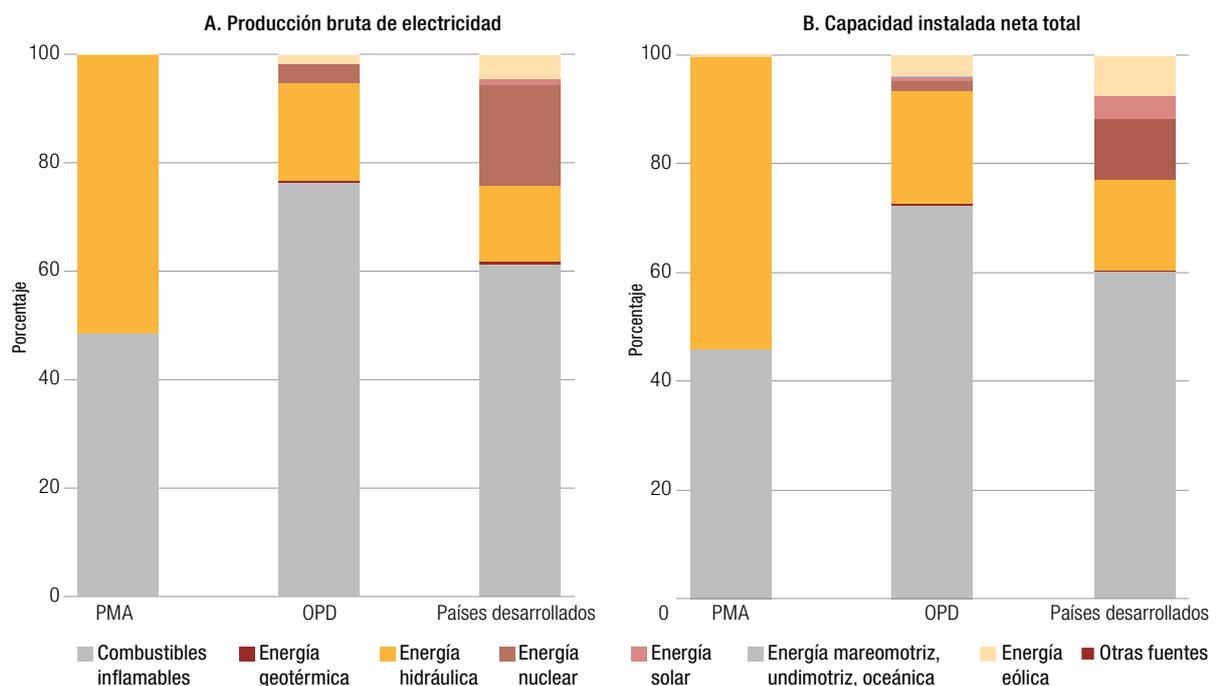
**Evaluación esquemática de las principales tecnologías de generación de electricidad**



Fuente: Adaptado de <http://sites.epri.com/refcard/comparison.html>.

Figura 3.2

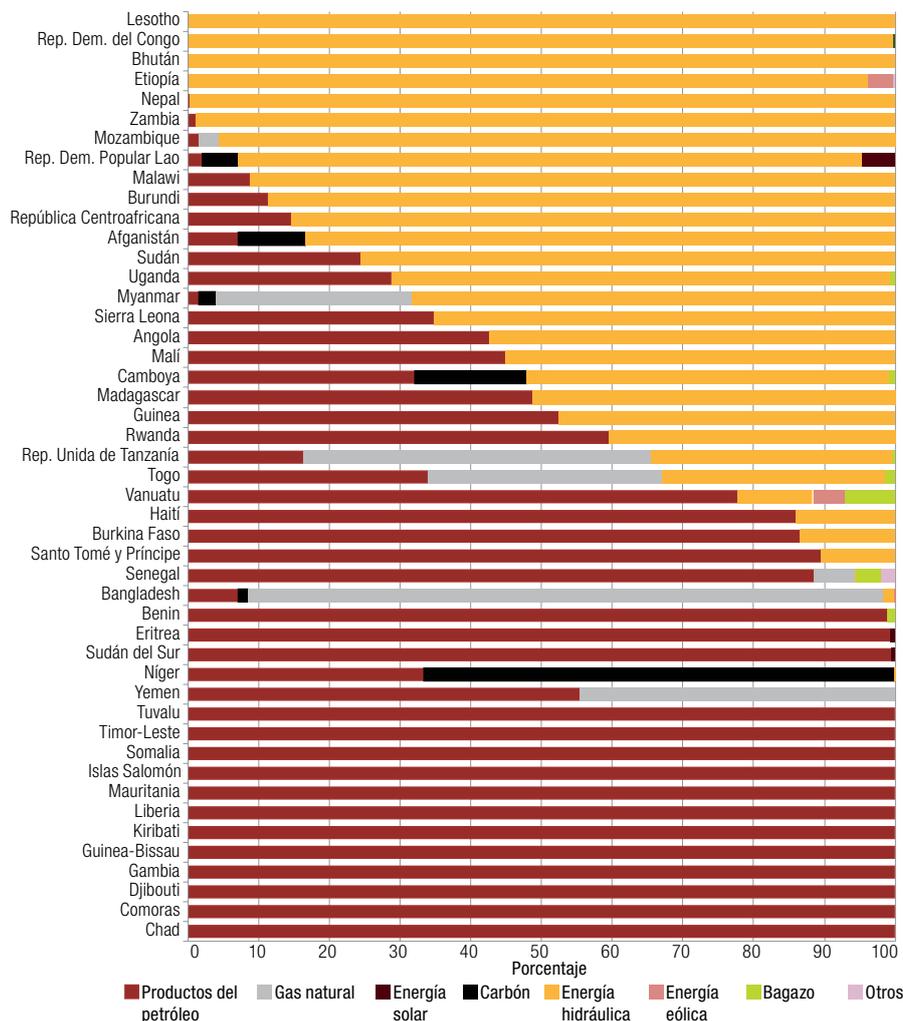
**Combinación de fuentes de energía utilizadas para generar electricidad en diferentes grupos de países (2012-2014)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos del DAES, Energy Statistics Database (consultada en febrero de 2017).

Figura 3.3

**Combinación de fuentes de energía utilizadas para generar electricidad en los PMA: composición de la producción bruta de electricidad, por fuente de energía (2012-2014)**



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos del DAES, Energy Statistics Database (consultada en febrero de 2017).

Nota: Los PMA están clasificados en función de la importancia relativa de la electricidad proveniente de combustibles, en orden creciente. El desglose de los datos por combustible se basa en el cálculo de la media ponderada de los insumos de combustible de cada país, tomando como coeficientes de ponderación las tasas medias de eficiencia de las plantas de generación de electricidad, según figuran en la fuente del DAES antes mencionada.

2014; Kempener y otros, 2015). A la inversa, el carbón ha desempeñado un papel relativamente limitado en la combinación energética de los PMA, aunque su importancia relativa podría aumentar un poco, cuando se hagan efectivas las inversiones planificadas recientemente en nuevas centrales eléctricas a carbón.

En el período comprendido entre 2012 y 2014, aparte de los proyectos hidroeléctricos, la contribución de las tecnologías renovables a la generación de electricidad seguía siendo muy limitada en los PMA (figura 3.3): la bioenergía representó más del 3% solo en el Senegal (5%) y Vanuatu (10%), la energía solar solo en la República Democrática Popular Lao (4,6%) y la energía eólica solo en Etiopía y Vanuatu (3,6% en ambos casos). Ahora bien, como se analiza en la subsección siguiente, desde 2014 hay indicios de una aceleración

de la implantación de las energías renovables no hidráulicas en los PMA y cabe prever que en un futuro cercano aumentará su importancia relativa pues se están construyendo varias plantas para el servicio público.

## 2. Una gama cada vez más amplia de energías renovables<sup>4</sup>

Los avances tecnológicos recientes, sumados a las preocupaciones cada vez mayores que suscita el cambio climático, han estimulado un interés creciente por las posibilidades que ofrecen las tecnologías de explotación de las energías renovables no hidráulicas, tanto en los PMA como en los OPD. En la 22ª Conferencia de las Partes en la Convención Marco

de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CP22), los miembros del Foro de Vulnerabilidad Climática (incluidos 24 PMA<sup>5</sup>) se comprometieron a alcanzar un 100% de generación de energía de fuentes renovables de aquí a 2050. Así pues, la mitad de los 47 PMA —incluidos los PMA insulares que dependen de los combustibles fósiles para generar electricidad, así como otros en que la energía renovable se utiliza más— tienen el objetivo estratégico a largo plazo de pasar a un sector de la electricidad con bajas emisiones de carbono. Otros PMA, como Mozambique, la República Democrática Popular Lao y Uganda, también están experimentando con diversas tecnologías de generación basadas en fuentes renovables.

Aunque su importancia relativa ha disminuido ligeramente con la adopción de otras tecnologías renovables, las **plantas hidroeléctricas grandes** (definidas por la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) como aquellas cuya capacidad es superior a los 10 megavatios (MW)) siguen representando en los PMA más del 90% de la capacidad de generación basada en fuentes renovables y cerca del 80% de la electricidad generada a partir de fuentes renovables. Como las grandes plantas hidroeléctricas también engloban la inmensa mayoría de las posibles adiciones netas de capacidad, cabe prever que esta preponderancia continuará a mediano plazo. Las grandes plantas hidroeléctricas son también la espina dorsal de la combinación energética de generación, no solo en los países que son grandes productores de hidroelectricidad, sino también en varios PMA más pequeños, como Burundi, Camboya y Rwanda.

A pesar del predominio persistente de la generación de hidroelectricidad a gran escala, se observa en los PMA

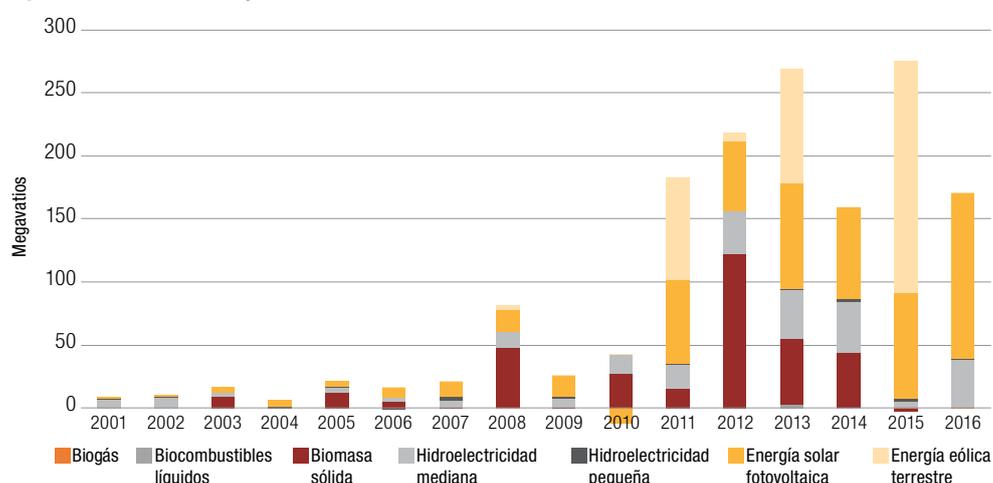
una adopción incipiente y cada vez más rápida de otras energías renovables, como la energía hidroeléctrica a escala más pequeña, la bioenergía, la energía eólica y la energía solar (figura 3.4). Desde 2010 ha habido un marcado aumento (más de 200 MW anuales) de las adiciones a la capacidad neta que utilizan estas tecnologías y explotan una amplia gama de fuentes de energía.

Desde hace mucho tiempo hay en los PMA **instalaciones hidroeléctricas de mediana y pequeña escala** (con una capacidad de entre 1 y 10 MW y de menos de 1 MW, respectivamente), aunque no son muchas. Ahora bien, en el conjunto de los PMA, la capacidad instalada de generación de hidroelectricidad a mediana escala se duplicó entre 2000 y 2016, pasando de 257 MW a 495 MW, y las instalaciones de pequeña escala también aumentaron, de 45 MW a 63 MW. La producción de electricidad de las plantas hidroeléctricas medianas aumentó en más del 80%, pasando de 9.723 gigavatios-hora (GWh) en 2000 a 17.887 GWh en 2014, mientras que la producción de las plantas hidroeléctricas pequeñas pasó de 159 GWh a 203 GWh. Encabezaron esta tendencia Madagascar, Mozambique, Nepal, la República Democrática del Congo, la República Democrática Popular Lao, Rwanda, Uganda y Zambia. Aunque por lo general esas tecnologías todavía no representan sino una proporción menor de la electricidad generada, hay cada vez más indicios que apuntan a su eficacia para atender a las comunidades rurales, especialmente en zonas poco pobladas, con poca demanda de electricidad (Murray y otros, 2010, Sovacool y otros, 2011; Gurung y otros, 2012).

Aunque su participación es mínima en comparación con la generación hidráulica a gran escala e incluso

Figura 3.4

**Adiciones a la capacidad neta de generación de electricidad a partir de energías renovables en los PMA (2001-2016) (salvo grandes plantas hidroeléctricas)**



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos de IRENA (consultada en marzo de 2017).

a mediana escala, la generación de **bioenergía** ha aumentado considerablemente en varios PMA, especialmente en África Oriental. La capacidad neta instalada del conjunto de los PMA se duplicó con creces entre 2009 y 2016, en que se cifró en 500 MW, a la vez que la electricidad generada superó los 750 GWh en 2014 (último año sobre el que se dispone de datos), con Uganda a la cabeza (figura 3.5). La biomasa sólida (el bagazo de caña y, en menor medida, la leña) representó la mayor parte de esta producción, mientras que la introducción de otras tecnologías (como el aprovechamiento de los desechos agrícolas o urbanos, el biogás, los biocombustibles líquidos, etc.) es demasiado reciente para que su contribución sea significativa<sup>6</sup>.

La difusión de la energía solar y eólica en los PMA también está en rápido aumento, pero, una vez más, desde un nivel de partida muy bajo; además, hasta la fecha, se trata únicamente de tecnologías de generación de energía solar fotovoltaica y energía eólica terrestre (recuadro 3.1)<sup>7</sup>. El número de PMA que indican contar con capacidad para producir **energía solar** pasó de 10 en 2000 a 40 en 2016, a la vez que el total de energía solar generada pasó de apenas 6 GWh a 446 GWh en 2014. A Bangladesh le corresponde casi la mitad de la producción de energía fotovoltaica del grupo (figura 3.6), lo cual se debe a la utilización muy difundida de sistemas domésticos de energía solar en ese país (sección C).

A pesar de haber empezado más tarde (en 2006, según datos de la IRENA) y de estar todavía poco difundidas (en 11 países), las tecnologías de aprovechamiento de la **energía eólica** se han propagado a un ritmo más intenso aún en los PMA, superando los 500 GWh en 2014. Como puede verse en la figura 3.7, esto se debe principalmente a las inversiones en parques eólicos para el servicio público realizadas en Etiopía, donde ya están en funcionamiento tres plantas y otras cinco están en construcción (Monks, 2017), mientras que la utilización de la energía eólica es más limitada en países como Bangladesh, Camboya, Eritrea, Madagascar, Mauritania, Somalia y Vanuatu (aunque solo en este último país es significativa la contribución de la energía eólica a la combinación energética).

Así pues, aunque cada vez más PMA han comenzado a explotar tecnologías de generación basadas en energías renovables no hidráulicas, la penetración de estas sigue siendo muy limitada, porque son pocos los países que han pasado de proyectos de demostración a pequeña escala o sistemas energéticos sin conexión a las redes a la utilización de energías renovables para generar electricidad a gran escala para el servicio público. De igual manera, a pesar de que se ha comprobado que tendrían la capacidad técnica

---

### Para satisfacer las necesidades energéticas de los PMA será necesario aumentar la generación de electricidad a partir de energía hidráulica y de combustibles fósiles y a la vez acelerar la implantación de otras energías renovables

---

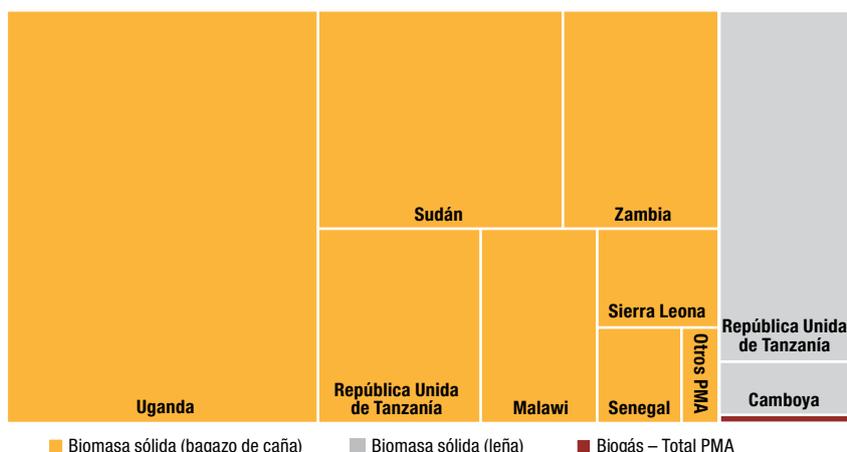
para hacerlo, ningún PMA ha experimentado todavía con la energía solar de concentración o la energía eólica marina. Aunque las nuevas tecnologías para aprovechar la bioenergía, generar electricidad a partir de energía solar y almacenar electricidad podrían cambiar esta situación, esos avances limitados ponen de manifiesto los grandes obstáculos a la adopción de nuevas tecnologías. Entre ellos figuran por ejemplo una demanda limitada, que a su vez limita las economías de escala, estrictas condiciones de financiación y deficiencias institucionales, especialmente en el caso de las tecnologías que entrañan una inversión en capital fijo relativamente grande (Labordena y otros, 2017)<sup>8</sup>.

Esta situación corresponde a la pauta de penetración de las tecnologías energéticas nuevas, que sigue una curva en forma de S, con un período inicial relativamente largo de determinación de los costos mediante la puesta en marcha de pequeños proyectos de demostración, tras el cual se aplican las tecnologías más apropiadas a mayor escala (Lund, 2010). Para poder realizar economías de escala a nivel industrial y de ese modo lograr una masa crítica que permita impulsar la transición energética, es preciso adquirir una comprensión profunda de las dimensiones técnica y económica de las nuevas opciones tecnológicas, mediante la imitación, los efectos de red y/o medidas de política deliberadas (Grubler, 2012; UNCTAD, 2014b).

En general, cabe prever que para satisfacer las necesidades energéticas crecientes de los PMA será necesario aumentar la generación de electricidad a partir de energía hidráulica y de combustibles fósiles –que siempre han sido la columna vertebral de la combinación energética para generar electricidad en los PMA– y, a la vez, acelerar la implantación de otras energías renovables no hidráulicas a gran escala<sup>9</sup>. Por consiguiente, es fundamental que los responsables de las políticas no cejen en su determinación de acelerar la penetración de las tecnologías de generación basada en energías renovables, una vez que los actores de los PMA determinen cuáles tecnologías son las más adecuadas para el contexto local y las adapten. Ahora bien, como se analiza más adelante en el presente capítulo, persisten las dificultades y los retos de carácter técnico, económico, social y ambiental.

Figure 3.5

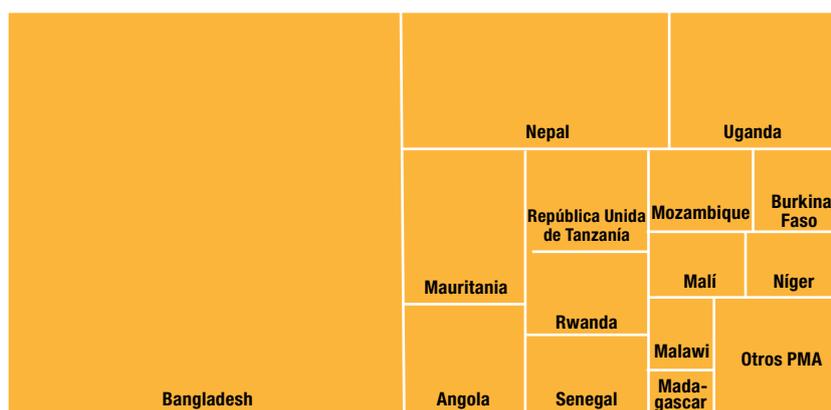
Distribución de la electricidad generada a partir de bioenergía en todos los PMA, por tecnología principal (2014)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos de IRENA (consultada en marzo de 2017).

Figura 3.6

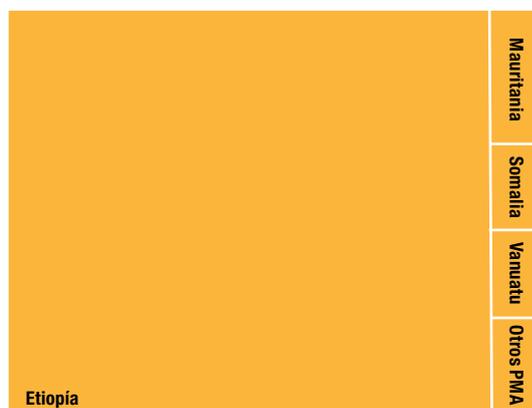
Distribución de la generación eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica en los PMA (2014)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos de IRENA (consultada en marzo de 2017).

Figura 3.7

Distribución de la generación eléctrica a partir de energía eólica terrestre en los PMA (2014)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos de IRENA (consultada en marzo de 2017).

### 3. El intrincado problema de la distribución de electricidad en los PMA

Si bien es cierto que el logro del acceso universal y la transformación estructural en los PMA requerirán un aumento colosal de la producción de electricidad, los sistemas de distribución son al menos igual de importantes, tanto desde el punto de vista del alcance de los servicios de suministro como de la eficiencia energética (Eberhard y otros, 2011). La capacidad de los PMA de beneficiarse con las ventajas del progreso tecnológico depende en grado sumo de la calidad de la red, es decir, los niveles de voltaje y su fiabilidad, así como de su extensión. De igual manera, la cartera adecuada de tecnologías energéticas depende de las condiciones iniciales de cada país, por ejemplo las posibilidades técnicas y económicas de generar electricidad y la distancia entre las plantas generadoras y los consumidores, así como el sistema de

distribución existente. A menudo se han descuidado los aspectos relativos a la transmisión y la distribución, tanto en el discurso de los responsables de las políticas como en la financiación (Hogarth y Granoff, 2015).

Por lo general, las redes de suministro de electricidad de los PMA reflejan el legado de estructuras tradicionales articuladas en torno a grandes generadores eléctricos centralizados que atienden a usuarios urbanos y grandes clientes industriales (en particular los exportadores) (IEA, 2014a; Africa Progress Panel, 2017). Pese a los progresos recientes, la densidad de las líneas de transmisión sigue siendo extremadamente baja, si se atiende a criterios internacionales, y las redes locales siguen estando mal interconectadas a nivel internacional (y a veces incluso a nivel nacional). Si bien es clásico el ejemplo de África, con mercados eléctricos fragmentados, baja densidad de líneas de transmisión y una multitud de especificaciones diferentes (PNUMA, 2017), los PMA de otras regiones tienen dificultades parecidas. En el Afganistán, por ejemplo, solo se empezó a considerar la posibilidad de interconectar las redes regionales en 2013 (Banco Asiático de Desarrollo, 2013).

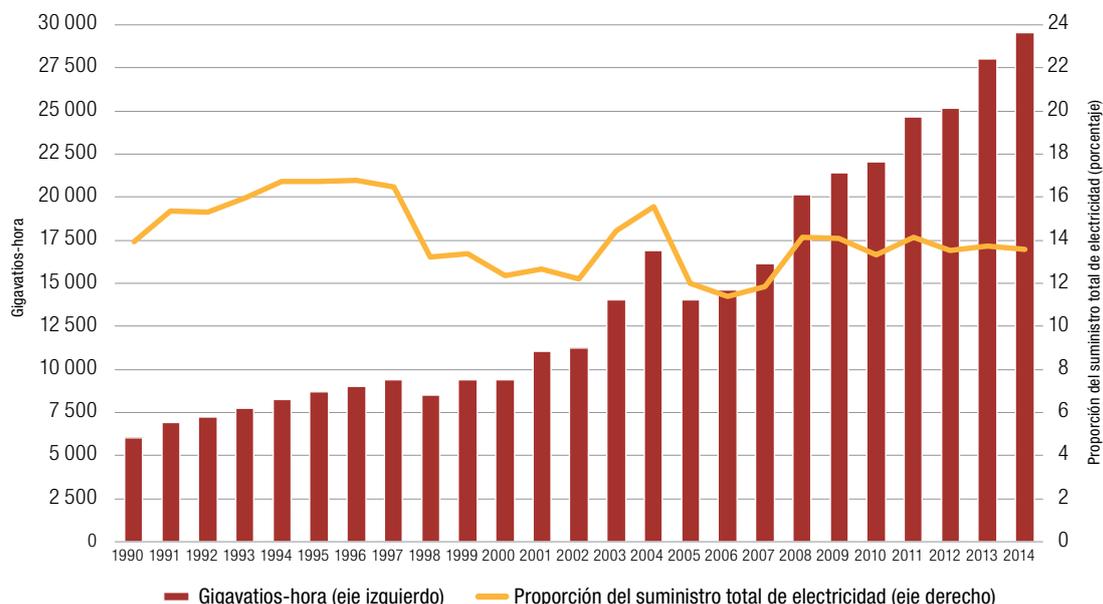
Como se vio en el capítulo 1, en la mayoría de los PMA, las redes de distribución están además en un estado de gran deterioro, con las consiguientes grandes pérdidas en transmisión y distribución, que menoscaban la fiabilidad del suministro de electricidad y reducen la eficiencia energética. En promedio, desde 1990, las pérdidas en transmisión y distribución se han situado en torno al 14% del total de la electricidad suministrada en el conjunto de los PMA (figura 3.8), frente a una media mundial de entre el 7% y el 8%. Además, como no se ha logrado reducir las tasas de

### Los sistemas de distribución deberán modernizarse conforme aumente la producción de electricidad

pérdida, con el aumento de la generación de electricidad se han disparado las pérdidas en valores absolutos, que en 2014 fueron del orden de 30.000 GWh (equivalentes, aproximadamente, a la producción de electricidad de Mozambique y el Sudán juntos). Esas deficiencias, sumadas a los costos adicionales que deben asumir los productores debido a los cortes y a la poca fiabilidad del suministro de electricidad, tienen repercusiones considerables a nivel macroeconómico, que según las estimaciones se sitúan entre el 0,5% y el 6% del producto interno bruto (PIB) en 12 países africanos, de los cuales 8 son PMA (Eberhard y otros, 2011: 10)<sup>10</sup>.

Sin una mejora decisiva de la eficiencia energética, las pérdidas en transmisión y distribución (a las que se suman las pérdidas no técnicas y las deficiencias por parte de la demanda, como componentes de mala calidad o aparatos ineficientes) podrían ser de magnitud tal que las ambiciosas metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) resultaran inalcanzables, especialmente en el contexto de la labor de mitigación y adaptación al cambio climático (IPCC, 2014; Ouedraogo, 2017)<sup>11</sup>. Así pues, es preciso complementar los esfuerzos encaminados a aumentar la generación de electricidad en los PMA con la modernización de la red de transmisión y distribución. Además, esta

Figura 3.8  
Pérdidas en transmisión y distribución en los PMA (1990-2014)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de DAES, Energy Statistics Database (consultada en febrero de 2017).

## Las tecnologías sin conexión a la red podrían resultar particularmente útiles para la electrificación rural en los PMA

última cobrará más importancia aún, conforme se vaya avanzando hacia el acceso universal y la transformación estructural, y conforme la creciente penetración de las energías renovables variables aumente la necesidad de equilibrar el sistema y flexibilizar la infraestructura de transmisión que lo sustenta. Se plantea pues el riesgo de que la mala calidad de las redes existentes haga inviable la aplicación de determinadas tecnologías, lo cual impediría elegir la combinación energética de generación eléctrica más adecuada.

### C. Generación distribuida: ¿la solución para quemar etapas?

#### 1. Los desafíos de la ampliación de las redes

Los esfuerzos encaminados a reducir la pobreza energética están inevitablemente condicionados por la dimensión espacial de la red de suministro eléctrico existente. Como se vio en el capítulo 1, en los PMA el 82% de las personas que no tienen acceso a la electricidad viven en zonas rurales, donde las tasas de electrificación son particularmente bajas, situación que probablemente perdurará (figura 3.9). A ello se suma el desafío que representa la urbanización. El rápido aumento de las tasas de electrificación urbana de los últimos años no ha estado al nivel del aumento, en cifras absolutas, de la población urbana, de modo que el número de habitantes de las ciudades sin acceso a la electricidad ha seguido aumentando. Cabe prever que la continuación de esa rápida urbanización, junto con los avances hacia el acceso universal, generarán una presión aún mayor sobre la infraestructura (de por sí deficiente) de transmisión y distribución, lo cual a su vez reforzará la necesidad de modernización.

Este doble desafío exige un enfoque pragmático y flexible que integre la implantación de tecnologías de generación de electricidad con el mejoramiento de la red de distribución. Habida cuenta del panorama tecnológico actual, la ampliación de las redes sigue siendo el principal medio de satisfacer las necesidades energéticas de los PMA para uso doméstico y para impulsar la transformación estructural. También es preciso modernizar las redes de transmisión y distribución para aprovechar las ventajas de la aplicación a gran escala de tecnologías de energía renovable (IEA, 2016b).

Ahora bien, cuanto más alejada una zona de la red de suministro eléctrico existente y cuanto más escasa su población, más caro resulta integrarla a la red; de ahí que la extensión de la red a las zonas rurales sea particularmente costosa. Además, para aumentar la generación centralizada de electricidad y al mismo tiempo ampliar y modernizar las redes es necesario asumir costos iniciales considerables, por lo que las inversiones solo serán viables si hay suficiente demanda, pero cuando el poder adquisitivo es reducido, la demanda es limitada. Este es un importante obstáculo a la ampliación de las redes en las zonas rurales, especialmente en la escala y al ritmo que imponen la consecución del ODS 7 y las necesidades de la transformación estructural.

#### 2. Las promesas de los sistemas energéticos sin conexión a las redes en los PMA

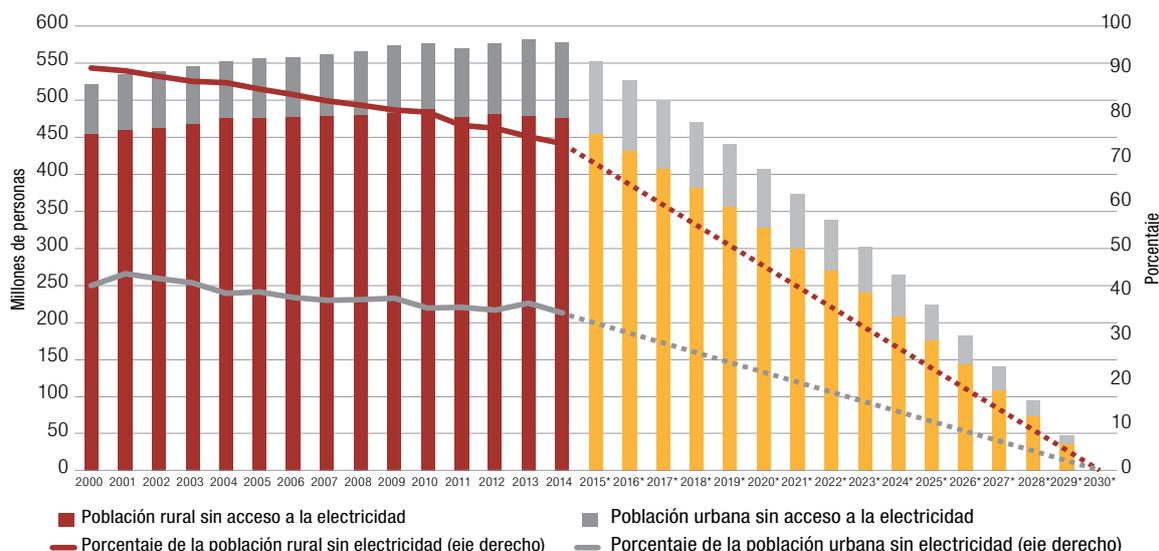
Se considera cada vez más que las tecnologías que permiten prescindir de una conexión a la red de suministro constituyen una solución menos costosa al problema de la electrificación rural, ya que su implantación es más rápida que una ampliación de las redes y permite establecer un modelo de generación distribuida más eficiente que el modelo centralizado (Murray y otros, 2010; Szabó y otros, 2011; Deshmukh y otros, 2013; Harrison y otros, 2016; Onyeji-Nwogu y otros, 2017)<sup>12</sup>. También pueden promover mayor igualdad e inclusión en la electrificación y mitigar los factores que llevan a una urbanización insostenible, porque permiten que las comunidades rurales accedan a la electricidad con mayor prontitud y posibilitan el desarrollo de actividades no agrícolas.

Los sistemas energéticos sin conexión a las redes, no son nuevos en sí: en todo el mundo se utilizan generadores a diésel y gasolina y se calcula que la capacidad instalada mundial es de 22,5 gigavatios (GW), de los cuales dos terceras partes están en países en desarrollo (Kempener y otros, 2015). Sin embargo, los avances de las tecnologías de explotación de las fuentes de energía renovables y de almacenamiento han despertado un interés renovado en los sistemas sin conexión a la red, tanto más cuanto que podrían contribuir a la descarbonización del sector de la electricidad, por ejemplo mediante la hibridación de los generadores a diésel y el aislamiento de las redes locales (Kempener y otros, 2015)<sup>13</sup>.

El limitado grado de urbanización de los PMA y el hecho de que, en general, sus zonas rurales estén escasamente pobladas hace que los sistemas energéticos sin conexión a la red resulten particularmente interesantes para ellos (figura 3.10). Más allá de determinada distancia

Figura 3.9

**Población sin acceso a la electricidad en los PMA, por zonas rurales y urbanas (2000-2014 y previsiones en función del ODS 7)**

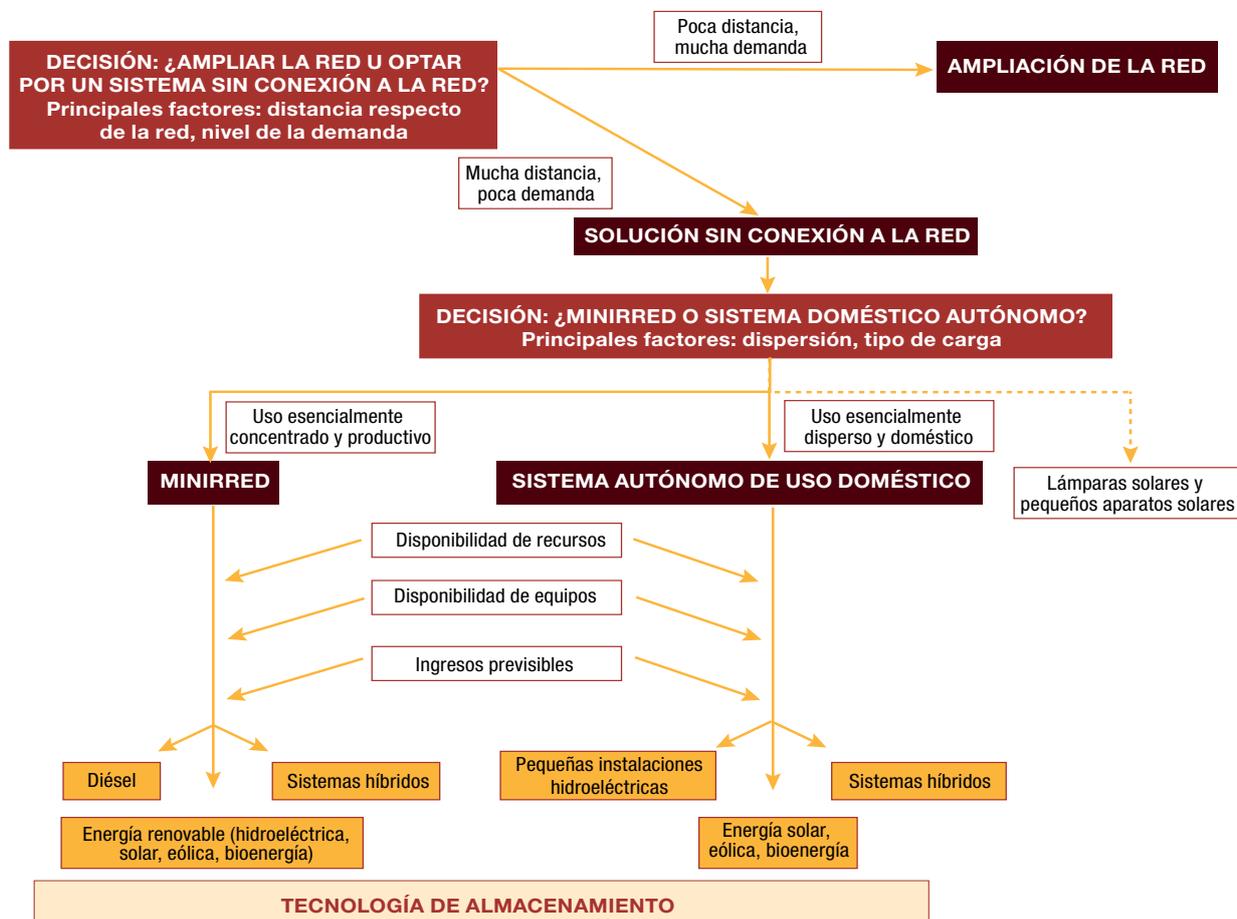


Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de DAES, Energy Statistics Database, y base de datos de World Population Prospects: The 2015 Revision, y Banco Mundial, Indicadores de Desarrollo Mundial, banco de datos (todas las consultas realizadas en febrero de 2017).

Nota: \* Las cifras posteriores a 2014 se calculan sobre la base de las proyecciones demográficas del DAES, suponiendo una disminución lineal de la proporción de la población rural (urbana) sin acceso a la electricidad, coherente con el logro del acceso universal de aquí a 2030. Esas cifras tienen en cuenta las tendencias diferenciales del crecimiento demográfico en las zonas rurales y urbanas, así como las tendencias de la urbanización, tal como se incorporan en las proyecciones de población del DAES.

Figura 3.10

**Árbol de decisión estilizado para la electrificación rural: soluciones con o sin conexión a la red**



Fuente: Adaptado de Organismo Noruego de Desarrollo Internacional (2009: 3-3).

“rentable” con respecto a la red existente, los costos de capital de las soluciones sin conexión a la red pueden ser inferiores a los que entrañarían una extensión de la red y generadores convencionales, al igual que los costos de explotación, puesto que se reducen las pérdidas en transmisión y se puede ahorrar combustible (Murray y otros, 2010; Deshmukh y otros, 2013). Ahora bien, la eficacia en función de los costos de esas instalaciones también depende de la demanda, del tipo de carga, de las fuentes de energía disponibles y de las especificaciones técnicas<sup>14</sup>. Así pues, para determinar cuál es la tecnología óptima es preciso un análisis a fondo del contexto específico y tener en cuenta las previsiones en cuanto al costo futuro de los combustibles alternativos, la demanda, el tipo de carga, etc.

Aunque no hay una definición acordada de las tecnologías sin conexión a las redes, por lo general se entiende que abarcan tres grandes grupos de tecnologías:

- *Lámparas solares y pequeños aparatos solares*, que suelen prestar servicios energéticos limitados (iluminación individual y recarga de teléfonos) y a menudo no cumplen los criterios de acceso a la energía de nivel 1, establecidos por la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL), pero son considerados “un primer avance importante hacia el acceso de los hogares a la electricidad” (Bhatia y Angelou, 2015: 59).
- *Los sistemas autónomos*, que consisten en subsistemas de generación de capacidad pequeña a mediana y la instalación eléctrica del usuario (por ejemplo, los sistemas solares domésticos).
- *Las minirredes*, con una capacidad mayor (entre 1 kilovatio (kW) y 10 MW), que constan de un generador de electricidad centralizado y un subsistema de distribución de nivel local y pueden funcionar en forma aislada o estar interconectadas en una red más amplia.

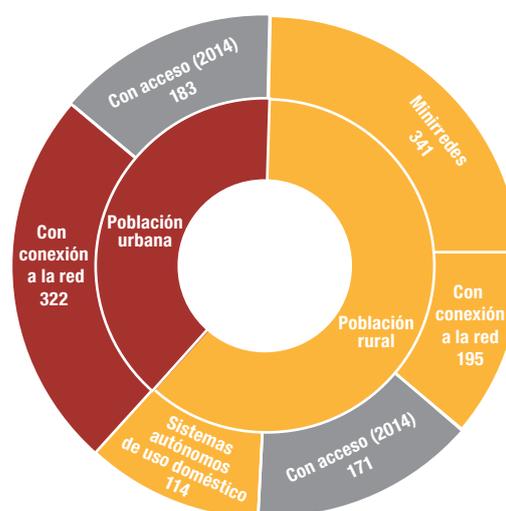
En la situación hipotética “Energía para todos”, proyectada por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) sobre la base del acceso universal de aquí a 2030, todas las poblaciones urbanas y el 30% de las poblaciones rurales de todo el mundo podrían estar conectadas a las redes, mientras que los tres cuartos de los habitantes de las zonas rurales restantes serían atendidos con minirredes y el resto con sistemas autónomos (IEA, 2010). Aplicando estos cálculos a las previsiones demográficas para los PMA de la División de Estadística de las Naciones Unidas se obtiene que para lograr el acceso universal de aquí a 2030, serían necesarios 571 millones de nuevos abonados conectados a las redes y otros 341 millones de personas conectadas a minirredes y, al mismo tiempo, se necesitarían sistemas autónomos para 114 millones

de personas (figura 3.11). Aunque esas proyecciones solo tienen valor indicativo, está claro que el logro del acceso universal a la electricidad en los PMA para 2030 dependerá sobremanera de la generación distribuida y a la vez de la ampliación de las redes. Además de adaptarse a países poco urbanizados y a las zonas rurales escasamente pobladas, la generación distribuida es particularmente importante para los pequeños Estados insulares en desarrollo, donde los sistemas sin conexión a la red pueden ofrecer soluciones más baratas y limpias que los generadores a diésel, muy difundidos (Dornan, 2014; Kempener y otros, 2015).

Aunque la aparición de mercados dinámicos y multifacéticos para sistemas energéticos sin conexión a la red basados en fuentes de energía renovable es reciente —a excepción de las tecnologías minihidráulicas, que tienen una tradición más establecida— podría tener repercusiones de gran alcance en la electrificación rural. El ámbito de aplicación de las tecnologías sin conexión a la red —en particular las solares— se ha ampliado considerablemente, gracias a las innovaciones en los procesos y los productos, que han abaratado los costos, reducido su escala mínima eficiente y aumentan cada vez más sus posibilidades de combinación con tecnologías híbridas o de almacenamiento adecuadas. Gracias a ello ha aumentado la competitividad en relación con los costos de las tecnologías sin conexión a la red y se ha ampliado la gama de tecnologías disponibles para satisfacer las diferentes necesidades energéticas (cuadro 3.1).

Figura 3.11

**Metas indicativas para que la población de los PMA obtenga acceso a la electricidad de aquí a 2030** (millones de personas)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de DAES, Energy Statistics Database, y Banco Mundial, Indicadores de Desarrollo Mundial, banco de datos (consultadas en febrero de 2017).

**Cuadro 3.1**

**Sistemas energéticos no conectados a la red y niveles de acceso a la energía de Energía Sostenible para Todos**

		<b>Nivel 0</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 3</b>	<b>Nivel 4</b>	<b>Nivel 5</b>
<b>Capacidad máxima</b>	Vatios	-	Mín. 3 W	Mín. 50 W	Mín. 200 W	Mín. 800 W	Mín. 2 000 W
	Capacidad de suministro diario	-	Mín. 12 Wh	Mín. 200 Wh	Mín. 1,0 kWh	Mín. 3,4 kWh	Mín. 8,2 kWh
<b>Disponibilidad</b>	Horas por día	-	Mín. 4 horas	Mín. 4 horas	Mín. 8 horas	Mín. 16 horas	Mín. 23 horas
	Horas por noche	-	Mín. 1 hora	Mín. 2 horas	Mín. 3 horas	Mín. 4 horas	Mín. 4 horas
<b>Servicios energéticos</b>		Iluminación individual únicamente	Iluminación individual Y cargador de teléfono	Iluminación general Y televisor Y ventilador	Nivel 2 Y cualquier otro aparato de baja potencia	Nivel 3 Y cualquier otro aparato de potencia mediana	Nivel 4 Y cualquier otro aparato de alta potencia
<b>Tecnología habitualmente usada</b>			<b>Lámpara solar</b>				
				<b>Sistema de energía solar para uso doméstico</b>			
					<b>Minired</b>		
					<b>Generador alimentado con combustibles fósiles</b>		

Fuente: Compilación de la secretaría de la UNCTAD, sobre la base de Iniciativa Energética de la Unión Europea, Partnership Dialogue Facility (2014); Bhatia y Angelou (2015).

En el extremo inferior del espectro, la creciente penetración de las lámparas solares y de los pequeños aparatos solares (en África Oriental, en particular) permite que más personas de la “base de la pirámide” alcancen el primer peldaño de la escalera energética (Bhatia y Angelou, 2015; Scott y Miller, 2016), mientras que los sistemas autónomos de uso doméstico se perfilan como medio de satisfacer necesidades energéticas ligeramente mayores y más variadas, por ejemplo para alimentar aparatos de potencia baja y mediana. Es cada vez más común el uso de sistemas autónomos de uso doméstico más grandes en establecimientos comunitarios, como escuelas y centros de atención de la salud en zonas rurales no electrificadas (Bhatia y Angelou, 2015).

Esas tecnologías solares se han difundido principalmente a través de los mercados, lo cual se debió sobre todo a la pronunciada baja de los costos de los módulos de energía fotovoltaica (en un 85% en el último decenio) y las baterías, así como a la adopción de los diodos emisores de luz (Kempener y otros, 2015; Orlandi y otros, 2016; Scott y Miller, 2016). Ahora bien, las políticas también han sido determinantes en esta evolución, en particular mediante actividades de sensibilización, programas de garantía de la calidad, donaciones y préstamos en condiciones favorables, y reducciones arancelarias y fiscales (Scott y Miller, 2016; Africa Progress Panel, 2017)<sup>15</sup>.

Aunque en ningún caso es factor de una transformación estructural, el hecho de que los hogares sean propietarios de sistemas energéticos básicos puede posibilitar considerables ahorros y mejoras en su

calidad de vida. De las encuestas realizadas en varios PMA se desprende que con la iluminación solar se reducen considerablemente los gastos en luz, se generan menos emisiones de CO<sub>2</sub>, se obtienen beneficios para la salud (especialmente la de las mujeres y los niños, que suelen pasar más tiempo dentro de la casa) y mejoras en la educación (porque se alarga y flexibiliza el tiempo de estudio)<sup>16</sup> (Grimm y otros, 2014; Harrison y otros, 2016; Hassan y Lucchino, 2016). La iluminación solar también puede contribuir en cierta medida al uso productivo, ya que, por ejemplo, permite que los pequeños agricultores utilicen las TIC y tengan, por lo tanto, un mayor acceso a información sobre los mercados, servicios de extensión agrícola y servicios financieros básicos (UNCTAD, 2015b; Bhatia y Angelou, 2015). Los sistemas autónomos de uso doméstico también resultan útiles para las microempresas y las empresas pequeñas, especialmente las del sector de los servicios —tiendas, bares o peluquerías—, en el que las exigencias y las necesidades energéticas para complementar las inversiones en bienes de uso final suelen ser menores que las del sector manufacturero (Harsdorff y Bamanyaki, 2009; GIZ, 2013)<sup>17</sup>. Los sistemas autónomos de uso doméstico de mayor tamaño también pueden hacer funcionar aparatos productivos, como incubadoras de huevos, máquinas ordeñadoras, máquinas de coser, descascaradoras y pulidoras, así como bombas de agua y sistemas de riego que utilizan energía de fuentes renovables (GIZ, 2016; Africa Progress Panel, 2017). Incluso sin electrificación, la energía renovable puede aprovecharse directamente para diversificar las fuentes de ingresos y aumentar la productividad del trabajo en actividades no agrícolas y

---

**Las minirredes pueden ser un medio relativamente económico de obtener un acceso a la energía que fomente la transformación estructural de la economía en las zonas rurales aisladas**

---

en la elaboración de alimentos, mediante tecnologías no eléctricas, como los túneles solares de secado y los refrigeradores evaporativos (UNCTAD, 2015a). Aunque la adopción de dispositivos similares probablemente estaría sujeta a la disponibilidad de fondos para inversiones en el uso final, los productores de los PMA, incluidas las pequeñas y medianas empresas (pymes), podrían beneficiarse considerablemente con el aprovechamiento de las posibilidades de adaptación tecnológica y de las “innovaciones frugales” en el ámbito de las tecnologías productivas para el uso final, incluidas las compatibles con los sistemas no conectados a la red eléctrica (Pralhad, 2006).

En un número cada vez mayor de PMA se implantan sistemas autónomos de uso doméstico en el marco de programas de electrificación rural, a menudo con el apoyo de asociados para el desarrollo; en particular en Bangladesh (que apoya la implantación con subvenciones a la instalación y créditos), Rwanda (que ha adoptado un modelo de “alquiler con opción a compra”) y la República Unida de Tanzania (Kumar y Sadeque, 2012; Deshmukh y otros, 2013; Kempener y otros, 2015). Ahora bien, la difusión duradera de estos sistemas dependerá de que continúen los avances tecnológicos destinados a reducir los elevados costos de capital, los requisitos en materia de espacio y las necesidades de mantenimiento (IRENA, 2015; Kempener y otros, 2015; Harrison y otros, 2016). La disponibilidad de tecnologías apropiadas de almacenamiento y de electrodomésticos eficientes desde el punto de vista energético también será importante para fomentar la utilización de sistemas autónomos domésticos para usos productivos y actividades rurales no agrícolas.

No obstante, a pesar de sus indudables ventajas para la calidad de vida, el acceso a la energía a través de sistemas autónomos de uso doméstico tiene efectos limitados en la transformación estructural de la economía, pues solo permite alcanzar los peldaños más bajos de la escalera energética. Si bien los distintos dispositivos no conectados a la red proporcionan diferentes niveles de acceso a la energía (cuadro 3.1), muchos aparatos de uso productivo, especialmente en las etapas de producción en que se genera mayor

valor añadido, requieren una potencia mediana o alta y, por lo tanto, un acceso de nivel superior. Hay otros usos productivos (en particular la elaboración de alimentos) para los que es indispensable una cadena del frío ininterrumpida y, por lo tanto, un suministro eléctrico fiable, lo cual pone de relieve la importancia de combinar las energías renovables variables con adecuadas tecnologías de almacenamiento, híbridas o de otro tipo. Estas consideraciones concuerdan con los resultados de ejercicios recientes de simulación sobre posibles modalidades de electrificación para África, según los cuales cuando la demanda de energía es muy alta —por ejemplo cuando hay perspectivas de transformación estructural— la modalidad óptima de electrificación ya no es la utilización de sistemas autónomos sino más bien la instalación de minirredes y la ampliación de la red (Mentis y otros, 2017).

Además, los sistemas autónomos de uso doméstico se adaptan sobre todo a las necesidades energéticas de comunidades rurales dispersas —que representarán cerca del 11% de la población de los PMA en 2030, según las estimaciones de la IEA antes mencionadas. Los resultados de las encuestas refuerzan esta opinión, pues indican que una proporción considerable de los propietarios de sistemas autónomos de uso doméstico aspiran, en el fondo, a un nivel más alto de acceso a la electricidad (Harsdorff y Bamanyaki, 2009; Lee y otros, 2016). Más aún, el impacto en el desarrollo y la sostenibilidad de los modelos económicos en que se sustenta el suministro de electricidad, con inclusión de los sistemas de microfinanciación y de pago en función del uso relacionados con la energía, merecen un examen cuidadoso (capítulo 5).

Esto pone de relieve la importancia de las minirredes que, si se diseñan y explotan adecuadamente, en las zonas rurales aisladas pueden, en principio, constituir un medio relativamente económico de lograr un acceso a la energía que fomente la transformación estructural de la economía y, al mismo tiempo, pueden dar mayor fiabilidad al sistema, incentivar la gestión de la demanda y generar empleo a nivel local (Deshmukh y otros, 2013; Iniciativa Energética de la Unión Europea, Partnership Dialogue Facility, 2014; Kempener y otros, 2015). Esto puede fomentar el desarrollo rural pues permite eliminar un importante obstáculo al desarrollo de las actividades no agrícolas (UNCTAD, 2015a) y estimula la inversión en el suministro de electricidad en las zonas rurales y, además, apoya la transición hacia un modelo de crecimiento con bajas emisiones de carbono<sup>18</sup>.

Cabe prever, pues, que de aquí a 2030 las minirredes cobren importancia en la electrificación rural de los PMA y, por ende, se repita la experiencia histórica de países en desarrollo como China y la India, donde

desde hace mucho tiempo se utilizan minirredes a diésel o hidráulicas en las zonas rurales. Estas experiencias evidencian además que las minirredes pueden allanar el camino hacia una ampliación de las redes, pues pueden conectarse entre sí e integrarse progresivamente en el sistema nacional (Deshmukh y otros, 2013; Kempener y otros, 2015). Las minirredes pueden resultar particularmente útiles en los países montañosos y los archipiélagos (Sovacool y otros, 2011; Dornan, 2014).

Ahora bien, hay obstáculos financieros, técnicos, económicos e institucionales que dificultan la instalación de minirredes en la escala necesaria para lograr el acceso universal en los PMA. En primer lugar, como se indica en el capítulo 5, la instalación de minirredes entraña elevados costos iniciales, por lo que disponibilidad de financiación es de vital importancia, especialmente en las primeras fases de su puesta en funcionamiento, lo cual hace que, a menudo, la instalación dependa de donaciones o préstamos en condiciones favorables de fuentes nacionales o internacionales (Iniciativa Energética de la Unión Europea, Partnership Dialogue Facility, 2014; Deshmukh y otros, 2013). En segundo lugar, el diseño de las minirredes debe adaptarse a las condiciones propias del lugar en que han de emplazarse, en particular el potencial de recursos (en el caso de las energías renovables hidráulicas y variables) o las condiciones de suministro de combustibles<sup>19</sup>, y a la dinámica de la demanda y los perfiles de carga, a fin de optimizar las capacidades de generación y almacenamiento y garantizar un suministro de electricidad de alta calidad. A este respecto, la existencia de una posible carga de anclaje –es decir, un usuario que consume una proporción importante y, de ser posible, estable de la electricidad generada (por ejemplo una fábrica pequeña, un hospital o una cooperativa de agricultores)– que complementa la demanda de electricidad de los hogares suele ser fundamental para rentabilizar la minired y utilizar una mayor proporción de su capacidad. En tercer lugar, es frecuente que, en sistemas de capacidad relativamente pequeña, con elevados costos irrecuperables y un mantenimiento y sistema de cobranza costosos, las tarifas resulten más elevadas que las que pagan por un servicio equivalente los usuarios conectados a la red. Además de suscitar reclamaciones y el deseo de conectarse a la red central de suministro, esto suele plantear también problemas de equidad y cuestiones de subsidios cruzados<sup>20</sup>. En cuarto lugar, habida cuenta de que las inversiones en las minirredes son a largo plazo, la incertidumbre en cuanto a la regulación y la opacidad con que se planifica la ampliación de la red suelen disuadir a los desarrolladores de minirredes. Este aspecto, sumado

a la necesidad de que la comunidad participe y se movilice, ha generado en muchos casos problemas institucionales complejos y, por consiguiente, no existe un modelo empresarial para la instalación y explotación de minirredes con resultados probados que pueda reproducirse fácilmente (Deshmukh y otros, 2013; Africa Progress Panel, 2017).

A pesar de los problemas antes mencionados, las experiencias en materia de instalación de minirredes de los diferentes países, incluidos los PMA, ofrecen un amplio margen para el aprendizaje mutuo y el intercambio de experiencias (recuadro 3.2). También reflejan las inmensas posibilidades de cooperación Sur-Sur en actividades que estimulen la transferencia de tecnologías y su adaptación a la realidad propia de cada contexto.

### **3. Consideraciones esenciales en un panorama tecnológico cambiante**

En las dos secciones anteriores se han puesto de relieve dos tendencias que se refuerzan mutuamente y tienen potencial para influir en la electrificación rural de los PMA: el auge de la generación distribuida y los avances tecnológicos en materia de generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovables. Cabe prever que estas tendencias continúen, conforme las innovaciones y los efectos del aprendizaje sigan empujando a la baja el costo de las tecnologías de generación de electricidad a partir de fuentes renovables y facilitando su aplicación. Además, el carácter modular de las tecnologías de explotación de energías renovables sin conexión a la red lleva a pensar que es al menos factible, y posiblemente deseable, proceder gradualmente para aplicarlas.

Ahora bien, todavía parece prematura la comparación que se hace a veces entre la generación distribuida y la “revolución de las TIC” que permitió la rápida penetración de la telefonía móvil en el mundo en desarrollo. Si bien ha crecido considerablemente, el mercado de grandes sistemas energéticos sin conexión a la red sigue siendo limitado en los PMA y depende en gran medida del apoyo externo de asociados para el desarrollo, organizaciones filantrópicas y las empresas de servicios públicos. De igual manera, mientras la penetración de sistemas sin conexión a la red de menor tamaño parece haber transcurrido con relativa facilidad en algunos PMA, sigue habiendo importantes obstáculos a la difusión de tecnologías de alta potencia con mayores efectos transformadores, como las minirredes.

Tampoco está del todo claro si las soluciones sin conexión a la red son una *alternativa* a la red de transmisión principal, en cuyo caso sería posible

**Recuadro 3.2 Enseñanzas extraídas de un programa de electrificación de aldeas en Nepal con microproyectos hidráulicos**

Desde principios de la década del 2000, con apoyo financiero a largo plazo de grandes donantes institucionales, el programa nepalí de electrificación de aldeas con micro proyectos hidráulicos ha obtenido buenos resultados con la instalación a mayor escala de minisistemas de energía hidroeléctrica. Sobre la base del anterior Programa de Desarrollo Energético Rural del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el programa de micro electrificación tenía como objetivo la instalación de microsistemas hidroeléctricos en diferentes comunidades con capacidades de entre 10 kW y 100 kW. La ejecución del proyecto se descentralizó y se encomendó a los gobiernos locales, a los comités de desarrollo de los distritos y los comités de desarrollo de las aldeas con el establecimiento de grupos funcionales encargados de los proyectos de micro hidráulica en cada una de las comunidades destinatarias. En 2014, se habían instalado más de 1.000 microsistemas hidráulicos, con una capacidad de generación total de 22 MW que permitía proporcionar acceso a la electricidad sin conexión a las redes al 20% de la población.

Según los investigadores y los especialistas de esa experiencia se pueden extraer las siguientes enseñanzas.

Es fundamental que las especificaciones y normas técnicas de las minirredes estén adecuadamente diseñadas para facilitar la adopción de tecnologías apropiadas al contexto local que correspondan al nivel de la demanda local.

Es preciso contar con sólidos marcos de supervisión para garantizar el cumplimiento de las normas técnicas adecuadas y la prestación periódica de servicios de mantenimiento y posventa.

Cabe hacer especial hincapié en el fomento de la capacidad, entre otras cosas con actividades destinadas a mejorar la prestación local de servicios de mantenimiento y posventa (eslabonamientos hacia atrás) y estimular la demanda de servicios energéticos mediante usos finales productivos (eslabonamientos hacia adelante), de modo que los proyectos energéticos se incorporen en el tejido económico local.

Para que un proyecto sea sostenible es importante prever una recuperación de los costos a largo plazo, por ejemplo instituyendo procedimientos eficaces de cobranza de tarifas y promoviendo tecnologías que mejoren la eficiencia energética (hibridación, limitadores de carga inteligentes, electrodomésticos de bajo consumo energético, etc.).

Es fundamental definir claramente las funciones de cada una de las partes interesadas y centrarse en los componentes del fortalecimiento institucional para poder hacer frente con prontitud a circunstancias imprevistas, lograr la aceptación social del modelo empresarial y fomentar una fuerte participación de las comunidades destinatarias. Un compromiso a largo plazo, creíble, de los responsables de las políticas, con un enfoque flexible de la ejecución del proyecto y pocas cargas administrativas, es esencial para sustentar la instalación de minirredes.

*Fuente:* Sovacool y otros (2011); Gurung y otros (2012); Iniciativa Energética de la Unión Europea, Partnership Dialogue Facility (2014); <http://www.worldbank.org/en/news/feature/2015/09/26/ensuring-sustainable-rural-electrification-in-nepal>.

quemar etapas y dar un gran salto, comparable al que se registró en el sector de las TIC, o si son más bien un *trampolín* hacia la ampliación de la red. Esta es una cuestión fundamental que puede generar tensiones y anacronismos entre los partidarios de las soluciones sin conexión a la red y los de la ampliación de las redes ya existentes. Para los posibles operadores de minirredes, la perspectiva de competir en el futuro con proveedores de electricidad conectados a la red de suministro que tienen una estructura de costos diferente puede ser un disuasivo considerable a las inversiones, pues estas entrañan considerables gastos irre recuperables. Esto pone de relieve la importancia de la transparencia y de la planificación integrada de la ampliación de las redes ya existentes y la instalación de minirredes, así como del establecimiento de marcos regulatorios adecuados, para evitar desalentar a los inversores privados y asegurar la viabilidad de un enfoque gradual.

Con una planificación apropiada, las minirredes pueden incorporarse en redes más grandes en vez de ser sustituidas por estas, suministrando electricidad a la red nacional más grande, por una parte, y, por otra, aumentando la confiabilidad del sistema al preservar

su capacidad de funcionar en modo aislado en caso de fallos en la red central. Si bien las experiencias de China, la India y Nepal indican que esta opción es técnicamente viable (Deshmukh y otros, 2013), requiere directrices apropiadas, con normas y protocolos técnicos coherentes para la interconexión de las redes. Otra modalidad posible es la que se adoptó en Camboya, donde los operadores de minirredes son titulares de una licencia consolidada, otorgada por el organismo nacional de regulación, que les permite intervenir en cierta medida en la distribución, en caso de que la empresa pública de electricidad amplíe la red central.

Aunque hasta la fecha se ha prestado menos atención a esta cuestión, no se puede descartar que surja una tensión análoga entre el uso muy difundido de sistemas autónomos de uso doméstico y el desarrollo de las minirredes (o, posiblemente, la ampliación de la red principal). Los hogares propietarios de un sistema autónomo de uso doméstico tal vez no tengan muchos incentivos para comprar electricidad de una minired, especialmente si ello entraña el pago de un cargo de conexión; esto podría tener el efecto de hacer bajar la demanda por debajo de la escala mínima

eficiente para que la inversión sea viable. Si bien los sistemas autónomos de uso doméstico pueden resultar necesarios en el contexto de patrones de asentamiento disperso, la generalización de su uso en las aldeas podría obstaculizar el desarrollo posterior de minirredes, que pueden proporcionar un medio más sostenible y de menor costo para lograr un acceso a la energía que fomente la transformación estructural de la economía y satisfacer la creciente demanda de electricidad.

Esto pone de relieve la importancia de aplicar una estrategia cuidadosamente planificada y vanguardista al aumento del acceso a la electricidad. Es preciso planificar y coordinar el desarrollo de minirredes y la ampliación de la red central, para asegurar una adecuada asignación de prioridades a las inversiones, evitar disuadir a los posibles inversores y prever la posibilidad de que las redes se interconecten y/o integren en una red general, según proceda, en una fase posterior.

Así pues, si bien toda la gama de tecnologías sin conexión a la red encierra un potencial considerable para los PMA, el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen exigirá un mayor esfuerzo y un compromiso a largo plazo de parte de los poderes públicos, con planes transparentes y visión de futuro para la ampliación de la red, así como directrices estratégicas claras para garantizar la adopción de normas tecnológicas compatibles. En vista de la rapidez de la innovación tecnológica en el mercado de la energía, esto obliga a adoptar un enfoque flexible que evite la elección definitiva de determinadas soluciones tecnológicas que, años después, puedan resultar inadecuadas para las necesidades del país. También será necesario contar con un marco de políticas proactivo que sustente y facilite un proceso gradual de modernización tecnológica, mediante:

- El aprovechamiento del marco reglamentario para promover la adopción de normas tecnológicas apropiadas.
- El énfasis en el fomento de la capacidad, tanto para los desarrolladores y operadores de la red como para los usuarios finales, cuya conducta puede reforzar el valor del sistema energético.
- El aprovechamiento de las posibilidades de transferencia de tecnología Norte-Sur y Sur-Sur y medidas que faciliten la experimentación con todas las fuentes de energía y la diversificación.
- La preservación de un criterio integrado en las políticas energéticas.

Ahora bien, independientemente de cómo se haga la electrificación en las zonas rurales, la experiencia ha demostrado que es ingenuo esperar demasiado en

---

### **El aprovechamiento de las posibilidades que ofrecen las tecnologías sin conexión con la red exige un compromiso a largo plazo de los responsables de las políticas y un enfoque integrado**

---

cuanto a sus efectos en las actividades productivas. La electrificación rural tiene efectos revolucionarios en las prácticas empresariales tradicionales, por lo que puede generar muchas oportunidades nuevas de diversificación económica en actividades no agrícolas, con repercusiones en el empleo, la productividad y la adición de valor. Sin embargo, a corto plazo, la electrificación rural puede desencadenar un proceso de “destrucción creativa”, del que unos saldrán ganando y otros perdiendo, en función de las necesidades y la intensidad energética de cada empresa, de la disponibilidad de fuentes alternativas de energía y de la necesidad de inversiones complementarias en aparatos para el uso final (GIZ, 2013). Además, los efectos de la electrificación en la rentabilidad de las actividades empresariales dependen también de otros factores, como la infraestructura de transporte, el acceso a los mercados y la formalización, así como la suficiencia de la demanda local (GIZ, 2013; UNCTAD, 2015a). De ahí que sea necesario adoptar políticas complementarias e integrar las estrategias de electrificación en las estrategias más amplias de desarrollo (capítulo 6).

### **D. Hacia un enfoque sistémico del sector de la electricidad**

La cartera de tecnologías utilizadas para la generación, distribución e incluso los aparatos de uso final de la electricidad tiene consecuencias de gran alcance para la combinación de generación eléctrica de un país, los costos de la electricidad y los resultados del sector eléctrico. Por consiguiente, para lograr la transformación estructural es de primordial importancia adoptar decisiones acertadas en materia de tecnología, ya que de estas dependerá que el acceso a la energía tenga efectos transformadores y que se puedan prestar servicios energéticos adecuados, fiables y asequibles que permitan aumentar la productividad laboral y fomentar el despegue de actividades de mayor valor añadido y la difusión de las TIC. Esto subraya aún más la importancia de que los marcos de desarrollo y de política energética se refuercen mutuamente, ya que las inversiones en infraestructuras relacionadas con la tecnología crean una dependencia con respecto a determinado modelo de desarrollo que a su vez genera

el riesgo de elegir definitivamente una tecnología que a la postre resulte inadecuada, a menos que se tengan debidamente en cuenta la dinámica de la transformación estructural y las necesidades energéticas futuras. En este contexto, aunque es inevitable que ciertas decisiones sean irreversibles —puesto que el ciclo de vida de las tecnologías de generación de electricidad es de entre 20 y 60 años— es posible reducir al mínimo los riesgos de terminar dependiendo de una tecnología inadecuada, por ejemplo adoptando un enfoque de vanguardia al prever las necesidades futuras para determinar la conveniencia de tal o cual tecnología, optando de preferencia por las que sean modulares y puedan aplicarse a escalas ajustables, ofrezcan facilidades de retroadaptación y sean interoperables entre sí. De igual manera, la interdependencia sistémica de los distintos sistemas energéticos pone de relieve la necesidad de aplicar un enfoque sistémico al sector de la electricidad y planificar en consecuencia.

## 1. El potencial de recursos y la eficacia en función de los costos de las tecnologías energéticas

La elección entre los distintos sistemas energéticos está determinada principalmente por su relativa eficacia respecto al costo, que depende de la interacción entre el potencial de recursos energéticos y el rendimiento técnico de cada tecnología. La cuantificación del potencial de recursos es compleja por naturaleza y el inventario existente de los diversos recursos energéticos dista mucho de ser exhaustivo o preciso. No obstante, hay cada vez más estudios de investigación que resaltan que los PMA tienen un abundante potencial, en gran medida sin explotar, que abarca un amplio espectro de recursos energéticos (Gies, 2016; PNUMA, 2017).

En lo que respecta a los combustibles fósiles, en los PMA se encuentran cerca del 2,3% de las reservas mundiales probadas de gas natural, el 1,5% de las reservas de petróleo y el 0,3% de las reservas de carbón (cuadro 3.2)<sup>21</sup>. Sin embargo, esos recursos están repartidos en forma desigual, pues solo cerca de la mitad de los PMA tienen reservas probadas de combustibles fósiles y muchos otros (sobre todo los PMA insulares) dependen de las importaciones. Ahora bien, la dependencia con respecto a las importaciones para generar electricidad no solo se debe a la insuficiencia de los recursos naturales de que disponen los países, sino que también es el resultado de la debilidad del sector de refinamiento y transformación, en etapas posteriores de la cadena de valor de la energía (capítulo 2). Además, se ha comprobado que en varios PMA hay considerable margen para pasar de

la utilización de combustibles intensivos en emisiones de carbono, como el carbón y el petróleo, a la utilización de gas natural para generar electricidad.

Los datos sobre el potencial de energías renovables deben tratarse con cautela, ya que su cuantificación se complica por consideraciones espaciales y de rendimiento técnico. Sin embargo, la información disponible indica que, en principio, los PMA podrían obtener enormes cantidades de energía de fuentes renovables, lo cual podría relajar las limitaciones energéticas impuestas por la escasez de combustibles fósiles (Africa Progress Panel, 2015; Gies, 2016; PNUMA, 2017). África, por ejemplo, tiene un enorme potencial de fuentes renovables de energía, del cual solo se utiliza una pequeñísima parte (PNUMA, 2017). La energía solar —la fuente más abundante de energía en la mayoría de los PMA— es el ejemplo por excelencia de esta paradoja. La transición hacia la electricidad solar en los PMA está apenas en una etapa incipiente, a pesar de que la mayoría de los PMA reciben mucha más radiación solar horizontal que países como China o los Estados Unidos de América, donde el sector solar está mucho más desarrollado (figura 3.12).

Se han establecido varios programas recientemente, como la Iniciativa para el Inventario de los Recursos Energéticos Renovables, del Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía y el Atlas Mundial de la Energía Renovable de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), cuyo objetivo es ayudar a los países a hacer un inventario preciso de su potencial de recursos, para guiar las inversiones futuras. Ahora bien, los recursos potenciales son solo uno de los aspectos que han de tenerse en cuenta; los avances tecnológicos son igual de importantes, no solo porque influyen en la eficiencia relativa de los sistemas energéticos alternativos, sino también porque posibilitan la explotación de recursos que antes eran inviables.

Uno de los métodos más utilizados para comparar los costos de diferentes tecnologías de generación de electricidad es el cálculo del costo nivelado de la electricidad, es decir la tarifa eléctrica mínima correspondiente al umbral de rentabilidad de determinado proyecto a lo largo de su ciclo de vida previsto<sup>22</sup>. Ahora bien, ese cálculo supone un conocimiento profundo del sector energético y su contexto, ya que se basa en una serie de supuestos y por lo general solo tiene en cuenta los costos privados (gastos de inversión, operaciones y mantenimiento, combustible y desmantelamiento, si procede) (IRENA, 2016a). Esa limitación a los costos privados es una ventaja porque hace que el método de cálculo sea muy transparente y relativamente fácil de entender y aplicar a una amplia gama de tecnologías en contextos

Cuadro 3.2

Reservas probadas de determinados combustibles fósiles en los PMA (2016) (estimaciones, a no ser que se indique otra cosa)

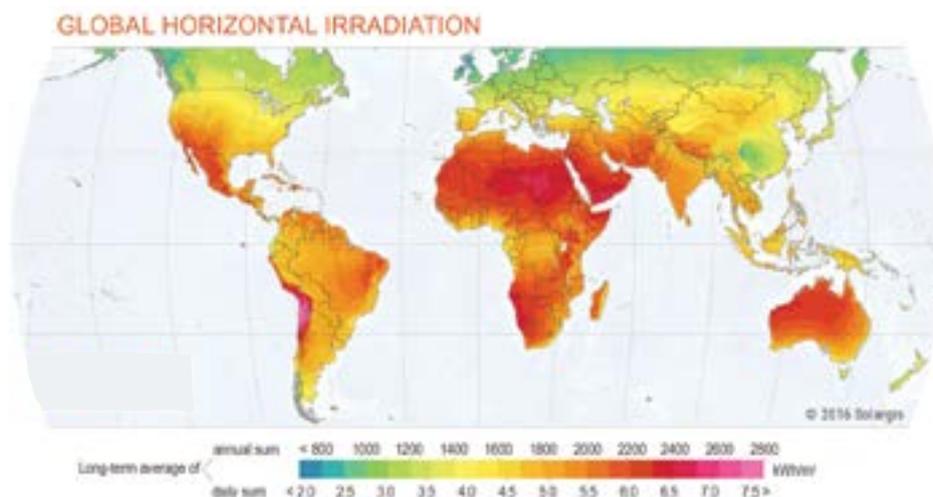
	Gas natural		Petróleo crudo		Carbón*			
	Millones de metros cúbicos	Proporción con respecto al total mundial (en porcentaje)	Millones de barriles	Proporción con respecto al total mundial (en porcentaje)	Carbón de antracita		Lignito	
					Millones de toneladas	Proporción con respecto al total mundial (en porcentaje)	Millones de toneladas	Proporción con respecto al total mundial (en porcentaje)
Mozambique	2 832 000	1,44	-	-	1,79	0,26	-	-
Yemen	478 500	0,24	3 000	0,18	-	-	-	-
Angola	308 000	0,16	8 400	0,50	-	-	-	-
Myanmar	283 200	0,14	50	0,00	3	0,00	3	0,00
Bangladesh	233 000	0,12	28	0,00	293	0,04	-	-
Timor-Leste	200 000	0,10	-	-	-	-	-	-
Sudán del Sur	63 710	0,03	3 750	0,22	-	-	-	-
Rwanda	56 630	0,03	-	-	-	-	-	-
Afganistán	49 550	0,03	-	-	66	0,01	-	-
Mauritania	28 320	0,01	20	0,00	-	-	-	-
Etiopía	24 920	0,01	0	0,00	-	-	-	-
Sudán	21 240	0,01	5 000	0,30	-	-	-	-
Uganda	14 160	0,01	2 500	0,15	-	-	-	-
Senegal**	9 911	0,01	-	-	-	-	-	-
República Unida de Tanzania	6 513	0,00	-	-	269	0,04	-	-
Somalia	5 663	0,00	-	-	-	-	-	-
Madagascar**	2 010	0,00	-	-	-	-	-	-
Benin	1 133	0,00	8	0,00	-	-	-	-
República Democrática del Congo	991	0,00	180	0,01	88	0,01	-	-
Chad ***	-	-	1 500	0,09	-	-	-	-
Níger ***	-	-	150	0,01	-	-	6	0,00
Nepal	-	-	-	-	1	0,00	-	-
Malawi	-	-	-	-	2	0,00	-	-
República Democrática Popular Lao	-	-	-	-	4	0,00	499	0,17
República Centroafricana	-	-	-	-	-	-	3	0,00

Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de Consejo Mundial de la Energía (2016); CIA (2016).

Notas: \* Todos los datos sobre las reservas de carbón están basados en estimaciones de 2014. \*\* Los datos sobre las reservas probadas de gas natural están basados en estimaciones de enero de 2012. \*\*\* Los datos sobre las reservas probadas de gas natural están basados en estimaciones de enero de 2014.

Figura 3.12

Mapa de la radiación solar



Fuente: <http://solargis.com/assets/graphic/free-map/GHI/Solargis-World-GHI-solar-resource-map-en.png>.

diferentes. Al mismo tiempo, puede resultar inadecuado para dar cuenta de todas las dimensiones pertinentes, desde un punto de vista social.

Las tendencias mundiales del costo nivelado de la electricidad indican un marcado aumento en la competitividad respecto de los costos de las tecnologías de generación de electricidad a partir de fuentes renovables desde 2010, convergente con la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles convencionales (figura 3.13). Esta evolución refleja los avances tecnológicos en materia de energía solar (y, en menor medida, energía eólica terrestre), que han permitido aumentar la eficiencia técnica, lo cual se suma al incremento de las economías de escala en las actividades previas a la implantación de esas tecnologías. Se prevé que las economías de escala y los efectos de aprendizaje ulteriores sigan reduciendo los costos de aquí a 2025, según una estimación en un 59% para la energía solar fotovoltaica y 26% para la energía eólica terrestre (IEA, 2016b; IRENA, 2016a)<sup>23</sup>. Otras tecnologías, como las de la energía solar térmica y la eólica marina, también pueden generar considerables efectos de aprendizaje, aunque ello dependerá de que se apliquen a mayor escala.

A pesar de que las energías renovables son cada vez más competitivas en todo el mundo, es importante señalar que las estimaciones del costo nivelado de la electricidad varían en gran medida según el contexto considerado. Esto significa que los incrementos de la competitividad a nivel mundial no se traducen automáticamente en un aumento de la competitividad

en cualquier lugar que se considere. Cabe señalar también que los PMA suelen tener dificultades particulares para adoptar las tecnologías más eficientes, especialmente cuando estas requieren infraestructuras de apoyo complejas y muy informatizadas.

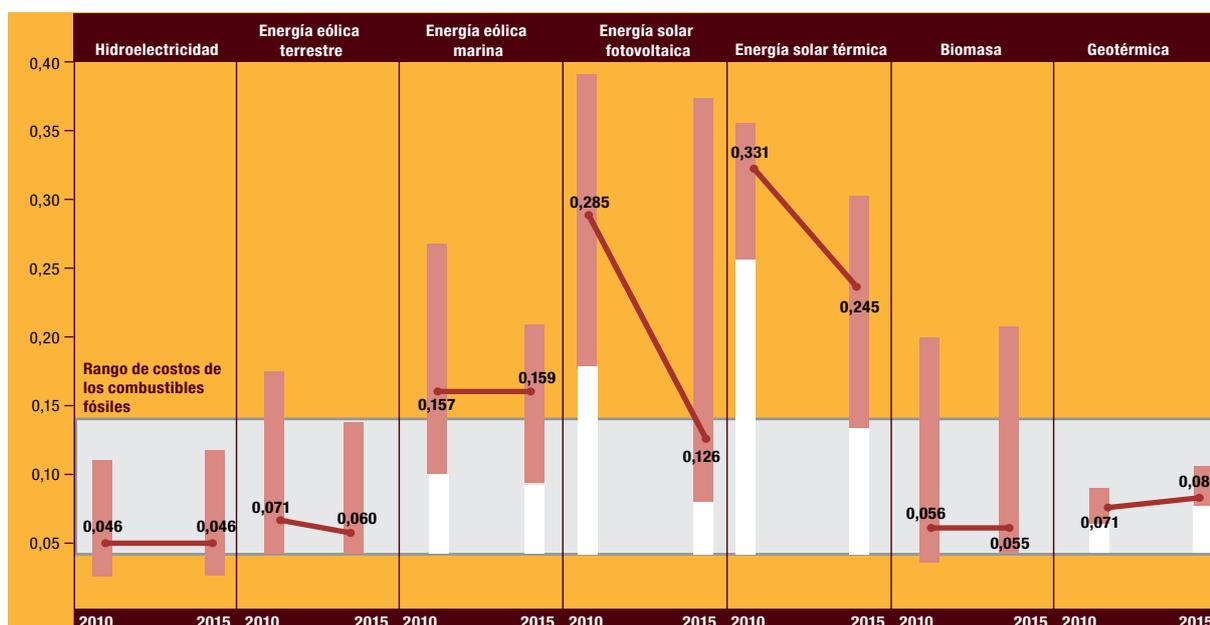
Además, el cálculo del costo nivelado de la electricidad inevitablemente depende de supuestos fundamentales relacionados con:

- El rendimiento tecnológico.
- Los precios previstos de los combustibles y otros costos.
- La media ponderada del costo de capital.
- Los mecanismos de fijación de los precios correspondientes a las externalidades ambientales (cuando proceda).

Mientras la solidez de los supuestos técnicos solo puede comprobarse caso por caso, la sensibilidad del costo nivelado de la electricidad a los otros tres conjuntos de supuestos merece mayor atención de parte de los responsables de las políticas. En primer lugar, como muchos PMA dependen de las importaciones de combustibles fósiles para generar electricidad, a la incertidumbre en relación con los futuros precios de los combustibles se suma la impredecibilidad de las fluctuaciones de los tipos de cambio. Por consiguiente, las elecciones en materia de tecnología pueden tener además consecuencias macroeconómicas más amplias, que no quedan reflejadas en el cálculo del costo nivelado de la electricidad. En segundo lugar, la fijación de los tipos de interés —que, según se suele

Figura 3.13

Tendencias mundiales del costo nivelado de la electricidad (2010-2015) (Rangos y valor medio ponderado en función de la capacidad)



Fuente: IRENA, Renewable Energy Dashboard, <http://resourcereina.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=33>.

dar por supuesto, son más altos en los PMA, que se enfrentan a condiciones de financiación más estrictas y a mayores riesgos— tiene grandes repercusiones en el costo nivelado de la electricidad correspondiente a tecnologías intensivas en capital, en particular en el caso de las energías renovables. Cuando el tipo de interés es alto, una inversión sustancial en capital fijo acarrea grandes costos iniciales de financiación y, al mismo tiempo, el efecto de los ahorros en combustible a lo largo del ciclo de vida de una planta disminuye rápidamente debido a los descuentos. En tercer lugar, es esencial tener en cuenta las externalidades tanto localizadas como mundiales, de modo que el costo nivelado de la electricidad refleje plenamente las consideraciones de desarrollo sostenible (es decir el costo social); pero, como se ha visto anteriormente, es discutible que los costos ambientales se puedan internalizar y evaluar debidamente<sup>24</sup>.

En el recuadro 3.3 (base de referencia) se presentan cifras indicativas correspondientes al costo nivelado de la electricidad correspondiente a las principales tecnologías, por elemento de costo, junto con dos ejemplos de la sensibilidad de los cálculos a las consideraciones antes mencionadas. Esto pone de relieve la importancia primordial del análisis de la sensibilidad al interpretar el costo nivelado de la electricidad.

Incluso sin tener en cuenta esos aspectos, “un análisis estático de los costos nivelados de la electricidad correspondientes a diferentes tecnologías de generación de electricidad no puede, por sí solo, determinar cuál ha de ser la proporción óptima de cada tecnología... en la matriz energética de un país” (IRENA, 2016a: 24). Un costo nivelado de la electricidad que tiene en cuenta exclusivamente los costos privados es suficiente para guiar las decisiones de inversores

### Recuadro 3.3. Una ilustración del costo nivelado de la electricidad desde una perspectiva social

En este recuadro se presenta una ilustración indicativa de las estructuras de costos características de las principales tecnologías de generación de electricidad, desde una perspectiva social, y sus repercusiones para el cálculo del costo nivelado de la electricidad en función de cambios aparentemente “tecnológicamente neutros” en los supuestos de base, utilizando la herramienta de la Agencia Danesa de Energía para calcular el costo nivelado de la electricidad (Danish Energy Agency, 2016)<sup>a</sup>. De conformidad con el enfoque social, se han de tener en cuenta los costos del sistema, la contaminación del aire y las externalidades climáticas, además de los componentes privados del costo incluidos en el costo nivelado de la electricidad. Entre estos últimos elementos figuran otros costos (por ejemplo el desmantelamiento), los costos de combustible, los costos de funcionamiento y mantenimiento y los costos de capital. Los datos sobre los que se basa el cálculo, que corresponden a valores típicos de las centrales genéricas internacionales de producción de electricidad, permiten calcular el costo nivelado de la electricidad para siete tecnologías diferentes: carbón (con y sin desulfuración de los gases de combustión), turbina de gas de ciclo combinado, nuclear, solar fotovoltaica, eólica y biomasa. A no ser que se indique otra cosa, se aplican los parámetros predeterminados (figura de recuadro 3.2).

De la comparación entre las diferentes tecnologías consideradas en la hipótesis de referencia, se desprenden tres consideraciones importantes<sup>b</sup>. Primero, la contabilización de las externalidades ambientales (“contaminación del aire”, principalmente SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM2,5, “externalidades climáticas” en forma de emisiones de gases de efecto invernadero y “otros costos”, incluida la radiactividad) altera considerablemente la comparación de costos entre las diferentes tecnologías, especialmente en el caso de la generación de electricidad con carbón. Segundo, la generación de electricidad a partir de energía solar y eólica (y, en menor medida, nuclear) se caracteriza por una inversión en capital fijo relativamente elevada, con costos marginales de explotación insignificantes. Tercero, a diferencia de las tecnologías plenamente controlables, las tecnologías de explotación de las energías renovables variables tienen costos de sistema positivos, lo cual refleja la necesidad de equilibrar su perfil temporal variable y dar mayor flexibilidad a la red. Esos costos aumentan con la impredecibilidad de la fuente de energía, por lo que son más elevados en el caso de la energía eólica que en el de la solar.

En la segunda hipótesis se contemplan precios más elevados de los combustibles y emisiones de CO<sub>2</sub>, suponiendo un aumento máximo de la temperatura mundial de 2° C°. Esto tiene efectos considerables en las tecnologías basadas en combustibles inflamables, por lo que se observa un pronunciado aumento del costo nivelado de la electricidad generada a partir de carbón, debido a su intensidad en emisiones, y no tanto en el caso del gas natural y la biomasa. Esos resultados ponen de relieve la extremada sensibilidad de los costos nivelados de la electricidad generada a partir de fuentes renovables y combustibles fósiles respecto de los costos del combustible y las externalidades ambientales.

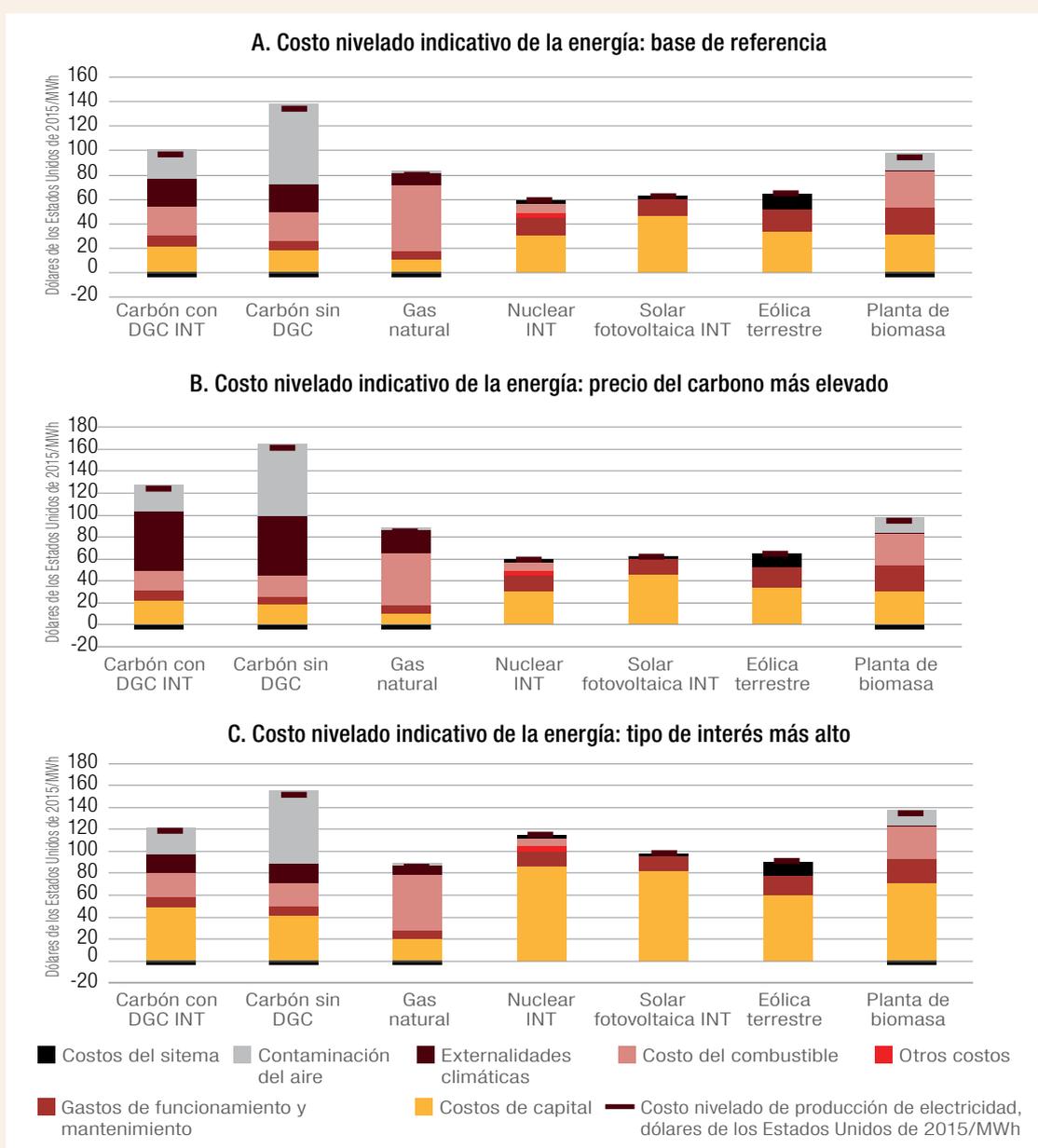
En la tercera hipótesis, se retoma la hipótesis de referencia, pero aumentando la media ponderada del costo de capital en un 10%, para reflejar las condiciones de financiación más estrictas que afrontan los PMA. Esto aumenta el costo nivelado de la electricidad para todas las tecnologías, pero el aumento es mucho mayor en el caso de la energía solar fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la nuclear, que son más intensivas en capital.

a La herramienta de modelización para el cálculo del costo nivelado de la electricidad puede descargarse gratuitamente de: <https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/levelized-cost-energy-calculator>.

b En la hipótesis de referencia se aplican los parámetros predeterminados, entre ellos los precios de los combustibles correspondientes al “Escenario Nuevas Políticas 2015” y una media ponderada del costo de capital del 4%.

c Esto corresponde al “escenario 450 ppm” con respecto a los precios de los combustibles y las emisiones de CO<sub>2</sub>, permaneciendo todos los demás parámetros en sus valores predeterminados.

## Recuadro 3.3 (continuación)



privados pero descuida cuestiones de política fundamentales, como las externalidades ambientales (que se quedan sin valorar), consideraciones que abarcan todo el sistema (en particular el perfil temporal de generación) y la seguridad energética. Por motivos de seguridad energética, es importante prestar atención a los recursos disponibles y diferentes factores geográficos, así como a la resiliencia climática relativa de las diferentes fuentes de energía (como se pudo constatar con el desplome de la generación de energía hidroeléctrica tras la sequía de 2016 en África Austral).

Así pues, las decisiones de los responsables de las políticas en relación con la combinación de generación

han de tener en cuenta, además de los criterios de rentabilidad, toda la gama de consideraciones relativas al desarrollo sostenible, entre ellas la sostenibilidad, la inclusividad y la transformación estructural.

## 2. Aspectos sistémicos

Si bien las diferentes tecnologías de generación pueden considerarse alternativas válidas cuando se considera un proyecto determinado, una perspectiva sistémica abarcará sus interacciones y complementariedades, en función del perfil temporal de generación, la ubicación, la estructura de costos y la resiliencia a las crisis de cada una de ellas. El costo nivelado de la electricidad se calcula sin tener en cuenta ninguno

de esos aspectos (IEA, 2016c). Si desde las fases de planificación y diseño de las infraestructuras eléctricas nuevas se anticipa el aumento de la complejidad del sistema y se prevé la flexibilidad suficiente, se pueden generar considerables oportunidades de quemar etapas para los PMA, evitando que ulteriormente se plantee la necesidad de retroadaptar la infraestructura existente (Welsch y otros, 2013).

En todo momento, se ha de igualar la demanda (carga) de electricidad con la oferta para evitar apagones y pérdidas de carga. Para ello es preciso tener una capacidad de generación suficiente para atender los picos de demanda, capacidad que quedará parcialmente inactiva en los períodos en que la demanda es normal. Algunas tecnologías de generación, en particular los generadores a gas y a petróleo y las plantas hidroeléctricas, se prestan mejor que otras al ajuste de la producción en función de las fluctuaciones de la demanda. En condiciones topológicas adecuadas, las plantas hidroeléctricas pueden combinarse con embalses suplementarios para generar energía hidráulica de bombeo, lo cual permite el almacenamiento de energía procedente de otras fuentes.

La contribución de las distintas tecnologías a la igualación de la oferta y la demanda puede ilustrarse con una curva típica del suministro diario de electricidad por el operador de la red de Bangladesh (figura 3.14) en la que puede verse que para atender los picos de demanda se genera electricidad a partir de petróleo y para satisfacer la demanda normal se utilizan otras tecnologías complementadas con importaciones<sup>25</sup>. Si

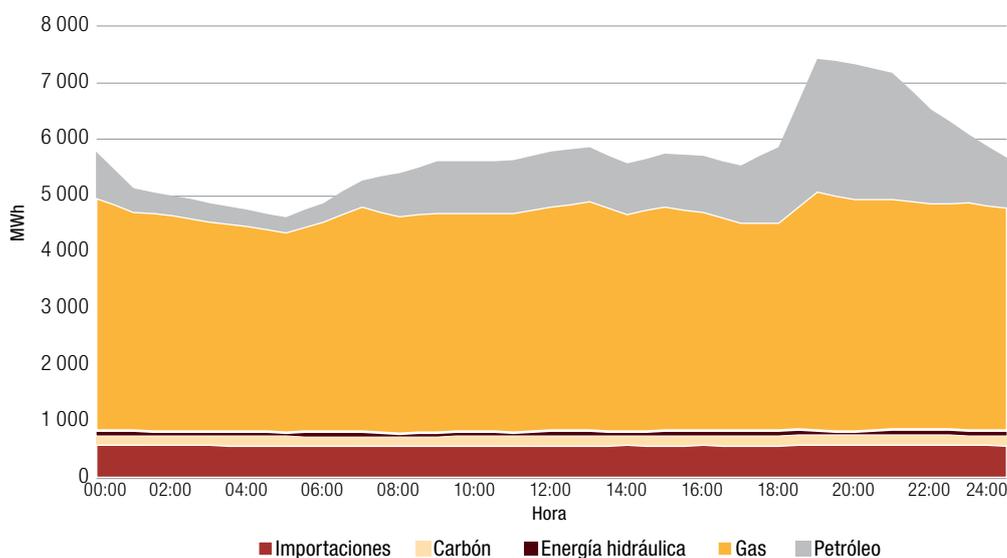
**Las combinaciones energéticas de generación deberían reflejar consideraciones de sostenibilidad, inclusividad y transformación estructural, así como de eficacia en función de los costos**

bien las curvas de suministro diario y la combinación energética de generación de electricidad varían en gran medida según el país y la estación de que se trate, este ejemplo pone de relieve la importancia primordial de contar con una capacidad y/o una reserva que se puedan ajustar rápidamente para hacer frente a picos de carga y, de ese modo, adaptarse a las variaciones en el tiempo de la demanda de electricidad<sup>26</sup>. Cabe prever que esa necesidad de flexibilidad en el sistema se volverá aún más marcada conforme aumente la penetración de las energías renovables variables.

Además, las distintas estructuras de costos de las diversas tecnologías (ilustradas en el recuadro 3.3) tendrán cada vez mayor incidencia en los mercados de la energía de los PMA, conforme vaya avanzando la integración de las energías renovables variables, que hoy en día se utilizan en gran parte sin conexión a la red; esa evolución podría plantear dificultades adicionales a los operadores de las redes de suministro de los PMA. Los generadores solares y eólicos, una vez instalados, tienen costos marginales mínimos, por lo que pueden resultar más competitivos que las

**Figura 3.14**

**Curva típica del suministro diario de electricidad en Bangladesh (13 de marzo de 2017)**



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, sobre la base del informe operacional diario de la empresa Power Grid Company of Bangladesh Ltd., <https://www.pgcb.org.bd/PGCB/?a=user/home.php> (consultada en mayo de 2017).

plantas convencionales centralizadas, sobre todo si están situados cerca de los usuarios (como en el caso de las minirredes que funcionan en “modo isla”). Sin embargo, aunque esto podría contribuir a una disminución general de los precios de la electricidad y, por ende, a un mayor acceso, las fluctuaciones, en parte impredecibles, de la generación solar y eólica pueden dar lugar a costos adicionales elevados y a factores que reduzcan la capacidad de los generadores de reserva convencionales (Boccard, 2010; IEA, 2016a). Así pues, conforme aumenta la penetración de las energías renovables variables, se hace cada vez más importante que el sistema sea flexible para apoyar la descarbonización del sector energético y, al mismo tiempo, limitar las fluctuaciones de los precios.

Aunque por el momento pueda parecer que estas cuestiones carecen de actualidad para los PMA, dada la participación generalmente limitada de las energías renovables no hidráulicas en la generación de electricidad para el suministro en red, es importante anticiparse a esos problemas sistémicos y fomentar un sistema de electricidad diversificado y flexible para el desarrollo armonioso y sostenible del sector. Las transiciones energéticas del pasado han puesto de manifiesto la importancia primordial de la interrelación entre las diferentes tecnologías y de las necesidades de infraestructura para apoyar una adopción a gran escala de tecnologías innovadoras para el suministro de energía (Grubler, 2012; Sovacool, 2016). Para aprovechar plenamente el potencial de las innovaciones tecnológicas en el ámbito de las energías renovables y su almacenamiento es preciso que la demanda de energía (uso final) evolucione a la par de los sistemas de suministro, lo cual supone que se enfoque la política energética con un criterio sistémico, orientado hacia un acceso a la energía para la transformación estructural de la economía.

Por consiguiente, desde el punto de vista de los PMA, se plantean cuatro prioridades. En primer lugar, una vez concluida la etapa inicial de experimentación tecnológica, los PMA podrían obtener beneficios considerables si se convirtieran en “seguidores precoces”, adoptando, en la medida de lo posible, tecnologías energéticas avanzadas<sup>27</sup>. Dado que las transiciones energéticas suelen llevar varios decenios, la aceleración de la difusión de la tecnología desde el “núcleo” (primeros adoptantes) hacia el “borde” (seguidores precoces) y la “periferia” (adoptantes tardíos) podría minimizar el riesgo de adoptar definitivamente tecnologías menos eficientes (Lund, 2010; Grubler, 2012).

En segundo lugar, para la resiliencia del sistema es esencial diversificar la combinación de generación de energía, teniendo en cuenta los recursos y ventajas

comparativas de cada país. Así pues, la inversión progresiva en tecnologías renovables e híbridas adecuadas podría ayudar a reducir la dependencia de los PMA con respecto a una gama reducida de fuentes de energía (figura 3.3) y a aprovechar las complementariedades entre las distintas tecnologías<sup>28</sup>. La diversificación geográfica también puede contribuir a reducir la variabilidad de la producción en el caso de la energía eólica y, en menor medida, de la energía solar (IEA, 2016c).

En tercer lugar, aumentando la flexibilidad de las redes y modernizando los medios de seguimiento y control, para garantizar la interoperabilidad y gestionar la complejidad creciente de los flujos de energía, se podrían generar grandes oportunidades de acelerar el progreso y quemar etapas (Welsch y otros, 2013; IEA, 2016a). Ahora bien, ello supondría además grandes costos de inversión y llevaría un tiempo considerable, especialmente si se tiene en cuenta que las “redes inteligentes” son intensivas en TIC. La interconexión de las infraestructuras de las redes eléctricas a nivel internacional podría promover aún más la diversificación (capítulo 4), especialmente en los casos en que el potencial de recursos y las carteras tecnológicas son complementarios (Africa Progress Panel, 2015; IEA, 2016c).

Por último, es necesario que el enfoque sistémico de los mercados de la electricidad de los PMA tenga en cuenta la importancia de las prácticas destinadas a aumentar la eficiencia energética y la gestión de la demanda (IPCC, 2014; Ouedraogo, 2017). El hecho de que la reserva de capital sea mayor en las actividades posteriores a la generación y en el uso final que en la generación pone de relieve la necesidad de adoptar un enfoque ascendente de las tecnologías de uso final, basado en el diseño (Grubler, 2012).

## E. Alcance de la transferencia de tecnologías energéticas y factores que la dificultan

Como reconoció la comunidad internacional (por ejemplo, en la Agenda 2030 y en el Programa de Acción de Estambul), el acceso a la tecnología es un factor fundamental para la transformación estructural de los PMA; y la facilitación del desarrollo y la transferencia de tecnologías ecológicas es un pilar esencial de la lucha mundial contra el cambio climático (de conformidad con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Mecanismo Tecnológico, el marco de transferencia de tecnología y el programa estratégico de Poznan sobre transferencia de tecnología). Así pues, la transferencia de tecnologías es esencial para la consecución del ODS 7.

De los cuatro canales principales de transferencia de tecnologías y conocimientos (comercio, inversión extranjera directa (IED), concesión de licencias y movilidad de la mano de obra), el comercio es, con mucho, el más importante para las tecnologías relacionadas con la energía. El crecimiento de la capacidad de generación de electricidad de los PMA en los últimos 20 años se ha reflejado en un considerable aumento de las importaciones de maquinaria y equipos de generación y de máquinas y aparatos eléctricos de uso final (figura 3.15). Alrededor de la mitad de las importaciones de maquinaria de generación de electricidad de los PMA y el 70% de la maquinaria y los aparatos eléctricos de uso final proceden de OPD, lo que pone de relieve la creciente importancia del comercio Sur-Sur como vehículo de transferencia de tecnologías relacionadas con la energía. Aunque China ha sido el principal impulsor de esta evolución,

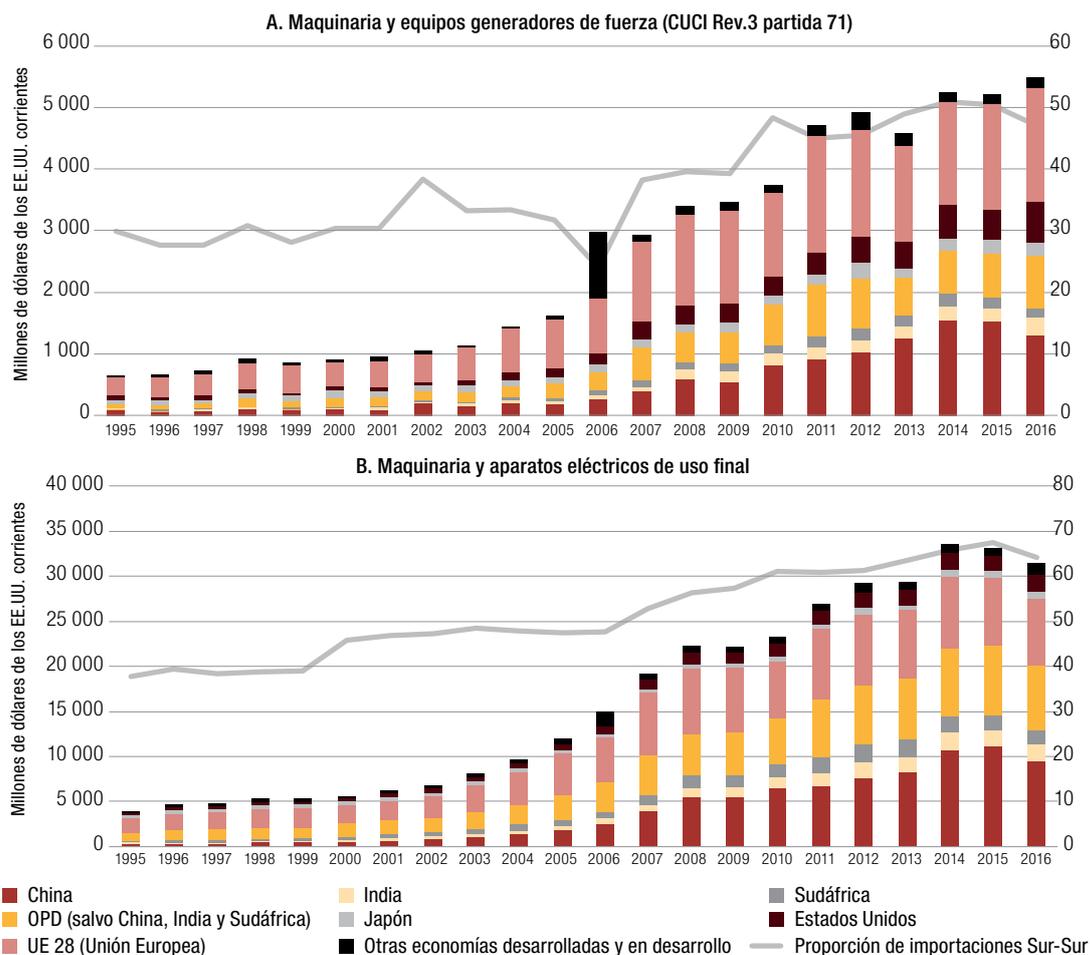
**El comercio Sur-Sur es un importante medio de transferencia de tecnologías energéticas hacia los PMA, pero es preciso reforzar las capacidades locales de absorción en esos países**

como demuestra el espectacular aumento de su cuota de mercado desde mediados de la década de 2000, también participan otros OPD, especialmente en lo relativo a los aparatos de uso final<sup>29</sup>.

El crecimiento de las corrientes comerciales es señal del dinamismo de la inversión en los sectores energéticos de los PMA pero no es suficiente para evaluar la efectividad de la transferencia de tecnologías, que es

Figura 3.15

Importaciones de bienes de capital relacionados con la electricidad en los PMA, por origen (1995-2016)



Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos UNCTADstat (consultada en junio de 2017).

Nota: En la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional Rev. 3, los artículos considerados como máquinas y aparatos eléctricos de uso final figuran en las partidas 72 a 77, a excepción de los aparatos que no son eléctricos o están explícitamente relacionados con el transporte, a saber, los de las partidas 722, 723, 744, 745, 746, 747 y 748.

algo mucho más complejo. El proceso de transferencia de tecnología abarca no solo el “descubrimiento” de la tecnología, sino también la adquisición de los conocimientos y las capacidades correspondientes y la aplicación económica viable del descubrimiento en el contexto del país receptor (UNCTAD, 2011a, 2014b). Desde este punto de vista, el historial de las medidas de transferencia de tecnologías en favor de los PMA es más bien mediocre, debido a la vaguedad y el carácter no vinculante de su formulación, la insuficiencia de la financiación, la fragmentación y la escasa voluntad política (UNCTAD, 2016b).

Por lo tanto, las capacidades locales de absorción e innovación son particularmente importantes en el sector de la energía, dada su complejidad y la importancia de las condiciones específicas del contexto para el diseño de la tecnología, su integración en el sistema eléctrico más amplio y la viabilidad del modelo empresarial que lo sustenta. Ahora bien, en los PMA, los sistemas locales de innovación son relativamente débiles, debido a sus vulnerabilidades estructurales (UNCTAD, 2014b). A pesar de que, en general, han aumentado las tasas de matriculación en la enseñanza secundaria y terciaria, sigue habiendo pocos trabajadores cualificados con formación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas y entre ellos las mujeres están particularmente infrarrepresentadas (UNCTAD, 2011b). Además, los PMA invierten apenas un 0,3% de su PIB en actividades de investigación y desarrollo (I+D) y solo una décima parte de esa inversión se destina a la ingeniería y la tecnología<sup>30</sup>.

Esto pone de relieve la necesidad de.

- Poner gran énfasis en el fomento de la capacidad en materia de diseño, ejecución y supervisión de proyectos relacionados con la energía.
- Establecer un marco sólido de políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), que prevea desde la utilización y adaptación de las tecnologías hasta la producción y la innovación tecnológicas.
- Lograr una mayor participación de las universidades y las instituciones de investigación locales en las actividades relacionadas con la energía.
- Realizar esfuerzos concertados para promover el intercambio de experiencias, el aprendizaje mutuo y la colaboración regional en la investigación relacionada con la energía<sup>31</sup>.

## F. Conclusiones

Para lograr una transformación estructural sostenible y universalizar el acceso a la energía moderna de aquí a 2030 será necesario un aumento trascendental de la generación de electricidad en los PMA, más rápido que la expansión observada en los últimos 20 a 25 años.

Para que la electricidad generada por el conjunto de los PMA sea suficiente para un uso productivo, tiene que multiplicarse por un factor de entre 3,4 y 6,8 con respecto a 2014 y de 13,5 para satisfacer las necesidades de energía moderna.

Para estar a la altura de ese desafío será necesario aprovechar todos los recursos y tecnologías energéticas disponibles, en función de las circunstancias locales, y adoptar medidas para aumentar la eficiencia energética, entre las cuales destacan la modernización de las redes y la reducción de las pérdidas de transmisión. La matriz energética, además de reflejar los recursos locales disponibles y el potencial de recursos, debe evolucionar de modo tal que pueda activar el proceso de transformación estructural y a la vez generar el mayor número posible de oportunidades de desarrollo en el marco de la cadena de valor de la energía. Si se aprovechan eficazmente las complementariedades entre las distintas tecnologías, la gama más amplia de opciones de generación en conexión con la red resultantes del aumento de la competitividad y los avances tecnológicos en el ámbito de las energías renovables no hidráulicas podría fomentar sistemas de electricidad más diversificados, más fiables y menos dependientes de las importaciones, lo cual generaría a su vez más beneficios para las economías y la seguridad energética de los países. Si bien cabe prever que la generación basada en combustibles fósiles siga siendo importante en los países en los que ya se han asumido sustanciales costos iniciales irreversibles y en los países con grandes reservas, un avance progresivo hacia las tecnologías renovables podría ofrecer importantes oportunidades de desarrollo, así como beneficios secundarios para el medio ambiente.

En las zonas rurales, aunque la ampliación de las redes seguirá siendo importante (especialmente si se tiene en cuenta el aumento de la demanda que generará la transformación estructural), el despegue de las tecnologías que permiten prescindir de una conexión a la red podría acelerar la electrificación. A este respecto, la modularidad de las tecnologías de explotación de fuentes de energía renovables sin conexión a la red hace que estas se presten particularmente bien a una implantación progresiva. La explotación de energías renovables o híbridas fuera de la red también puede contribuir a la diversificación de la combinación de generación de energía, la fiabilidad del sistema y la seguridad energética de los PMA.

Ahora bien, a diferencia de la implantación, relativamente fácil, de pequeños sistemas sin conexión a las redes en algunos PMA, la instalación de miniredes sigue planteando una serie de problemas técnicos, económicos e institucionales. Además, la ambigüedad en cuanto a si las soluciones fuera de la red representan

una alternativa a la ampliación de la red o un trampolín hacia esta podría crear tensiones e incoherencias temporales entre el apoyo a las soluciones sin conexión y la ampliación de la red, que sería más propicia para usos productivos más sofisticados de la energía.

Estas circunstancias ponen de relieve la necesidad de adoptar un enfoque sistémico del sector de la energía, aprovechando las sinergias y complementariedades entre las tecnologías y las fuentes de energía en apoyo de la transformación estructural, manteniendo al mismo tiempo la flexibilidad necesaria para responder a la rápida evolución de las tecnologías y las estructuras de costos y evitando la elección definitiva de tecnologías que puedan resultar inadecuadas a medida que avance la transformación estructural. Para

ello es preciso adoptar un enfoque cuidadosamente planificado y vanguardista del acceso a la energía para la transformación estructural de la economía, que incluya planes transparentes para la ampliación de las redes, directrices estratégicas claras para lograr la adopción temprana de normas compatibles que permitan la interconexión de las minirredes según sea necesario en una etapa posterior, un marco de políticas proactivo que sustente y facilite una modernización tecnológica progresiva y políticas de ciencia, tecnología e innovación favorables que fomenten una mayor participación de las instituciones locales de investigación en los esfuerzos de adaptación e innovación en materia de tecnologías energéticas y un mayor uso de estas.

## Notas

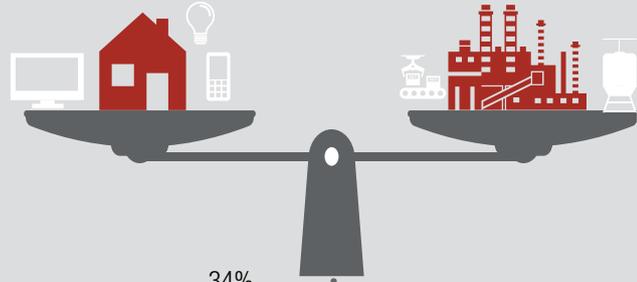
- 1 Según datos de la División de Estadística de las Naciones Unidas, son “combustibles inflamables” todos los combustibles que se pueden inflamar o quemar, por lo tanto, los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) y también los productos bioenergéticos como los biocombustibles, el biogás, los desechos agrícolas, la leña, el carbón vegetal, etc. Aunque no se dispone de datos desglosados sobre la electricidad generada a partir de cada combustible (debido en parte a la posibilidad de “co-combustión”, es decir la utilización de combustibles diferentes en una misma planta), se puede hacer una estimación sobre la base de los datos de cada país sobre insumos de combustible utilizados y su eficiencia energética correspondiente. En el recuadro 3.1 se proporcionan algunas explicaciones básicas sobre las principales características de diversas tecnologías de explotación de combustibles inflamables.
- 2 Es particularmente difícil conseguir datos sobre las tecnologías de explotación de energías renovables no hidráulicas, debido a que se utilizan en sistemas sin conexión a la red de suministro, que son más difíciles de supervisar.
- 3 Disponible en <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries.aspx> (consulta realizada en septiembre de 2017).
- 4 En vista de lo limitado de los datos de la División de Estadística de las Naciones Unidas sobre sistemas de energía renovable sin conexión a las redes, en la presente subsección se utilizan datos de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA).
- 5 Afganistán, Bangladesh, Bhután, Burkina Faso, Camboya, Comoras, Etiopía, Gambia, Haití, Kiribati, Madagascar, Malawi, Nepal, Níger, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Senegal, Sudán, Sudán del Sur, Timor-Leste, Tuvalu, Vanuatu y Yemen.
- 6 En el recuadro 3.1 se proporcionan algunas explicaciones básicas de las principales características de diferentes tecnologías de generación de electricidad.
- 7 Las tecnologías de energía solar y eólica suelen englobarse en la denominación común de tecnologías de energías renovables variables, por las fluctuaciones de su producción.
- 8 De igual manera, ningún PMA ha intentado todavía utilizar energía marina, lo que indica que los PMA suelen adoptar tecnologías con viabilidad comercial en vez de alternativas menos maduras cuya utilización exitosa requiere más actividades de investigación y desarrollo.
- 9 Aunque no hay una definición universal de lo que se entiende por “gran escala”, esta expresión se refiere por lo general a grandes proyectos (que suelen tener una capacidad de 10MWe o más) con conexión a la red nacional de suministro eléctrico.
- 10 Benin, Burkina Faso, Camerún, Cabo Verde, Kenya, Madagascar, Malawi, Níger, República Unida de Tanzania, Senegal, Sudáfrica y Uganda.
- 11 El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) indica que, según información concluyente y una opinión muy difundida, los incrementos de eficiencia y los cambios conductuales destinados a reducir la demanda energética en comparación con

- hipótesis de referencia sin comprometer el desarrollo constituyen una importantísima estrategia de mitigación en situaciones en que se alcancen concentraciones de CO<sub>2</sub>eq de entre 450 y 500 ppm en 2100 (IPCC, 2014: 20).
- 12 Al no haber una definición ni una clasificación acordadas de los sistemas sin conexión a las redes de suministro eléctrico, en el presente Informe se utiliza el término para designar un amplio conjunto de tecnologías para la generación y distribución locales de electricidad, que *por lo general* funcionan sin conexión con la red nacional (IEA, 2011; Kempener y otros, 2015).
  - 13 Por “aislamiento” se entiende el aislamiento temporal de una porción de la red para que pueda funcionar de manera independiente.
  - 14 En el caso de la energía solar fotovoltaica, por ejemplo, hay grandes diferencias entre las plantas pequeñas y las grandes, pues las aplicaciones a gran escala tienen costos de capital más elevados pero también un mejor rendimiento (IEA, 2016b).
  - 15 Otro ejemplo de intervención destinada a reforzar el mercado de sistemas autónomos de uso doméstico es la plataforma Lighting Global del Banco Mundial, que presta apoyo para el desarrollo del mercado en 18 países en desarrollo (entre ellos 13 PMA), mediante inteligencia de mercado, control de calidad, servicios de apoyo a las empresas y actividades de sensibilización de los consumidores.
  - 16 Las normas culturales y la edad parecen ser determinantes importantes de las diferencias de género en lo relativo a los efectos de la educación: en Rwanda, por ejemplo, el tiempo de estudio de los alumnos de la enseñanza secundaria prácticamente no cambió y solo aumentó en el caso de los niños varones de la enseñanza primaria, mientras que las niñas de la misma edad, pasaron de estudiar en las tardes a estudiar en la noche (Grimm y otros, 2014).
  - 17 La demanda energética suele depender de la disponibilidad de maquinaria y aparatos de uso final adecuados, indispensables para poder utilizar los servicios energéticos correspondientes, ya sea para fines domésticos o productivos (Grubler, 2012; Sovacool, 2016). Una empresa que acaba de conectarse a la red de suministro, por ejemplo, necesita invertir además en maquinaria eléctrica antes de poder aprovechar la electricidad para fines productivos.
  - 18 Dado que son menos complejos y pueden crear eslabonamientos hacia atrás con la economía local, las minirredes que utilizan bioenergía tienen potencial para contribuir significativamente al desarrollo (UNCTAD, 2011a). Ahora bien, sus efectos en el desarrollo sostenible dependen de una serie de consideraciones relativas al contexto, como los cambios en las pautas de cultivo, la presión sobre los recursos naturales, los contaminantes locales y cuestiones de inversión relacionadas con la tierra.
  - 19 A diferencia del diésel, los biocombustibles no suelen ser fáciles de conseguir, por lo que la viabilidad de las minirredes que utilizan biocombustibles depende de la idoneidad y adaptabilidad de la cadena de suministro local de productos bioenergéticos.
  - 20 Aunque se justifica insistir en la recuperación de los gastos en aras de la sostenibilidad a largo plazo, esto no significa necesariamente que la rentabilidad máxima deba ser la prioridad absoluta de los operadores de minirredes: los subsidios a las tarifas y las medidas de subvenciones cruzadas forman parte de una práctica habitual en los modelos económicos de las minirredes comunitarias y las del servicio público.
  - 21 Es posible que estas cifras estén sesgadas a la baja debido a la falta de prospección geológica sistemática en ciertas regiones.
  - 22 De manera más formal, el costo nivelado de la electricidad es la ratio entre los gastos previstos durante el ciclo de vida del proyecto y el total previsto de electricidad generada, en valores actuales netos. Por consiguiente, el costo nivelado de la electricidad representa la tarifa eléctrica media mínima que se ha de cobrar a los consumidores para recuperar todos los gastos, con una tasa de rendimiento igual al tipo de redescuento.
  - 23 El valor medio mundial del costo nivelado de la electricidad correspondiente a la energía solar de concentración y la energía solar marina podría tener una evolución parecida, con una disminución del 43% y el 35%, respectivamente, de aquí a 2025 (IRENA, 2016a).
  - 24 La ausencia de un mecanismo mundial de fijación de los precios del carbono y la incertidumbre en cuanto a los efectos del cambio climático complican seriamente la contabilización de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los cálculos del costo nivelado de la electricidad.
  - 25 Aunque Bangladesh está a la cabeza de la utilización de sistemas autónomos de uso doméstico en los PMA (figura 3.6), la ausencia de la energía solar en la figura 3.14 se debe a que la electricidad generada a partir de energía solar fotovoltaica no alimenta la red, sino que se utiliza en sistemas sin conexión a la red.
  - 26 Que tecnologías diferentes se sustituyan una a otra o se complementen depende pues de sus perfiles temporales de generación y de sus costos relativos (Ambec y Crampes, 2012). Algunos profesionales prevén que, si continúan las reducciones de costos y las mejoras de rendimiento, la próxima disrupción tecnológica tendrá que ver con el almacenamiento, lo cual permitirá una implantación aún más rápida de las tecnologías de energías renovables variables (Frankel y Wagner, 2017).
  - 27 Por ejemplo los molinos eólicos de baja velocidad, los módulos solares que se pueden orientar o inclinar, o incluso torres solares con componentes de almacenamiento integrados (IEA, 2016c).
  - 28 Por ejemplo, las plantas híbridas de energía fotovoltaica y energía eólica pueden beneficiarse con una mayor eficiencia y perfiles temporales de generación parcialmente complementarios (Ludwig, 2013).

- 29 Según datos de la Base de Datos de las Naciones Unidas sobre Estadísticas de Comercio de Productos Básicos, la energía solar fotovoltaica es el segmento en el que China es líder indiscutido del mercado, ya que las economías de escala y la disminución de los costos de producción le permitieron proveer casi tres cuartas partes de las importaciones de los PMA de dispositivos semiconductores fotosensibles y diodos emisores de luz en 2015 (CUCI Rev.3, partida básica 77637).
- 30 Estas cifras se basan en la media simple de las últimas observaciones correspondientes a los 12 PMA sobre los que se dispone de datos procedentes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), base de datos UIS.STAT.
- 31 El programa Barefoot College de la India constituye un ejemplo ilustrativo de la colaboración Sur-Sur en materia de transferencia de aptitudes. El programa Barefoot College y los centros de formación profesional enseñan a mujeres analfabetas o semianalfabetas de zonas rurales de los PMA a instalar, mantener y reparar sistemas solares de uso doméstico y les imparten conocimientos básicos en materia de gestión empresarial, finanzas e informática (Roy, 2016).

Uso doméstico

Uso productivo

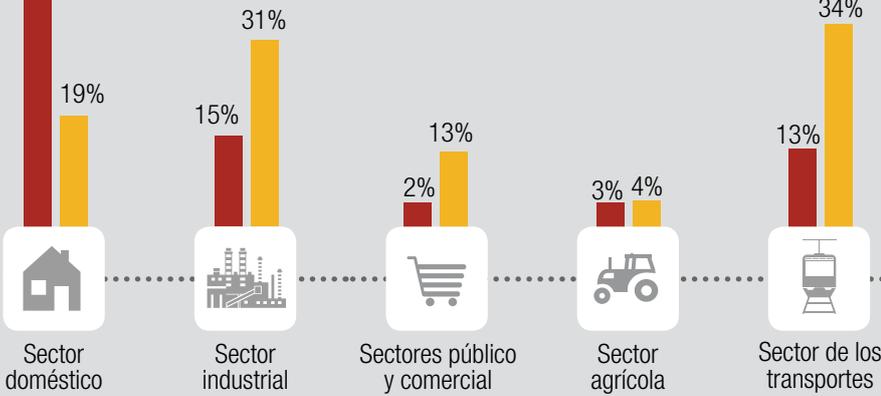


### ACCESO A LA ENERGÍA PARA LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA

= los usos productivos y domésticos de la electricidad tienen el mismo grado de prioridad

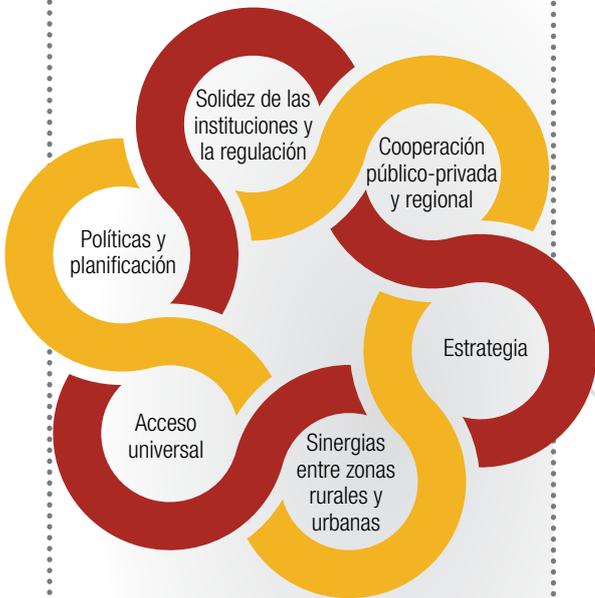
66%  
**En la pauta de uso de la energía de los PMA predomina netamente el uso doméstico**

■ PMA ■ OCDE



### UN ENFOQUE HOLÍSTICO Y COORDINADO

es componente esencial del acceso a la energía para la transformación estructural de la economía



### VARIAS INFLUENCIAS POLÍTICAS CRUZADAS

determinan la política de electricidad



# **CAPÍTULO 4**

Governanza y políticas  
en el suministro de  
electricidad



# CAPÍTULO 4

## Gobernanza y políticas en el suministro de electricidad

<b>A. Introducción</b>	<b>97</b>
<b>B. Fundamentos del sector eléctrico: repercusiones para la gobernanza</b>	<b>97</b>
1. Monopolio natural y papel del sector público	97
2. Bienes privados y bienes públicos	98
3. Seguridad energética	98
4. Poder de mercado	99
<b>C. Evolución y situación de las estructuras de mercado y la gobernanza en los PMA</b>	<b>99</b>
1. La reforma del sector eléctrico desde los decenios de 1980 y 1990	99
2. Estructuras del mercado de la electricidad en los PMA: tipología	102
3. Planes, marcos de políticas y medidas regulatorias actuales	104
<b>D. Cuestiones clave de la gobernanza de la electricidad en los PMA</b>	<b>106</b>
1. Políticas y planificación sectoriales	108
2. Coordinación de políticas	109
3. Dinámica entre las zonas rurales y urbanas	110
4. Funciones del sector privado y de la comunidad	111
5. Regulación y capacidad regulatoria	112
6. Comercio internacional y cooperación regional	113
<b>E. Conclusión</b>	<b>115</b>
Notas	116

## A. Introducción

Por lo general, se reconoce que las estructuras de gobernanza —el conjunto de instituciones, políticas y reglamentos que enmarcan las estructuras de propiedad y las operaciones y los derechos y responsabilidades de los actores del sector eléctrico— son factores determinantes del desempeño sectorial, la calidad de los servicios de electricidad y la participación del sector privado y la financiación en el sector. Por lo tanto, las decisiones en materia de gobernanza y financiación que se adopten hoy tienen importantes repercusiones para la cobertura, la capacidad, la sostenibilidad y la viabilidad de los sistemas eléctricos del mañana, así como para la financiación de las inversiones necesarias. Habida cuenta de que la naturaleza de los sistemas de electrificación afecta a los tipos de actividades productivas que se desarrollan y, por ende, a la futura competitividad de la economía, las opciones relativas a la gobernanza deben evaluarse cuidadosamente a la luz de los objetivos de transformación estructural.

El entorno para la adopción de esas decisiones se verá afectado por los nuevos desafíos y oportunidades relacionados con el cambio climático y la aparición del suministro de distribución de electricidad, así como por el actual contexto de disrupción tecnológica, que pone de relieve la importancia de mantener la flexibilidad en un sector en el que el horizonte temporal para la planificación suele ser de entre 30 y 40 años (Bharath Jairaj, 2016). En el presente capítulo se evalúan los desafíos y las oportunidades en el ámbito de la gobernanza que surgen en los países menos adelantados (PMA) como consecuencia del contexto de rápida evolución del sector eléctrico.

## B. Fundamentos del sector eléctrico: repercusiones para la gobernanza

Reconocer que el sector está sujeto a la interacción de una combinación de fuerzas del mercado, políticas y técnicas contribuye a facilitar la plena comprensión de los fundamentos de la gobernanza del sector eléctrico. Así pues, los marcos de gobernanza evolucionan en consonancia con el peso que los contextos y las decisiones nacionales otorgan a estas influencias entrelazadas y siempre presentes. En esta sección se examinan las principales fuerzas del mercado, políticas y técnicas que subyacen a los marcos de gobernanza.

### 1. Monopolio natural y papel del sector público

Hasta finales del siglo XX, el suministro de electricidad se basaba generalmente en tecnologías convencionales

---

### Los marcos de gobernanza en el sector eléctrico están configurados por una combinación de fuerzas del mercado, políticas y técnicas

---

en forma de generadores de turbina alimentados por combustibles fósiles o energía hidroeléctrica, que se caracterizan por la existencia de considerables economías de escala (Martin, 2009). Esto favoreció la generación centralizada en gran escala, lo que, a su vez, impulsó el desarrollo de sistemas de transmisión para proporcionar electricidad a los usuarios en zonas alejadas de donde se producía la generación, dando lugar a redes interconectadas. Lo normal era que cada zona estuviera abastecida por una única red de transmisión y distribución, ya que, desde un punto de vista económico, la duplicación de esas redes era injustificable, lo cual creaba monopolios geográficos.

Al igual que otras industrias de red, como el transporte y las telecomunicaciones, el sector eléctrico está compuesto por nodos y enlaces complementarios que registran rendimientos crecientes a escala y alcance en la producción o el consumo. Por lo tanto, tradicionalmente se ha considerado un monopolio natural, a saber, una situación que se produce cuando, por la naturaleza del mercado, un único proveedor puede abastecerlo en su totalidad a un costo menor que varios proveedores (Corneli y Kihm, 2016), por regla general, como resultado de economías de escala y de alcance extremas, que se suelen asociar con costos fijos altos. Los elevados costos fijos de los sistemas centralizados requieren un mercado grande y garantizado para generar rendimientos razonables de las inversiones, lo que favorece la aglomeración de la población; de ahí la existencia de un aparente sesgo urbano en los contextos de los países en desarrollo.

En el caso del suministro de electricidad en los sistemas centralizados, el monopolio natural se ve reforzado por importantes barreras a la entrada de múltiples proveedores (Besant-Jones, 2006). También se ve reforzado por la necesidad de contar con un único operador del sistema que equilibre la demanda y la oferta de forma continua para mantener la calidad del servicio y evitar costosos apagones cuando no existen tecnologías eficaces en función del costo para mantener el voltaje, la frecuencia y la fiabilidad automáticamente (UNCTAD, 2007).

Esta evolución técnica y económica de los sistemas eléctricos se sustenta tanto en el papel activo que el sector público ha desempeñado tradicionalmente en

el sector de la electricidad (Byrne y Mun, 2003) como en la organización generalizada del sector como una industria integrada verticalmente, con una única entidad responsable de la generación, la transmisión y la distribución minorista en una zona geográfica determinada. En muchos países desarrollados y en desarrollo, la electricidad ha sido suministrada por empresas de servicios públicos que ostentan un monopolio legal y están sujetas a controles de precios, para aprovechar las ventajas en términos de costos que reportan las economías de escala y de alcance y evitar los abusos de poder monopolístico, a fin de garantizar un mayor acceso a servicios de bajo costo.

La condición de monopolio natural de la transmisión y distribución de la electricidad sigue siendo indiscutible y son muchos los economistas que reconocen que un monopolio legal bien regulado es una respuesta más eficiente al monopolio natural que un escenario con múltiples empresas competidoras. Sin embargo, los avances tecnológicos logrados desde el decenio de 1970 han llevado a cuestionar de forma contundente la condición de monopolio natural de la generación de electricidad. Ello, sumado al desempeño mediocre de algunas industrias reguladas, los cambios en la economía política de regulación y el giro ideológico en favor del libre mercado, ha dado lugar a la transformación de la participación de los Gobiernos en el sector eléctrico y de su gobernanza, en el marco de una reestructuración más amplia de las industrias de red en numerosos países.

## 2. Bienes privados y bienes públicos

Según la teoría económica, la electricidad suministrada para consumo doméstico o empresarial es un bien privado porque un hogar o una empresa puede quedar excluido de la prestación de servicios de electricidad, por lo que esta puede ser comercializada como una mercancía.

En cambio, la disponibilidad y la fiabilidad del suministro de electricidad se pueden clasificar como bienes públicos. Sin embargo, la electricidad sigue siendo considerada de manera generalizada como un bien público (Byrne y Mun, 2003) porque es el medio para producir otros bienes públicos importantes, como el alumbrado de las calles. Además, los Gobiernos de numerosos países en desarrollo y mercados más pequeños siguen desempeñando un papel fundamental en el desarrollo de la infraestructura eléctrica, lo que pone de manifiesto la magnitud de las inversiones necesarias para la generación y distribución centralizadas y el carácter esencial de la electricidad. La explotación de los recursos naturales (como el agua y el gas natural) que conlleva, la financiación pública

de sus elevados gastos corrientes de combustible y el papel histórico del sector público en su suministro indican que se continúa considerando en general un servicio público (Corneli y Kihm, 2016), a pesar de las medidas de liberalización aplicadas.

Incluso antes de la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la mayoría de los países en desarrollo habían aprobado el acceso universal a la electricidad como un objetivo de desarrollo (Scott y Seth, 2013). Su suministro público constituía un medio para promover la inclusión y la asequibilidad mediante subvenciones cruzadas (Heald, 1994: 38). También permitía a los Gobiernos eludir los problemas de coordinación a través de la planificación y el diseño centralizados del sistema

## 3. Seguridad energética

La energía es esencial para el ejercicio efectivo de muchos de los derechos consagrados en la Declaración Universal de Derechos Humanos y para la consecución de muchos de los ODS, amén de ser de suma importancia para la transformación estructural de la economía (capítulo 2). Desde la crisis del petróleo de 1973, también es ampliamente reconocida como un recurso estratégico. La seguridad energética —definida por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) como “la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible”<sup>1</sup>— es, pues, una de las principales prioridades, y su ausencia constituye una amenaza que puede entrañar graves consecuencias económicas y sociales.

Un aspecto fundamental de esta cuestión es el acceso fiable y asequible a la electricidad, que se suele considerar responsabilidad de los Gobiernos. El acceso a la electricidad es ampliamente reconocido como una necesidad básica para el desarrollo humano (Scott y Seth, 2013) y ha sido descrito como un imperativo moral, una medida de precaución social y una necesidad económica (GEA, 2016: 19). Además de la dimensión de bien público del suministro de electricidad seguro y fiable, la protección del consumidor y el acceso garantizado son importantes consideraciones políticas y económicas (Bamber y otros, 2014; Scott y Seth, 2013). En general, esas preocupaciones relativas a la seguridad energética sirven para reforzar el control y la regulación del sector eléctrico por el Estado (Kuik y otros, 2011).

Los principales elementos que entran en juego al hablar de seguridad eléctrica son la seguridad del combustible y la idoneidad y la seguridad de los sistemas energéticos (IEA, 2016e). Sin embargo, su interpretación se ve influenciada en gran medida por los contextos nacionales, por ejemplo, en lo relativo

al acceso a la energía, la combinación de fuentes de energía y la dependencia de las importaciones de energía. Para los países importadores de energía (tanto desarrollados como en desarrollo), las cuestiones principales son la resiliencia de los sistemas energéticos a la crisis de suministro externo, los efectos de los cambios en los precios internacionales de la energía sobre la balanza de pagos y la diversificación de los proveedores de energía (Yergin, 2006).

El reto que plantea la seguridad eléctrica en los países en desarrollo está estrechamente vinculado con el del desarrollo sostenible, y los elementos principales siguen siendo satisfacer las necesidades humanas básicas en el hogar e impulsar la transformación estructural y el crecimiento económico. Ahora bien, el objetivo primordial ha pasado de garantizar un suministro fiable y a bajo costo de combustibles fósiles para la generación y el transporte de electricidad a identificar fuentes nuevas y diversificadas de carga base en el contexto de la transformación estructural y la política climática (Global Network on Energy for Sustainable Development, 2010).

#### 4. Poder de mercado

La tendencia hacia el monopolio natural en el suministro de electricidad y las importantes barreras a la entrada de múltiples proveedores representan una amenaza particular de abuso de poder monopolístico, incluso en los mercados eléctricos liberalizados. Si bien la naturaleza de la industria se presta a las presiones monopolísticas, la fijación de precios predatorios y otros usos anticompetitivos del poder de mercado, la aplicación del derecho y la política en materia de competencia dista de ser una tarea fácil (Kim y Kung, 2013; Pindyck, 2008). Por ejemplo, la complejidad de los mercados eléctricos complica la medición de los costos irrecuperables en un régimen de competencia, lo que impide la realización de una prueba sencilla para determinar el ejercicio del poder de mercado y da lugar a un comportamiento aparentemente similar entre los generadores, con independencia de que tengan o no poder de mercado (Hogan, 2002).

Por consiguiente, los mercados eléctricos tienden al oligopolio más que a la competencia perfecta (Murphy y Smeers, 2003). Incluso en la Unión Europea en 2015, tras decenios de liberalización y regulación regional, el mayor generador en al menos 15 de los 28 países miembros tenía una cuota de mercado igual o superior al umbral de dominio del 40% establecido por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)<sup>2</sup>. Esa cuota superaba el 50% en 10 casos y el 70% en 7. Ello pone de relieve el papel fundamental de la política de competencia en los mercados eléctricos

liberalizados y desagregados y la complejidad de los sectores eléctricos liberalizados por lo que respecta a las empresas públicas monopolísticas (UNCTAD, 2007). Este hecho también explica que los expertos insistan en la secuenciación adecuada de la reforma del sector de la electricidad y en la importancia de establecer instituciones reguladoras sólidas y una regulación integral complementaria antes de la liberalización (Besant-Jones, 2006; UNCTAD, 2009; Vagliasindi y Besant-Jones, 2013; Nepal y Jamasb, 2011; Jamasb y Pollitt, 2005; Kessides, 2012b; Joskow, 2008; Williams y Ghanadan, 2006; Heller y otros, 2003; Wamukonya, 2003; Scott y Seth, 2013).

### C. Evolución y situación de las estructuras de mercado y la gobernanza en los PMA

#### 1. La reforma del sector eléctrico desde los decenios de 1980 y 1990

El sector eléctrico ha experimentado más de un ciclo de reorganización desde su creación. La tendencia predominante de suministro centralizado por monopolios públicos integrados verticalmente (sección B1) fue el resultado de una voluntad deliberada de dejar atrás la prestación principalmente privada y distribuida de los servicios de electricidad. Este modelo liderado por el Estado fue impulsado por las superpotencias de la Guerra Fría y por los organismos multilaterales de desarrollo, y se vio reforzado por el crecimiento económico, la asistencia oficial para el desarrollo (AOD) y la ampliación de los presupuestos nacionales; y resultó ser un gran éxito (Kessides, 2012a; Williams y Ghanadan, 2006).

En los decenios de 1980 y 1990 se produjo una nueva oleada de reformas que afectaron a las estructuras de mercado, la participación del sector privado y los regímenes regulatorios, lo que refleja un cambio radical en las actitudes respecto de la propiedad, la organización y la regulación de la industria eléctrica (recuadro 4.1). Esta oleada de reformas favoreció escasamente a los PMA, aunque unos pocos, como Bangladesh (1996), Burkina Faso (1998), el Chad (1999), Guinea-Bissau (1998), Nepal (1993) y Uganda (1997), pusieron en práctica varios aspectos del modelo de reforma o experimentaron con ellos, con distintos grados de éxito. En Burkina Faso, por ejemplo, el sector se abrió a la participación del sector privado en 1998, pero apenas logró atraer sus inversiones, mientras que en Guinea-Bissau los intentos de reforma realizados entre 1998 y 2005 se vieron frustrados por la inestabilidad política.

#### Recuadro 4.1. El modelo de reforma del sector eléctrico en los decenios de 1980 y 1990

Las reformas del sector eléctrico de los decenios de 1980 y 1990 se centraron en los conceptos de generación de electricidad como producción de un bien comercializable, que requería una disciplina de costos y la gestión de riesgos, y de transmisión y distribución de la electricidad como un servicio comercial que depende de la gestión de la red (Besant-Jones, 2006). Estas reformas partieron, a grandes rasgos, de las experiencias de los primeros países que habían acometido reformas, como el Reino Unido, Noruega, Chile y los Estados Unidos (Sen y otros, 2016; Nepal y Jamasb, 2011), y se concentraron en la fijación eficiente de precios, los derechos de transmisión a largo plazo y el control del poder de mercado.

Un elemento básico de las reformas fue la desagregación —la separación del subsector de generación potencialmente cuestionable de los segmentos monopolísticos de la transmisión y distribución (véase el cuadro de recuadro 4.1)— para crear una estructura de mercado propicia a la competencia. La desagregación adopta cuatro formas principales (Jamasb y Pollitt, 2005):

- La desagregación contable —la forma menos drástica, que se puede lograr en una empresa integrada verticalmente— conlleva la separación de las cuentas de las actividades de red y de generación para evitar subvenciones cruzadas.
- La desagregación funcional (o de la gestión) combina la desagregación contable con la separación de las actividades operacionales y de gestión.
- La desagregación jurídica entraña la mercantilización, para que la transmisión y la generación corran a cargo de entidades jurídicas independientes (aunque pueden ser propiedad de la misma empresa matriz).
- La desagregación de la propiedad, la forma más estricta de separación, exige que las actividades de generación y de transmisión sean propiedad de entidades independientes que operen únicamente en un segmento de la industria.

Se alentó a los países en desarrollo a que desagregaran sus empresas públicas de electricidad vertical y horizontalmente, establecieran organismos reguladores independientes y crearan espacio para la participación del sector privado, enfoque que fue promovido activamente por el Banco Mundial desde 1990 hasta 1996 mediante una política consistente en supeditar la concesión de préstamos para el sector a la realización de reformas sustanciales encaminadas a la comercialización y la regulación independiente (Woodhouse, 2006: 133).

La liberalización y la desagregación modifican fundamentalmente la estructura del sector y exigen cambios en los marcos de gobernanza. En el sector eléctrico, la competencia no conduce a una menor regulación, sino a una regulación diferente (Hogan, 2001), ya que la participación de un número mucho mayor de actores requiere marcos de gobernanza más detallados que especifiquen las funciones de todos los actores de la industria y definan el papel del Estado y prevean la creación de un organismo regulador independiente que establezca y haga cumplir las normas que rigen las interacciones entre los diversos actores. La transición resultante hacia sistemas más complejos que dependen de la especialización y la regulación también da lugar a una mayor carga legislativa para establecer mercados mayoristas de electricidad competitivos y acuerdos comerciales, crear operadores del sistema y organismos reguladores independientes, e impedir el abuso de poder de mercado.

La naturaleza, el alcance y los resultados finales de las reformas del decenio de 1980 variaron considerablemente de unos países a otros, en particular entre los países en desarrollo y los países desarrollados, lo que refleja en gran medida las diferentes condiciones iniciales y motivaciones para la reforma (Wamukonya, 2003; Vagliasindi y Besant-Jones, 2013; Kessides, 2012b; UNCTAD, 2007), como se indica en el cuadro de recuadro 4.1. Si bien los países desarrollados siguieron en general el modelo de reforma estándar, las iniciativas de reforma se invirtieron o fracasaron en numerosos países en desarrollo, de modo que la mayoría tiene una desagregación incompleta, y se prevé que mantengan esas estructuras intermedias en un futuro inmediato. El desempeño de muchas industrias eléctricas nacionales, tanto reformadas como no reformadas, siguió siendo deficiente en términos financieros y operativos muchos años después de la reforma (Williams y Ghanadan, 2006).

En la actualidad, se reconocen ampliamente las deficiencias de las reformas de los decenios de 1980 y 1990, en particular la excesiva importancia otorgada a las consideraciones tecnoeconómicas en detrimento de las consecuencias para los sectores energéticos nacionales a la luz de los recursos, las instituciones y las capacidades existentes (Heller y otros, 2003) y la subestimación de la complejidad de las reformas y el tiempo necesario para lograr resultados duraderos (Zhang y otros, 2008). La escasa aplicación de las reformas se ha atribuido a “opiniones divergentes y cierto grado de ambigüedad teórica en la doctrina económica sobre la eficacia de la desagregación y la competencia” y a “una gran brecha en la comprensión de las estructuras del mercado eléctrico” debido a que la atención se centra en los extremos de la integración vertical y la desagregación completa, dejando de lado opciones intermedias (Vagliasindi y Besant-Jones, 2013: 19 y 26).

Desde 2000, muchos más PMA han llevado a cabo reformas, impulsadas en parte por los cambios ocurridos en el panorama internacional de la financiación para el desarrollo. La Agenda de Acción de Addis Abeba (aprobada en 2015 en la Tercera Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo) ha reafirmado la importancia del papel del

sector privado en el logro de resultados de desarrollo; las políticas de concesión de préstamos del Banco Mundial y otros donantes multilaterales combinan los préstamos a la inversión con los préstamos vinculados a la reforma institucional (Bacon y Besant-Jones, 2001); y los bancos multilaterales de desarrollo han incluido la reforma del sector eléctrico en los

Recuadro 4.1 (continuación)

## Cuadro de recuadro 4.1

## Motivaciones y causas de la reforma del decenio de 1980

Grupo de países	Condiciones iniciales	Motivaciones para la reforma	Causas de la reforma
<b>Países desarrollados</b>	<p><b>Sector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de generación de excedentes y escasas necesidades de inversión</li> <li>• Redes de transmisión desarrolladas</li> <li>• Elevados costos de construcción y explotación</li> <li>• Elevadas tarifas minoristas</li> <li>• Desempeño aceptable</li> <li>• Acceso universal</li> </ul> <p><b>Institucional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legislación, competencias y experiencia consolidadas</li> <li>• Instituciones capaces de facilitar una regulación en condiciones de igualdad de los monopolios naturales y la propiedad del sector privado</li> </ul>	<p><b>Sector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promesa de un sector más eficiente desde el punto de vista económico con la aparición de tecnologías de generación de electricidad más pequeñas, de menor costo y mayor eficiencia</li> <li>• Búsqueda de precios al por menor más bajos y de mayores posibilidades de elección para los consumidores a través de la competencia minorista</li> </ul> <p><b>Institucional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos arreglos institucionales que reportan beneficios a largo plazo a la sociedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideología</li> <li>• Las directivas sobre electricidad de la Unión Europea (UE) de 1996 y 2003 exigían que los Estados miembros avanzaran hacia una regulación y un funcionamiento del sistema independientes, una mayor desagregación de la red, un acceso regulado a la red y la plena libertad de elección de los consumidores para 2007 (ese año se adoptó un tercer paquete de medidas de liberalización de la UE destinado a mejorar el funcionamiento del mercado interior de la energía y resolver los problemas estructurales)</li> </ul>
<b>Países en desarrollo</b>	<p><b>Sector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas minoristas bajas muy subvencionadas, junto con el robo y el impago crónico de las facturas de servicios públicos en algunos países</li> <li>• Capacidad de generación insuficiente agravada por las elevadas pérdidas en la distribución; frecuentes cortes de energía</li> <li>• Escaso desarrollo de las redes de transmisión</li> <li>• Grandes necesidades en materia de inversión en infraestructura para la ampliación, el mantenimiento, la mejora o la modernización</li> <li>• Demanda insatisfecha y creciente</li> <li>• Acceso muy reducido y persistencia de la brecha entre las zonas urbanas y rurales en la distribución de la electricidad</li> </ul> <p><b>Institucional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incapacidad de autofinanciar la modernización, la ampliación y el mantenimiento de la infraestructura debido a la falta de financiación pública; escasa base de clientes con capacidad de pago limitada; y tarifas poco económicas</li> <li>• Mala gestión generalizada de los servicios públicos</li> <li>• Escasa capacidad para llevar a cabo la reforma y regular en condiciones de igualdad, con pocos precedentes de los que aprender</li> </ul>	<p><b>Sector</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deseo de crecimiento y desarrollo económicos y equidad social</li> <li>• Ampliación de la oferta, la calidad y la fiabilidad para mantener la actividad productiva</li> <li>• Mejora del acceso para hacer frente a la pobreza energética</li> </ul> <p><b>Institucional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la presión fiscal y la deuda soberana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condicionalidad impuesta por la entidad financiadora en virtud de la cual se exige la sustitución de los mercados autorregulados por la gobernanza política del suministro de electricidad</li> <li>• Préstamos y planes de acción de donantes y organismos multilaterales orientados a la reforma</li> <li>• Se da prioridad a las preocupaciones financieras sobre las sociales (por ejemplo, acceso universal, asequibilidad, etc.)</li> <li>• Se suele priorizar la privatización</li> </ul>

Fuente: Secretaría de la UNCTAD, a partir de Wamukonya (2003); Vagliasindi y Besant-Jones (2013); Kessides (2012b); UNCTAD (2007).

programas de rescate financiero (Nakhoda, 2011; Woodhouse, 2006).

La participación del sector privado en el suministro de electricidad también es promovida activamente por iniciativas bilaterales, como la Iniciativa Power Africa encabezada por la Agencia de los Estados Unidos para

el Desarrollo Internacional<sup>9</sup> y el programa Energy Africa del Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido, ambas encaminadas a aumentar el acceso de los hogares a sistemas eléctricos no conectados a la red operados por proveedores del sector privado. Power Africa adopta un “enfoque orientado a la reforma que vincula la reforma política y regulatoria a las inversiones

---

## Las reformas energéticas acometidas en el pasado demuestran la necesidad de adoptar un enfoque pragmático, basado en las realidades locales

---

tangibles en el sector de la energía eléctrica<sup>14</sup>, y los pactos que ha suscrito con los Gobiernos nacionales incluyen compromisos voluntarios para reestructurar los sectores de la electricidad (por ejemplo, el Memorando de Entendimiento de Asociación entre el Gobierno de Liberia y Power Africa de 2014) y para aplicar tarifas que reflejen los costos reales (por ejemplo, Malawi en 2016).

Los cambios que se han producido en el contexto del sector eléctrico a raíz de los avances tecnológicos y del reto a la dominación de la generación centralizada basada en combustibles fósiles asociado con el cambio climático y el creciente énfasis puesto en la sostenibilidad ambiental han dado un nuevo impulso a la reforma en los PMA. En aquellos que dependen en gran medida de las importaciones de petróleo para la generación, otro factor ha sido la presión para diversificar las fuentes de energía como resultado del aumento y la volatilidad de los precios del petróleo, especialmente en el período comprendido entre 2010 y 2014.

Si bien el modelo de reforma ha evolucionado desde 2000, la experiencia adquirida en las reformas anteriores aporta importantes lecciones para los PMA. En particular, destaca la necesidad de adoptar un enfoque pragmático basado en las realidades locales, en lugar de seguir una escuela de pensamiento económico concreta, y la necesidad fundamental de realismo por lo que respecta a la complejidad de las reformas, la capacidad de ejecución de los países y el plazo para el cumplimiento de sus objetivos. Revisten especial relevancia para los PMA las recientes pruebas empíricas que demuestran que es poco probable que la desagregación resulte útil cuando los sistemas eléctricos no alcanzan un tamaño óptimo y los mercados no registran un nivel óptimo de ingresos per cápita (Vagliasindi y Besant-Jones, 2013).

Una respuesta a los problemas relacionados con el programa de reforma más general ha sido la promoción de contratos de compra a largo plazo (acuerdos de compraventa de electricidad, o PPA por sus siglas en inglés), a menudo por períodos de 20 años o más, con productores independientes de electricidad. Esta medida se considera una forma relativamente rápida y sencilla de introducir competencia sin llevar a cabo una

amplia reestructuración, al tiempo que se protege la equidad social (Sen y otros, 2016; Besant-Jones, 2006; Heller y otros, 2003). Tales acuerdos han desempeñado un papel decisivo en la ampliación de la capacidad de generación en muchos países en desarrollo. Sin embargo, el éxito de este modelo depende de un marco de políticas coherente y de una gobernanza y capacidad regulatorias eficaces (Nepal y Jamasb, 2011), y ha sido una de las principales causas de corrupción y otras deficiencias en la gobernanza en los sectores eléctricos (Banco Mundial, 2010; Eberhard y otros, 2016). Dicho modelo también ha resultado muy costoso en países que carecen de los conocimientos técnicos necesarios para negociar condiciones favorables, y los costos se ven a menudo incrementados por estructuras de pago de compra garantizada desvinculadas del uso real de la electricidad y/o por su denominación en divisas.

## 2. Estructuras del mercado de la electricidad en los PMA: tipología

Aunque resulta complicado establecer una tipología de las estructuras de mercado en los PMA debido a la naturaleza fluida de las políticas y de las reformas y la legislación actuales o futuras, la mayoría puede clasificarse en cinco amplias categorías de estructuras sectoriales.

- **Estructura integrada verticalmente:** la estructura centralizada tradicional en la que una única entidad explota la generación, la transmisión, la distribución y el suministro (con inclusión de empresas públicas que coexisten como compradores únicos con productores independientes de electricidad, contratos de construcción-explotación-transferencia y concesiones y/o sistemas de explotación de redes desconectadas). Este modelo existe en Burundi, el Chad, Djibouti, Eritrea, Guinea, Guinea-Bissau, Haití, Nepal, Níger, la República Centroafricana, la República Democrática del Congo, la República Democrática Popular Lao, Santo Tomé y Príncipe, el Senegal, Timor-Leste y Zambia.
- **Desagregación vertical parcial:** desagregación funcional o jurídica de la empresa de servicios públicos, que funciona como un único comprador, en la que solo la generación está abierta a la participación del sector privado. Esta es una estructura cada vez más frecuente entre los PMA, y existe en países como Bangladesh, Bhután, Camboya, Etiopía, Gambia y Rwanda.
- **Estructura desagregada verticalmente:** varias compañías operan en todos los segmentos de la cadena de suministro de electricidad. Este modelo se aplica en Uganda, uno de los pocos PMA que ha llevado a cabo la desagregación jurídica de la empresa nacional de servicios públicos, con

arreglo a la cual nueve productores independientes de electricidad abastecen la red en el marco de una concesión de 20 años para explotar los activos de generación de la antigua empresa de servicios públicos y de West Nile Rural Electrification Company, de propiedad estatal. Sin embargo, persisten los retos que plantean la generación insuficiente, el acceso limitado, los elevados costos de transmisión y distribución y los cortes de suministro, al tiempo que el consumo interno subvencionado coexiste con tarifas superiores al promedio regional (Maweje y otros, 2013). Myanmar también tiene un modelo desagregado verticalmente, en el que varias empresas del Ministerio de Energía Eléctrica operan en cada uno de los segmentos de la cadena de suministro, diversas entidades mercantilizadas se encargan de la distribución en Yangón y Mandalay y productores independientes de electricidad se ocupan de la generación y la distribución.

- **Estructura desagregada localmente:** la generación, la transmisión y la distribución están fragmentadas por localidad. No se trata en absoluto de un fenómeno nuevo en los países en desarrollo, sino de una práctica habitual de las empresas nacionales de servicios públicos para hacer frente a la electrificación rural, en particular en África (Banco Africano de Desarrollo y SE4ALL Africa Hub, 2017) y Asia (capítulo 3), y una necesidad en muchos Estados insulares. Este modelo es típico de los PMA insulares (por ejemplo, las Comoras, las Islas Salomón, Kiribati, Tuvalu y Vanuatu), en algunos casos con servicios públicos locales integrados verticalmente en las islas más grandes. En el Afganistán y Angola, las empresas de servicios públicos integrados verticalmente operan redes desconectadas a nivel regional, en este último caso, con una serie de pequeñas actividades municipales integradas verticalmente.
- **Estructura híbrida:** una combinación de las estructuras mencionadas anteriormente. En Mozambique, la empresa de servicios públicos posee la principal red nacional, si bien existen redes regionales más pequeñas que se encuentran bajo el control de las autoridades de los distritos. El sector se basa en un régimen de concesiones, en virtud del cual la empresa nacional de servicios públicos tiene concesiones hidroeléctricas a 50 años, mientras que las concesiones por períodos de entre 25 y 50 años se adjudican por licitación. La venta de electricidad se rige por acuerdos bilaterales y las tarifas no suelen estar reguladas. En Liberia, tradicionalmente el Gobierno ha recabado la participación del sector

---

## Los PMA cuentan con una amplia variedad de estructuras del mercado de la electricidad

---

privado mediante concesiones (USAID, 2015) y en la actualidad pueden concederse licencias al sector privado para todos los segmentos, aunque la empresa nacional de servicios públicos también puede seguir realizando sus actividades (Gobierno de Liberia, 2015). Las microempresas de servicios públicos cuyo tamaño se sitúa por debajo del umbral establecido y están gestionadas por empresarios pueden operar y distribuir la electricidad sin licencia.

Es importante mantener la distinción entre propiedad y estructura, ya que las empresas de servicios públicos pueden adoptar principios y prácticas comerciales. Algunas empresas de servicios públicos integradas verticalmente (por ejemplo, en el Afganistán y Lesotho) han sido objeto de desagregación contable o jurídica; y algunos países en desarrollo han utilizado los contratos de gestión como alternativa a la privatización de los servicios públicos.

Benin y el Togo son los únicos PMA que operan un sistema binacional con empresas de servicios públicos parcialmente desagregadas. La generación corre principalmente a cargo de una empresa binacional de generación que actúa asimismo como único comprador de la electricidad suministrada por productores independientes o a través de importaciones, mientras que la empresa pública de transmisión y distribución de cada país conserva también alguna actividad de generación. La privatización de la distribución eléctrica en el Togo en el período comprendido entre 2001 y 2005 se invirtió debido a los resultados poco satisfactorios obtenidos.

En muchos PMA, la configuración de las estructuras del sector eléctrico obedece a factores históricos, como los conflictos o las fuertes identidades regionales. En Somalia, por ejemplo, hay una serie de operaciones locales, sobre todo de carácter privado, integradas verticalmente, lo cual refleja su entorno político difícil y la destrucción generalizada de la infraestructura eléctrica. En la región de Somalilandia, como consecuencia de la consolidación de los productores independientes de electricidad (que pone de manifiesto la tendencia de la industria al oligopolio), algunos se han convertido en medianas empresas. En la mayoría de los casos, la red es propiedad de productores independientes de electricidad y coexisten redes paralelas de distribución en la misma localidad.

### 3. Planes, marcos de políticas y medidas regulatorias actuales

Pese a que la inversión continuada en infraestructura y fomento de la capacidad ocupa un lugar destacado en los programas de la mayoría de los PMA, lo cual indica la falta de capacidad para satisfacer la demanda actual y futura, el grado de preparación de estos países varía. No todos han formulado planes, marcos o estrategias de desarrollo sectorial detallados (figura 4.1); no todos los planes vigentes se han actualizado para tener en cuenta las realidades actuales; y no todas las instituciones nacionales de planificación tienen las competencias necesarias para llevar a cabo tal actualización. La ausencia de esos planes dificulta la reconciliación de las necesidades de los consumidores, los productores y el mercado, la identificación de alternativas menos costosas y la estimación de las necesidades de financiación. Si bien algunos PMA, como Bhután, la República Democrática Popular Lao y el Senegal, han logrado ampliar con éxito el acceso sin planes nacionales de electrificación en el marco de sus sistemas centralizados, es poco probable que la mayoría de los PMA puedan hacerlo, habida cuenta de las actuales condiciones mundiales en el sector eléctrico y de los bajos niveles de acceso. De los 47 PMA, 17 tienen marcos de políticas sobre energías renovables (figura 4.2).

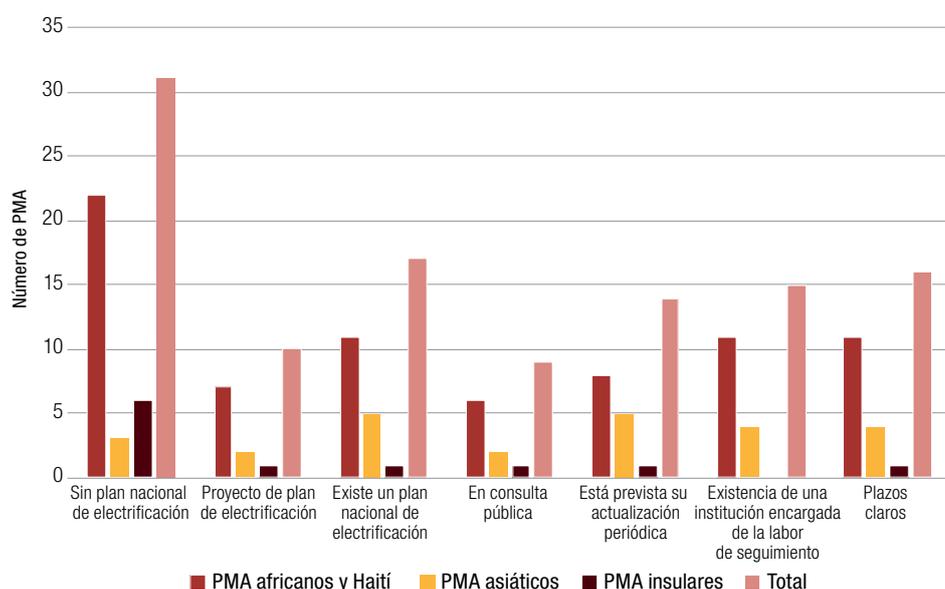
Las metas de eficiencia energética y las normas de desempeño son necesarias para aplicar eficazmente los programas de eficiencia energética, dar prioridad

a la financiación y formular estrategias ampliables. Un total de 21 PMA tienen planes de eficiencia energética, aunque 4 no incluyen metas explícitas y en 6 PMA las metas figuran en las políticas energéticas en lugar de en los planes energéticos (figura 4.3). Si bien las tecnologías vinculadas a las redes inteligentes mejoran la eficiencia y, en principio, podrían fomentar la viabilidad económica de los sistemas centralizados existentes, las redes inteligentes no son módulos que puedan conectarse sin más a las redes existentes, sino que requieren la adopción de nuevos enfoques para el diseño y el funcionamiento de la red eléctrica.

Prácticamente todos los PMA tienen un organismo o programa de electrificación rural (figura 4.4). Un número considerable también cuenta con marcos jurídicos para las minirredes, aunque estos suelen ser inapropiados o incompletos. En algunos casos, el sector privado puede poseer y explotar minirredes y recibir algún tipo de ayuda pública cuando no existe un marco jurídico, y solo una minoría de los PMA dispone de normas técnicas específicas para las minirredes. Estas limitaciones de los marcos jurídicos e institucionales tienen consecuencias para la viabilidad y la rentabilidad de las inversiones del sector privado en minirredes, ya que la capacidad para recuperar la inversión en una minired depende de cuánto tiempo lleve en funcionamiento antes de que la zona que abastece sea cubierta por la red nacional y de las condiciones de su integración en la red. Las minirredes capaces de mantener la actividad semiindustrial e industrial a un costo menor acarrear elevados costos

Figura 4.1

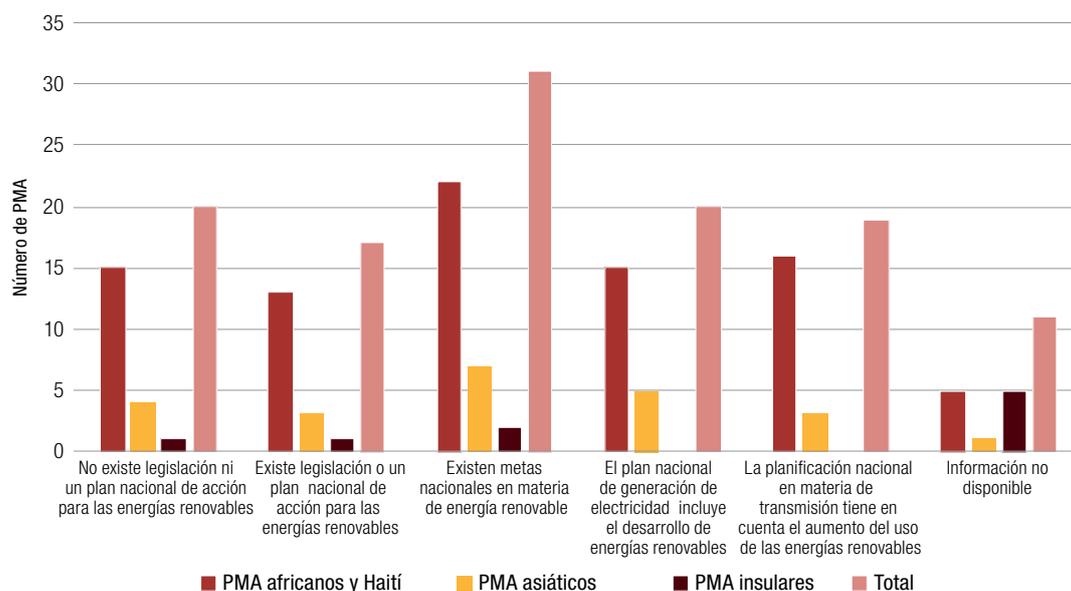
#### Prevalencia de los planes de electrificación de los PMA



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos del Banco Mundial, la base de datos sobre la preparación para la inversión en energía sostenible (RISE) y la base de datos sobre políticas de la Alianza para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética (AEREE) (consultada en abril de 2017).

Figura 4.2

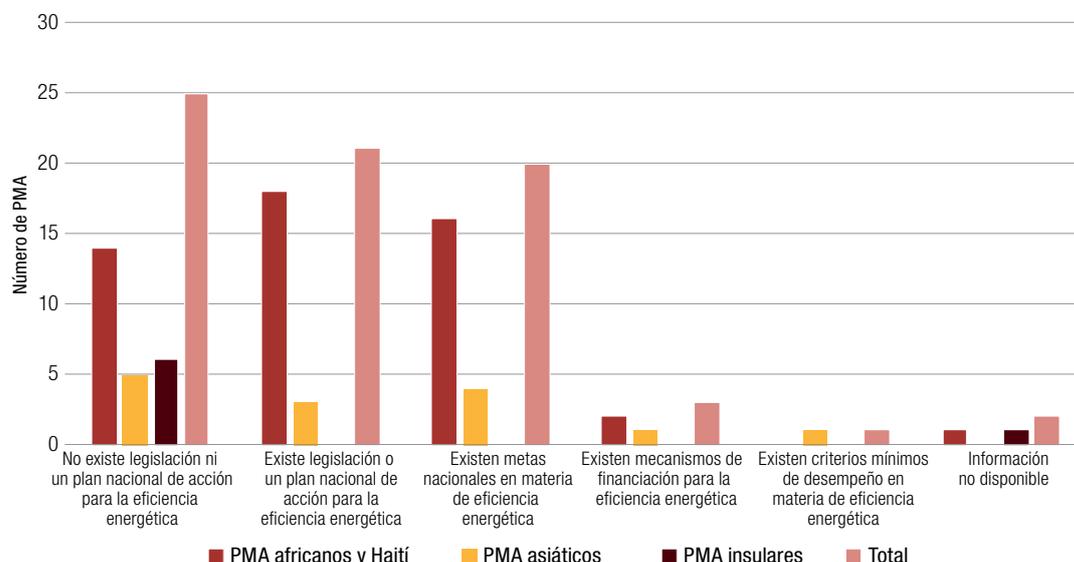
Prevalencia de los marcos de políticas sobre energía renovable de los PMA



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos RISE del Banco Mundial (consultada en abril de 2017).

Figura 4.3

Prevalencia de los marcos de políticas de eficiencia energética de los PMA



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos RISE del Banco Mundial y la base de datos sobre políticas de la AEREE (consultada en abril de 2017).

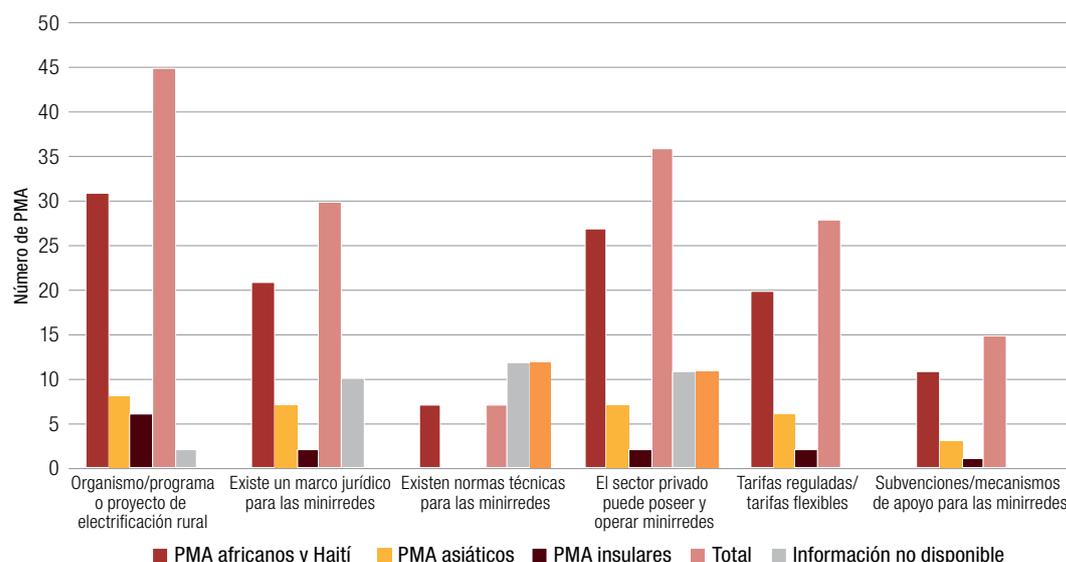
iniciales, y la incertidumbre derivada de la falta de marcos de políticas adecuados supone un importante obstáculo para el acceso de los inversores privados a la financiación comercial (ESMAP, 2017; IRENA, 2016b; Berthélemy y Béguerie, 2016; Béguerie y Pallière, 2016; GMG MDP, 2017).

Menos de dos tercios de los PMA tienen organismos reguladores sectoriales independientes para el sector eléctrico, mientras que en unos pocos la empresa

de servicios públicos desempeña las funciones de regulación y planificación (figura 4.5). En varios PMA, la electricidad está regulada por un organismo regulador multisectorial, en muchos casos junto con el abastecimiento de agua y en un caso junto con las telecomunicaciones. El grupo de los PMA africanos y Haití registra el mayor porcentaje de países con un organismo regulador sectorial específico. Cuando hay organismos reguladores, sus competencias pueden

Figura 4.4

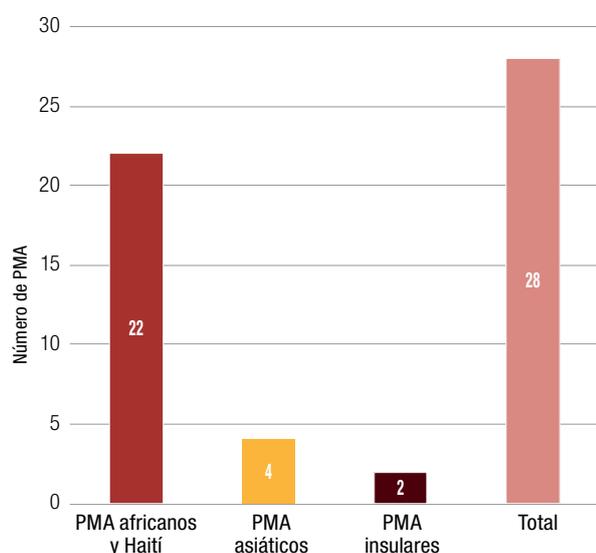
## Prevalencia de los marcos para las minirredes en los PMA



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos RISE del Banco Mundial y la base de datos sobre políticas de la AEREE (consultada en julio de 2017); DAES (2014).

Figura 4.5

## Existencia de un organismo regulador del sector eléctrico en los PMA



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD, a partir de datos de la base de datos RISE del Banco Mundial y la base de datos sobre políticas de la AEREE (consultada en julio de 2017).

ser limitadas o estar compartidas con un ministerio encargado de la supervisión. Asimismo, cabe señalar que la existencia de legislación sectorial no indica su efectividad: no es raro que la labor de los organismos reguladores establecidos por ley se vea restringida por la falta de las normas y reglamentos complementarios necesarios para su funcionamiento eficaz.

Los enfoques de regulación de la electricidad en los PMA varían y abarcan desde la regulación por un ministro,

solo o con la asistencia de una junta, o a través de una comisión reguladora presidida por un ministro, hasta la regulación por instituciones autónomas distintas. Como demuestra el papel decisivo que desempeñan algunos Gobiernos en el establecimiento de las tarifas eléctricas, en algunos PMA determinados aspectos de la función regulatoria siguen quedando fuera del alcance del organismo regulador del sector.

## D. Cuestiones clave de la gobernanza de la electricidad en los PMA

El panorama mundial de la energía se ha bifurcado entre los mercados caracterizados por el rápido aumento de la demanda y las limitaciones de capacidad (sobre todo en la mayoría de los PMA y otros países en desarrollo (OPD)) y los mercados con demanda estable o decreciente y exceso de capacidad (en particular en la mayoría de los países desarrollados). Estas trayectorias divergentes determinan en gran medida las estrategias de planificación y las oportunidades para la transformación del sistema eléctrico (NREL, 2015) y requieren instrumentos y competencias distintos. Las condiciones de rápido crecimiento de la demanda representan un entorno mucho más complejo y difícil para la evaluación, la planificación y la realización de las inversiones.

Tales retos son aún más importantes si cabe debido a dos cambios fundamentales que afrontan las industrias eléctricas en todo el mundo: la transición desde una generación centralizada basada en los

combustibles fósiles hacia una generación más distribuida con mayor dependencia de la energía renovable (Lammers y Diestelmeier, 2017) y una creciente sofisticación basada en la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) de los sistemas de redes, que, entre otras cosas, permite a los consumidores adoptar un papel más activo, controlar su uso de la electricidad de manera proactiva y potencialmente alimentar la red como “prosumidores” (consumidores de electricidad que también la producen). Estos cambios tecnológicos están ocurriendo a un ritmo muy rápido para una industria acostumbrada a planificar en un horizonte cronológico de 30 a 40 años, lo que crea una considerable incertidumbre (Bharath Jairaj, 2016). Al mismo tiempo, la entrada de nuevos actores en el sector eléctrico y la participación activa de los consumidores como resultado de estas nuevas tecnologías plantea múltiples cuestiones técnicas, comerciales y regulatorias, que requieren un enfoque que englobe todo el sistema e ideas innovadoras sobre las cadenas de suministro de electricidad.

Algunos analistas han puesto de relieve la oportunidad que tienen los países menos conectados a la red de saltarse la etapa de una industrialización intensiva en carbono (por ejemplo, *The Economist*, 2015; Harvey, 2015; Oh y otros, 2016), y PMA como Bhután, Nepal, la República Unida de Tanzania y el Senegal han logrado impulsar proyectos de electrificación rural mediante la incorporación de las energías renovables y la implantación de la generación distribuida como principal opción en las estrategias nacionales de energía (PNUMA, UNCTAD, UN-OHRLLS, 2011).

Sin embargo, otros analistas recomiendan cautela (por ejemplo, Lee y otros, 2016)<sup>5</sup>. La transición hacia energías renovables no hidroeléctricas sigue en una etapa relativamente temprana en los PMA, en parte debido a retos técnicos, económicos e institucionales (capítulo 3) y a la necesidad de marcos de políticas

### El rápido crecimiento de la demanda y las limitaciones de capacidad son los principales retos para la evaluación, la planificación y la realización de las inversiones en materia de energía

para promover su puesta en práctica. El costo de las tecnologías renovables continúa siendo relativamente elevado para los PMA, incluso después de las drásticas reducciones aplicadas recientemente (capítulo 3); y los mercados mundiales de energías renovables siguen siendo impulsados en gran medida por los incentivos públicos o la regulación estatal (REN21, 2017). La adopción de nuevas tecnologías también se suele ver limitada por la falta de las capacidades necesarias para el acceso, la transferencia y el despliegue de tecnología, a causa de la capacidad de absorción insuficiente y de la ausencia de instituciones y regulaciones sectoriales eficaces. Algunas tecnologías que podrían reportar beneficios para el sector eléctrico en los PMA, como la “Internet de las cosas”, siguen fuera del alcance de la mayoría de estos países (recuadro 4.2).

No obstante, el aumento de la dependencia de la energía renovable no conectada a la red y no hidroeléctrica en los sectores eléctricos de los PMA en los próximos años puede propiciar un replanteamiento de las medidas de gobernanza sectorial, en particular si se tiene en cuenta el papel cada vez más destacado de las empresas privadas de energía con sede en países desarrollados que tienen una mayor propensión a aplicar esas nuevas tecnologías. Este contexto en rápida evolución tiene consecuencias importantes para la gobernanza del sector, lo que puede plantear dudas sobre si las actuales medidas de gobernanza sectorial siguen cumpliendo su cometido (Scott, 2015).

#### Recuadro 4.2. La Internet de las cosas

Una esfera en la que, a juicio de algunos, los países en desarrollo tienen una posible ventaja tecnológica es la aplicación de la Internet de las cosas al suministro de electricidad. La Unión Internacional de Telecomunicaciones define la Internet de las cosas como una infraestructura global para la sociedad de la información, que permita la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión (física y virtual) de cosas, sobre la base de las TIC interoperables existentes y en evolución. Un ejemplo de las aplicaciones al sector de la electricidad es el uso de las TIC para facilitar la vigilancia a distancia del funcionamiento y rendimiento de los sistemas fotovoltaicos solares por la empresa keniana de energía solar M-Kopa.

Sin embargo, la creciente brecha digital entre los PMA y los OPD por lo que respecta a todos los indicadores de acceso a las TIC y su utilización (salvo los precios de la banda ancha móvil) puede ser un obstáculo para su uso de las TIC en el sector de la electricidad, especialmente en las zonas rurales, donde la relevancia de esas aplicaciones es mayor, pero la penetración de las TIC es menor. Si bien el desarrollo y el éxito del dinero móvil indican la posibilidad de utilización de la Internet de las cosas cuando no hay infraestructura de apoyo, es prematuro mostrarse optimistas en cuanto a su potencial en los PMA al no existir investigaciones específicas sobre estos países.

Fuente: UIT (2015, 2016a, 2016b).

## En los PMA es necesario un enfoque sectorial y sistémico holístico de la planificación y las políticas energéticas

### 1. Políticas y planificación sectoriales

La evolución de los sistemas eléctricos de los PMA, a medida que tratan de aprovechar las nuevas tecnologías y fuentes de energía, estará determinada por el espectro de las estructuras del mercado de la electricidad y por los contextos nacionales. Más allá del modelo estándar de reforma (sección C1), en la actualidad existe un creciente acervo de conocimientos sobre las posibles vías para la planificación y la formulación de políticas (IEA, 2017a; NREL, 2015). En la figura 4.6 se describen a grandes rasgos las principales vías. De todas ellas, los problemas estructurales y el acceso limitado característicos de los PMA apuntan a la adopción de tres vías, basadas en la integración vertical o la desagregación parcial:

- La vía adaptativa, con una empresa de servicios públicos integrada verticalmente que prioriza la generación de valor en lugar de la minimización de los costos.
- La vía reconstructiva, que utiliza nuevos mercados para facilitar la integración de las fuentes de energía limpia y optimizar los sistemas, aprendiendo de las anteriores experiencias de reestructuración.
- La vía de coordinación de la “base de la pirámide”, centrada en la aplicación de nuevos modelos

empresariales y opciones tecnológicas para acelerar el acceso.

Esos modelos implican un enfoque exhaustivo y coordinado del desarrollo del sistema eléctrico desde el principio, teniendo en cuenta los contextos locales, los objetivos y prioridades específicos del sector y otros objetivos y prioridades de desarrollo, las necesidades de financiación y los requisitos y capacidades regulatorios.

La planificación es particularmente importante para los sistemas eléctricos debido al desfase entre el tiempo necesario para establecer las redes de distribución y el requerido para construir las instalaciones de generación, lo que pone de relieve la necesidad de coordinar los procesos de planificación para la generación y transmisión (Chattopadhyay y otros, 2014; Bhattacharyya y Palit, 2016), así como la complementariedad entre las tecnologías de generación (capítulo 3). Esto es especialmente pertinente en el contexto de las iniciativas para ampliar el acceso e integrar las energías renovables en los sistemas eléctricos a través de una combinación óptima de generación centralizada y distribuida (Chattopadhyay y otros, 2014).

La fiabilidad óptima de los sistemas eléctricos, basada en todas las opciones y tecnologías disponibles para la generación y distribución al menor costo, requiere una planificación con un calendario que se ajuste al horizonte cronológico de las inversiones en nuevas instalaciones, que es de 30 a 40 años, y al proceso de desarrollo del sistema. La planificación debería tener en cuenta las opciones de suministro privado y público de electricidad y de financiación privada y pública. Por ejemplo, el suministro público a través de sistemas

Figura 4.6

#### Vías de transformación del sistema eléctrico

Condiciones iniciales		Posibles vías	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos niveles de acceso</li> <li>• Problemas estructurales (elevado costo de la facilitación del acceso y escasa capacidad de pago de grandes sectores de la población)</li> <li>• La empresa de servicios públicos es un comprador único</li> </ul>	Sistema integrado verticalmente/parcialmente desagregado	La vía <b>adaptativa</b> , con una empresa de servicios públicos integrada verticalmente que prioriza la generación de valor en lugar de la minimización de los costos (realineación)	
		La vía <b>reconstructiva</b> , que utiliza nuevos mercados para facilitar la integración de las fuentes de energía limpia y optimizar los sistemas, aprendiendo de las anteriores experiencias de reestructuración (revolución)	
		La vía de <b>coordinación de la base de la pirámide</b> , que prioriza el acceso acelerado a través de nuevos modelos empresariales y configuraciones tecnológicas que facilitan tanto la extensión de las redes como las soluciones de acceso adaptadas desde un punto de vista social (gradual)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de mercados mayoristas y minoristas de la electricidad competitivos</li> <li>• Intervienen operadores autónomos del sistema de transmisión y distribución</li> </ul>	Totally desagregada	La vía <b>evolutiva</b> , en la que los operadores del sistema de distribución innovan para impulsar el despliegue de la generación limpia y la flexibilidad del sistema, incentivados por marcos regulatorios y de políticas reajustados	

Fuente: Recopilación de la secretaría de la UNCTAD, basada en NREL (2015); IEA (2017a).

centralizados ofrece una oportunidad para aumentar la asequibilidad gracias a las subvenciones cruzadas, mientras que los sistemas distribuidos o autónomos operados a nivel local por el sector privado suelen tener como objetivo lograr la autosuficiencia financiera y la recuperación total de los costos de explotación y mantenimiento.

Es importante adoptar un enfoque sectorial y sistémico holístico para garantizar la viabilidad económica y la asequibilidad de los sistemas centralizados existentes mientras se desarrollan soluciones no conectadas a la red. Si bien las redes eléctricas de los PMA suelen abastecer a las zonas urbanas y periurbanas, donde por lo general se concentra la actividad industrial, la baja calidad y la escasa fiabilidad del suministro a menudo llevan a los grandes clientes, como los hoteles internacionales y las empresas medianas y grandes, a recurrir a la generación propia<sup>6</sup> como fuente principal en vez de complementaria. Esto priva a la empresa de servicios públicos de los elementos más rentables de la base de clientes y mantiene un círculo vicioso en el que las empresas de servicios públicos no pueden sufragar los gastos operacionales o financiar las inversiones en infraestructura necesarias.

Así pues, la incapacidad para ampliar el acceso es tanto una causa como una consecuencia de las dificultades financieras de las empresas de servicios públicos que no consiguen la viabilidad económica. También puede propiciar una situación de aumento de las subvenciones a los consumidores y los problemas económicos en que la mayoría de los consumidores tienen poca capacidad de pago, pero hay escasas posibilidades de subvenciones cruzadas, una cuestión de primer orden en los PMA (Estache y otros, 2015). En los PMA que utilizan el modelo de un único comprador de suministro de electricidad, los efectos adversos sobre la situación financiera de la empresa de servicios públicos se ven agravados por el incremento de las primas que reciben los productores independientes de electricidad debido al riesgo de impago en el marco de los PPA, e incluso pueden desalentar la participación de estos.

La capacidad o incapacidad de los sistemas centralizados de proporcionar electricidad de bajo costo puede tener efectos en cadena en la transformación estructural y la productividad. En caso de que la transición hacia las energías renovables dé lugar a un entorno que represente un alto costo para la industrialización, ello sería incompatible con el principio fundamental de la responsabilidad común pero diferenciada establecido en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), habida cuenta de la

---

## Deben tenerse debidamente en cuenta la coordinación entre los interesados, los vínculos entre las zonas rurales y urbanas y las consideraciones de género

---

muy escasa contribución de los PMA a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Bowen y Fjankhauser, 2011).

## 2. Coordinación de políticas

La planificación y la gestión eficaces de la transición a sistemas eléctricos menos contaminantes y más asequibles requiere la participación de múltiples interesados bajo el liderazgo claro de un organismo rector, a fin de velar por que se tengan en cuenta todos los objetivos y prioridades de desarrollo pertinentes, como la promoción de las inversiones, el acceso a la tecnología, el desarrollo industrial, la equidad de género, el desarrollo rural y urbano, la reducción de la pobreza y la sostenibilidad ambiental.

Las estructuras políticas en el sector de la electricidad no siempre son propicias para lograr un liderazgo claro y efectivo. En muchos PMA, los ministerios responsables de la gobernanza eléctrica tienen escasas competencias o comparten competencias con otras entidades. En las Islas Salomón y Somalia, por ejemplo, la política energética está fragmentada entre varios organismos gubernamentales que tienen una influencia directa o indirecta sobre el sector. En Myanmar, ocho ministerios se ocupan del sector de la energía (Nam y otros, 2015). Si no existe una coordinación eficaz, la participación de múltiples actores plantea retos en materia de gobernanza y preocupaciones en torno a la elaboración, la coherencia, la aplicación y la evaluación de las políticas, e inhibe los enfoques y perspectivas holísticos para la planificación, la formulación de políticas y la gobernanza sectorial en el plano nacional.

El predominio de los residentes rurales entre las personas sin acceso a la electricidad (capítulo 1) ha llevado a un número cada vez mayor de Gobiernos de los PMA a atribuir la competencia en materia de electrificación rural (a menudo con exclusión de los grandes proyectos hidroeléctricos) a estructuras de gobernanza independientes que dan prioridad a los sistemas distribuidos y a las energías renovables, en algunos casos bajo la responsabilidad de una autoridad ministerial distinta de la que se encarga de los sistemas centralizados establecidos desde hace tiempo. Esto puede reflejar en parte un reconocimiento de las

diferentes estructuras de gobernanza que requieren los sistemas distribuidos y la necesidad de evitar las demoras asociadas con la adaptación de los marcos de gobernanza existentes. Sin embargo, es posible que este enfoque no siempre sea indicativo de una política deliberada que esté respaldada por un marco de gobernanza adecuado, instituciones eficaces y una planificación coordinada.

La coordinación eficaz también puede mejorar la contribución del sector de la energía a otros objetivos de desarrollo. Además de facilitar el acceso a una variedad de servicios, como la inclusión financiera (especialmente porque las facturas de los servicios públicos se suelen aceptar como prueba para acreditar la identidad o el domicilio), la extensión de las redes puede apoyar la movilización de recursos nacionales y la lucha contra la evasión de impuestos. En un contexto de escasas capacidades institucionales y elevados niveles de informalidad, las conexiones a la red pueden favorecer la ampliación de la base tributaria ayudando a detectar las construcciones clandestinas y facilitando el establecimiento de registros de la propiedad y la recaudación de impuestos sobre los bienes inmuebles<sup>7</sup>. Al repartir la carga fiscal de manera más amplia, también se contribuye a consolidar la relación entre el Estado y los ciudadanos (Carnahan, 2015; FMI, 2015). Sin embargo, la disponibilidad de sistemas domésticos autónomos como alternativa a la conexión a la red puede limitar la eficacia de tales medidas.

### 3. Dinámica entre las zonas rurales y urbanas

En los PMA, las industrias eléctricas son a menudo duales y combinan los sistemas centralizados tradicionales en las ciudades, las grandes ciudades de provincias y los centros industriales con las zonas rurales mal atendidas, en las que la extensión de las redes se ve limitada por los bajos ingresos o las limitaciones logísticas. Por lo tanto, la planificación en el sector de la energía en los PMA requiere un atento examen de la relación entre los vínculos existentes entre las zonas rurales y las urbanas y la migración de unas a otras, la electrificación rural y la transformación estructural de las economías rurales, así como el papel de esta relación en el desarrollo inclusivo.

Los países en desarrollo se están urbanizando a un ritmo sin precedentes, lo que deja poco margen para la experimentación y el ajuste (Henderson, 2002) y genera riesgos de fallo en la infraestructura e inestabilidad social. Muchas ciudades en rápido crecimiento de los PMA se caracterizan por la ampliación o consolidación de los barrios marginales, lo cual favorece el aumento

de la pobreza y, en ocasiones, la desigualdad, y aproximadamente la mitad de los habitantes de los barrios marginales de los países en desarrollo en su conjunto tienen acceso a la electricidad a través de conexiones ilegales (ONU-Hábitat, 2016). Esto da lugar a costosos apagones, una mayor dependencia de la generación propia y pérdidas de ingresos debido al robo de electricidad, lo cual pone en peligro la calidad y la estabilidad del suministro y la viabilidad financiera de las empresas de servicios públicos. Además, incumbe a los planificadores urbanos comprender las repercusiones de la desigualdad en el acceso a la infraestructura (ONU-Hábitat, 2016). En los casos en que una gran proporción de hogares urbanos sin acceso a la electricidad vive en asentamientos informales y no autorizados, los esfuerzos para ampliar el acceso pueden verse limitados por la falta de tenencia legal de la tierra, por lo que probablemente sea necesario proceder al reasentamiento y a la adopción de medidas complementarias.

Los vínculos entre las zonas rurales y urbanas también tienen importantes consecuencias para la electrificación rural. Muchos países de Asia y África presentan una pauta de migración rural-urbana-rural temporal y circular, según la cual los trabajadores agrícolas buscan empleo en las zonas urbanas como trabajadores domésticos o trabajadores de temporada en el sector de la hostelería durante los períodos de inactividad agrícola (OIM, 2015; Srivastava y Kumar Pandey, 2017). Esto no significa necesariamente que los habitantes de las zonas rurales desconozcan la electricidad moderna o los electrodomésticos. Por lo tanto, las expectativas de las iniciativas de electrificación rural pueden ser muy altas y la decepción con las iniciativas limitadas a las necesidades básicas puede generar el descontento social, intensificando potencialmente la presión sobre las extensiones de las redes no planificadas y costosas (Acquah y otros, 2017). Si bien un enfoque gradual de la transformación rural puede ser apropiado en algunos contextos nacionales, no se debería asumir que la transformación rural es un proceso lineal.

La migración interna, regional e internacional también contribuye de forma sustancial a los ingresos de los hogares rurales de los PMA a través de las remesas, que probablemente sean un factor determinante que subyace a la “disposición a pagar” por la electricidad que se ha observado en las comunidades rurales<sup>8</sup>. Si bien se estima que alrededor del 75% de las remesas se destinan a satisfacer las necesidades inmediatas y las modalidades de uso varían mucho de un país a otro y de una fuente de remesas a otra, estas también pueden contribuir de manera significativa a la educación, la inversión productiva y la iniciativa empresarial. Por lo general, las remesas desde el exterior son mayores y

se utilizan más fácilmente para la inversión en capital físico (FIDA, 2017; Ratha y otros, 2011).

En algunos proyectos de electrificación rural, por ejemplo, en Bangladesh, se reconoce que la falta de acceso y la poca fiabilidad del suministro de electricidad pueden afectar de forma desproporcionada a las actividades generadoras de ingresos de las mujeres y, por lo tanto, se procura promover su participación en la toma de decisiones y determinar las oportunidades empresariales creadas para ellas. Sin embargo, no siempre queda claro que esas iniciativas contribuyan al empoderamiento de las mujeres, en particular porque pueden ser vulnerables a la apropiación por parte de los hombres una vez que se ha alcanzado cierto grado de rentabilidad y sus efectos dependen de otras cuestiones intersectoriales (ENERGIA, 2016). Tampoco contribuyen necesariamente a la transformación estructural de la economía si las oportunidades de generación de ingresos que ofrecen no son mayores que las de las actividades tradicionales. Así pues, puede ser necesario un enfoque de planificación más activo, concertado e integral para conseguir contribuciones significativas a la equidad de género y el empoderamiento de las mujeres.

Las consideraciones de género también refuerzan la importancia de garantizar niveles de acceso adecuados y apropiados. Es probable que para lograr un verdadero cambio en la dinámica de género se requiera un nivel de acceso a la electricidad suficiente para permitir que las mujeres abandonen las actividades productivas intensivas en mano de obra que dominan el sector agrícola, a las que suelen estar confinadas en algunos países.

Una cuestión relevante en las zonas rurales y urbanas es la repercusión considerable de las tecnologías de energía renovable en el uso de la tierra, la denominada “extensión energética” (Moroni y otros, 2016; Trainor y otros, 2016). La ordenación de las tierras y los recursos naturales es uno de los retos más serios a que se enfrentan los países en desarrollo (United Nations Interagency Framework Team for Preventive Action, 2012). Además de ser un importante activo económico y una fuente imprescindible de sustento, la tierra está estrechamente vinculada con la identidad, la historia y la cultura de la comunidad. De ahí que las cuestiones relativas a la tierra generen fácilmente conflictos.

Así pues, las necesidades en materia de tierras de los proyectos de energía renovable son una consideración fundamental en la planificación energética que exige una cuidadosa atención a la luz de los regímenes locales de tenencia de la tierra, que son muy dispares entre los distintos PMA y a menudo dentro de ellos. Puede ser necesaria la adopción de medidas específicas

por los Gobiernos con respecto a la ubicación de los proyectos energéticos, la aceptación social y los factores sociales, la limitación de la competencia en el uso de la tierra y la protección de la biodiversidad y el paisaje.

#### **4. Funciones del sector privado y de la comunidad**

La electrificación rural se está consolidando rápidamente como una oportunidad comercial. Cada vez más se ve a los clientes de la “base de la pirámide” como un importante mercado potencial para la energía y los nuevos modelos de negocio para el suministro de electricidad, estimado en 37.000 millones de dólares al año a nivel mundial (IFC, 2012); y esas estimaciones se consideran indicativas de una gran voluntad de pago por los servicios energéticos entre los hogares pobres. Esta percepción está ejerciendo presión sobre los Gobiernos de los PMA para que establezcan marcos y medidas de apoyo destinados a facilitar y aumentar la viabilidad comercial del suministro de electricidad con fines de lucro por empresas privadas a las poblaciones rurales desatendidas.

En las zonas rurales de los PMA, el sector privado se dedica principalmente al abastecimiento de dispositivos y sistemas para uso doméstico, como lámparas solares, sistemas de energía solar para uso doméstico y fogones de biomasa mejorados. También participa en mininstalaciones a nivel comunitario (que a menudo son alimentadas por generadores hidroeléctricos o diésel, pero cada vez más utilizando biomasa y energía solar y eólica) (IFC, 2012). Estas últimas abarcan desde las que suministran electricidad suficiente para alimentar dos bombillas y un electrodoméstico por hogar (iniciativa Energía para los Pobres de la República Democrática Popular Lao) hasta las similares a las de las empresas de servicios públicos que proporcionan electricidad suficiente para actividades como el bombeo de agua, la trituración y la molienda.

Si bien las actividades empresariales pueden apoyar el desarrollo de los sistemas autónomos de energía para uso doméstico, las minirredes con el potencial necesario para el uso productivo requieren un contexto institucional para la planificación, el funcionamiento, la fijación de precios y el mantenimiento (PwC, 2016; Bhattacharyya y Palit, 2016; Tenenbaum y otros, 2014; IFC, 2012). Por ende, suele desdibujarse la distinción entre el suministro puramente privado y público en este segmento.

Los modelos puramente comerciales de electrificación en red siguen siendo poco frecuentes, lo que se debe a los elevados costos y al limitado consumo de los

---

**La capacidad regulatoria es escasa en la mayoría de los PMA, lo cual pone de manifiesto las limitaciones financieras y de recursos humanos**

---

usuarios de bajos ingresos (Bhattacharyya y Palit, 2016; Pueyo y otros, 2013; Acquah y otros, 2017; IFC, 2012). Los sistemas de electrificación rural que se centran en la recuperación de los costos y la viabilidad comercial no han resultado ser necesariamente asequibles para la mayoría de los hogares pobres ni sostenibles. El interés del sector privado por las zonas más pobres y remotas no está en absoluto garantizado, y la atención prestada a los usos productivos ha sido, por lo general, escasa (Bhattacharyya, 2012).

Las cooperativas (con o sin fines de lucro) pueden impulsar el desarrollo sostenible y ofrecer un modelo exitoso para la electrificación rural con control local. En la India, las tarifas de conexión doméstica son cuatro veces más elevadas en las aldeas abastecidas por las cooperativas de energía que en las aldeas abastecidas por la Junta de Electricidad del estado en cuestión (OIT, 2013). Existen cooperativas de energía, por ejemplo, en Bangladesh, Camboya, Sudán del Sur y Uganda. El programa de Bangladesh, inspirado en el modelo de los Estados Unidos (recuadro 4.3) se considera uno de los de mayor éxito en el mundo en desarrollo. Las subvenciones y donaciones desempeñan un papel decisivo en el establecimiento de este tipo de cooperativas. Sin embargo, es posible que las iniciativas no logren consolidarse cuando existe un historial de proyectos fallidos (OIT, 2013), o cuando el nivel de servicios es demasiado bajo para mantener el interés (Acquah y otros, 2017); y el apoyo complementario a las actividades generadoras de ingresos es importante para la sostenibilidad.

## 5. Regulación y capacidad regulatoria

La adopción de fuentes de energía renovables puede diversificar las combinaciones de fuentes de energía y acelerar el acceso de las zonas rurales a la electricidad; ahora bien, si el objetivo es aumentar la resiliencia del sistema, debe ir acompañada de políticas, reglamentos y códigos apropiados (Cox y otros, 2016). Sin embargo, la mayoría de los PMA tienen una capacidad limitada de regulación de la electricidad, lo que refleja las restricciones financieras y la falta de personal con los conocimientos y la experiencia necesarios.

El fomento de la capacidad regulatoria es un proceso que suele durar varios años; y las instituciones encargadas de la regulación de la electricidad en la mayoría de los PMA son de creación bastante reciente. Muy pocas se establecieron antes de 2000, una mayoría después de 2005 y un número considerable a partir de 2010. Por lo tanto, en un sector muy complejo y cada vez más multidimensional, es poco probable que muchas de estas instituciones posean conocimientos sólidos en materia de regulación o el elevado nivel de experiencia y acceso a los recursos y la información necesario para el uso eficaz de los instrumentos regulatorios.

La experiencia de la reforma estructural en el sector eléctrico —aprendizaje en la práctica— es en sí misma un aspecto fundamental del fortalecimiento de la capacidad regulatoria. Sin embargo, incluso los PMA que han emprendido reformas amplias y se han beneficiado de asistencia técnica en materia de política sectorial y regulatoria durante un período prolongado pueden seguir enfrentándose a retos con respecto a la capacidad regulatoria. Malí, por ejemplo, ha puesto en marcha una serie de reformas e instrumentos legislativos y reglamentarios en el sector de la electricidad desde 1998, en particular la Política Energética Nacional de 2006 y la Estrategia Nacional para el Desarrollo de las Energías Renovables, que han abierto el sector a los operadores privados y han redefinido el papel del

### Recuadro 4.3. Las cooperativas rurales en los Estados Unidos

En el decenio de 1930, el 90% de los hogares rurales de los Estados Unidos carecía de acceso a la electricidad, mientras que el 90% de los hogares urbanos tenía acceso a ella, con lo que la mayoría de las economías rurales dependían fundamentalmente de las actividades agrícolas. Dado que los elevados costos de desarrollo y los escasos márgenes de beneficio disuadían a las empresas de servicios públicos propiedad de inversores de expandirse en las zonas rurales, como sucede actualmente en los PMA, la mayor parte de la electrificación rural se produjo a través de cooperativas eléctricas sin fines de lucro propiedad de los consumidores. La Administración de Electrificación Rural (REA), creada en 1935 en el marco del *New Deal*, impulsó la Ley de Sociedades Cooperativas Eléctricas aprobada por el Congreso en 1936. En 1953, los fondos proporcionados por la REA a las cooperativas para establecer líneas y prestar servicios sin fines de lucro facilitaron el acceso a la electricidad a más del 90% de las explotaciones agrícolas de los Estados Unidos. En 2009, las cooperativas abastecieron al 12% de los consumidores nacionales (42 millones de personas) en 47 estados.

En la actualidad, la REA ha pasado a denominarse Organismo de Servicios Públicos Rurales (RUS), adscrito al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

*Fuente:* Deller y otros (2009); <https://www.electric.coop/our-organization/history/> (consultado en julio de 2017).

Estado. Asimismo, en 2005 se estableció el Fondo de Electrificación Rural, y se han formulado estrategias sobre los biocombustibles y la adaptación al cambio climático. Sin embargo, incluso en 2011, ni la Dirección Nacional de Energía ni el organismo regulador (Comisión Nacional de Energía) eran operativos, y la función de este último seguía sin estar bien definida. La cohesión entre los diversos mecanismos e instituciones creados era escasa, la aplicación de las políticas existentes era deficiente y no existía ningún mecanismo eficaz para evaluar y actualizar la Política Nacional de Energía (Banco Africano de Desarrollo, 2015).

Los sistemas eléctricos distribuidos y locales aumentan aún más las necesidades y los desafíos regulatorios, ya que a menudo implican una gestión local y un elevado nivel de participación de los beneficiarios; y los ciudadanos de las zonas rurales desempeñan un papel fundamental en la prevención, la detección y la solución de los problemas en el suministro de electricidad renovable en esas zonas. Desde una perspectiva regulatoria, esto entraña una posible proliferación tanto de los actores del mercado como de las instituciones locales en los sectores energéticos nacionales. Confiere asimismo a los Gobiernos la responsabilidad primordial de determinar las funciones de los distintos actores; fijar las reglas del juego y asegurar su cumplimiento; establecer normas técnicas y de seguridad; y planificar el desarrollo humano. La protección del consumidor y las salvaguardias contra el abuso de posición dominante en el mercado también pueden ser aspectos que cabe tener en cuenta cuando los propietarios de las micro o miniredes lleguen a un monopolio efectivo a nivel local.

## 6. Comercio internacional y cooperación regional

El comercio de electricidad puede ayudar a reducir los precios, mitigar las crisis energéticas, aliviar la escasez y facilitar la transición hacia una energía más limpia, al tiempo que aumenta la flexibilidad en la integración de las energías renovables variables mediante el fomento de la integración del mercado (Pollitt y McKenna, 2014; REN21, 2017). La transición hacia sistemas más sostenibles desde el punto de vista ambiental puede provocar escasez de capacidad de generación, como ha ocurrido incluso en algunos países europeos (Deloitte, 2015). La especial vulnerabilidad de los PMA a los fenómenos meteorológicos extremos, los efectos del cambio climático y los cortes de luz refuerza los posibles beneficios que reporta el comercio de electricidad, así como las posibilidades de “islanding” (funcionamiento independiente de las redes locales en caso de fallo de la red general) que ofrece la generación distribuida.

Los PMA de varias regiones aplican enfoques bilaterales, regionales o multilaterales para coordinar y aunar esfuerzos a fin de crear infraestructuras e instalaciones comunes con el objetivo de reducir las necesidades de inversión en capital de cada país y rebajar los gastos operacionales del sistema (Banco Mundial, 2008). Si bien muchos PMA son miembros de consorcios eléctricos o de iniciativas comerciales (cuadro 4.1), algunos se ven limitados por la falta de interconexión o por la congestión de la transmisión en los países de tránsito. El Consorcio de Energía Eléctrica de África Austral (SAPP) puede representar un mercado de comercio regional que puede aprovecharse para atraer la inversión (ICA, 2011).

### Cuadro 4.1

#### Cooperación regional en materia de comercio de electricidad

Iniciativa	Fecha de cooperación	Miembros de los PMA
Iniciativa Corredor de Energía Limpia de África	2014	Angola, Burundi, Djibouti, Etiopía, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Sudán, Uganda y Zambia
Plan de Acción de la ASEAN para la Cooperación en materia de Energía (APAEC) 2016-2025	2016	Camboya, Myanmar y República Democrática Popular Lao
Consorcio de Energía Eléctrica de África Oriental (EAPP)	2005	Burundi, Etiopía, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Sudán y Uganda
Subregión del Gran Mekong	1992	Camboya, Myanmar y República Democrática Popular Lao
Consorcio de Energía Eléctrica de África Austral (SAPP)	1995	Angola, Lesotho, Malawi, Mozambique, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania y Zambia
Consorcio de Energía Eléctrica de África Occidental (WAPP)	2006	Benin, Burkina Faso, Gambia, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Malí, Níger, Senegal, Sierra Leona y Togo
“Acuerdo marco” para la cooperación regional en materia de electricidad suscrito en el contexto de la Asociación de Asia Meridional para la Cooperación Regional (SAARC)	2014	Afganistán, Bangladesh, Bhután y Nepal

Fuente: Secretaría de la UNCTAD.

#### Recuadro 4.4. Comercio internacional de electricidad

Los acuerdos comerciales (como ponen de manifiesto las iniciativas descritas en el cuadro 1) han tendido a consolidar el comercio internacional de electricidad, ya sea proporcionando una base para los consorcios eléctricos o mediante contratos de comercio de electricidad y memorandos de entendimiento o acuerdos de carácter bilateral. La mayoría de los proyectos regionales de generación son iniciados por empresas eléctricas, aunque hay excepciones, como la presa de Manantali, cuya construcción finalizó en 1987, una iniciativa conjunta de Malí, el Senegal y Mauritania para desarrollar el potencial agrícola e hidroeléctrico del río Bafing, que puso en marcha su organización conjunta para la gestión de los recursos hídricos (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal).

Los acuerdos comerciales o los marcos jurídicos y regulatorios compensan el actual marco inadecuado y fragmentado de las normas de la Organización Mundial del Comercio (OMC) sobre el comercio de electricidad. Ello se debe en parte a que el suministro y comercio de electricidad combina bienes y servicios (véase la sección B) e implica otros objetivos de los poderes públicos (Oseni y Pollitt, 2014: 23; Cossy, 2009; OMC, 2010). Las normas de la OMC no contienen disposiciones específicas en materia de electricidad. De hecho, los servicios de energía no se incluyeron en las negociaciones de la Ronda Uruguay. Sin embargo, la electricidad se clasifica como un “bien” en las estadísticas del comercio internacional y el Acuerdo sobre Valoración en Aduana de la OMC es una de las normas pertinentes de la OMC en el contexto del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) para el comercio de electricidad. Además, el Acuerdo General sobre el Comercio de Servicios (AGCS) constituye un marco para el comercio transfronterizo de servicios, incluidos los aspectos del comercio de electricidad relacionados con su transmisión. Ahora bien, ni el GATT ni el AGCS permiten una regulación integrada, global o coherente del comercio de electricidad y energía. Hasta la fecha se han asumido pocos compromisos en virtud del AGCS respecto de los servicios de transporte de energía en el marco del Acuerdo.

El comercio de electricidad puede adoptar la forma de un modelo de comprador único, en que solo un agente está autorizado a importar (exportar) electricidad de (a) otras zonas de control interconectadas. Este modelo es común en los mercados de los PMA y los OPD dominados por un proveedor monopolista regulado por ley (secciones B1 y C2). También se puede autorizar a todos o varios de los agentes que operan en una jurisdicción a importar o exportar energía desde o hacia otras zonas de control interconectadas. Este modelo es obligatorio en la Unión Europea y en muchas otras jurisdicciones liberalizadas de los Estados Unidos, el Canadá y América Latina, donde múltiples operadores en diferentes segmentos de la cadena de suministro de electricidad están presentes y participan en el comercio internacional de electricidad.

La cooperación y el comercio en materia de electricidad pueden generar economías de escala en las inversiones; fortalecer la capacidad de financiación del sector eléctrico; intensificar la competencia y mejorar la eficiencia del sector; incrementar la diversidad de la carga y el combustible; facilitar la penetración de la electricidad renovable eficaz en función de los costos; hacer frente a la variabilidad estacional en la generación; prestar apoyo de emergencia; proporcionar un mercado para la generación excedentaria; y, en general, aumentar la seguridad y la solidez de los sistemas nacionales de electricidad participantes.

El comercio de electricidad exige una infraestructura considerable para garantizar la interconexión de los diferentes sistemas de transmisión de electricidad a través de las fronteras nacionales. Además, deben seleccionarse, acordarse y aplicarse los códigos de red complementarios para la infraestructura de transmisión transfronteriza y los acuerdos conexos a fin de facilitar la interoperabilidad de los sistemas diseñados a nivel nacional. Asimismo, para lograr un comercio transfronterizo de electricidad eficiente se requiere la armonización de las normas en los mercados de electricidad interconectados. La interoperabilidad y la facilitación del comercio pueden promoverse mediante la creación de un organismo regulador general como la Asociación de Reguladores Regionales de la Electricidad de África Austral (RERA), establecida en 2002. Entre las funciones de esta asociación figuran facilitar la armonización de la política industrial y la legislación y reglamentación en materia de comercio transfronterizo, elaborar las condiciones de acceso a la capacidad de transmisión y fijar tarifas transfronterizas y formular recomendaciones sobre cuestiones que afectan a la eficiencia económica de las interconexiones eléctricas y al comercio de electricidad entre sus miembros. La RERA publicó directrices reguladoras en 2010.

El establecimiento de acuerdos regionales para la cooperación y el comercio en el sector de la energía eléctrica y para la planificación, el desarrollo y la ejecución de la infraestructura conexas puede llevar tiempo. Por ejemplo, la cooperación en el sector de la electricidad en la subregión del Gran Mekong comenzó hace dos decenios y sigue evolucionando. Del mismo modo, el Consorcio de Energía Eléctrica de África Occidental, creado en 2006, no adoptó medidas para diseñar y desarrollar los modelos de mercado y las normas para los intercambios de energía entre las empresas de servicios públicos de sus miembros hasta 2015.

En todos los países, ya sean desarrollados o en desarrollo, la lentitud de los avances en la activación del comercio transfronterizo de electricidad puede atribuirse a cuestiones técnicas, operacionales, políticas y comerciales. Si bien los mercados liberalizados se sustentan a menudo en procedimientos basados en el mercado para el comercio de electricidad, los países en desarrollo han tendido a recurrir a contratos de suministro a largo plazo que confieren una estabilidad algo mayor a los precios y al suministro y mitigan el riesgo político y comercial de los socios comerciales.

Cabe señalar que el comercio regional de electricidad no está exento del ejercicio del poder de mercado. Por ejemplo, el posible comportamiento de fijación de precios predatorios en el marco del SAPP suscita inquietud. Si bien el diseño y la regulación sofisticados del mercado no son un requisito previo para el comercio de electricidad, puede ser conveniente considerar la posibilidad de regular la competencia, especialmente en el contexto de los países en desarrollo.

*Fuente:* Oseni y Pollitt (2014); Parlamento Europeo (2016); Banco Mundial (2008); Singh y otros (2015). Marhold (2013); Cottier (2011).

En la medida en que los planes nacionales, subregionales y regionales de electrificación den prioridad a la ampliación de las redes nacionales y las interconexiones regionales, es necesario lograr la coherencia con los programas de electrificación rural, lo cual subraya la necesidad de la coordinación de políticas y la adopción de enfoques que abarquen todo el sistema. Algunas zonas rurales cercanas a las instalaciones de generación de los países vecinos pueden abastecerse más fácilmente o a un menor costo gracias a las importaciones de electricidad. Asimismo, las fuentes de energía renovable en esas zonas pueden ofrecer oportunidades para las exportaciones de electricidad a las zonas adyacentes de los países vecinos.

## E. Conclusión

El contexto de las estructuras del mercado de la electricidad y de las medidas de gobernanza está de nuevo en un estado de transformación. La evolución actual parece indicar un mayor papel del sector privado en los sistemas eléctricos de los PMA, a diferencia de lo ocurrido en las anteriores rondas de liberalización del sector. Al tratar de aprovechar la participación del sector privado en sus sistemas nacionales, los PMA pueden extraer enseñanzas de las deficiencias de las reformas en los OPD en los últimos 20 años. Los sistemas de gobernanza de la electricidad a menudo se adaptan o pueden adaptarse a las condiciones nacionales o a las peculiaridades de cada país. El hecho de que la electricidad sea un servicio con características monopolísticas y de gran importancia social y económica constituye la principal razón de muchos de los retos de gobernanza que se plantean en los PMA. Cabe esperar que las consideraciones políticas, reforzadas por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las consideraciones de asequibilidad, mantengan su importancia relativa, junto con los fundamentos tecnológicos y de mercado, en la configuración de la gobernanza del sector eléctrico en un futuro previsible.

Asimismo, el entorno del sector eléctrico está evolucionando rápidamente como resultado de los grandes cambios que se han producido en las tecnologías y sus costos relativos, a los que se agregan las preocupaciones por el cambio climático y el creciente énfasis puesto en los objetivos ambientales.

La incorporación de fuentes renovables de generación de electricidad puede tener un impacto significativo en la eficiencia, la ampliación y la mejora de los sistemas eléctricos nacionales. Sin embargo, la manera en que las energías renovables se incorporan a los sistemas existentes tendrá consecuencias para la viabilidad y el costo de los servicios prestados, y las inversiones simultáneas en las TIC y la capacidad regulatoria son un importante factor contingente para maximizar la eficiencia y aprovechar al máximo el potencial de las nuevas tecnologías. Para atender las preocupaciones en materia de seguridad energética asociadas al logro de la transformación estructural de la economía, los PMA necesitarán una gran capacidad de previsión y sólidos conocimientos técnicos. A este respecto, deberán tenerse en cuenta una amplia gama de intereses sociales legítimos y los diversos intereses políticos y de los usuarios. En un contexto de graves limitaciones de la capacidad institucional, ello está planteando numerosos retos para la gobernanza sectorial.

Se espera que la planificación estratégica y la capacidad regulatoria sean factores decisivos para acelerar la inversión y coordinar las inversiones de un mayor número de inversores, probablemente no públicos. Si bien el intercambio de mejores prácticas es conveniente y útil, los PMA están sujetos a condiciones considerablemente distintas de las de los países que han experimentado una transformación de su economía con anterioridad. Los sectores eléctricos pueden estructurarse de diferentes maneras y las transformaciones de la electricidad pueden adoptar diferentes vías dependiendo del legado del pasado, así como de las etapas de transformación previamente alcanzadas. Las condiciones iniciales serán importantes a este respecto y reforzarán los argumentos a favor de la adopción de enfoques exhaustivos, conjuntos y medidos para las reformas del mercado y la gobernanza, teniendo en cuenta las particularidades de cada país. Además, es poco probable que se puedan quemar etapas por accidente; los PMA tendrán que fijárselo como objetivo específico.

Para hacer frente a estos múltiples desafíos será fundamental la coordinación de las políticas, recabando la participación de las partes interesadas en todas las dimensiones pertinentes del desarrollo bajo el claro liderazgo de un único organismo.

## Notas

- 1 Puede consultarse en <https://www.iea.org/topics/energysecurity/>.
- 2 Sobre la base de los datos relativos al panorama general de la producción, el consumo y el mercado eléctrico de EUROSTAT ([http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_production,\\_consumption\\_and\\_market\\_overview](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_production,_consumption_and_market_overview) (consultado en abril de 2017).
- 3 Power Africa incluye los recursos colectivos de los Gobiernos del Canadá, los Estados Unidos, Francia, el Japón, Noruega y Suecia; instituciones como el Grupo del Banco Mundial, el Banco Africano de Desarrollo, la Unión Europea, el Banco de Desarrollo de África Austral, la Nueva Alianza para el Desarrollo de África de la Unión Africana, la iniciativa de las Naciones Unidas Energía Sostenible para Todos, la Agencia Internacional de Energías Renovables, la Corporación de Desarrollo Industrial de Sudáfrica y el Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido; y más de 100 empresas privadas (<https://www.usaid.gov/powerafrica/partners>, consultado en abril de 2017).
- 4 <https://www.mcc.gov/initiatives/initiative/power-africa>, consultado en abril de 2017.
- 5 Véase también Ola (2016).
- 6 Se trata también de una práctica habitual con respecto a las actividades de minería en gran escala o turísticas que se llevan a cabo fuera de las zonas urbanas y abastecidas por la red.
- 7 Los estudios monográficos de países en el contexto de la investigación sobre las medidas empleadas en los países africanos para combatir los flujos financieros ilícitos realizada por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para África en 2016 puso de manifiesto que la extensión de las redes había demostrado ser un instrumento eficaz en este sentido.
- 8 Algunos de los nuevos canales de transferencia de remesas que se están desarrollando para explotar esos mercados permiten el pago electrónico de las facturas de familiares, incluidas las de la luz, en los países de origen.



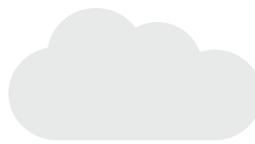
# PRINCIPAL RETO: conciliar la sostenibilidad financiera y la asequibilidad



## TENDENCIAS EN LA FINANCIACIÓN PARA EL DESARROLLO



**Creciente** importancia del endeudamiento soberano y de la financiación Sur-Sur



3.000 millones



Asistencia oficial para el desarrollo



12.000 millones



Bajo

~ 40.000 millones



Elevado

**Costo anual estimado** para atender las necesidades básicas de los hogares en los PMA, incluso sin acceso a la energía para la transformación estructural de la economía

RIESGO E INCERTIDUMBRE



24%-40% Aumento del **costo** de la financiación comercial debido al riesgo y la incertidumbre

# **CAPÍTULO 5**

La financiación de un  
suministro eléctrico  
moderno



# CAPÍTULO 5

## La financiación de un suministro eléctrico moderno

<b>A. Introducción</b>	<b>121</b>
<b>B. Fundamentos del sector eléctrico: financiación</b>	<b>121</b>
1. La economía del sector eléctrico: intersecciones con la financiación privada	121
a. Costos fijos y costos hundidos	121
b. Longevidad y riesgo	122
c. Opacidad	123
d. La inercia del carbono ( <i>carbon lock-in</i> )	123
2. Sostenibilidad financiera y asequibilidad	124
a. Fijación de tarifas que reflejen los costos	124
b. El aumento de la capacidad de pago	127
c. Reorientación de las subvenciones	127
d. Gestión en el lado de la demanda	129
<b>C. Estimación del déficit de financiación de la infraestructura eléctrica de los PMA</b>	<b>130</b>
<b>D. Financiación de la inversión en infraestructura eléctrica: tendencias y perspectivas</b>	<b>131</b>
1. Últimas tendencias en movilización de recursos	131
a. Recursos públicos internos	131
b. Financiación pública internacional para el desarrollo	132
c. Financiación público-privada	136
d. Endeudamiento soberano	138
2. Perspectivas de la financiación externa	139
a. Financiación pública internacional para el desarrollo, ¿un espacio en contracción?	139
b. Nuevas normas mundiales del sector financiero	140
c. El auge de los fondos relacionados con la infraestructura y la energía	141
d. Financiación Sur-Sur	144
e. Financiación interna	145
<b>E. Conclusión</b>	<b>145</b>
Notas	146

## A. Introducción

La financiación será uno de los retos más importantes para la enorme expansión y modernización de los sistemas eléctricos de los países menos adelantados (PMA) que son necesarias para lograr el acceso universal de aquí a 2030, y sobre todo para incrementar la inversión que conlleva el acceso a la energía con miras a la transformación estructural de la economía. Sin embargo, así como las particularidades de la oferta de energía tienen consecuencias para las estructuras de mercado y los dispositivos de gobernanza adecuados para el sector, también la naturaleza de las inversiones en el sector plantea determinados problemas y desafíos para su financiación.

En el presente capítulo se examinan estas cuestiones y la consiguiente tensión entre la asequibilidad del suministro eléctrico y la sostenibilidad financiera de las inversiones que se requieren. También se presentan una serie de estimaciones indicativas de los costos de las inversiones necesarias para lograr el acceso universal a la electricidad y el acceso a la energía con miras a la transformación estructural en los PMA de aquí a 2030, y se examinan las últimas tendencias, y perspectivas, en relación con las posibles fuentes de financiación de esas inversiones.

## B. Fundamentos del sector eléctrico: financiación

### 1. La economía del sector eléctrico: intersecciones con la financiación privada

Las inversiones en infraestructura son sumamente dependientes del acceso a la financiación a largo plazo. En los PMA la financiación a largo plazo es escasa y la financiación pública externa no ha sido suficiente para compensar el déficit interno. Hay que estudiar, pues, el recurso a otras fuentes de financiación del desarrollo, como los inversores comerciales e institucionales (por ejemplo, fondos de pensiones, aseguradoras y fondos soberanos).

Esas fuentes alternativas de financiación a largo plazo obedecen, por lo general, a motivos y apetitos de riesgo distintos de los inversores públicos. Esta diferencia plantea una serie de problemas, pues la naturaleza de los activos de infraestructura tiene repercusiones en la estructura y el costo de la financiación.

La electricidad es una clase especial de activos de infraestructura que plantea unos retos específicos propios. Al igual que otros proyectos de infraestructura,

### Algunas características de las inversiones en el sector eléctrico complican la financiación privada...

no se presta a la inversión privada directa porque la financiación que requiere normalmente es muy elevada. Además, no es probable que todos los proyectos eléctricos generen un flujo de ingresos exclusivamente para los inversores, especialmente en algunos PMA donde una gran parte de la población tiene una capacidad de pago limitada. La mayoría de los proyectos de construcción de nueva infraestructura capitaneados por el sector privado, incluidos los proyectos del sector eléctrico, se suelen financiar mediante la financiación sindicada<sup>1</sup>. La ejecución de un proyecto está sujeta a riesgos e imponderables importantes y requiere una constante inversión en tiempo, así como en recursos financieros y políticos (Springer, 2013; USAID, 2014).

Las características del sector eléctrico que a continuación se exponen tienden a complicar la financiación privada.

#### a. Costos fijos y costos hundidos

Como ocurre con otros procesos productivos, generar, transmitir y distribuir electricidad entraña costos fijos y costos variables. En cuanto a la generación, los costos fijos reflejan el costo de los terrenos y de la construcción de la central y son invariables independientemente de la cantidad de electricidad producida o utilizada; aunque pueden ser diferentes en función de cuál sea la tecnología de generación utilizada.

El sector eléctrico, de entrada, tiene que acometer unas inversiones considerables antes de que sea posible recuperarlas. En particular, la red de transmisión y distribución se caracteriza por unos enormes costos fijos e inversiones irreversibles en activos idiosincráticos (específicos) y no realizables. Estas características obligan a los inversores a realizar un análisis y una asignación de riesgos de gran complejidad. Además, toda decisión de inversión en esas condiciones implica ejercer una "opción de compra" (la opción de realizar una inversión productiva en cualquier momento del futuro) (Kim y Kung, 2013; Pindyck, 2008). Cuando la inversión es irreversible y el futuro entorno económico es incierto, los participantes en el mercado recurren a estrategias para mitigar la imposibilidad de desinvertir cuando las condiciones económicas son adversas. Con ello se crea un incentivo *ex ante* para demorar la inversión cuando cunde la incertidumbre sobre la rentabilidad futura de sus inversiones.

---

**... por ejemplo, los grandes costos iniciales,  
las inversiones irreversibles, la gran  
incertidumbre y los riesgos y las ataduras  
del carbono**

---

Las tecnologías de generación a partir de fuentes renovables distintas de la energía hidroeléctrica, como la eólica y la solar, también se caracterizan por unos elevados costos fijos, a pesar de que estos costos son muy inferiores a los de las grandes plantas térmicas centralizadas y alimentadas por combustibles fósiles o por otras fuentes renovables, como las centrales nucleares e hidroeléctricas. Como también ocurre con la transmisión y la distribución en los sistemas eléctricos tradicionales, su estructura de costos está dominada por el costo de los terrenos y la capacidad instalada inicial. Su principal ventaja sobre las tecnologías de generación basadas en los combustibles fósiles es que son relativamente bajos los costos variables de funcionamiento y mantenimiento, así como los del combustible (Borenstein, 2016; IDC, 2012).

Algunos estudios estiman que en los países en desarrollo hay que sumar al costo de las instalaciones a escala industrial de energía eólica y solar fotovoltaica el costo y las condiciones de la deuda, que puede suponer entre un 24% y un 40% adicional (Nelson y Shrimali, 2014; Waissbein y otros, 2013).

#### **b. Longevidad y riesgo**

Los inversores del sector privado buscan inversiones seguras a largo plazo que generen un valioso rendimiento en relación con el capital invertido. Es probable que los proyectos de infraestructura no generen corrientes de efectivo positivas en las primeras fases. Suelen presentar riesgos y costos elevados debido a lo prolongado del proceso previo de desarrollo y de su construcción. Es raro que los países puedan mantener una cartera de grandes proyectos de infraestructura listos para ser ejecutados y con las correspondientes evaluaciones de riesgos ya realizadas. Para los países en desarrollo, esta cuestión supone un obstáculo importante y un impedimento por su costo, en particular para conseguir financiación privada para proyectos de infraestructura (UNCTAD, 2014d; Sy y Copley, 2017). Además, la infraestructura económica normalmente suele tener una vida útil de 25 años o más. Los proyectos de larga duración y vida útil están plagados de incertidumbres y generan importantes necesidades de financiación, sin contar que los inversores tienen que dedicar recursos para comprender y gestionar exclusivamente los riesgos

específicos del proyecto. Por añadidura, los PMA están en una situación de desventaja, por cuanto una parte importante de sus necesidades de infraestructura eléctrica probablemente exija inversiones en nuevas instalaciones, que presentan un mayor riesgo que los proyectos de ampliación o modernización (OCDE, 2015a).

Los riesgos relacionados con el país pueden ser muy subjetivos y diferentes cuando las condiciones concretas son difíciles de cuantificar, y, por tanto, difíciles de valorar (OCDE, 2015b). La impresión es que las incertidumbres y los riesgos son tanto mayores cuanto más débil y menos estable sea la situación económica y financiera de los PMA. El riesgo específico de un país se suele abordar mediante un ajuste al alza del tipo de descuento, lo que puede dar lugar a que los costos del capital lleguen a ser elevados (Griffith-Jones y Kollatz, 2015; OCDE, 2015b; Bekaert y otros, 2015; Presbitero y otros, 2015).

Los riesgos comúnmente evaluados en el sector eléctrico de los PMA son la escasa solvencia económica de los consumidores; la inexistencia de marcos para orientar la participación del sector privado y la percepción del riesgo regulatorio que generan los monopolios y empresas de servicio público sujetas a un mandato social y la incertidumbre política. En el cuadro 5.1 figura una clasificación de los riesgos que presentan los activos de infraestructura.

Las garantías son la principal palanca (el 60%) de la inversión privada en infraestructura, pero los proyectos de energía son los que más se benefician de esos instrumentos en los países de renta media (OCDE, 2015b). Entre 2012 y 2014, la parte correspondiente a los países de renta media de los fondos movilizados por medio de garantías, préstamos sindicados y adquisición de acciones fue del 72,3%. La parte correspondiente a los PMA fue del 8%, y la de otros países de renta baja, el 2%. Los países en desarrollo de África (29,1%) fueron los que más se beneficiaron, seguidos de los de Asia (27,2%) y de los del continente americano (21,1%) (OCDE, 2016a). El actual conjunto de instrumentos de atenuación de riesgos utilizado por las instituciones financieras internacionales para atraer inversores institucionales ha sido considerado complejo y no normalizado y, por consiguiente, demasiado engorroso y costoso para su utilización por el sector privado (Foro Económico Mundial, 2016).

Las medidas encaminadas a mejorar el entorno institucional (como los planes de desarrollo de la infraestructura estables y a largo plazo, la mejora de la aceptación social de nuevos planteamientos del desarrollo de la infraestructura, la elaboración de estudios de viabilidad y la preparación de una cartera

Cuadro 5.1

## Clasificación de los riesgos que presentan los activos de infraestructura

Categorías de riesgos	Fase de desarrollo	Fase de construcción	Fase de funcionamiento	Fase de terminación	
Políticos y regulatorios	Evaluación ambiental	Anulación de permisos	Cambio en la regulación tarifaria	Duración del contrato	
	Aumento de los costos previos a la construcción (mayor duración de la tramitación de los permisos)	Renegociación del contrato		Cierre	
				Transferencia de activos	
	Convertibilidad de la moneda				
	Cambio en la fiscalidad				
	Aceptación social				
Cambios en el entorno regulatorio y legal					
Macroeconómicos y empresariales	Financiación previa		Impago de la contraparte		
	Disponibilidad de financiación		Riesgo de refinanciación		
			Liquidez		
			Volatilidad de la demanda/riesgo de mercado		
	Inflación				
	Tipos de interés reales				
	Fluctuación de los tipos de cambio				
Técnicos	Gobernanza y gestión del proyecto			Valor terminal distinto del esperado	
	Ambientales				
	Viabilidad del proyecto	Retrasos en la construcción y sobrecostos	Déficit cualitativo de la estructura física/servicio		
	Arqueológicos				
	Tecnología y obsolescencia				
	Fuerza mayor				

Fuente: OCDE (2015b), cuadro 1.

de potenciales proyectos de infraestructura viables, y la mejora de la certidumbre en el ámbito de los permisos y la definición de los aranceles) es la receta habitual que permite a los Gobiernos influir en los riesgos políticos y regulatorios (OCDE, 2015b).

### c. Opacidad

Los proyectos de infraestructura, por lo general, adolecen de falta de transparencia. El secreto comercial, las diversas estructuras de los proyectos y las diferencias entre distintas tecnologías de generación propician una mayor opacidad financiera de los proyectos. No hay proyecto eléctrico que sea igual a otro, aun cuando se utilice la misma tecnología, porque las condiciones locales influyen en el rendimiento de la tecnología. Además, la información que necesitan los inversores para evaluar los riesgos relacionados con las estructuras y el mercado es a menudo inexistente en los PMA, lo que contribuye a elevar el nivel de riesgo.

### d. La inercia del carbono (*carbon lock-in*)

El concepto de inercia del carbono o dependencia condicionada por la trayectoria se ha utilizado ampliamente para explicar la persistencia de los sistemas tecnológicos basados en combustibles

fósiles, a pesar de sus perjudiciales consecuencias para el medio ambiente (Erickson y otros, 2015; Lehmann y otros 2012; SEI 2015; Economic Consulting Associates 2015; Klitkou y otros, 2015). Aunque no se considere que la dependencia condicionada por la trayectoria no sea por sí misma ni positiva ni negativa, esta pauta hace que aumente la probabilidad de que se adopten decisiones de política económica que sirvan para reducir o incluso excluir la adopción de tecnologías alternativas, especialmente en una situación de incertidumbre (Lehmann y otros, 2012). Por consiguiente, en la medida en que pueda saciar el apetito inversor del sector privado o reforzar su percepción de riesgos regulatorios, la inercia del carbono puede ser un factor que permita la obtención de un crédito comercial. Puede ser especialmente importante en el caso de las energías renovables y en un entorno mundial en el que los gestores de fondos y los actores empresariales se sienten cada vez más preocupados por presentar unas credenciales ecológicas.

Los rendimientos crecientes a escala y los grandes costos fijos y hundidos que suponen los sistemas eléctricos heredados pueden contribuir a la inercia del

## Hay tensiones en los PMA entre la asequibilidad y la viabilidad financiera de los sistemas eléctricos

carbono, especialmente cuando los recursos naturales son abundantes y los precios, bajos. Por ejemplo, un tipo de generación centralizada a escala industrial con combustibles fósiles puede ser una fuente estable y relativamente barata de suministro de energía eléctrica y sigue siendo una de las vías favoritas para ampliar y obtener una capacidad de generación de carga base. Otros factores que contribuyen a este fin son la larga vida útil de las tecnologías de generación y los contratos a largo plazo de compra de electricidad o combustible que son habituales en el caso de las tecnologías de generación heredadas y de las renovables.

En principio, donde el riesgo que entraña la inercia del carbono puede ser más limitado es en los PMA que tienen un sistema eléctrico naciente, decrépito o anticuado, los que tienen un sistema eléctrico dependiente de las importaciones, que son una fuente importante de inestabilidad macroeconómica, y los países a los que el comercio internacional de electricidad no ofrece una opción segura para complementar la capacidad de generación interna. Es posible que los sistemas distribuidos puedan presentar una ventaja natural, como, por ejemplo, en los PMA insulares, pues esas economías normalmente no pueden conseguir economías de escala ni tienen la contigüidad geográfica necesaria para una generación y una transmisión de carácter centralizado.

## 2. Sostenibilidad financiera y asequibilidad

Un sistema eléctrico financieramente sostenible es el que recupera los costos de funcionamiento, realiza inversiones adecuadas en infraestructura y presta un servicio seguro y fiable, además de observar una serie de normas sociales y ambientales. Desde hace ya mucho tiempo se considera que se trata de un requisito *sine qua non* para hacer frente a la creciente demanda de electricidad, en particular en el contexto de la transformación estructural, la rápida urbanización y el rápido crecimiento demográfico que caracteriza a los PMA. Sin embargo, la sostenibilidad financiera plantea retos muy importantes para la mayoría de los sistemas eléctricos de los PMA, ya que el elevado costo de ampliar el acceso a las poblaciones rurales, junto con la persistencia de altos niveles de pobreza y el limitado poder adquisitivo, provoca una grave tensión entre la sostenibilidad y la asequibilidad financiera.

### a. Fijación de tarifas que reflejen los costos

Dado que los reguladores sectoriales y las empresas eléctricas en los mercados donde no hay competencia no han tenido históricamente la obligación de garantizar la asequibilidad de los servicios ni una tarifa general nacional de suministro eléctrico, las tarifas reguladas por debajo del costo son una característica común de los sistemas eléctricos de los PMA. Esta característica merma la viabilidad financiera de las empresas eléctricas y la calidad del suministro eléctrico, y representa un importante obstáculo para que las empresas nacionales puedan financiar las inversiones necesarias para garantizar el acceso a la electricidad. El resultado es una grave tensión entre, por una parte, la multiplicidad de objetivos, como aumentar el acceso, la asequibilidad y la fiabilidad del suministro, y, por otra, la viabilidad financiera de las inversiones.

La mayor dependencia del sector privado de la electricidad obliga al regulador a garantizar unos rendimientos comerciales y a proteger la rentabilidad económica de los suministradores. Por ello las tarifas que reflejen los costos deberían ser lo suficientemente elevadas como para cubrir, como mínimo, todos los costos de generación y transmisión, más los costos de funcionamiento y mantenimiento. La presión sobre los monopolios eléctricos para demostrar su solvencia financiera es mayor cuando compran electricidad a generadoras independientes de energía eléctrica, puesto que la fragilidad financiera se refleja en el aumento de las primas de riesgo. La presión para adoptar tarifas que reflejen los costos se ha agudizado además con la llegada de las renovables y la generación distribuida<sup>2</sup>.

Hasta la fecha, solo un PMA (Uganda) ha informado de la adopción de tarifas que reflejan los costos (recuadros 5.1 y 5.2).

Las tarifas reguladas (*feed-in*) permiten abonar a los productores que utilicen energías renovables un precio mínimo garantizado superior al del mercado por la electricidad generada por ellos e inyectada en la red, lo que reduce el riesgo de mercado para los inversores al ofrecer una tasa de rentabilidad asegurada. Su utilización está muy extendida en los mercados de los países desarrollados y se están adoptando cada vez más en los países en desarrollo. Casi el 60% de los PMA han instaurado un sistema de tarifas reguladas u otro tipo de mecanismo de flexibilidad tarifaria<sup>3</sup> para permitir que el sector privado también pueda suministrar electricidad (véase el capítulo 4). Cuando estas tarifas están indexadas a una moneda extranjera pueden generarse riesgos de tensión e insostenibilidad fiscal. Los mecanismos flexibles de fijación de precios también pueden exponer a los clientes a la volatilidad

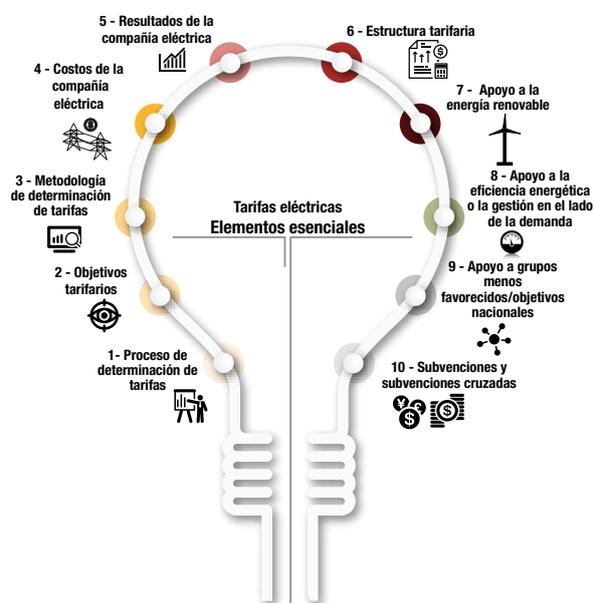
### Recuadro 5.1. Elementos fundamentales del diseño del cuadro tarifario

En general, las tarifas eléctricas pueden ser diferentes en función del consumo total, el tipo de consumo (por ejemplo, tarifa residencial frente a tarifa industrial), la hora del día y la fuente de generación. El precio unitario por kilovatio-hora (kWh) puede escalonarse al alza o a la baja en función de bloques definidos de forma secuencial. También puede seguir un formato lineal, es decir, que todas las unidades se cobran al mismo precio. Las estructuras tarifarias evolucionan con el tiempo y habitualmente reflejan múltiples objetivos nacionales que obligan a los reguladores a establecer cierto grado de equilibrio. Por ejemplo, el marco regulatorio de la Unión Europea únicamente establece algunas normas generales con respecto a la fijación de las tarifas de la red y delega en los Estados miembros las decisiones sobre el diseño del cuadro tarifario. La mejor manera de fijar las tarifas es la de favorecer un proceso que sea transparente, responsable y participativo. Esta buena práctica puede retrasar o impedir los ajustes tarifarios en los países en desarrollo, donde las empresas eléctricas están obligadas a solicitar un aumento de las tarifas. La debilidad de las instituciones y la oposición feroz de los poderes públicos y los clientes preocupados por la asequibilidad de los servicios pueden erigirse en otros tantos obstáculos importantes.

El diseño del cuadro tarifario abarca múltiples elementos, además de los costos de funcionamiento y de mantenimiento del sistema eléctrico. Se ve influido por la estructura del sector y exige una cuidadosa planificación y una gestión eficaz, especialmente en momentos de transición. Los reguladores tienen que poseer conocimientos técnicos y disponer de recursos suficientes para poder evaluar, seleccionar y aplicar las estructuras tarifarias apropiadas, dadas las derivadas que tiene la fijación de precios en la sostenibilidad financiera del sector, la actividad económica y la asequibilidad general.

Figura de recuadro 5.1

#### Elementos esenciales de las tarifas eléctricas



Fuente: Secretaría de la UNCTAD, a partir de Dixit y otros (2014).

Puede que sea necesario revisar los presupuestos fundamentales en los que se basa el diseño del cuadro tarifario ante la nueva realidad que suponen los distintos tipos de fuentes de energía renovable y la posibilidad de la generación propia y descentralizada. Por ejemplo, en los sistemas eléctricos liberalizados se necesitan cambios como consecuencia de no haber una distinción clara entre los mercados mayoristas y minoristas, ya que son cada vez más numerosos los consumidores que producen para vender a las empresas eléctricas, por lo que es necesario recompensar a los consumidores por sus esfuerzos de eficiencia energética mediante tarifas con discriminación horaria. Las medidas de eficiencia energética, los descuentos a los clientes de bajos ingresos, los incentivos para el uso de energías renovables y las actividades de investigación y desarrollo en ese tipo de energías son costos que las eléctricas de los PMA probablemente enfrenten en su transición hacia sistemas eléctricos basados en las renovables. Estos costos adicionales tendrán que ser recuperados y calculados matemáticamente para cada uno de los elementos esenciales tradicionalmente reconocidos y de los objetivos de cada una de las tarifas eléctricas.

Los reguladores tienen que poseer conocimientos técnicos y disponer de recursos suficientes para poder evaluar, seleccionar y aplicar las estructuras tarifarias apropiadas, dadas las derivadas que tiene la fijación de precios en la sostenibilidad financiera del sector, la actividad económica y la asequibilidad general.

Fuente: Bharath Jairaj (2016); Briceño-Garmendia y Shkaratan (2011); Lowry y otros (2015); Schweinsberg y otros (2011); Dixit y otros (2014).

de los precios y la incertidumbre porque los precios de la electricidad pueden cambiar por la variabilidad inherente a la generación eléctrica a partir de renovables.

Otros instrumentos habitualmente previstos en las políticas de apoyo a la generación eléctrica son las primas reguladas y los sistemas de cuotas (conocidos también como normas para incrementar la producción de energía a partir de fuentes renovables) para cada una de las distintas tecnologías (KPMG International, 2015). A veces se combinan las cuotas obligatorias con los títulos de crédito negociables por la generación a partir de energías renovables o certificados de obligaciones

en energías renovables. Los sistemas de cuotas obligan a los suministradores a generar y suministrar un porcentaje predeterminado de electricidad producida a partir de fuentes renovables. Las empresas generadoras o eléctricas que necesiten certificados pueden cumplir con la normativa comprando a otras sus certificados sobrantes. Una de las principales ventajas que presentan los sistemas de cuotas es su potencial para reducir los costos macroeconómicos que entraña la ampliación de la capacidad de generación a partir de energías renovables. Los sistemas de cuotas también puede ser un importante factor que impulse la inversión del sector privado en energías renovables (UNEP FI, 2012).

### Recuadro 5.2. Tarifas que reflejan el costo: estudio del caso de Uganda

En 1999, Uganda se convirtió en el único país en reestructurar y aceptar plenamente la participación del sector privado. No obstante, la combinación de generación siguió estando muy concentrada y el acceso era muy limitado (capítulo 1). En 2011, las subvenciones a la electricidad ya representaban el 1,1% del producto interno bruto (PIB) debido a los costos crecientes del combustible necesario para alimentar las caras centrales térmicas de productores independientes que se utilizaban como reserva del sistema de generación hidroeléctrica, afectado negativamente por la sequía.

La grave crisis fiscal originada por la carga que representaban las subvenciones propició que el Gobierno suspendiese los pagos a los productores termoeléctricos independientes, lo que acarreó graves situaciones de escasez de electricidad y la ralentización de la actividad económica. Al hacerse patente que no bastaba con la liberalización y la participación del sector privado para garantizar resultados favorables en términos de inversiones adecuadas en la capacidad de generación y de ampliación del acceso, el Gobierno se puso al frente de las labores de desarrollo y gestión de la infraestructura eléctrica. Se abandonó el régimen de subvenciones por un sistema de tarifas que reflejasen los costos reales. La financiación pública se reorientó para que se focalizase en la reducción de los costos de capital de la inversión privada con miras a lograr los objetivos establecidos por la política en la materia, incluida la diversificación de las fuentes de generación eléctrica; mejorar la calidad de la oferta y asegurar la necesaria base de clientes que permitiese garantizar la asequibilidad, ampliando y aumentando el acceso a ella de grupos de población y zonas del país desatendidas.

Se creó la Agencia de Electrificación Rural y se le encargó la creación y el mantenimiento de una exhaustiva base de datos que permitiese adoptar con conocimiento de causa decisiones sobre el subsector. Asimismo, se constituyó un fondo específico, la Uganda Energy Credit Capitalization Company, con el fin de apoyar la inversión privada y asegurar un tipo de electrificación que redundase en beneficio de la población pobre.

Además, el Gobierno adoptó medidas complementarias para establecer metas operacionales que priorizaban una trayectoria de reducción de pérdidas sistemáticas y una serie de metas en nuevas inversiones y recaudación de ingresos como parte del examen programado para 2012 de la licencia del concesionario titular de la distribución. El principal distribuidor de electricidad en Uganda es Umeme Company Limited, que es propiedad exclusiva de Globeleq (inicialmente un consorcio formado por la compañía eléctrica nacional sudafricana Eskom), que es una empresa participada mayoritariamente por Actis, grupo de capital de inversión del Reino Unido.

Se cumplieron satisfactoriamente los requisitos en materia de inversión del acuerdo de concesión firmado por el Gobierno y Umeme, por cuanto el distribuidor superó las metas establecidas para la inversión en sus cinco primeros años de explotación. Umeme, además, consiguió apalancar fondos en mercados nacionales de capitales al conseguir colocar sus acciones también en la Bolsa de Valores de Uganda para captar capital. Sin embargo, la empresa tuvo dificultades para ampliar el acceso a las zonas rurales, lo que provocó que rápidamente se redujese el número de nuevos clientes, contribuyendo a su fuerte dependencia de las subvenciones públicas.

Desde la retirada de las subvenciones al sector, la determinación del cuadro tarifario se rige por el mecanismo de ajuste automático trimestral que instauró la Autoridad Reguladora de la Electricidad en 2012. Los ajustes responden a los cambios en la inflación, los tipos de cambio y los precios internacionales del combustible, y su resultado es que con las tarifas aplicadas al usuario final se consigue recuperar el 93% de los costos de producción. El 7% restante se sufraga con la financiación que aporta el Estado para la reserva de potencia térmica. Las tarifas de usuario final inmediatamente aumentaron en un 46%. En el momento del ajuste tarifario, las subvenciones públicas cubrían más del 50% de la tarifa abonada por el usuario final.

Ya se han instaurado tarifas y sistemas de medición por discriminación horaria (salvo en el caso de clientes residenciales) que han dado lugar a un desplazamiento del consumo hacia las horas valle. La Autoridad también regula y aprueba tarifas diferenciadas para distribuidores no integrados en la red y lleva a cabo un riguroso proceso de cualificación previa con los proveedores de servicios.

Los acuerdos de compraventa de electricidad (PPA) se formalizan mediante contrato por un período de 20 años. Estas empresas reciben de entrada el 50% de los pagos en concepto de tarifas reguladas amortizadas. Estas generosas condiciones de recuperación del capital se ofrecen a los inversores tanto nacionales como extranjeros y se complementan con otros incentivos fiscales. El modelo de comprador único para la participación del sector privado garantiza a este sector un mercado.

Persisten algunos motivos de preocupación en lo tocante al cuadro tarifario para los usuarios finales, ya que supone un factor restrictivo de la actividad económica y del bienestar general, aun cuando la introducción de una tarifa vitalicia para los clientes vulnerables sirvió para moderar la oposición a las tarifas que reflejan el costo real. Las tarifas de usuario final de Uganda, junto con las de Rwanda, son las más elevadas de África Oriental.

El desajuste fiscal fue el principal factor que motivó un cambio radical y la reforma de las subvenciones en Uganda. Otra contrariedad eran los problemas que planteaba la estructura tarifaria, en virtud de la cual el sector industrial, que representaba el 44% del consumo eléctrico, asumía menos de una cuarta parte de la producción de electricidad.

El caso de Uganda sirve para subrayar que un cambio en la gobernanza y la estructura no garantiza la seguridad energética; la liberalización no es ningún sustituto ni de la regulación ni de una supervisión pública eficaz de los sistemas eléctricos; es probable que las limitaciones de recursos y los problemas de asequibilidad sigan siendo uno de los principales desafíos para los PMA en el futuro previsible; es importante adoptar un enfoque coordinado y sistémico en la planificación y el desarrollo de los sistemas eléctricos; hay que aprovechar las ventajas comparativas de los sujetos tanto públicos como privados del sistema; y es necesario que el Gobierno compatibilice objetivos que a menudo son contrapuestos y encuentre las soluciones de compromiso que conlleva el logro del acceso universal y los objetivos de desarrollo.

El protagonismo asumido por el Estado ha resultado ser un factor decisivo para el éxito de la electrificación rural en otros países en desarrollo, en particular en la implantación de soluciones basadas en las renovables para el acceso a la electricidad en las zonas rurales.

*Fuente:* Bakkabulindi (2016); ERA (2016); Maweje y otros (2012, 2013); MEMD (2012); Okoboi y Maweje (2016); Tumwesigye y otros (2011); <http://www.era.or.ug/index.php/statistics-tariffs/113-investment-in-renewable-energy>; página consultada en julio de 2017.

Los sistemas de licitación (por ejemplo, las subastas de electricidad generada con renovables) como instrumento de promoción de las fuentes renovables se han extendido rápidamente y crecen a un ritmo mayor que los sistemas de tarifas reguladas o de cuotas. Las posibilidades de las subastas para lograr precios bajos ha sido uno de los principales motivos de su adopción en todo el mundo (IRENA, 2017). Por ejemplo, Sudáfrica abandonó su costoso sistema de tarifas reguladas por el de las subastas (Eberhard y Kåberger, 2016) e incorporó los requisitos de contenido local en sus primeras subastas, lo que contribuyó a desarrollar un sector local de energías renovables (IRENA, 2017). Sin embargo, pese a que las normas de la OMC permiten una serie de incentivos para las energías renovables, se considera que los requisitos nacionales en materia de contenido local plantean problemas para que pueda funcionar un sistema de tarifas reguladas (OMC, 2013). También preocupa que las medidas de apoyo a las renovables, en general, distorsionen el comercio.

Las subastas son un enfoque interesante para los PMA, debido a su potencial para una adecuada formación del precio real. El sistema de subasta también permite su adaptación a la situación económica de un país, la estructura del sector energético nacional, la madurez del mercado eléctrico nacional y el nivel de la potencia instalada a partir de energías renovables (IRENA, 2017). En mayo de 2016, Zambia se convirtió en el primer país que organizó una subasta de electricidad generada con energía solar al amparo del programa Scaling Solar de la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Banco Mundial para promover la energía solar a gran escala en África Subsahariana. En la subasta celebrada en Zambia se estableció un nuevo valor mínimo del precio<sup>4</sup> de la electricidad generada a escala industrial con energía solar en el continente. Sin embargo, las subastas suelen acarrear unos mayores costos de transacción para los pequeños proveedores y un mayor grado de complejidad para los organizadores que los sistemas basados exclusivamente en tarifas o cuotas. También conllevan el consiguiente riesgo de que el precio de venta ofertado sea muy bajo porque la intención de algunos generadores podría ser la de desbanicar a la competencia con un precio de salida demasiado bajo. Sin embargo, ofertar a precios tan bajos no permite obtener financiación y los generadores acaban presionando al Gobierno para que suba retroactivamente los precios y puedan materializar el proyecto (IRENA y CEM, 2015; IRENA, 2013).

Las políticas de balance neto o facturación neta, por las que se permite a los consumidores que generan su propia electricidad y están conectados a la red compensar sus facturas de electricidad con

la electricidad que han volcado en la red, es otra de las posibilidades complementarias de los sistemas de apoyo a las renovables (KPMG International, 2015).

#### **b. El aumento de la capacidad de pago**

Dado que la electrificación rural raramente puede sostenerse económicamente por sí misma, los PMA se inclinan cada vez más por promover la microfinanciación y otras formas de crédito, así como por ofrecer formación para facilitar el crecimiento de micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) con planes y proyectos de electrificación rural. Esas actividades están dirigidas a aumentar la renta disponible de los hogares para que puedan hacer frente a los elevados costos iniciales del acceso a la electricidad, y para mantener y aumentar la demanda de servicios eléctricos. A modo de ejemplo se puede señalar el caso del Proyecto de Electrificación Rural para Zonas Aisladas (PERZA) puesto en marcha por Nicaragua en 2003, que es la primera actividad del Banco Mundial para vincular de manera explícita el desarrollo de los servicios de infraestructura con el fomento de las mipymes y entidades de microfinanciación (Motta y Reiche, 2001). El Proyecto pretende solventar el problema de la voluntad de pagar y los costos del ciclo de vida del acceso a la electricidad mediante subvenciones al consumidor. Concede donaciones y subvenciones a corto plazo a los prestatarios de servicios de desarrollo empresarial<sup>5</sup> para que innoven y puedan ofrecer soluciones adaptadas a la clientela de las zonas rurales. También se recurre a la microfinanciación para acelerar la penetración en el mercado de los productos energéticos autónomos y sostenibles mediante créditos a los consumidores con un bajo poder adquisitivo para sufragar los costos iniciales de acceso (Mary Robinson Foundation-Climates Justice, 2015).

En algunos casos, cuando concurren las condiciones adecuadas, las estrategias evolucionan de una manera que van más allá de la mera creación de mercados. Por ejemplo, la Zona de Actividades de Electrificación del sureste de Malí (Béguerie y Pallière, 2016) tiene en cuenta la diversidad de clientes de las zonas rurales y distingue entre las necesidades de los hogares y las de las empresas, e incluso entre diferentes tipos de empresas. Esos factores no solo afectan a la viabilidad financiera del suministrador, sino que supone para este la responsabilidad de satisfacer de manera efectiva las necesidades de los clientes.

#### **c. Reorientación de las subvenciones**

La reducción de los costos de la energía renovable es una de las principales preocupaciones de las políticas en materia de clima. La rentabilidad económica de

las inversiones viene determinada por los costos y el rendimiento de las distintas tecnologías, que pueden ser muy distintos dependiendo de las condiciones locales y el lugar, y en función de cuál sea el costo de competir contra otras fuentes no renovables. Dado que no existe ningún medio para repercutir de manera sistemática el impacto ambiental en el precio de la electricidad generada con combustibles fósiles, la promoción de la electricidad sostenible a partir de renovables descansa, por lo general, en una serie de diversas medidas de apoyo, como las subvenciones para conseguir unas “condiciones equitativas” para estas energías y para incentivar su adopción.

En este sentido, la reducción o eliminación de las subvenciones a los combustibles fósiles ha despertado una atención creciente, a la vez como medio de reducir los incentivos para el uso de combustibles fósiles y como posible fuente de financiación de las energías renovables. Según las estimaciones, las subvenciones a nivel mundial de los combustibles fósiles ascienden a unos 5,3 billones de dólares (Coady y otros, 2015). Si bien las estimaciones a nivel submundial indican una reducción considerable del nivel de las subvenciones (cuadro 5.2), esto al menos pone de manifiesto las diferencias en las definiciones y las metodologías, lo que plantea problemas para poder establecer comparaciones. Las subvenciones en los PMA son considerablemente menores. Incluso tomando como referencia la misma base que la estimación mundial, África Subsahariana representa solo 26.000 millones de dólares, esto es, el 0,5% del total de las subvenciones a nivel mundial. Si se parte de la premisa (como un planteamiento extremo) de que las subvenciones varían de un país a otro de manera proporcional a su ingreso nacional bruto (INB), sería un indicio de que el total de las subvenciones concedidas en los PMA africanos se situaría entre los 8.000 y 9.000 millones de dólares<sup>6</sup>.

Una estrategia fundamental de las políticas en materia de clima a nivel mundial es reducir y, a la postre, eliminar las subvenciones directas e indirectas a las tecnologías que no se ajustan a la estrategia a largo plazo de la

sostenibilidad ambiental. En este sentido, se considera que las subvenciones a los combustibles fósiles favorecen pautas de consumo incompatibles con estos objetivos, al: i) desincentivar a los consumidores de tratar activamente de adoptar hábitos de ahorro energético y tecnologías eficientes desde el punto de vista de la energía; y ii) obstaculizar una correcta comparación de los costos de los combustibles fósiles y los costos de las energías renovables, por cuanto se encubre el verdadero costo (incluidas las externalidades negativas) de los combustibles fósiles y las tecnologías eléctricas convencionales. Por consiguiente, cabe considerar que el régimen convencional de las subvenciones a los combustibles fósiles refuerza el bloqueo del carbono.

La cooperación internacional apoya los esfuerzos nacionales de reforma de las subvenciones a la energía; y varios países en desarrollo (incluidos unos cuantos PMA), incentivados por la caída de los precios del petróleo, recientemente han hecho importantes avances en la reforma de las subvenciones a los combustibles fósiles en una amplia gama de sectores. Sin embargo, es dudoso que los PMA puedan, en el mejor de los casos, replicar la experiencia de los países desarrollados, especialmente los escandinavos (Merrill y otros, 2017), de lograr una sustitución fiscalmente neutra de la sustitución de las subvenciones a los combustibles fósiles por subvenciones a las renovables<sup>7</sup>. Para evaluar las posibilidades de dicha sustitución habría que realizar estudios adaptados al contexto de los PMA. Un aspecto particular que es preciso tener en cuenta es el limitado porcentaje de las subvenciones que probablemente reciba el sector privado nacional, dado el peso considerable de los sujetos del sector privado extranjero en el valor añadido y en la participación en las energías renovables. Las implicaciones político-económicas de este planteamiento podrían llegar a ser un importante factor de oposición.

Las subvenciones a la energía en los países en desarrollo son muy criticadas por tener un carácter regresivo, de modo que los beneficiarios en última

## Cuadro 5.2

### Subvenciones a los combustibles fósiles: estimaciones por país y grupo regional

Región	Cuantía de la subvención	Año	Fuente de la estimación
A nivel mundial (proyección)	5,3 billones de dólares	2015	Coady y otros (2015)
OCDE, BRICS e Indonesia	160.000-200.000 millones de dólares	Anual (2010-2014)	OCDE (2015)
Unión Europea	39.000 millones de euros	Anual (2010-2014)	OCDE (2015)
40 países en desarrollo	325.000 millones de dólares	2015	IEA (2016b)
APEC	70.000 millones de dólares	2015	IEA (2017b)
África Subsahariana	26.000 millones de dólares	2015	Coady y otros (2015)

Fuente: Cálculos de la secretaría de la UNCTAD.

Nota: El grupo de los BRIC está integrado por el Brasil, China, la Federación de Rusia, la India y Sudáfrica. Las estimaciones de distintas fuentes no son comparables, debido a las grandes diferencias en las definiciones y las metodologías y el hecho de que las subvenciones no siempre son fácilmente identificables y cuantificables en todas las jurisdicciones.

instancia son los consumidores de elevados ingresos en lugar de los más pobres, por reducir el margen fiscal disponible para lograr objetivos de desarrollo y por contribuir a niveles inaceptables de deuda pública (Vos y Alarcón, 2016; Vagliasindi, 2013; FMI, 2013). Sin embargo, la aplicación de este tipo de política, que se basa en las características intrínsecas de los mecanismos de fijación de precios competitivos en la asignación de recursos, puede enfrentar dificultades en los países en desarrollo, donde las condiciones de mercado suelen distar mucho de ser perfectamente competitivas (World Energy Council, 2001). En muchos PMA, no todos los consumidores de “ingresos elevados” tienen pleno acceso a las formas modernas de energía, como lo demuestra el hecho de que muchos habitantes de las zonas urbanas de los PMA dependen de la biomasa tradicional y muchos de ellos siguen estando expuestos a la vulnerabilidad que les provocaría un aumento de los precios de la electricidad. Puesto que en los PMA los niveles de informalidad son especialmente elevados (y, en algunos casos, cada vez más elevados), estos consumidores, que son los más visibles, también constituyen la abrumadora mayoría de la base imponible nacional, que a veces es muy reducida. Así pues, puede ocurrir que adoptar políticas para eliminar las subvenciones y permitir solo unas redes de seguridad bien definidas para las personas en situación de extrema pobreza penalicen a los grupos de ingresos medios y bajos (Ortiz y otros, 2017), por lo que habría que manejar este asunto con sumo cuidado.

Entre las vías habitualmente propugnadas para contrarrestar los efectos negativos de la eliminación de las subvenciones figuran el fortalecimiento de la protección social, en particular de las prestaciones económicas, y la instauración de mecanismos de delimitación del grupo de beneficiarios para canalizar las subvenciones hacia los consumidores de bajos ingresos que las requieran. Muchos de estos mecanismos están vinculados al empleo y se centran en las redes oficiales de protección social; no obstante, su eficacia en los PMA puede verse mermada por la considerable escala de la informalidad, la debilidad de las capacidades institucionales y la falta de recursos, en particular cuando los pobres representan un porcentaje desproporcionadamente elevado de la población.

#### **d. Gestión en el lado de la demanda**

La gestión en el lado de la demanda de energía es un complemento de otras medidas necesarias para abordar de manera eficaz los objetivos de la política climática y mantener al mismo tiempo la seguridad energética y la ampliación del acceso. Los programas de gestión por el lado de la demanda alientan a todos los usuarios finales (por ejemplo, los hogares y la

industria, incluidas las empresas eléctricas) a ser más eficientes en el uso de la energía. Entre las medidas específicas figuran la renovación de la iluminación; la modernización de las soluciones de automatización; el mantenimiento y reparación de instalaciones; y mejoras en los sistemas de calefacción, la ventilación y el aire acondicionado. Así pues, la gestión en el lado de la demanda es diferente de la reducción de la demanda, con la que se pretende alentar a los usuarios finales a hacer reducciones a corto plazo de la demanda de energía.

El Grupo de los Países Menos Adelantados anunció la puesta en marcha de su Iniciativa de Energías Renovables y Eficiencia Energética (REEEI) para incrementar el suministro eléctrico a partir de energías renovables y promover la eficiencia energética en la 22ª Conferencia de las Partes (COP22) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), celebrada en noviembre de 2016. Entre sus prioridades iniciales para el período comprendido entre 2017 y 2020 figura un balance de las actividades y experiencias, así como de las oportunidades existentes, y el fortalecimiento de las políticas y los marcos regulatorios nacionales (Dhital, 2017).

La eficiencia energética es un recurso que poseen en abundancia todos los países (IEA, 2016d) y es la manera más rápida y menos costosa de abordar los problemas de seguridad energética, así como los problemas ambientales y económicos<sup>8</sup>. Sin embargo, a nivel mundial, sigue sin explotarse mediante intervenciones en eficiencia energética las dos terceras partes del potencial económico que representa la gestión por el lado de la demanda (IEA, 2014b). Dado que no se puede confiar únicamente en el elevado nivel de los precios para impulsar las inversiones en eficiencia energética, las políticas desempeñan un papel crucial (IEA, 2016d). Entre las barreras a la eficiencia energética figuran la falta de información y las asimetrías de información sobre las tecnologías que favorecen esta eficiencia y sobre sus ventajas y riesgos para las partes financieras interesadas; las carencias en conocimientos y capacidad técnica que obstaculizan la formulación y ejecución de proyectos de eficiencia energética; las subvenciones a la energía; la escasez de financiación asequible; y la falta de claridad en las funciones y responsabilidades en materia de eficiencia energética (IEA y Banco Asiático de Desarrollo, 2014).

Para que la gestión en el lado de la demanda sea eficaz es necesario realizar esfuerzos sistemáticos con objeto de reducir la intensidad energética alentando a los usuarios finales a adoptar mejoras tecnológicas mediante una combinación óptima de incentivos. Entre las políticas posibles figuran: una adecuada fijación de precios; la adopción de legislación, regulaciones, códigos y normas;

---

## Lograr de aquí a 2030 el acceso universal en los PMA podría exigir una inversión anual de entre 12.000 y 40.000 millones de dólares

---

la instauración de incentivos financieros específicos y objetivos cuantitativos de energía; y la difusión de los conocimientos. Las medidas, por lo general, tienen que ser prácticas, escalables y replicables a gran escala, además de surtir efectos significativos. Por consiguiente, deben implantarse sistemas de medición, notificación y verificación de los efectos de las actividades de ahorro energético (RAP, 2012).

Las obligaciones en materia de eficiencia energética son la piedra angular de los planes comunes con objetivos cuantitativos de ahorro energético. Esos planes pueden ser gestionados por la Administración Pública u órganos independientes, o bien conjuntamente por el regulador del mercado de la energía y los suministradores de energía. Los planes también pueden ser establecidos —principalmente por el ejecutivo— como parte integrante de las políticas públicas (RAP, 2012).

Una limitación importante para la puesta en práctica en los PMA de verdaderos planes de gestión en el lado de la demanda es la falta de capacidades institucionales y conocimientos, así como de capacidad para formular y aplicar esos planes a escala de toda la economía, pues para que sean eficaces es esencial una efectiva supervisión, vigilancia y evaluación regulatorias, así como contar con sistemas de verificación.

### C. Estimación del déficit de financiación de la infraestructura eléctrica de los PMA

Las necesidades de financiación para lograr el Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (ODS 7) son considerables en los PMA, donde la infraestructura eléctrica es insuficiente para garantizar las metas de acceso universal. Los costos de infraestructura son generalmente elevados en los países menos adelantados, en particular en los PMA insulares, debido a las limitadas economías de escala y, en algunos casos, los costos adicionales que supone la adaptación al cambio climático. Las redes de distribución son el segmento más costoso de la cadena de suministro eléctrico, por lo que no cabe olvidar que la generación distribuida y una mayor utilización de las renovables implica la necesidad de acometer en el futuro inversiones en la transmisión y la distribución.

Dado que la actual infraestructura suele encontrarse en mal estado, no es raro que los Gobiernos (incluidos los de los países desarrollados y otros países en desarrollo (OPD)) prioricen las inversiones en nuevas infraestructuras por delante del mantenimiento de las instalaciones existentes, en particular cuando la demanda crece y la debilidad los ingresos públicos es crónica, que son las condiciones habitualmente predominantes en los PMA (Foro Económico Mundial, 2014; Branchoux y otros, 2017). El estado de deterioro de la infraestructura existente en muchos PMA exige la realización de costosas obras de rehabilitación y reparación que permitan incrementar la capacidad de generación y la eficiencia de la red, lo que implica nuevos incrementos de los costos de inversión.

Como parte del proceso de planificación de las inversiones en infraestructura, la cuantificación de las necesidades de financiación de la infraestructura ayuda a focalizar y dirigir los esfuerzos para movilizar la financiación para el desarrollo, tanto en lo referente a la intensidad del esfuerzo requerido como en la determinación de las fuentes de financiación más adecuadas. Se trata de un aspecto sumamente importante, dado que las diferentes fuentes de financiación se distribuyen de manera desigual entre los distintos segmentos de la cadena de suministro eléctrico. Por ejemplo, la manifiesta preferencia del sector privado por la generación implica que la gran parte de los segmentos de la transmisión y la distribución caigan dentro del ámbito de la financiación pública.

El probable orden de magnitud de los costos del acceso universal a la electricidad en los PMA puede calcularse a partir de las estimaciones del costo a escala mundial del acceso universal a la electricidad. Si bien existen importantes cuestiones de comparabilidad (debido a las diferencias en las definiciones, las hipótesis, los niveles de acceso, los métodos de cálculo y los planteamientos de la modelización), las últimas estimaciones mundiales se sitúan principalmente en una horquilla que va desde los 35.000 a los 55.000 millones de dólares anuales (Energía Sostenible para Todos, 2015: 66). Dado que el 54% de las personas sin acceso a la electricidad en todo el mundo viven en los PMA (capítulo 1), partiendo de la premisa de que el costo medio por persona sin acceso en los PMA y en los OPD es igual, parecería que la cifra en el caso de los PMA se situaría entre los 20.000 y los 30.000 millones de dólares anuales. Si además se considera que entre los PMA y los OPD puede haber una variación en el costo medio por persona sin acceso equivalente a multiplicar esos valores por el factor 1,5 en ambas direcciones, la horquilla se ensancharía hasta situarse entre los 12.000 y 40.000 millones de dólares.

Existen estimaciones de cada país en el caso de África Subsahariana, aunque no en el de otras regiones (Mentis y otros, 2017)<sup>9</sup>. Estas indican que el costo del acceso universal en los PMA africanos se sitúa entre los 18.000 y los 900.000 millones de dólares, según los niveles de acceso proporcionado y las variaciones de los precios del gasóleo (estos últimos también afectan a la combinación energética). La amplitud de esa horquilla pone de relieve el fuerte aumento de los costos de inversión que comportan los niveles más elevados de acceso: incluso si se pasa de un nivel minimalista como el 1 (0,1 kWh por hogar y por día) al nivel 2 (0,6 kWh) los costos se multiplican por un factor situado entre 2,3 y 3,5, mientras que los niveles 3, 4 y 5 exigen multiplicar la inversión por 10, 20 y 30 respectivamente (figura 5.1).

## D. Financiación de la inversión en infraestructura eléctrica: tendencias y perspectivas

### 1. Últimas tendencias en movilización de recursos

#### a. Recursos públicos internos

La movilización de recursos internos es uno de los ámbitos de acción prioritarios del Programa de Acción de Estambul, y en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible se reconoce que son fundamentales para que los PMA puedan financiar su propio desarrollo. Sin embargo, los recursos públicos de los PMA son limitados e insuficientes para atender las necesidades de financiación únicamente a partir de fuentes internas. En particular, muchos PMA dependientes de los recursos naturales y los productos básicos están obligados a solventar una serie de carencias de larga data en su infraestructura económica en unas condiciones de ingresos limitados y mantener al mismo tiempo un grado razonable de consumo en su economía.

Los PMA presentan los ingresos fiscales más bajos de todo el mundo (FMI, 2016a); son pocos los que logran niveles superiores al 15% (en comparación con el promedio de la OCDE, que fue del 34,4% en 2014), ya que sus niveles de recaudación fiscal suelen ser inferiores y la base tributaria, más estrecha. La importancia de la ratio del ingreso tributario en comparación con el PIB es un indicador de los recursos internos disponibles para financiar las inversiones en infraestructura es menor en esos países por las carencias institucionales en la recaudación tributaria y el bajo nivel de cumplimiento de las obligaciones tributarias; la presencia de grandes

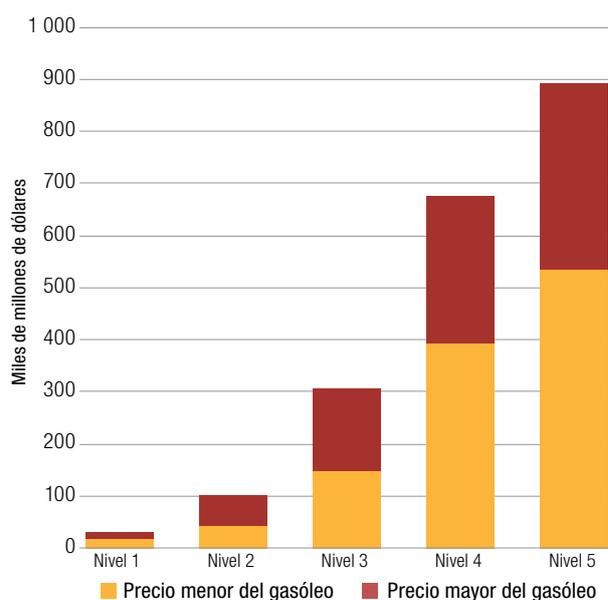
**Los factores que constriñen los ingresos públicos y la financiación privada hacen que la asistencia oficial para el desarrollo sea necesaria en el caso de las inversiones en energía eléctrica**

sectores informales; muchas empresas de pequeña escala; así como una dependencia general de un puñado de recursos naturales o productos básicos o de la ayuda exterior.

Las tendencias de los ingresos netos (ingresos descontando las donaciones) puede proporcionar una indicación más clara de la capacidad de los PMA para financiar sus inversiones (figura 5.2). Sin embargo, los datos sobre todos los PMA tienen, por lo general, una cobertura fragmentaria e incompleta. No obstante, en el caso de algunos países de los que se dispone de datos correspondientes a 2015 se evidencia, en la mayoría de ellos, una clara caída de los ingresos netos por debajo del 20% del PIB. Así pues, sigue siendo poco probable que en la mayoría de los PMA los ingresos públicos por sí solos puedan satisfacer las necesidades de inversión en el sector eléctrico, por lo que seguirá siendo necesaria la AOD.

Figura 5.1

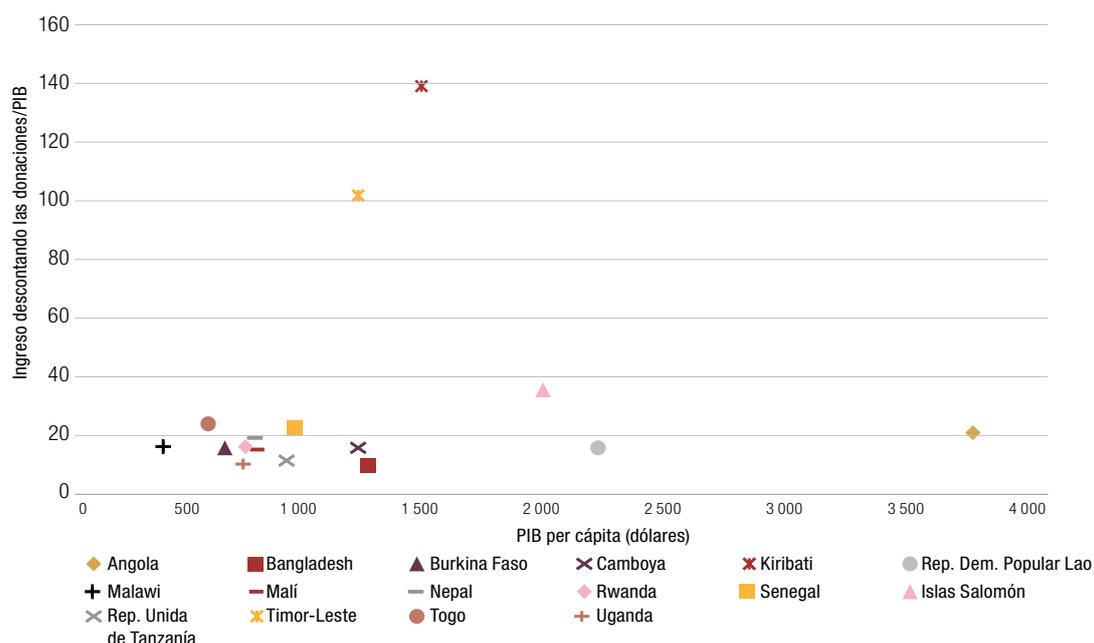
**Inversiones necesarias para lograr el acceso universal de aquí a 2030 en los PMA africanos**



Fuente: Mentis y otros (2017).

Notas: Por niveles cabe entender niveles de acceso, que se definen en términos de consumo medio de electricidad per cápita. El rango correspondiente a cada observación es indicativo de estimaciones basadas en los precios mínimo y máximo del gasóleo.

Figura 5.2

**Ingreso, descontando las donaciones, de una selección de PMA en 2015** (porcentaje del PIB)

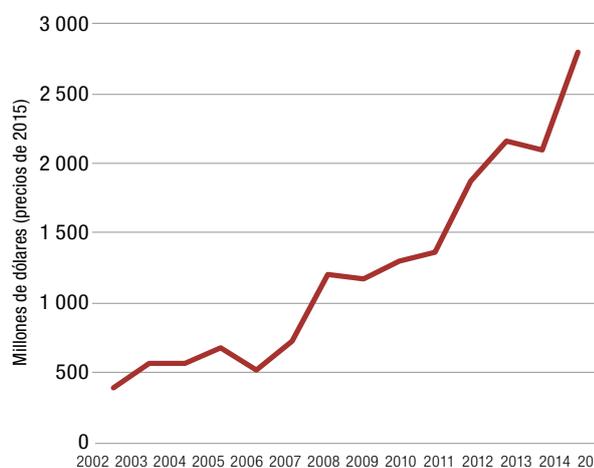
Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en agosto de 2017).

## b. Financiación pública internacional para el desarrollo

Ante la insuficiencia de recursos internos, los PMA han recurrido tradicionalmente a la AOD<sup>10</sup> para colmar sus carencias de financiación para el fomento de su infraestructura. Sin embargo, mientras que el total de los flujos de AOD (figura 5.3) procedentes de los miembros del Comité de Asistencia para el Desarrollo (CAD) de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) aumentó en un 8,9% en 2016, las estimaciones preliminares indican una reducción del 3,9% de su asistencia a los PMA (OCDE, 2017c).

Figura 5.3

**Tendencias en los desembolsos con cargo a la AOD en el sector de la energía de los PMA (2002-2015)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en mayo de 2017).

La meta 17.2 de los ODS reitera el compromiso de los países desarrollados de destinar el 0,7% de su ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países en desarrollo y entre el 0,15% y el 0,20% para los países menos adelantados, alentando a los donantes “a que consideren la posibilidad de fijar una meta para destinar al menos el 0,20% del ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los países menos adelantados”.

En 2015, solo cuatro miembros del Comité de Asistencia para el Desarrollo de la OCDE (Luxemburgo, Noruega, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Suecia) aportaron el 0,20% de su ingreso nacional bruto a la asistencia oficial para el desarrollo de los PMA, y tres (Dinamarca, Finlandia e Irlanda) alcanzaron el objetivo mínimo del 0,15%. En comparación con 2014, Bélgica cayó por debajo del umbral del 0,15% y Finlandia, por debajo del 0,20%. En 2015, ningún país del CAD asignó la mitad de su AOD a los PMA, y solo en tres de ellos (Irlanda, Luxemburgo e Islandia) la parte correspondiente a estos países superó el 40% (48%, 42% y 41%, respectivamente).

Si todos los donantes del CAD hubiesen alcanzado al menos el objetivo del 0,15%, el total de la AOD a los PMA casi se habría duplicado y habría pasado de 37.000 millones a 70.000 millones de dólares, esto es, se habrían obtenido fondos adicionales por valor de 33.000 millones de dólares. Si todos hubiesen logrado el objetivo del 0,20%, se habrían generado otros 20.000 millones de dólares adicionales. Con un objetivo del 0,35% se habría cuadruplicado la AOD a los

PMA hasta alcanzar un valor de 155.000 millones de dólares, esto es, unos recursos adicionales de 118.000 millones de dólares anuales (cuadro 5.3).

Los desembolsos brutos de AOD en el sector de la energía en los PMA han mostrado un mejor comportamiento, que es reflejo del aumento del porcentaje de los desembolsos asignados al sector, que pasó del 1,8% en 2002 al 5,7% en 2015 (figura 5.4). Sin embargo, el 43% de la financiación se destinó a cinco PMA beneficiarios (figura 5.5). La AOD en los sectores energéticos de los PMA se concentró en un reducido grupo de países, en consonancia con la pauta mundial de la AOD en general.

Desde 2006 se observa una tendencia alcista en los desembolsos en el sector de la energía en los PMA, seguida del incremento del 25% registrado en 2015 al elevarse a 2.800 millones de dólares. Sin embargo, sigue siendo menos de la mitad de la AOD a los OPD (6.400 millones) y el total de desembolsos a los PMA fue superado por los seis mayores OPD beneficiarios (Pakistán, India, Viet Nam, Marruecos, Indonesia y Sudáfrica), pues cada uno de ellos recibió más de 400 millones de dólares.

Por término medio, el 53% de los desembolsos asignados a los PMA entre 2002 y 2015 adoptaron la forma de préstamos en lugar de donaciones (figura 5.6).

### Cuadro 5.3

#### AOD destinada a los PMA y cantidades adicionales generadas por el logro de objetivos, países miembros del CAD (2015)

(Millones de dólares)

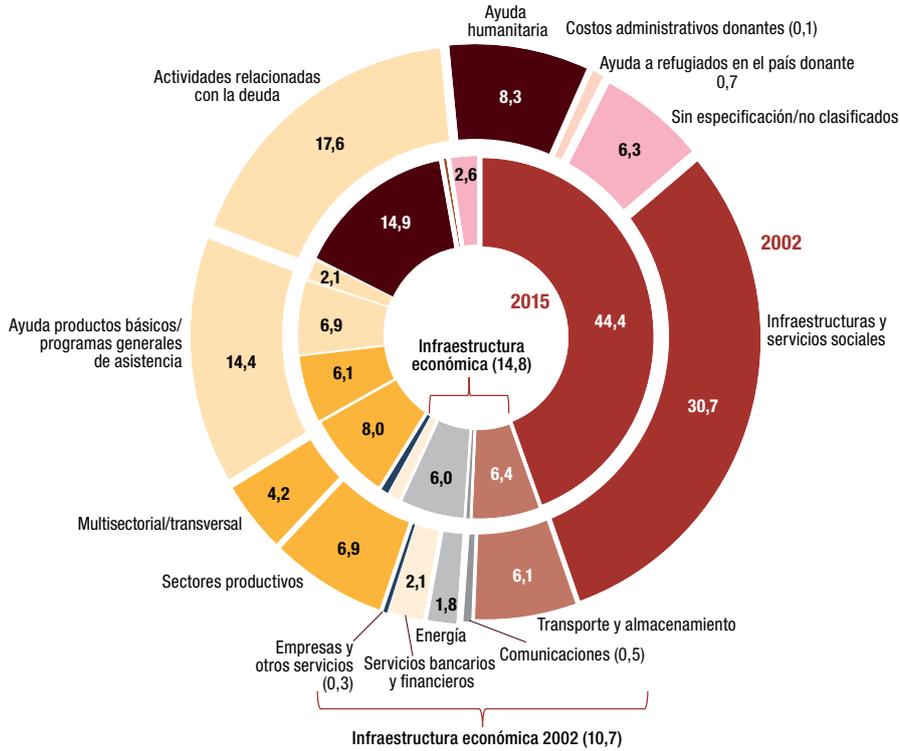
	Real (2015)	Objetivo cuantitativo			Incremento respecto a 2015			
		Porcentaje del INB:	0,15	0,20	0,35	0,15	0,20	0,35
Alemania	2 596		5 155	6 874	12 029	2 560	4 278	9 433
Australia	931		1 976	2 635	4 611	1 045	1 704	3 680
Austria	222		562	750	1 312	340	528	1 090
Bélgica	610		683	911	1 593	73	301	984
Canadá	1 561		2 293	3 058	5 351	732	1 497	3 790
Chequia	41		259	346	605	218	305	564
Dinamarca	610		610	623	1 090	0	13	480
Eslovaquia	19		129	172	300	110	153	282
Eslovenia	10		63	84	146	53	74	137
España	314		1 788	2 384	4 172	1 474	2 070	3 858
Estados Unidos de América	10 737		27 744	36 992	64 736	17 007	26 255	53 999
Finlandia	429		429	469	820	0	39	391
Francia	2 378		3 687	4 916	8 604	1 310	2 539	6 226
Grecia	38		293	391	684	255	353	646
Irlanda	345		345	452	791	0	108	447
Islandia	16		25	33	58	9	17	42
Italia	870		2 722	3 630	6 352	1 852	2 759	5 481
Japón	3 659		6 823	9 098	15 921	3 164	5 439	12 262
Luxemburgo	154		154	154	154	0	0	0
Noruega	1 098		1 098	1 098	1 421	0	0	323
Nueva Zelandia	138		254	339	593	116	200	454
Países Bajos	1 036		1 121	1 495	2 617	85	459	1 580
Polonia	125		689	919	1 608	564	794	1 483
Portugal	90		290	387	677	200	296	587
Reino Unido	6 117		6 117	6 117	9 876	0	0	3 759
República de Corea	728		2 080	2 773	4 853	1 351	2 045	4 125
Suecia	1 473		1 473	1 473	1 762	0	0	288
Suiza	928		1 029	1 372	2 402	101	444	1 474
<b>TOTAL CAD</b>	<b>37 274</b>		<b>69 894</b>	<b>89 943</b>	<b>155 140</b>	<b>32 619</b>	<b>52 669</b>	<b>117 865</b>

Fuente: OCDE, Statistics on resource flows to developing countries (<http://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-data/statistics-on-resource-flows-to-developing-countries.htm>), cuadro 31 (página consultada en julio de 2017), y estimaciones de la secretaria de la UNCTAD a partir de los datos sobre el INB de Banco Mundial, base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial (consultada en julio de 2017).

Figura 5.4

**Desembolsos a los PMA con cargo a la AOD por sector (2002 y 2015)**

(Porcentaje del desembolso total en precios en dólares de 2015)

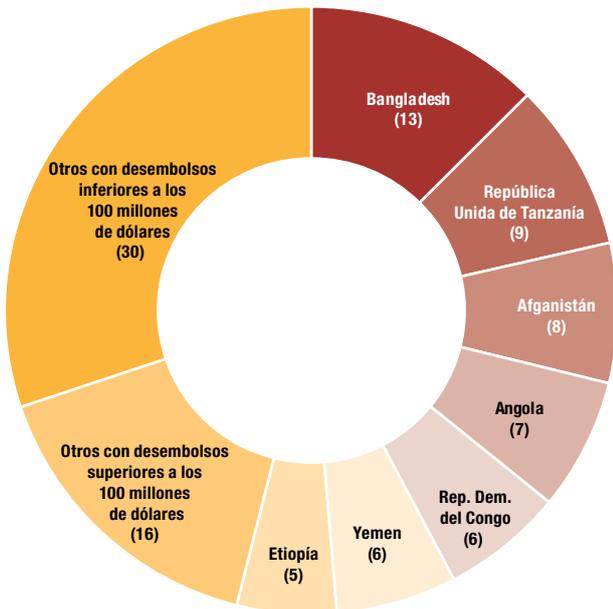


Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en mayo de 2017).

Figura 5.5

**Principales beneficiarios de la AOD en el sector de la energía (2015)**

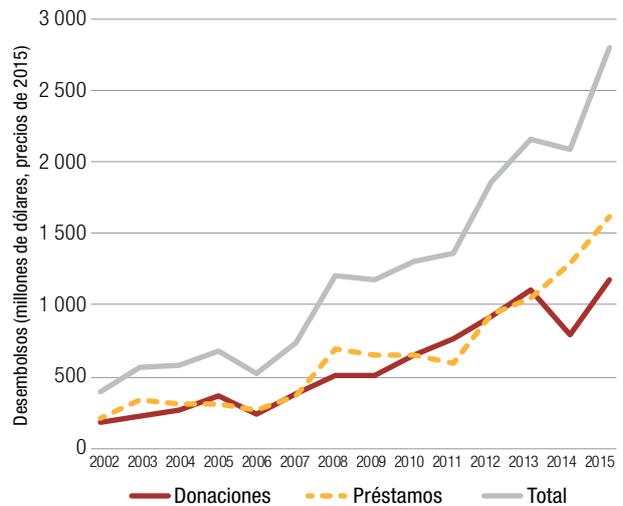
(Porcentaje de los desembolsos totales)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en julio de 2017).

Figura 5.6

**Desembolsos con cargo a la AOD para el sector de la energía de los PMA, por tipo (2002-2015)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en mayo de 2017).

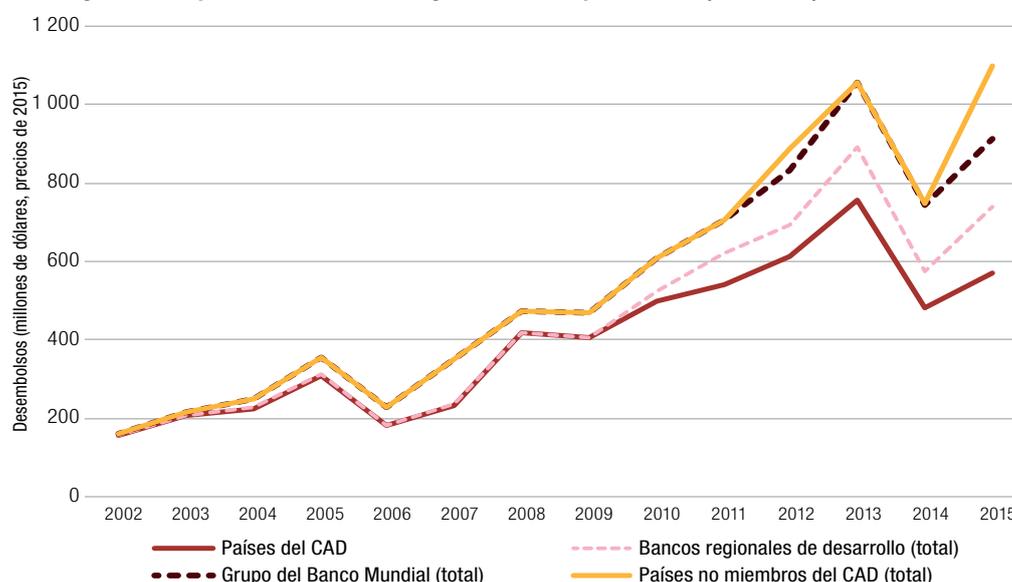
Los donantes no pertenecientes al CAD, seguidos por el Grupo del Banco Mundial, son los que representan los mayores porcentajes de desembolsos para la financiación en forma de donaciones. La proporción correspondiente a los países del CAD de la OCDE es la más baja (figura 5.7).

Una parte considerable del aumento de la AOD en el sector de la energía de los PMA desde 2006 responde a la entrada de nuevos donantes no miembros del CAD, como la OPEP y el Fondo Árabe, cuyo peso en la AOD multilateral dedicada al sector de la energía en los PMA ha aumentado rápidamente (figura 5.8 y cuadro 5.4), así

como al creciente papel de los bancos regionales de desarrollo en el sector de la energía de los PMA. Cabe destacar que en cuanto al Fondo de la OPEP se observa un bajo nivel de concentración en términos de cobertura de los PMA. Los efectos de los fondos multilaterales relacionados con el cambio climático, como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y los Fondos de Inversión en el Clima (FIC), siguen siendo muy limitados, debido, por un lado, a que la ampliación de la infraestructura eléctrica no es una parte fundamental de sus funciones y, por otro, a que en parte ambos se han mostrado más activos en los OPD que en los PMA.

Figura 5.7

**Donaciones con cargo a la AOD para el sector de la energía de los PMA, por donante (2002-2015)**

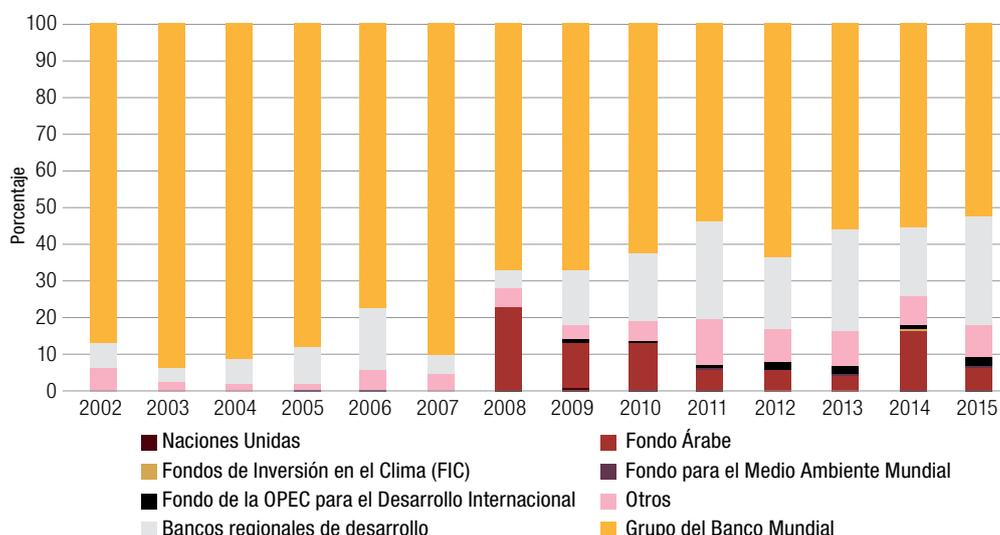


Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en mayo de 2017).

Figura 5.8

**Evolución de los desembolsos a los PMA para la energía con cargo a la AOD, por organismo multilateral (2002-2015)**

(Precios de 2015)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en mayo de 2017).

## Cuadro 5.4

**Participación de los países no miembros del CAD y los bancos regionales en la AOD multilateral**

(Precios de 2015)

Fondo	Primer ejercicio	Participación media en la AOD multilateral en 2008-2015 (porcentaje)
Fondo Árabe	2008	8,8
FIC	2013	0,01
FMAM	2005	1,4
Fondo de la OPEC	2009	5,5
Bancos regionales de desarrollo	2002	25,4

Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en mayo de 2017).

Nota: Los bancos regionales de desarrollo son el Banco Africano de Desarrollo y el Banco Asiático de Desarrollo.

Desde 2003, los desembolsos en fuentes renovables para la generación de electricidad han superado a los destinados al subsector de las no renovables (figura 5.9). Los países del Comité de Asistencia al Desarrollo de la OCDE y diversos donantes multilaterales han mostrado idéntica actividad en su participación en esta categoría. Sin embargo, son menos nítidas las tendencias en la distribución de los desembolsos de AOD entre los segmentos del sector de la generación y el de las redes de transmisión y distribución eléctrica (figura 5.10).

Una cuestión importante en las asignaciones de AOD es la falta de apoyo a la planificación, administración y regulación del sector de la energía, que figuran como si no hubiesen recibido ningún desembolso entre 2002 y 2015<sup>11</sup>.

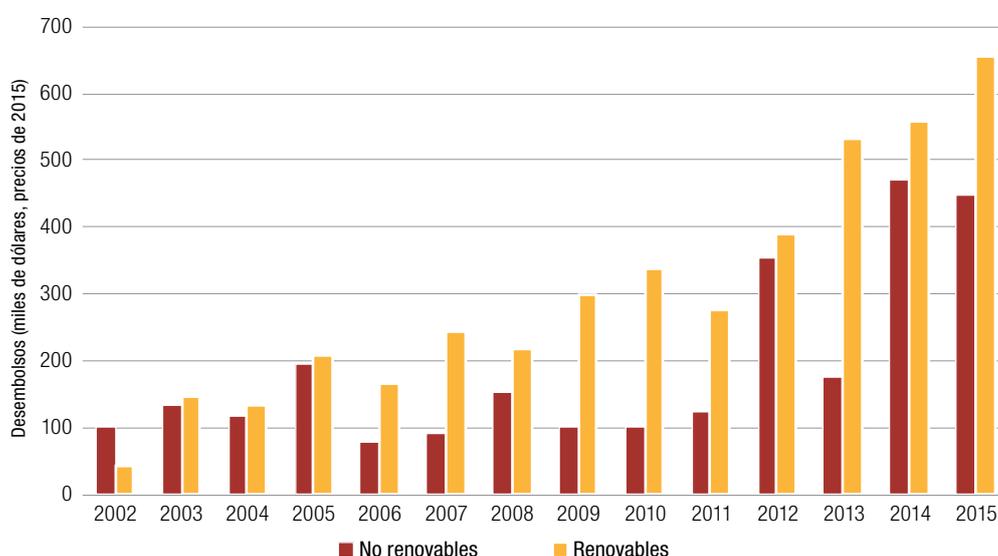
Otros flujos oficiales (los flujos de financiación pública que no cumplen los criterios de concesionalidad para ser clasificados como AOD)<sup>12</sup> en los sectores energéticos de los PMA ascendieron, por término medio, a 173 millones de dólares anuales en el período comprendido entre 2005 y 2015 (figura 5.11). La mayoría de esos fondos se destinaron a la política energética y la gestión administrativa (principalmente fondos de los bancos regionales de desarrollo) y a la transmisión y distribución eléctricas (figura 5.12). De manera similar a lo ocurrido a la AOD, no sé registró ningún desembolso para la subcategoría de la regulación energética.

**c. Financiación público-privada**

Las asociaciones público-privadas (APP)<sup>13</sup> normalmente representan entre el 5% y el 10% de la inversión total en infraestructura económica (McKinsey Global Institute, 2016) y la proporción de la AOD desembolsada por medio de APP o de la participación en el capital de empresas del sector energético de los PMA es mínima.

La financiación de las APP procede de una combinación de fuentes privadas y públicas, como instituciones de financiación para el desarrollo y otros organismos multilaterales. Si bien solo el 5% de la inversión privada mundial en infraestructura va a países de renta media-baja y renta baja, algunos países en desarrollo utilizan la APP, modalidad que puede representar hasta una cuarta parte del total de su financiación. A nivel regional, en el conjunto de los países en desarrollo, la región de Asia Oriental y el Pacífico presentaba la mayor financiación de las APP por el sector privado

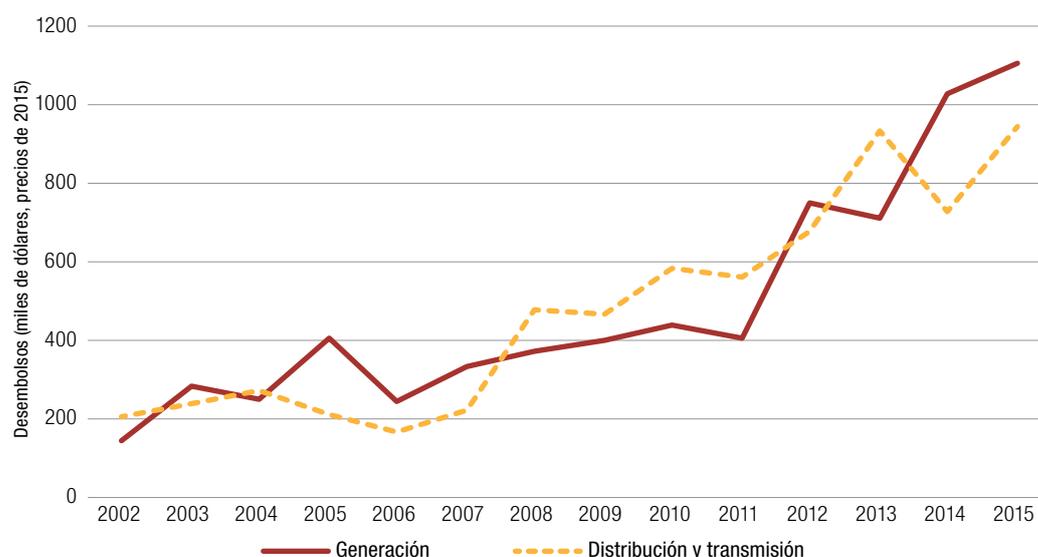
Figura 5.9

**Distribución de la AOD entre fuentes de energía renovables y no renovables (2002-2015)**

Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en junio de 2017).

Figura 5.10

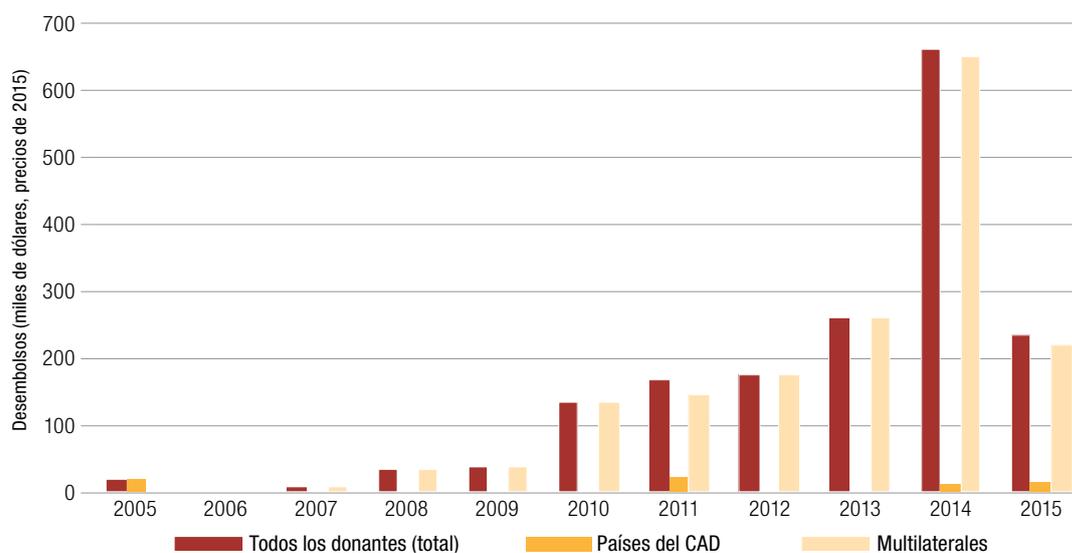
Distribución de la AOD entre los segmentos de red y generación (2002-2015)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en junio de 2017).

Figura 5.11

Tendencias en otros flujos oficiales (2005-2015)



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en junio de 2017).

(83%) en 2015, mientras que fue en América Latina y el Caribe donde la participación pública (39%) fue la más alta (FIC, 2017a; Banco Mundial, 2017a).

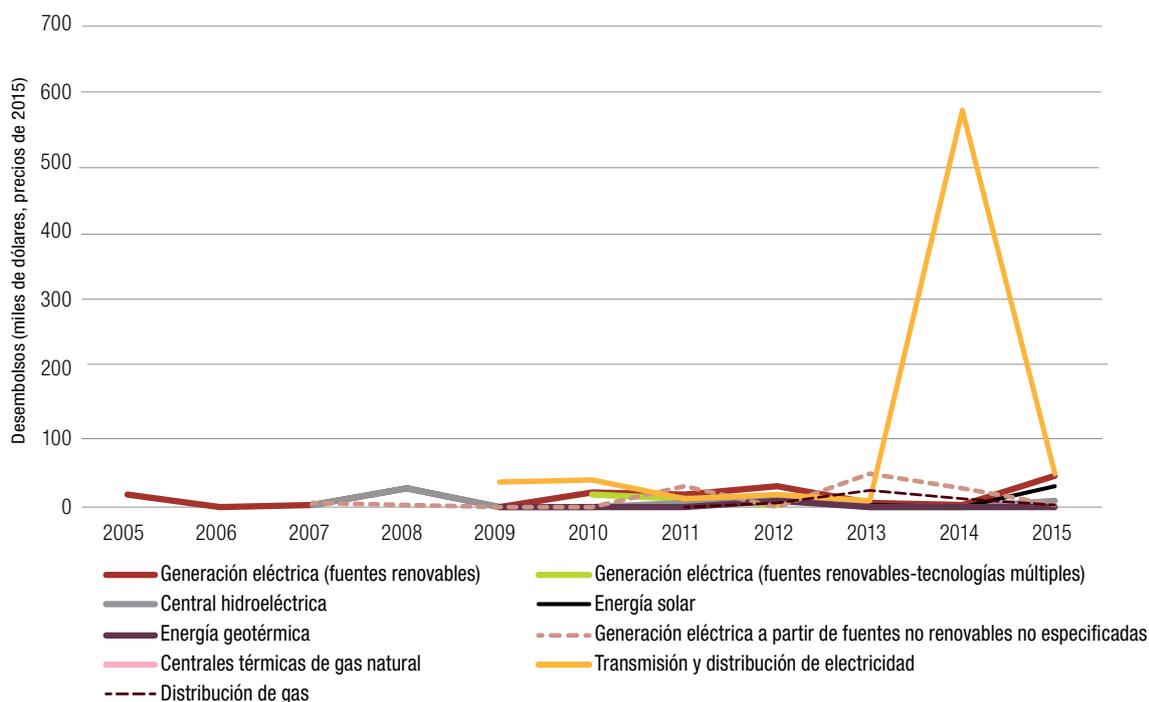
Sin embargo, cabe observar que las APP no necesariamente liberan fondos públicos, por lo que los Gobiernos nacionales, por lo general, pueden obtener financiación a un costo menor que los promotores por medio del endeudamiento en condiciones favorables y la asistencia (Nelson y Shrimali, 2014).

Desde 1990 se han registrado en los PMA 488 proyectos de inversión mediante la modalidad de APP por un

valor de 91.300 millones de dólares. En valor, más de la mitad de estos proyectos (47.500 millones de dólares) se concentraron en el sector de la información, las comunicaciones y las telecomunicaciones; sin embargo, en el sector eléctrico (figura 5.13) el número de proyectos fue mayor (223 proyectos por un valor total de 34.000 millones de dólares). Este número contrasta con los 2.230 millones de dólares (5.971 proyectos) registrados en el mismo período en los OPD, de los que 748 millones de dólares (2.726 proyectos) corresponden al sector eléctrico.

Figura 5.12

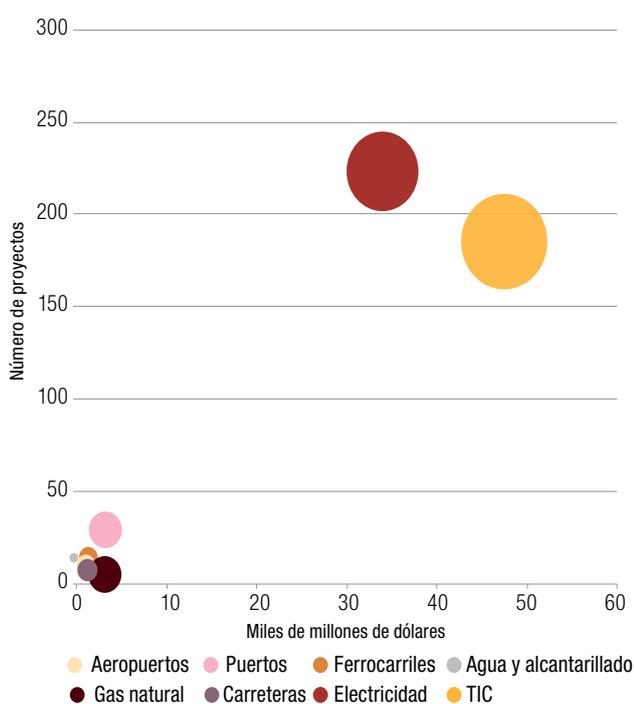
**Distribución de otros flujos oficiales, por fuente de generación (2005-2015)**



Fuente: Estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base OECD.Stat Creditor Reporting System de la OCDE (consultada en junio de 2017).  
 Nota: El pico en 2014 se explica por otros flujos oficiales del Banco Africano de Desarrollo a Angola.

Figura 5.13

**Participación del sector privado en infraestructuras de los PMA (1990-2016)**



Fuente: Cálculos elaborados a partir de datos del Banco Mundial, base de datos Private Participation in Infrastructure (consultada en mayo de 2017).  
 Nota: No se dispone de información sobre Guinea Ecuatorial, las Islas Salomón y Tuvalu.

El valor total de los proyectos de energía en la modalidad APP en los PMA ha experimentado un rápido crecimiento desde 2004 y tocó techo en 2012 al alcanzar un valor de 14.100 millones de dólares (179 proyectos); aunque desde entonces ha disminuido drásticamente, al situarse en 6.900 millones de dólares (148 proyectos) en 2013, y tocar fondo en 2016 con un mínimo de 6 proyectos (800 millones de dólares). Entre los PMA, el país donde el valor de las inversiones fue mayor durante el período fue la República Democrática Popular Lao, país en que la inversión en el sector eléctrico se elevó a casi 16.000 millones de dólares (cuadro 5.5).

Se estima en más de 9.400 millones de dólares las inversiones chinas en proyectos en el sector energético de los PMA, y sus contratos de construcción (que no implican la propiedad de la infraestructura) superaron los 55.300 millones de dólares entre 2005 y 2016 (cuadro 5.6)<sup>14</sup>. Sin embargo, los mercados energéticos de los PMA representaron solo el 0,2% de las inversiones chinas en todo el mundo entre 2005 y 2016.

**d. Endeudamiento soberano**

La subida de los precios de los productos básicos, las altas tasas de crecimiento económico y los bajos tipos de interés en los mercados de los países desarrollados han alentado a algunos PMA, en particular africanos, a aumentar su emisión internacional de bonos para

Cuadro 5.5

## Los cuatro principales países beneficiarios de la participación del sector privado extranjero en el sector eléctrico y las TIC

País	Electricidad		País	TIC	
	Inversión (miles de millones de dólares)	Número de proyectos		Inversión (miles de millones de dólares)	Número de proyectos
República Democrática Popular Lao	15,9	25	Bangladesh	8,2	12
Bangladesh	4,4	49	Sudán	4,2	5
Uganda	1,4	22	República Unida de Tanzania	4,0	12
Nepal	1,9	29	Senegal	3,1	3

Fuente: Base de datos Private Participation in Infrastructure, del Banco Mundial (consultada en mayo de 2017).

Cuadro 5.6

## Inversiones de empresas chinas en el sector de la energía de los PMA

Año	Inversor	Cuantía (millones de dólares)	Participación del inversor (porcentaje)	Subsector	País	Tipo
2008	Huadian	580		Hydro	Camboya	
2010	Sinohydro	1 030		Hydro	República Democrática Popular Lao	De nueva planta
2011	Sinohydro	140	90	Hydro	Nepal	
2013	China Energy Engineering	130		Hydro	Nepal	De nueva planta
2013	CNPC	4 210	29	Gas	Mozambique	
2013	Power Construction Corp	120	90	Hydro	Nepal	De nueva planta
2013	Norinco	180	85	Hydro	República Democrática Popular Lao	De nueva planta
2013	Huaneng	410		Hydro	Camboya	De nueva planta
2015	Three Gorges	1 200	75	Hydro	Nepal	De nueva planta
2016	Power Construction Corp	1 360		Hydro	República Democrática Popular Lao	De nueva planta

Fuente: Base de datos Private Participation in Infrastructure, del Banco Mundial (consultada en mayo de 2017).

financiar el desarrollo de la infraestructura (UNCTAD, 2016a; Foro Económico Mundial, 2016). Entre 2006 y 2015, por lo menos seis PMA de África recurrieron a los mercados de eurobonos (Angola, Etiopía, Mozambique, Rwanda, Senegal y Zambia). La demanda de esos bonos parece seguir siendo fuerte, a pesar de que Mozambique no abonó el cupón en enero de 2017; de hecho, la demanda de la cuarta emisión de eurobonos del Senegal, en mayo de 2017, fue ocho veces superior al valor suscrito (Bloomberg, 2017).

Algunos PMA utilizan sus recursos naturales como garantía para superar los obstáculos al acceso a los préstamos bancarios convencionales y los mercados de capitales. La financiación basada en los recursos naturales o productos básicos es una forma de préstamo empleada por los bancos de varias jurisdicciones, como, por ejemplo, China (cuadro 5.7), el Brasil, Francia, Alemania y la República de Corea (Halland y Canuto, 2013).

## 2. Perspectivas de la financiación externa

La necesidad de inyecciones masivas de capital en el sector de la energía de los PMA se manifiesta en un

momento en el que en el panorama de la financiación internacional para el desarrollo se observan procesos disruptivos endógenos, por lo que estos países pueden verse ante un entorno menos propicio para obtener financiación adicional. Los cambios en el panorama han creado nuevas oportunidades y posibilidades para acceder a la financiación externa, aunque también plantean retos nuevos e importantes (recuadro 5.3).

### a. Financiación pública internacional para el desarrollo, ¿un espacio en contracción?

Han surgido nuevas incertidumbres en torno al futuro de la AOD que pueden reducir las posibilidades de financiación de los PMA. La evolución de la situación política y las constantes tensiones económicas en las principales economías de los donantes están propiciando que algunos de ellos se replanteen sus compromisos en materia de AOD y que lleguen incluso a plantearse la posibilidad de renunciar al compromiso de destinar el 0,7% del INB a la AOD y de reducir las contribuciones a organismos multilaterales, como el Banco Mundial.

La Agenda de Acción de Addis Abeba (aprobada en 2015 en la Tercera Conferencia Internacional sobre

## Los cambios en el panorama de la financiación internacional para el desarrollo están creando nuevas oportunidades y planteando nuevos retos

la Financiación para el Desarrollo) señala una serie de recursos catalizadores de otras fuentes públicas y privadas que presenta como un uso importante de la AOD y otros tipos de financiación pública internacional. Puede tratarse de una oportunidad para los PMA si efectivamente se logra ampliar las posibilidades de financiación para el desarrollo. Sin embargo, la actual serie de instrumentos de mitigación de riesgos utilizados por las instituciones financieras internacionales para atraer inversores institucionales ha resultado ser demasiado compleja, no normalizada y, por consiguiente, engorrosa y costosa para que el sector privado pueda considerar su uso (Foro Económico Mundial, 2016). Las garantías<sup>15</sup> son la principal palanca que se utiliza en la financiación oficial internacional para potenciar la inversión privada en infraestructura y representa el 60% del valor total. Sin embargo, en el caso de los proyectos de energía, los beneficiarios de las garantías son mayoritariamente OPD (OCDE, 2015b). Entre 2012 y 2014, los PMA recibieron solo el 8% de los fondos movilizados a través de garantías, préstamos sindicados y participaciones en sociedades. En términos globales, fueron los países en desarrollo de África (29,1%) los que resultaron más beneficiados, seguidos de los de

Asia (27,2%) y los del continente americano (21,1%) (OCDE, 2016a).

En las instituciones multilaterales de financiación para el desarrollo también se están estudiando cambios. Concretamente, el Grupo del Banco Mundial está considerando la posibilidad de adoptar un enfoque de “cascada” para la financiación de proyectos de infraestructura (Mohieldin, 2017). Con este enfoque solo podría considerarse el apoyo a las soluciones del sector público a la financiación para el desarrollo, en particular los préstamos en condiciones favorables, si no resultasen viables las soluciones del sector privado (primera prioridad) y de las asociaciones público-privadas (segunda prioridad). De adoptarse este enfoque, cabría esperar que se aplicase igualmente al fondo de la Asociación Internacional de Fomento (AIF) para los países más pobres, que se repuso con 75 millones de dólares (50%) en diciembre de 2016. El enfoque de la “financiación combinada” de la OCDE y la Agenda de Addis Abeba adoptan una lógica parecida.

### b. Nuevas normas mundiales del sector financiero

Se espera que los requisitos más estrictos en materia de liquidez y capital mínimo que impone la aplicación del Acuerdo de Basilea III<sup>16</sup> haga aumentar el precio de la deuda a largo plazo y reduzca su oferta<sup>17</sup>. También se espera que el Acuerdo de Basilea III propicie cambios en la forma en que se estructuran y documentan la financiación de los proyectos (OCDE, 2015a; IRSG, 2015). Una de las consecuencias es que los bancos de los países desarrollados han adoptado una actitud más renuente a asumir los riesgos asociados a la financiación de proyectos de infraestructura. Este incipiente desfase

### Cuadro 5.7

#### Financiación china en el sector de la energía en una selección de PMA (2000-2016)

Pais	Prestatario	Prestamista	Fuente de energía	Subsector energético	(Miles de millones de dólares)
Zambia	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	2,00
Camboya	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	1,50
República Democrática del Congo	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	1,00
Sudán	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Polivalente	0,61
Benin	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,55
República Democrática Popular Lao	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Transmisión y distribución	0,55
Uganda	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,50
Malí	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,44
Etiopía	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,44
Guinea	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,34
Guinea Ecuatorial	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Generación eléctrica	0,26
Nepal	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Power generation	0,20
Myanmar	Estado	Ex-Im Bank	Hidroeléctrica	Power generation	0,20

Fuente: China Global Investment Tracker, datos reunidos por el American Enterprise Institute y la Heritage Foundation.

**Recuadro 5.3. Nuevo vocabulario explicado de financiación para el desarrollo**

La financiación innovadora abarca toda una gama de mecanismos de financiación no tradicionales con los que se procura lograr resultados concretos, como captar fondos adicionales, mejorar la eficiencia de la financiación o vincular la financiación a determinados impactos en el desarrollo. El mismo mecanismo o similares pueden ser etiquetados de manera diferente según la región o el sector. La falta de definiciones comunes y marcos de políticas, entre otras cosas para supervisar y evaluar su eficacia y sus efectos, limita la correcta evaluación de esas nuevas formas de financiación para el desarrollo, justo cuando estas están adquiriendo prominencia.

La financiación combinada o el capital social mixto aparece cuando la financiación pública para el desarrollo se utiliza para atraer o potenciar la financiación comercial en los países en desarrollo. Así pues, se trata de un medio para movilizar financiación adicional del sector privado para ponerla al servicio del desarrollo. El Grupo del Banco Mundial incorpora esta estrategia como parte del enfoque de cascada que adopta al evaluar la mejor manera de financiar los proyectos de desarrollo, con el fin de mejorar la eficiencia de la financiación del Banco. La OCDE también ha adoptado la financiación combinada como medio para aunar los esfuerzos de los inversores públicos y privados con miras a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Las empresas, las organizaciones o los fondos recurren a la inversión de impacto social para generar efectos sociales y ambientales o ambos, inversión que además debe ser financieramente rentable. Los inversores pueden optar por una rentabilidad de mercado o contentarse tan solo con recuperar el capital invertido. La inversión de impacto social no es necesariamente lo mismo que la inversión social.

La inversión social, o inversión socialmente responsable, verde o ética, adopta estrategias de inversión que tratan de propiciar un cambio social. Sin embargo, a diferencia de la inversión de impacto social, los que recurren a la inversión social evitan deliberadamente las inversiones que no se ajustan a sus normas éticas, al margen del potencial social que tenga de por sí la inversión.

*Fuente:* Mohieldin (2017); OCDE (2017a, 2017b); Saldinger (2017).

en la financiación bancaria a largo plazo contribuye a ampliar la frontera de la vulnerabilidad de los PMA y los países en desarrollo en general en el panorama de la financiación para el desarrollo.

El volumen de la participación del sector privado en la financiación de proyectos de infraestructura en los países de renta baja sigue siendo discreto (OCDE, 2015b). La evidencia indica que los inversores institucionales, que según estimaciones representan activos por valor de billones de dólares, pueden estar aumentando gradualmente su exposición a la infraestructura y a otros activos físicos. Sin embargo, la gran mayoría de sus inversiones siguen estando concentradas en la propia economía de cada uno de los miembros de la OCDE, así como en los instrumentos financieros tradicionales (Inderst y Stewart, 2014). Así, por ejemplo, en 2016 los fondos de pensiones siguieron invirtiendo principalmente (75%) en acciones y bonos (OCDE, 2017d).

El problema es encauzar inversiones institucionales hacia fines que favorezcan el desarrollo. Hay amplias expectativas de que el impulso de la infraestructura que implica la Agenda 2030 aliente a los inversores institucionales a seguir diversificando sus carteras y comiencen a prestar atención a los países en desarrollo. Sin embargo, en el entorno instaurado por Basilea III, esos inversores muestran signos de una cautela cada vez mayor ante las grandes inversiones, que exigen la aplicación individualizada del procedimiento de debida diligencia que normalmente caracteriza a

los proyectos de infraestructura (Kharas, 2015). Los inversores también podrían considerar que los riesgos que entraña ser precursor en el actual contexto de disrupción tecnológica en los mercados de la energía también pueden considerarse como otras tantas fuentes potenciales de riesgo sistémico (Ma, 2016).

Otro problema es que tal vez sea conveniente operar cambios en las propias normas de los inversores institucionales que les permitan invertir en proyectos orientados al desarrollo (UNCTAD, 2012). La evolución de las políticas en materia de clima no ha comportado hasta el momento ningún cambio apreciable en este contexto. Por ejemplo, los mandatos de los fondos soberanos generalmente no incluyen la financiación verde (OCDE, 2016b), y las medidas conexas adoptadas en esta esfera han perseguido reducir la exposición a los combustibles fósiles de su cartera (Halland, 2017) de deuda y acciones de sociedades cotizadas en bolsa. La voluntad de invertir en un determinado país también se ve muy influida por las percepciones en ámbitos en los que los PMA tienden a encontrarse en una situación de desventaja, como el riesgo soberano, el clima inversor, los entornos en los que se inscriben las políticas y la calidad institucional (OCDE, 2016b; Inderst y Stewart, 2014).

**c. El auge de los fondos relacionados con la infraestructura y la energía**

A pesar del futuro incierto de la financiación para el desarrollo en general, la infraestructura, en particular el

sector eléctrico, ha despertado un interés considerable entre los donantes, el sector privado y las instituciones multilaterales de financiación para el desarrollo. Ha habido una proliferación de la financiación para el desarrollo dirigida específicamente a la infraestructura y la energía, así como de fondos de impacto social (recuadro 5.4) e instrumentos de financiación en los ámbitos del clima y el medio ambiente a nivel bilateral, regional y multilateral. Esas iniciativas a menudo están vinculadas a la política de cambio climático o la política de desarrollo sostenible, iniciativas que pueden ir dirigidas o no a actividades de infraestructura y acceso energético. Muchas de ellas están capitaneadas por un banco regional de desarrollo o se inscriben en el marco de la cooperación Sur-Sur o de la cooperación bilateral, a menudo centrándose en una región o país; aunque es raro que se focalicen en un determinado PMA. En el nuevo paradigma de la financiación para el desarrollo, la combinación de financiación pública y privada está transformando el perfil de los inversores de los fondos para incluir a entidades de financiación del desarrollo, gestores de entidades de capital inversión, inversores de impacto social e inversores institucionales. Todo ello contribuye a una red entrecruzada de intereses, motivaciones y flujos de financiación para el desarrollo.

Estas iniciativas son importantes porque cada vez cosechan más éxitos en la conformación de grandes compromisos de financiación que tienen el potencial de contribuir al desarrollo, junto con el gasto público y la AOD.

Se prevé que el Fondo Europeo de Desarrollo Sostenible, cuya propuesta de creación se formuló en septiembre de 2016, movilice hasta 44.000 millones de euros para inversiones en África y en países vecinos de la Unión Europea. Como mínimo, el 28% de ese Fondo se destinará a inversiones en actividades relacionadas con el clima, la energía renovable y la eficiencia de los recursos. El fondo propuesto está encaminado principalmente a la creación de empleo y a hacer frente a las causas profundas de la migración (Consejo Europeo, 2017). En el plano multilateral, el Fondo Verde para el Clima, en julio de 2017, ya había movilizado 10.300 millones de dólares en promesas, y 13 de sus 43 proyectos en curso, que representan solo 2,2 millones en compromisos, se sitúan en algunos de los países menos adelantados. El centro de África de la Alianza para la Inversión en el Desarrollo Sostenible (SDIP) para las inversiones en infraestructura inició sus actividades en 2016, y está prevista la apertura de otro centro para la ASEAN. La alianza es una iniciativa colaborativa integrada por instituciones públicas, privadas y filantrópicas de todo el mundo, coordinada por el Foro Económico Mundial, con el apoyo de la OCDE, y aspira a movilizar de aquí a 2020 unos 100.000 millones de dólares recurriendo a la financiación combinada.

El crecimiento explosivo de esas iniciativas queda patente en la cartografía (de una lista no exhaustiva) de 58 iniciativas y programas relacionados con la energía en las que participan múltiples países dirigidos a beneficiarios africanos que se recoge en el cuadro 5.8. Los donantes

#### Recuadro 5.4. El sector de la inversión de impacto social

Se considera que la inversión de impacto social tiene un potencial complementario y significativo en el logro de los ODS, junto con el gasto público y la AOD, y su impulso inicial cabe atribuirlo en gran medida a los donantes bilaterales y las comunidades filantrópicas. Los inversores de impacto social invierten en empresas, organizaciones y fondos del sector privado, principalmente en los países en desarrollo. Su principal atractivo es su capacidad perceptible de impulsar empresas inclusivas y ecológicas mediante un tipo de inversión catalizadora en pequeñas y medianas empresas capaces de atender las necesidades de las poblaciones de la base de la pirámide mediante la utilización de nuevos e innovadores modelos de negocio.

Ya en septiembre de 2016, la base de datos de la iniciativa Global Impact Investing Network incluía más de 400 fondos de inversión de impacto social, de los que el 60% tenían una antigüedad de menos de tres años, y con un capital comprometido de 31.200 millones de dólares. El énfasis se hace en las zonas rurales y urbanas; la base de la pirámide; la inversión en la comunidad o local; las mujeres; las minorías o las poblaciones previamente excluidas; el comercio justo; los derechos humanos; y las temáticas de carácter confesional. El acceso a la financiación y el acceso a los servicios básicos eran, con mucho, las dos esferas de interés más importantes, seguidas por la generación de empleo y la tecnología verde. Las entidades de capital inversión y capital riesgo representan más del 50% de los vehículos de inversión de los fondos, especialmente en los mercados emergentes. Los fondos persiguen principalmente (79%) unos rendimientos ajustados al riesgo de capital.

Entre los problemas a que se enfrentan los fondos de inversión figuran el número limitado de empresas sociales sostenibles o de beneficiarios de la inversión de impacto que cumplen sus criterios en los mercados destinatarios; la falta de estructuras innovadoras financieras de las operaciones que cuadren con los perfiles de riesgo y rentabilidad del inversor; la falta de visibilidad; un entorno regulador poco claro en los mercados destinatarios; y las escasas posibilidades de desinvertir de manera rentable. El desarrollo de sistemas normalizados de medición del impacto social sigue planteando un gran reto para el sector.

*Fuente:* GIIN (2015); PNUD (2015); Wilson (2016).

## Cuadro 5.8

## Panorama de las principales iniciativas y programas de energía en favor de África

## Iniciativas de alto nivel

Corredor de Energía Limpia de África	Iniciativa para la Adaptación de África (AREI)
Africa Energy Leaders Group (AELG)	Iniciativa Presidencial de Fomento de la Infraestructura (PIC)
Asociación UE-África en materia de energía	Programa de Desarrollo de la Infraestructura en África (PIDA)
Africa Power Vision	SE4ALL (Africa Hub)

## Iniciativas de alto nivel con un programa operacional

África 50	<i>New Deal</i> para la Energía en África
Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía (AFREA I & II, ESMAP)	Power Africa
ElectriFi	Servicio de Financiación para Asesoramiento en Infraestructura Público-Privada
Energies pour l'Afrique	Programa de Garantías del Banco Mundial
Alianza Mundial para la utilización de cocinas ecológicas	

## Programas operacionales y mecanismos de ejecución

Fondo de la UE para la energía destinado a los países ACP	GET FIT Uganda
Programa de Género y Energía de AFREA	Fondo Mundial para la Eficiencia Energética y las Energías Renovables
Africa Clean Cooking Energy Solutions Initiative (ACCES)	Fondo Regional Africano para Minirredes Eléctricas Verdes
Fondo de Garantía Energética para África (AEGF)	Fondo de la IRENA y el ADFD para la financiación de proyectos
Africa Enterprise Challenge Fund (AECF)	Lighting Africa
Programa de Cooperación entre África y la UE sobre las Energías Renovables (RECP)	Plan Solar Mediterráneo (MSP)
Plan de Garantía Parcial de Riesgo del Banco Africano de Desarrollo	Programa de Bioenergía para África del NEPAD
Fondo de Energía Renovable para África (AREF)	Red Continental de Empresas de la NEPAD (RCE)
Programa de biocombustibles para uso doméstico y en el transporte	Fondo de financiación para la preparación de proyectos de infraestructura (IPPF) de la NEPAD
Iniciativa del Carbono para el Desarrollo (Ci-Dev)	Mecanismo de prestación de servicios del PIDA
Fondo de Tecnologías Limpias	Grupo de Desarrollo de Infraestructuras del Sector Privado
Fondo Fiduciario para África de la Asociación de Energía y Medio Ambiente (EPP)	Proyecto Regional de Energía para la Reducción de la Pobreza
Energising Development (EnDev)	Programa Regional de Asistencia Técnica (RTAP)
Energy Access Ventures	Renewable Energy Performance Platform (REPP)
Energy Africa Campaign	Renewable for Poverty Reduction Program (REPoR)
Fondo para la Energía Renovable de la CEDEAO (EREF)	Renewable Energy Solutions for Africa (RES4Africa)
Fondo Fiduciario para la infraestructura de África-Unión Europea (ITF)/ Plataforma de Inversión Unión Europea-África (AfIF)	Scaling Solar
Fondo para el fomento del sector privado de las instituciones europeas de financiación del desarrollo (EDFI)	Fondo Estratégico para el Clima – Scaling Renewable Energy Program (SREP)
EU Energy Initiative Partnership Dialogue Facility (EUEI PDF)	Alianza para la Inversión en el Desarrollo Sostenible
Mecanismo de Asistencia Técnica de la Unión Europea	Fondo de Energía Sostenible para África
Mecanismo de financiación para la mitigación del riesgo geotérmico	

Fuente: AEEP (2016), cuadro 1.

multilaterales participan en el 77% y los donantes bilaterales en el 65% de las iniciativas y los programas para África. Casi todas ellas se centran en la promoción de la energía renovable y en su gran mayoría están dirigidas al sector eléctrico, de las que el 74% apoya la generación de electricidad con conexión a la red (AEEP, 2016).

Sin embargo, la proliferación de iniciativas en materia de energía podría agudizar la desigual distribución de los flujos entrantes de financiación entre los PMA como grupo y entre las distintas regiones. También ponen

de relieve los problemas persistentes que plantean el seguimiento, la medición y la comprensión de las motivaciones y el carácter de las fuentes no tradicionales de financiación para el desarrollo. El gran volumen de los datos, que a menudo no son comparables y transparentes, correspondientes en particular a las iniciativas en las que participan el sector privado, la cooperación Sur-Sur y la inversión de impacto social, hace que cada vez resulte más difícil evaluar la cuantía de la financiación disponible, así como su cobertura,

## Entre las otras fuentes de financiación para el desarrollo figuran la financiación Sur-Sur, la inversión de la diáspora y los mercados nacionales de capitales

adicionalidad e impacto. Además, las estimaciones oficiales de las actividades de entidades privadas (por ejemplo, fundaciones filantrópicas y la obra social de carácter corporativo) encaminadas principalmente a apoyar el desarrollo nacional o internacional sin ánimo de lucro y que entrañan una transferencia de recursos a países en desarrollo, por lo general, no tienen o no proporcionan suficiente información detallada sobre los sectores y los países (Naciones Unidas, 2016). Los cambios en el panorama mundial de la financiación para el desarrollo han creado, por consiguiente, un problema de escasez de información y al mismo tiempo contribuyen a que los PMA y otros países en desarrollo tengan que surcar una arquitectura de la financiación del desarrollo cada vez más compleja y fragmentada (UNCTAD, 2016b).

También se considera que los inversores de impacto social son otras tantas posibles fuentes de financiación, en particular cuando se trata de centrales eléctricas de recursos renovables e híbridas a escala mediana que se integran en redes más grandes que son capaces de apoyar actividades productivas industriales y semindustriales (recuadro 5.4). En muchos países en desarrollo es problemática la financiación comercial en el caso de las grandes redes descentralizadas, debido a su mayor complejidad, su tamaño mediano y la necesidad de marcos institucionales y jurídicos formales. En la mayoría de los casos, la financiación pública, que puede ser de hasta el 80%, se presenta en forma de subvención de capital (IFC, 2012). Los sistemas descentralizados más grandes diseñados con la vista puesta en las empresas y no en los particulares pueden explotar las economías de alcance para prestar servicios más fiables y diferenciados, como los servicios de hora punta y hora valle y atender diferentes cargas. La insuficiencia de marcos de política, los costos de ajuste periódicos que se necesitan por el crecimiento de la demanda, la gestión y el mantenimiento a largo plazo y la falta de financiación en la escala intermedia han contribuido a que la presencia del sector privado se circunscriba a las soluciones para clientes particulares y las soluciones no conectadas a la red.

### d. Financiación Sur-Sur

La banca oficial china de carácter especializado se ha erigido en líder mundial en la financiación de proyectos

energéticos en los países en desarrollo (cuadro 5.7) y se estima que los bancos y fondos de China han duplicado la financiación mundial disponible para el desarrollo global con activos superiores a los de los principales bancos multilaterales de desarrollo que operan en los países en desarrollo. En África, China se ha convertido en la principal fuente bilateral de financiación de infraestructuras (Sy y Copley, 2017). Entre 2007 y 2014, la banca china aumentó en 117.500 millones de dólares su financiación de proyectos en el sector de la energía, duplicando así la financiación mundial disponible para este sector (Gallagher y otros, 2016). Los préstamos concedidos por China a veces se han ajustado a los criterios de concesionalidad del Comité de Ayuda al Desarrollo de la OCDE y del Banco Mundial, pero incluso cuando no es así, sus procedimientos de desembolso y la falta de condicionalidad pueden convertirse en su principal ventaja (Bhattacharya y Rashmin, 2016). La diversidad de PMA que obtienen crédito de China es significativamente mayor que la de beneficiarios de la inversión directa.

Es previsible que se mantenga el dominio de China en la financiación de infraestructuras. Desempeñó un destacado papel en la capitalización del Nuevo Banco de Desarrollo<sup>18</sup> y del Banco Asiático de Inversión en Infraestructura<sup>19</sup>. En la lista de los proyectos aprobados por este último en 2016 destaca un proyecto de 20 millones de dólares para la construcción de una central eléctrica en Myanmar y un proyecto de distribución eléctrica en Bangladesh por un valor de 165 millones de dólares. Está previsto que el Banco Asiático de Inversión en Infraestructura, que inició sus actividades en enero de 2016, otorgue anualmente préstamos por valor de entre 10.000 y 15.000 millones de dólares en los próximos 15 años. Se estima que el Nuevo Banco de Desarrollo pueda alcanzar una capacidad de préstamo anual de 3.400 millones de aquí a 2024 y de casi 9.000 millones en 2034 (Naciones Unidas, 2016).

También se prevé que la iniciativa de la Franja y la Ruta, que exige inversiones ingentes en infraestructura, propicie un aumento de los préstamos de la banca china, en particular en el sector eléctrico de Asia. La constitución del Fondo de China para la Cooperación Climática Sur-Sur, que fue anunciada en 2015, también es un acontecimiento importante para el sector eléctrico.

Además, concurren todas las condiciones para puedan aumentar otras fuentes de financiación Sur-Sur. Por ejemplo, la India anunció en 2015 la concesión de créditos en condiciones favorables por valor de 10.000 millones de dólares a una serie de países africanos a lo largo de cinco años, junto

con 600 millones de dólares de ayudas en forma de donaciones, aumentando así las actuales líneas de crédito al continente.

#### e. Financiación interna

Los gobiernos de los PMA y los donantes internacionales ahora ponen el foco —aunque desde diferentes perspectivas— en otras fuentes alternativas de inversión que puedan ayudar a colmar las carencias de financiación en un momento en que se intensifican las presiones sobre algunos países donantes tradicionales para que reduzcan las fuentes públicas de financiación internacional para el desarrollo. Se presta una atención cada vez mayor a tres posibles fuentes de financiación que se consideran superiores a la AOD y que son relativamente estables y resilientes en períodos de recesión económica: los flujos financieros ilícitos (en particular de África, aunque también de otras jurisdicciones), los recursos que podrían liberarse mediante la reforma o eliminación de los apoyos ineficientes al consumo o la producción de combustibles fósiles y las remesas de los particulares. La última de ellas no es una fuente de financiación para el desarrollo o de capital a largo plazo, sino más bien un flujo de capitales privados entre hogares, principalmente dirigidos a sufragar gastos de consumo. No obstante, podría haber posibilidades de que la diáspora realice inversiones directas en actividades relacionadas con el desarrollo.

Una condición *sine qua non* para poder aprovechar otras fuentes de financiación para el desarrollo en los PMA es la elaboración de instrumentos nacionales de deuda vinculada a infraestructuras. El escaso desarrollo de los mercados de capitales en los PMA comporta que no se disponga de los típicos instrumentos de deuda para infraestructura, como los bonos de empresa y los bonos emitidos para la realización de proyectos, incluidos los bonos municipales, que puedan ser objeto de calificación y negociación y que normalmente los inversores institucionales pueden tener en su cartera (Inderst y Stewart, 2014; IFC, 2016). La insuficiencia o la total inexistencia de esos instrumentos merma la capacidad de los inversores para diversificar el riesgo. Además, esta insuficiencia limita el desarrollo de una base de inversores locales. Por ejemplo, la importancia de los fondos de pensiones en relación con el tamaño de la economía en algunos PMA (por ejemplo, Lesotho) es significativa (OCDE, 2014) y podría aprovecharse mejor si el mercado de capitales del país estuviese más desarrollado.

Una serie de importantes novedades parecen indicar que los bancos nacionales de desarrollo están asumiendo un papel más importante en la financiación de la infraestructura regional y subregional (Naciones Unidas, 2016); además, crece el número de iniciativas

destinadas a ayudar a que los países en desarrollo desarrollen sus nacientes mercados de capitales nacionales y puedan sacar partido de los nuevos tipos de inversores.

Se han puesto en marcha algunas iniciativas internacionales para apoyar la movilización de los recursos nacionales. En el plano multilateral, la Corporación Financiera Internacional promueve los bonos en moneda local (IFC, 2017b). En los planos regional y continental, se ha hecho referencia a un “Gran Bono para África”<sup>20</sup> y en Asia ya existe una serie de iniciativas, como la iniciativa del Fondo de Bonos Asiáticos de la Reunión de Ejecutivos de los Bancos Centrales de Asia Oriental y el Pacífico (EMEAP), que se puso en marcha en 2003<sup>21</sup>, y el Fondo de Garantía del Crédito y la Inversión (CGIF), que otorga garantías a bonos emitidos en la región de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental más China, el Japón y la República de Corea (ASEAN+3)<sup>22</sup>. A nivel bilateral, se puede señalar el ejemplo del Fondo de Bonos en Moneda Local constituido en 2012 por el Banco de Desarrollo KfW de Alemania<sup>23</sup>. Entre los ejemplos nacionales, cabe mencionar el bono de la diáspora etíope y los bonos de los migrantes de Bangladesh (Guichard, 2016).

Sin embargo, el número de PMA que pueden acogerse a estas iniciativas es variable. Por ejemplo, los bonos de la Corporación Financiera Internacional han redundado principalmente en beneficio de OPD —en particular los BRICS—, lo que tal vez resalte las graves dificultades que se pueden observar en el contexto de los distintos PMA; hasta ahora solo Zambia y Rwanda se han podido acoger a las iniciativas de IFC, mientras que los PMA miembros de la iniciativa de la EMEAP aún no han participado. Además, los efectos pueden ser limitados cuando los bonos cotizan únicamente en los mercados nacionales, como ocurre con los bonos de los migrantes de Bangladesh.

## E. Conclusión

Los costos de lograr el acceso universal a la electricidad en los PMA, y sobre todo de un acceso que sea transformador, son considerables y superan en mucho las actuales entradas financieras en el sector. Las estimaciones recogidas en el presente capítulo sugieren que el costo total de la inversión para lograr el acceso universal de aquí a 2030 se situará entre los 12.000 y los 40.000 millones de dólares anuales si consideramos a todos los PMA en su conjunto, y que el aumento de la oferta para satisfacer las necesidades de un acceso transformador provocaría un significativo incremento de los costos. Sin embargo, las perspectivas de un incremento a la escala necesaria se ven empañadas por una serie de problemas actuales y acuciantes.

Las tendencias actuales de la financiación para el desarrollo, en particular las señaladas en la Agenda de Acción de Addis Abeba, ponen de relieve el papel que en principio puede desempeñar la financiación privada para la inversión en infraestructuras orientadas al desarrollo y de los flujos oficiales a la hora de catalizar ese tipo de financiación. Sin embargo, el papel de la financiación privada de las infraestructuras sigue siendo limitado en el caso de los PMA, y subsisten importantes obstáculos a su utilización para lograr el acceso universal. Este enfoque también plantea el problema de compatibilizar los factores impulsores de la financiación privada con las diferentes motivaciones para la intervención de la financiación pública. Junto con el elevado costo de la financiación privada, estas circunstancias indican claramente que la inversión pública y la AOD seguirán desempeñando una función fundamental. Es crucial aumentar la AOD dirigida a los PMA en el contexto del principio internacionalmente reconocido de la responsabilidad común, aunque diferenciada, en el caso de la mitigación del cambio climático.

Las circunstancias particulares que concurren en el caso de los PMA, donde la electrificación tiene un costo elevado y la capacidad adquisitiva es muy limitada, son origen de graves tensiones entre objetivos múltiples como lo son los de aumentar el acceso, la asequibilidad, la fiabilidad del suministro y la sostenibilidad financiera. Estas tensiones pueden agudizarse aún más si los PMA intentan aumentar considerablemente el peso de la energía renovable en su combinación de generación eléctrica mediante la participación del sector privado, por cuanto es probable que se requiera el examen de los planes de apoyo a la energía renovable que conllevan unos precios superiores a los de mercado. Otras limitaciones obedecen a la reducida disponibilidad de capacidad de planificación y capacidad regulatoria, circunstancia que debe tenerse en cuenta en el diseño y la elección de los mecanismos de apoyo, y que ponen de manifiesto además la necesidad de llevar a cabo esfuerzos proactivos para crear las capacidades necesarias que permitan ampliar las opciones de política en el futuro.

## Notas

- 1 Un préstamo sindicado está financiado por un grupo de prestamistas y no por uno solo.
- 2 Mientras que en los países desarrollados las presiones gravitan en torno a las desigualdades entre los clientes residenciales ocasionadas por la aparición de la generación distribuida, en el caso de los PMA (y otros países en desarrollo) las causas están vinculadas a las debilidades estructurales puestas de manifiesto por el aumento de la participación privada en el sector.
- 3 Por ejemplo, las tarifas diferenciadas según la tecnología empleada y el sitio de localización o las tarifas no sujetas a regulación y fijadas por las empresas en consulta con las comunidades, como en la República Unida de Tanzania (IRENA, 2016b).
- 4 Teniendo presente que los costos de las renovables son diferentes según la localidad, las subastas de precios no son comparables con las de dentro o fuera del país.
- 5 Los servicios de promoción empresarial a menudo pueden ser el factor que determine el éxito o el fracaso de los planes de crédito empresarial y la posibilidad de contraer un préstamo, pues la disponibilidad de crédito no basta para que aumenten los empresarios o el endeudamiento (Molenaar, 2006; Naidoo y Hilton, 2006).
- 6 Los PMA, aunque constituyen el 60% de la población de África Subsahariana, representan solo un tercio del PIB de la región, lo que es indicativo de su bajo PIB per cápita y del importante peso que tienen Sudáfrica y Nigeria.
- 7 En el período 2010-2015, unos 22 proyectos en materia de clima financiados con cargo a la asistencia oficial para el desarrollo estuvieron encaminados directamente a reformar el régimen de subvenciones a los combustibles fósiles (Merrill y otros, 2017).
- 8 <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/>.
- 9 Se puede acceder a un repositorio de materiales complementarios relacionados con el presente estudio, en particular el instrumento de modelización empleado (desarrollado por el DAES) en la dirección: <https://github.com/UN-DESA-Modelling/electrification-paths-supplementary>.
- 10 La asistencia oficial para el desarrollo (AOD) sigue siendo un factor singular e importante de la cooperación para el desarrollo y es la única forma de financiación pública internacional que está expresamente encaminada a promover el desarrollo y el bienestar de los países en desarrollo (Naciones Unidas, 2016).
- 11 La base de datos del Comité de Asistencia al Desarrollo (CAD) de la OCDE subdivide la AOD en seis esferas temáticas: política energética y gestión administrativa; regulación del sector de la energía; educación o formación en temas relacionados con la energía, y conservación de la energía. Los desembolsos a los PMA registrados en concepto de las dos primeras categorías ascendieron a cero entre 2002 y 2015.
- 12 Entre los otros flujos oficiales figuran la financiación bilateral para fines comerciales, como los créditos

- directos a la exportación; las subvenciones al sector privado para conceder créditos con bonificación de intereses a los países en desarrollo, y los fondos de apoyo a la inversión privada. En los datos que aquí se presentan no se consignan los créditos a la exportación.
- 13 El contrato de asociación pública-privada (APP) se ha erigido en la principal estructura jurídica para definir la inversión para la financiación de un proyecto. Presenta pocas estructuras normalizadas y suele establecerse específicamente para cada proyecto (OCDE, 2015a).
  - 14 Base de datos China Global Investment Tracker (<http://www.aei.org/china-global-investment-tracker/>). Esta base de datos no incluye las operaciones por un valor inferior a 100 millones de dólares.
  - 15 Al menos hasta la plena efectividad de los arreglos basados en el enfoque de cascada o de financiación combinada.
  - 16 La implantación de Basilea III acabará en 2019 y se espera que tenga vigencia a escala mundial.
  - 17 La Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversiones crearon la Iniciativa Europa 2020 de Obligaciones para la Financiación de Proyectos como medio de atraer otro tipo de fondos para financiar proyectos de infraestructura individuales (<http://www.eib.org/products/blending/project-bonds/>).
  - 18 El Nuevo Banco de Desarrollo fue creado por los países del grupo BRICS (Brasil, Federación de Rusia, India, China y Sudáfrica) en 2015 y su actividad se focaliza de manera particular en los préstamos para proyectos de desarrollo sostenible e infraestructura (su objetivo es financiar el 60% de los préstamos a las energías renovables) en los países del grupo BRICS, otras economías de mercado emergentes y los países en desarrollo (<http://www.ndb.int/about-us/essence/history/>).
  - 19 El Banco Asiático de Inversión en Infraestructura es un banco de desarrollo multilateral impulsado por China cuya creación se remonta a fines de 2015 y cuyo objetivo es atender las necesidades en materia de infraestructura de los países asiáticos. En mayo de 2017, sus miembros eran cinco PMA asiáticos (Bangladesh, Camboya, Myanmar y Nepal y República Democrática Popular Lao) y un PMA africano (Etiopía). Entre los posibles futuros miembros enumerados en el sitio web del banco en mayo de 2017 figuraban el Afganistán y Timor-Leste.
  - 20 Propuesta de Ngozi Okonjo-Iweala, ex Ministra de Hacienda de Nigeria y Directora Gerente del Banco Mundial, y Nancy Birdsall, Presidenta Emérita e Investigadora Principal del Center for Global Development (Birdsall y Okonjo-Iweala, 2017).
  - 21 <https://aric.adb.org>.
  - 22 <http://www.cgif-abmi.org/>. Los PMA miembros de la ASEAN y de la Iniciativa Fondo de Bonos Asiáticos de la Reunión de Ejecutivos de los Bancos Centrales de Asia Oriental y el Pacífico (EMEAP) son Camboya, Myanmar y la República Democrática Popular Lao.
  - 23 <http://www.alcbfund.com/>.



# **CAPÍTULO 6**

Políticas de acceso  
a la energía para la  
transformación  
estructural de la  
economía



# CAPÍTULO 6

## Políticas de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía

<b>A. Introducción</b>	<b>151</b>
<b>B. Fortalecimiento de los sistemas eléctricos de los PMA</b>	<b>151</b>
1. Planificación sistémica de la energía y coordinación de políticas	151
2. Ampliación del suministro y diversificación estratégica de la combinación de fuentes de generación de energía	153
3. Extensión y mejora de la red	154
4. Mayor integración de los mercados regionales de la energía	155
<b>C. Gobernanza y financiación del sistema eléctrico</b>	<b>156</b>
1. Creación de marcos de gobernanza eficaces para el sector eléctrico	156
2. Equilibrio entre asequibilidad y rentabilidad	159
3. Mayor movilización de fuentes internas de financiación	160
<b>D. Aprovechamiento del nexo entre energía y transformación</b>	<b>161</b>
1. Integración de las políticas energéticas y las estrategias de transformación estructural	161
2. Aprovechamiento de las opciones tecnológicas para la electrificación y el desarrollo rurales	162
3. Políticas complementarias para la transformación estructural y el uso productivo de la energía	163
4. Políticas de ciencia, tecnología e innovación orientadas al acceso a la energía para la transformación estructural de la economía	165
<b>E. Dimensiones internacionales</b>	<b>166</b>
1. Ampliación del efecto de la inversión extranjera directa	166
2. Aprovechar la deuda sin poner en peligro la sostenibilidad	167
3. Asistencia oficial para el desarrollo y financiación para el clima	168
4. Acceso a tecnologías	170
Notas	171

## A. Introducción

El acceso universal a la energía moderna podría tener un efecto transformador en las economías de los países menos adelantados (PMA); pero que ese potencial se materialice depende en gran medida de la expansión de los usos productivos de la energía moderna para aumentar la productividad en las actividades existentes y diversificar la producción dando lugar a nuevos sectores y productos. Asimismo, la expansión del uso productivo de la energía puede desempeñar un importante papel en el fortalecimiento del sector eléctrico, generando la demanda necesaria para que las inversiones resulten viables y, en la medida de lo posible, favoreciendo la diversificación de las fuentes de energía en los PMA.

Para aprovechar esta relación sinérgica esencial del nexo entre energía y transformación es necesario ir más allá de la óptica social y ambiental que tiende a dominar los debates sobre el acceso a la energía, y prestar también la debida atención a la dimensión económica. Se requieren medidas proactivas para procurar un “acceso a la energía para la transformación estructural de la economía” y promover el uso de la electricidad en los procesos productivos.

Las necesidades energéticas para usos productivos varían considerablemente en función del sector o de la actividad, pero normalmente trascienden la perspectiva minimalista que concibe el acceso universal como la conexión física de los hogares a las fuentes de electricidad. A menos que se satisfagan las necesidades de energía de los productores —entre otras cosas, una potencia máxima suficiente, fiabilidad, calidad del suministro y asequibilidad— se desaprovecharán muchas de las oportunidades de desarrollo sin precedentes que ofrecen los avances tecnológicos logrados recientemente para la generación de electricidad (y, en menor medida, para su almacenamiento).

Los esfuerzos serios que se realicen antes de 2030 con objeto de lograr un acceso a la energía para la transformación estructural de la economía exigirán enormes inversiones en infraestructura física y, de forma paralela, mejoras en la estructura institucional del sector energético. Esas inversiones son por naturaleza a largo plazo y pueden dar lugar a una alta dependencia de la trayectoria que se siga. Si se aplica al acceso universal un enfoque que no aborde adecuadamente las necesidades energéticas actuales y futuras en un contexto de transformación estructural, existe el riesgo de que los PMA se vean reclusos durante décadas en un ritmo de desarrollo más lento que el deseable. Esto tiene grandes implicaciones para

---

**Si no se integra el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía en las estrategias de acceso universal, se corre el riesgo de recluir a los PMA en un ritmo de desarrollo más lento que el deseable**

---

las políticas energéticas, las estrategias de desarrollo y la articulación entre ambas.

Sobre la base de los capítulos anteriores, en este capítulo se presentan conclusiones, tanto en referencia al sector eléctrico como a la articulación de las directrices del sector de la energía con estrategias de desarrollo más amplias, y en relación con el sistema económico internacional.

## B. Fortalecimiento de los sistemas eléctricos de los PMA

### 1. Planificación sistémica de la energía y coordinación de políticas

El acceso a la energía para la transformación estructural exige el desarrollo de un sistema de suministro de electricidad que satisfaga las necesidades generadas por la expansión de los sectores productivos. Esto significa, además de ampliar el acceso físico, asegurar un suministro eléctrico suficiente, asequible y fiable en un contexto de aceleración de la demanda de energía para impulsar el proceso de transformación estructural.

La magnitud de este desafío es enorme en la mayoría de los PMA. También es sumamente complejo y requiere un examen detenido de las circunstancias concretas de cada localidad, que deben sopesarse frente a las múltiples opciones tecnológicas en rápida evolución y un panorama empresarial cambiante. Probablemente, algunas de las decisiones que resultan necesarias, especialmente en relación con las opciones tecnológicas y los modelos de negocio, puedan descentralizarse de modo que recaigan en los agentes económicos, como los productores de energía independientes o los propios hogares; no obstante, se requiere cierto grado de planificación centralizada para prever y abordar las repercusiones en el conjunto del sistema de sus opciones de inversión y para aprovechar plenamente las posibles sinergias y complementariedades entre las distintas tecnologías integrando la combinación de fuentes de generación de energía de cada país.

---

## El fortalecimiento de los sistemas energéticos de los PMA requiere una combinación de planificación sistémica a largo plazo y flexibilidad

---

Así pues, las múltiples dificultades que plantea el fortalecimiento de los sistemas de energía de los PMA exigen una combinación de planificación sistémica a largo plazo y flexibilidad.

La eficacia de una planificación sistémica de la energía depende de la coherencia y el realismo de las políticas y de una base de información sólida. La extensión de la red eléctrica conduce inevitablemente a un aumento de la demanda de electricidad. Si la capacidad de generación no es suficiente para mantener el ritmo de ese aumento, se producirá un deterioro de la fiabilidad del suministro, con lo que se reducirán las ventajas de la ampliación de la red eléctrica desde el punto de vista del desarrollo, de modo que los productores y las familias tendrán que recurrir a opciones más costosas (y, posiblemente, más contaminantes). Por tanto, es vital alinear el ritmo de ampliación de la red eléctrica y el de la capacidad de generación. Asimismo, la previsión del aumento del acceso a la electricidad y de la producción de esta debe ser realista, teniendo en cuenta no solo la disponibilidad de financiación y los plazos de construcción, sino también las limitaciones logísticas y de recursos humanos, así como posibles retrasos en la adopción de decisiones, el acceso a la financiación y la ejecución de los proyectos.

Los fundamentos de cualquier proceso de planificación radican en una base de información sólida. A este respecto, la falta generalizada de estadísticas sistemáticas, fiables y comparables sobre cuestiones relativas a la energía en los PMA exige que se refuerce considerablemente la capacidad estadística, por ejemplo, mediante iniciativas internacionales para “movilizar la revolución de los datos”. La necesidad de mejorar las estadísticas resulta especialmente pertinente en el contexto de una ampliación del acceso a la energía (y de la redefinición de ese acceso conforme a lo propuesto por la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL)), sobre todo porque las necesidades de datos que implica abarcan varias dimensiones, desde el potencial en recursos específico del lugar hasta datos geoespaciales, y desde perspectivas de mercado hasta variables demográficas.

En este marco, un impulso a las iniciativas internacionales existentes para determinar el potencial de recursos energéticos de los PMA (por ejemplo, el Atlas Global de

las Energías Renovables, de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), o la iniciativa Trazado de Mapas de Recursos de Energías Renovables, del Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía, que se mencionan en el capítulo 3), podría favorecer en gran medida un proceso de planificación sólido con base empírica, y facilitar inversiones viables en energías renovables. Además, dado que muchos de los datos subyacentes también se necesitarán para procesos de planificación en otros sectores (como los del agua, el saneamiento, la salud, la educación y el transporte), es probable que se generen significativas economías de escala si, a nivel nacional, se desarrolla un proceso intersectorial para la recopilación de datos que atienda de manera coordinada las necesidades de información de los sistemas de información geográfica y de las encuestas de hogares y empresas, entre otros.

Si bien la previsibilidad y la transparencia en las orientaciones generales de la planificación a largo plazo son necesarias desde la perspectiva del inversor, el proceso de planificación también debe ser lo suficientemente flexible para responder a la evolución de las circunstancias, ya que el sector eléctrico sigue estando sujeto a rápidos cambios tecnológicos, especialmente en el terreno de las tecnologías renovables. Por tanto, se necesita cierto grado de flexibilidad para adaptarse a la evolución de la viabilidad y los costos relativos de las tecnologías alternativas, que pueden verse afectados en los próximos años por el desplazamiento de incentivos vinculados a medidas de promoción del acceso universal y por cambios en el panorama de la financiación para el clima y la energía.

El contexto nacional para la extensión de la red eléctrica y la electrificación rural también está sujeto a un alto grado de incertidumbre. Cabe esperar que los esfuerzos concertados para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) comporten cambios importantes en las pautas de demanda de electricidad, tanto por el aumento de la demanda interna como por el establecimiento de nuevos servicios comunitarios, como escuelas y centros de salud. En las necesidades de suministro eléctrico también incidirán los efectos de las políticas relacionadas con la energía, que no pueden preverse de forma inmediata. De lo anterior se deriva un alto grado de endogeneidad, en el sentido de que las políticas tienen que responder a cambios de la demanda provocados en parte por las propias políticas. Por ejemplo, las políticas orientadas a promover usos productivos afectarán a la demanda, mientras que el progreso hacia la electrificación rural puede incidir en la tasa de urbanización y en los patrones de asentamiento rural. Los cambios en las instituciones, las estructuras de mercado, la reglamentación, los sistemas de fijación de precios y los subsidios también pueden tener

importantes repercusiones que quizá no sea posible prever en su totalidad.

En vista de lo anterior, es importante revisar periódicamente los marcos de planificación energética a largo plazo para verificar los progresos realizados, con miras a mejorar y coordinar la ejecución, y para reevaluar la idoneidad de dichos marcos con arreglo a la evolución del contexto.

Hay que potenciar la aplicación de instrumentos para incorporar la perspectiva de género en los planes nacionales y locales de servicios públicos energéticos, así como la creación de capacidad para la incorporación de enfoques de género en programas y proyectos energéticos en todos los niveles de gobernanza (ENERGIA, 2017). Una mayor integración de las consideraciones de género en la planificación de la energía también puede ser clave para aprovechar las posibles sinergias entre el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía y el impulso a la participación económica de las mujeres y a la transformación estructural (capítulo 2). Entre los ejemplos de iniciativas para promover la incorporación de la perspectiva de género figuran el Programa sobre Incorporación de la Perspectiva de Género al Acceso a la Energía (ECOW-GEN) de la Comunidad Económica de los Estados de África Occidental (CEDEAO) y la integración de objetivos, indicadores y metas de equidad de género e inclusión social en el Programa Nacional Rural y de Energía Renovable de Nepal (CCEREE y NREL, 2015; BASD y otros, 2015). No obstante, para que la formulación de políticas energéticas con perspectiva de género sea eficaz, es preciso disponer de más datos desglosados por género sobre el acceso a la energía y su utilización.

Pese a que cada vez se reconoce más la importancia que tiene la planificación sistémica de la energía, especialmente ante la creciente penetración de las soluciones de energía renovable, ese reconocimiento aún no se refleja debidamente en las partidas presupuestas destinadas a la asistencia para el desarrollo. Además de las ventajas que supondría para los PMA y otros países en desarrollo (OPD) un mayor apoyo financiero a la planificación energética, estos países también podrían beneficiarse con la creación de instrumentos de planificación adecuados para sus contextos nacionales.

## **2. Ampliación del suministro y diversificación estratégica de la combinación de fuentes de generación de energía**

El desarrollo del sector eléctrico no parte de cero, sino que se basa en el actual sistema energético

---

### **Los PMA deben diversificar sus fuentes de energía, seleccionando las tecnologías en función de las condiciones locales...**

---

(por más que este sea inadecuado). Habida cuenta del considerable aumento de la capacidad de generación que requerirá el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía en los PMA, no sería lógico dismantelar la capacidad existente ni renunciar a planes de inversión conexos si estos siguen siendo viables, independientemente de la tecnología utilizada. No obstante, quizá resulte conveniente mejorar o modernizar la capacidad existente a fin de aumentar su eficiencia y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2014).

Por tanto, en lo que respecta al sector eléctrico se justifica un enfoque evolutivo, en virtud del cual las adiciones de capacidad previstas se integren en los activos existentes, ampliando y mejorando progresivamente el suministro, al mismo tiempo que se incide en la combinación de fuentes de generación de energía. Como se indica en el capítulo 5, la vida útil de las inversiones en infraestructura eléctrica es muy larga, por lo que es fundamental elegir con visión de futuro las tecnologías para la ampliación de la capacidad. Así pues, desde una perspectiva sistémica, el objetivo general consiste en orientar estratégicamente la cartera de tecnologías, a fin de lograr una combinación de fuentes de generación adaptada a los recursos y necesidades futuras del país.

Aunque una simple comparación del costo nivelado de la electricidad (capítulo 3) proporciona información útil sobre los costos relativos de diferentes tecnologías, por sí sola no resulta adecuada para identificar la función óptima que puede desempeñar cada tecnología en la combinación de fuentes de generación de energía de un país. Además de las ventajas que ofrece la diversificación desde el punto de vista de la distribución de los riesgos y la seguridad energética, el uso de distintas tecnologías puede proporcionar un valor de sistema definido que refleje, entre otras cosas, el alcance, la flexibilidad y el perfil temporal de la generación, así como su costo relativo<sup>1</sup>. Por otra parte, la sensibilidad de las estimaciones del costo nivelado de la electricidad a los supuestos relacionados con los futuros precios, condiciones de financiación y externalidades ambientales merece un examen detenido desde la perspectiva de la formulación de políticas, debido a las características particulares del contexto de los PMA (capítulo 3). Una consideración adicional puede ser el equilibrio entre los gastos de capital y los

---

## ... y combinar la extensión y modernización de la red eléctrica con una implantación adecuada de soluciones sin conexión a la red

---

gastos periódicos: en la medida en que los primeros se financian con cargo a donaciones de asistencia oficial para el desarrollo (AOD) o a otras corrientes oficiales (que no crean deuda), no debe sufragarlos el propio país, por lo que la principal consideración son los gastos periódicos relativos de las tecnologías alternativas. Este factor puede inclinar decisivamente la balanza a favor de las tecnologías renovables, en que los gastos periódicos representan una fracción mucho menor del gasto total. No obstante, si bien la disponibilidad de recursos financieros externos es de relevancia para la selección de las opciones tecnológicas, es importante que esa decisión se base en las circunstancias del lugar, y no solo en la disponibilidad de financiación.

Dado que los cálculos del costo nivelado de la electricidad se centran en elementos del gasto privado, pasan por alto los impactos ambientales y sociales de opciones tecnológicas diferenciadas. Desde un punto de vista social, esos impactos son un aspecto fundamental de la planificación integrada de la energía. A largo plazo es deseable internalizar gradualmente las externalidades ambientales derivadas de los contaminantes locales (especialmente las partículas en suspensión) y las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, no deberían descartarse las oportunidades de desarrollo vinculadas a la utilización de tecnologías basadas en combustibles fósiles cuando sean la mejor opción. En tales casos, lo ideal sería que la comunidad internacional facilitara la financiación, la transferencia de tecnología y el apoyo técnico necesarios para avanzar en la descarbonización del sector eléctrico en los PMA. Del mismo modo, atendiendo a las consideraciones sobre la sostenibilidad ambiental, se requiere una evaluación adecuada de las opciones para el desecho seguro o el reciclaje de equipos de generación que contienen materiales potencialmente peligrosos (en particular, los paneles solares) o —en el caso de proyectos hidroeléctricos a gran escala— de sus posibles repercusiones sociales y ambientales en los ecosistemas de los ríos y las comunidades vinculadas a estos.

Especialmente en el caso de las tecnologías renovables variables (eólica y solar), debe tenerse debidamente en cuenta el carácter intermitente de la generación y la consiguiente necesidad de disponer de sistemas de almacenamiento complementarios. Si bien los costos de las tecnologías de almacenamiento han disminuido

rápidamente en los últimos años y el almacenamiento en baterías puede resultar con el tiempo una opción viable, no todos los PMA siguen el mismo ritmo (al menos no a la escala de las minirredes o de los servicios públicos). A corto plazo, la continuidad del suministro puede requerir el uso de sistemas híbridos, que combinen fuentes de energía variables con el bombeo hidroeléctrico o la generación a base de gasóleo o biocombustibles. La energía térmica solar también puede ser una opción viable en el futuro, si se combina la generación de energía renovable con el almacenamiento de energía térmica para flexibilizar el perfil temporal del suministro; no obstante, para ello los costos tendrían que reducirse considerablemente.

Por otra parte, la escalabilidad de las fuentes de energía renovable (es decir, la posibilidad de aumentar gradualmente el suministro de electricidad a medida que crece la demanda) podría favorecer su despliegue moderando en cierto grado los costos de inversión con el tiempo. Sobre todo en el caso de las minirredes, el aprovechamiento de la modularidad que ofrecen la energía fotovoltaica solar y, en menor medida, los aerogeneradores, podría contribuir a facilitar una implantación inicial relativamente rápida, dejando a la vez margen para un aumento progresivo de la capacidad con arreglo al crecimiento de la demanda.

En general, si bien la determinación de la combinación deseada de fuentes de generación de energía es necesariamente específica de cada país y debe reflejar el potencial y los recursos locales, es obvio que la evolución subyacente debe orientarse a impulsar la transformación estructural e intentar maximizar las oportunidades de desarrollo en la cadena de valor de la energía. Como se indica en el capítulo 3, esto implica el mantenimiento y, tal vez, una mayor presencia de sistemas de generación basados en combustibles fósiles, especialmente en países que cuentan con abundantes reservas de estos combustibles y en los que ya se han efectuado gastos irrecuperables para ampliar la capacidad de generación basada en combustibles. No obstante, el incremento de la generación de energía renovable podría contribuir sustancialmente al acceso a la energía para la transformación estructural de la economía, además de reportar otros beneficios para el medio ambiente; y aprovechando las complementariedades entre tecnologías se podrían ampliar las opciones para la generación en red y promover sistemas eléctricos más diversificados y fiables, y menos dependientes de las importaciones.

### 3. Extensión y mejora de la red

Lograr el acceso universal a la energía moderna requerirá, a la vez, una mejora y una ampliación de la red eléctrica en las zonas urbanas y periurbanas, que incluya

la implantación de minirredes y soluciones autónomas para las poblaciones rurales dispersas (capítulo 3). Dado que para un uso productivo de la energía a menudo se requieren dispositivos de mayor potencia (por lo general, compatibles con conexiones de red o minired), desde el punto de vista de la planificación integrada de la energía para la transformación estructural de la economía es prioritario que la proyección del alcance y el ritmo de extensión de la red sean realistas. Los factores determinantes serán una combinación de consideraciones logísticas y económicas —en particular, los costos relativos de la ampliación de la red eléctrica y las minirredes para las comunidades rurales— y los recursos disponibles para la inversión.

Más allá del alcance potencial de extensión de la red eléctrica, deben determinarse las áreas prioritarias para la instalación de minirredes y sistemas domésticos autónomos, teniendo en cuenta (entre otros factores) el tamaño, la dispersión y la demanda de energía de la comunidad, así como el potencial para usos productivos. Esas evaluaciones también deben basarse en la proyección de las perspectivas de transformación estructural y uso productivo de la energía en cada área, dado que un aumento de la demanda de energía desplaza el equilibrio óptimo de la combinación tecnológica hacia las minirredes o, cuando es posible, hacia la extensión de la red eléctrica. Las minirredes también pueden desempeñar una función destacada en las zonas periurbanas (y, potencialmente, en las zonas urbanas a las que no llega el suministro, como los asentamientos informales) en una etapa previa a la de conexión a la red eléctrica. Concretamente, cuando la capacidad de transmisión supone una limitación, pueden constituir un medio para establecer una red de distribución local que posteriormente se podrá conectar a la red general.

Una planificación correcta, la transparencia y la coordinación de las políticas son esenciales para este proceso, a fin de asegurar una adecuada priorización de las inversiones sin desincentivar a posibles inversores y de permitir la interconexión en una etapa ulterior de minirredes o su integración en una red eléctrica general, según corresponda. Para la conexión a la red es preciso adoptar normas técnicas compatibles con la red general a fin de asegurar la interoperabilidad. Del mismo modo, quienes invierten en minirredes necesitan conocer las probabilidades y los plazos de conexión a la red, así como las consecuencias financieras que tendrá ese proceso para sus inversiones.

Además de la extensión de la red de distribución, en la mayoría de los PMA el acceso universal requerirá una mejora considerable de la red existente para posibilitar la circulación de una mayor carga y abordar unas pérdidas de transmisión y distribución desproporcionadamente elevadas, mejorando así la eficiencia energética.

---

## La cooperación y el comercio transfronterizo de electricidad pueden favorecer el acceso universal y la modernización del sector energético

---

Además, es probable que la aparición progresiva de sistemas de generación distribuida y no conectados a la red influya en los requisitos de una infraestructura de apoyo, al hacer más necesario que el sistema sea flexible y que se gestionen con eficacia los flujos de electricidad bidireccionales. Una red mejorada, con un tendido de alta tensión e interconexiones suficientes, también es una condición previa para integrar de un modo más eficaz los sistemas energéticos de los PMA a nivel internacional y permitir así el comercio transfronterizo de electricidad.

Si bien debido a sus requisitos técnicos (y a la necesidad de interoperabilidad entre dispositivos de uso final) es poco probable que las “redes eléctricas inteligentes” resulten adecuadas para los mercados de la mayoría de los PMA en un futuro próximo, la mejora de los sistemas de distribución aún puede brindar la oportunidad de avanzar rápidamente hacia redes cada vez más sofisticadas dentro de las posibilidades que permiten las limitaciones tecnológicas de los PMA. Esto pone de relieve la necesidad de un marco de políticas proactivas que apoyen y faciliten la modernización tecnológica mediante actuaciones como las siguientes:

- Utilización del marco regulatorio para promover la adopción de normas tecnológicas apropiadas.
- Priorización del fomento de la capacidad, tanto de los promotores y los operadores de la red como de los usuarios finales, cuyo comportamiento puede contribuir a aumentar el valor del sistema energético.
- Aprovechamiento del alcance de la cooperación Norte-Sur y Sur-Sur y la transferencia de tecnología, y facilidades para la experimentación y la diversificación de fuentes de energía.
- Mantenimiento de un enfoque sistémico con respecto a la planificación energética.

## 4. Mayor integración de los mercados regionales de la energía

El comercio transfronterizo de electricidad puede contribuir a lograr un acceso universal y a mejorar el sector energético, con los consiguientes efectos positivos

sobre las estrategias de desarrollo en un sentido más amplio. Para algunos PMA, en particular para aquellos que cuentan con un gran potencial hidroeléctrico y tienen vecinos relativamente prósperos, la electricidad puede ofrecer grandes posibilidades de incrementar los ingresos en concepto de exportaciones. Ahora bien, en algunos casos quizá surja la necesidad de alcanzar compromisos, dado que, si bien las exportaciones de electricidad son una importante fuente de efectivo y estabilidad macroeconómica, también contribuyen a que surjan carencias en el país que frenan la demanda y la actividad económica, y no permiten desviar fácilmente el suministro para usos internos.

En el caso de otros PMA, la importación de electricidad puede ser una alternativa viable y menos costosa que un aumento de la capacidad de generación en el país, según el potencial de recursos y las ventajas comparativas relativas. No obstante, cualquier ahorro potencial debe sopesarse teniendo en cuenta las consecuencias para la seguridad energética y la dependencia con respecto de los países proveedores (y de la infraestructura de transmisión transfronteriza).

En determinadas circunstancias, el comercio transfronterizo también puede ofrecer un medio de almacenamiento de energía. Un país que exporta electricidad en períodos de producción máxima y la importa cuando la demanda alcanza niveles máximos tiene la posibilidad de importar efectivamente servicios de almacenamiento por bombeo hidroeléctrico. Así cabe la posibilidad de recurrir en mayor medida a tecnologías renovables variables sin sacrificar la continuidad y fiabilidad del suministro.

En todos estos casos, los consorcios energéticos regionales pueden desempeñar un papel destacado ofreciendo marcos estables y duraderos para intercambios comerciales de energía. Estas entidades facilitan la planificación y organización conjunta de sistemas, así como una distribución equitativa de los costos de interconexión de las redes de transmisión. Sobre todo, aprovechan la diversidad en la combinación de fuentes y capacidades de generación de sus miembros. En ese proceso, ayudan a los países a reducir significativamente sus emisiones propiciando el uso alternativo de electricidad generada en países vecinos con tecnologías de energía renovable. Asimismo, los miembros del consorcio pueden aprovechar las complementariedades entre sus distintas tecnologías de generación para mitigar la variabilidad de las fuentes de energía renovable.

La posibilidad de elaborar acuerdos de compra flexibles y recurrir a la solidaridad entre los miembros del consorcio puede contribuir de manera significativa

a la seguridad energética. Por ejemplo, de conformidad con los estatutos del Consorcio de Energía Eléctrica de África Austral, Sudáfrica pudo suministrar a Zambia y Zimbabwe electricidad de emergencia en 2016, a la vez que Swazilandia y Lesotho adoptaron voluntariamente medidas complementarias para reducir el consumo.

A menudo, los consorcios energéticos regionales están integrados por países que presentan niveles de desarrollo distintos, pero tienen que afrontar problemas comunes. En esas circunstancias, los consorcios pueden constituir una importante fuente de cooperación técnica y transferencia de tecnología, considerando las ventajas que pueden derivarse de aunar esfuerzos en proyectos de investigación y desarrollo complejos cuyos resultados pueden ser positivos, aunque también inciertos, para los miembros del consorcio. Asimismo, ante las necesidades que se plantean en cuanto a interoperabilidad, armonización de políticas y mantenimiento de equipos y programas informáticos adecuados, los consorcios ofrecen muchas posibilidades para la puesta en común y el intercambio de conocimientos, así como para el desarrollo de capacidad en el ámbito de la planificación y en los niveles técnico y normativo.

Así pues, la pertenencia a un consorcio energético regional puede brindar la posibilidad de trabajar por un acceso a la energía fiable y eficiente y, al mismo tiempo, de obtener mayores dividendos en el comercio de energía y la cooperación técnica. No obstante, la búsqueda de esos objetivos debe apoyarse en medidas que se orienten a un suministro energético suficiente, eficiente y asequible para todos los segmentos de la población, a fin de promover el crecimiento y la diversificación de las actividades económicas de alta productividad.

En el comercio regional de la electricidad intervienen frecuentemente países con capacidades de generación diversas. Los consorcios energéticos deben estructurarse cuidadosamente para evitar el abuso de posición dominante en el mercado. En este contexto, la existencia de instituciones reguladoras que tengan un ámbito de actuación regional, como ocurre en el caso de la Unión Europea, supone una clara ventaja.

## C. Gobernanza y financiación del sistema eléctrico

### 1. Creación de marcos de gobernanza eficaces para el sector eléctrico

Los marcos de gobernanza son fundamentales para asegurar la eficacia de los sistemas eléctricos. La capacidad del Gobierno para visualizar el sistema

eléctrico que un país desea y necesita, al igual que para articular y guiar la puesta en práctica de esa visión, es fundamental para todos los demás procesos y facilita el establecimiento de parámetros de referencia y metas para el desarrollo del sistema. En este contexto, y con arreglo a sus marcos de gobernanza, los PMA deben reforzar las medidas para acelerar el acceso universal estableciendo puntos de referencia claros sobre los niveles de acceso y calidad de los servicios que requiere el acceso a la energía para la transformación estructural de la economía.

Si bien existe una brecha evidente entre los sistemas eléctricos desarrollados y los menos desarrollados, no existe un modelo único de estructura de mercado. El diseño y la gobernanza de los sistemas eléctricos dependen en gran medida de factores específicos de cada país, de la innovación y las disrupciones tecnológicas, así como de la evolución de la teoría económica. Asimismo, a lo largo de la evolución de los sistemas eléctricos los países se enfrentan a desafíos diferentes cuando intentan cambiar su combinación de fuentes de generación y la estructura del mercado de la energía.

Los sistemas eléctricos evolucionan, y eso es algo que se refleja en las estructuras de mercado. En las economías desarrolladas, que se caracterizan por una gran capacidad de generación y una demanda decreciente, la liberalización de los sistemas energéticos se ha convertido en el modelo dominante (aunque no universal). No obstante, los sistemas de electricidad de la mayoría de los PMA y de los OPD no están en manos de un monopolio ni plenamente liberalizados, sino que se encuentran en una situación intermedia. Por otra parte, sus mercados internos se caracterizan por una capacidad de generación insuficiente y una demanda creciente. Prácticamente todos los países en desarrollo han adoptado medidas para permitir la participación del sector privado, ya sea mediante concesiones o por contratos de compra de energía, o bien a través de la liberalización del segmento de la generación de electricidad.

Al tratar de transformar sus sectores eléctricos y poder así aprovechar las actuales innovaciones tecnológicas y satisfacer los requisitos de sostenibilidad, es importante que los PMA eviten estructuras de mercado demasiado exigentes en cuanto a capacidad administrativa y normativa. No obstante, eso no excluye una posible transición hacia sistemas plenamente liberalizados. La transición gradual es una característica común en los casos en que más éxito ha tenido la liberalización. Ignorar las limitaciones de capacidad en los planos institucional, financiero y de personal podría tener consecuencias negativas y un gran costo económico en los PMA, habida cuenta de la complejidad asociada a los sistemas liberalizados, tanto a nivel nacional como para los consorcios energéticos regionales.

---

## Los objetivos principales de la gobernanza en la esfera de la electricidad incluyen sistemas de regulación sólidos, la diversificación de las fuentes de energía, la asequibilidad y la sostenibilidad financiera

---

También es importante que los Gobiernos mantengan una visión clara de las funciones de los sectores público y privado en el sistema eléctrico, con arreglo a sus respectivos contextos nacionales, y pongan en marcha las instituciones, apoyos o salvaguardias necesarios para cumplir sus objetivos de desarrollo. Los marcos de gobernanza también desempeñan un papel crucial en el fomento de la confianza en la reglamentación y, por tanto, influyen en las inversiones en los sectores eléctricos nacionales, incluidas también las externas. La experiencia demuestra que los sistemas de electricidad deben ser guiados, y que las políticas y la regulación pueden inducir mejoras en el rendimiento de la industria y en los hábitos de consumo (eficiencia energética).

Actualmente, el objetivo de la gobernanza del sector eléctrico radica principalmente en lo que deben ofrecer los sistemas de electricidad y en garantizar la seguridad energética, y menos en la titularidad y la estructura. Si bien las cuestiones relacionadas con la seguridad energética varían considerablemente en función del contexto nacional, un suministro suficiente que ofrezca el máximo de fiabilidad y calidad constituye un objetivo prioritario universal. Por tanto, los marcos de gobernanza de los PMA para el acceso a la energía con miras a la transformación estructural de la economía deben procurar lo siguiente:

- Sistemas regulatorios y de gobernanza suficientemente sólidos que ofrezcan claridad sobre los procesos de regulación.
- Acceso universal con el menor costo de generación a largo plazo.
- Un conjunto diverso y flexible de fuentes de electricidad y tecnologías que sustenten el suministro de electricidad.
- Precios razonables para los usuarios de todos los segmentos de la sociedad y para favorecer la competitividad de los agentes económicos.
- Sostenibilidad financiera de los operadores.
- Condiciones adecuadas para atraer financiación pública y privada con el fin de incrementar la capacidad de generación y las inversiones en infraestructura de red.

También es importante adoptar un enfoque sistémico y coordinado para el desarrollo del sistema eléctrico que tenga en cuenta los múltiples objetivos de desarrollo nacional, la perspectiva de género y los objetivos de eficiencia energética, además de políticas complementarias e inversiones en otros sectores a fin de mantener la seguridad energética.

Si bien los PMA han logrado importantes avances en todos los ámbitos de gobernanza, se evidencian lagunas políticas y regulatorias en numerosos aspectos de los marcos nacionales de electricidad (capítulo 4). En ocasiones, el enfoque para el desarrollo de marcos nacionales de electricidad parece ser específico o responder a iniciativas de los donantes, en lugar de ser sistémico. La electrificación de las zonas rurales y las medidas adoptadas para cumplir los compromisos relacionados con el cambio climático pueden resentirse especialmente ante enfoques menos coherentes para el desarrollo de los sistemas eléctricos. La falta de coherencia en los marcos de gobernanza en la esfera de la electricidad puede reducir la capacidad de los PMA para atender de manera eficaz y pragmática los compromisos que exige el contexto en los países en desarrollo.

En los PMA, esos compromisos pueden ser necesarios en distintas circunstancias y, a menudo, las opciones no son evidentes, sobre todo en el caso de la electrificación rural. El impulso concertado para lograr el acceso universal a las energías renovables de aquí a 2030 brinda a los PMA la oportunidad de recurrir en mayor medida al sector privado en busca de fuentes sostenibles de electricidad y modelos empresariales innovadores para atender a entornos rurales y urbanos diversos. Así pues, los PMA deben seguir esforzándose por aumentar la capacidad de suministro en colaboración con el sector privado. No obstante, en las zonas rurales con poblaciones dispersas o terrenos desfavorables, a menudo hay que buscar un término medio entre la consecución de economías de escala y la ampliación del alcance de servicios diferenciados que favorezcan el acceso a la energía para la transformación estructural, por una parte, y la atención de las necesidades básicas —que es la opción más rentable—, por otra. Del mismo modo, pueden surgir conflictos entre la introducción de soluciones autónomas y la ampliación de la red eléctrica en zonas en las que esta podría ser una opción viable a largo plazo.

En todos estos contextos, la formulación de políticas, la planificación, la coordinación y la regulación en el sector energético adquieren especial protagonismo, lo que pone aún más de relieve la necesidad de adoptar un enfoque global con respecto al diseño del sistema eléctrico y el proceso de transición. Ante la

variedad de opciones para la prestación de servicios y el posible aumento del número de participantes en el sector que implican los sistemas distribuidos, se hace más necesario ampliar la supervisión normativa. Por ejemplo, es esencial que la calidad y fiabilidad de las instalaciones eléctricas queden garantizadas, no solo en beneficio de los usuarios de la electricidad, sino también de la fiabilidad de la red. En este sentido, el ente regulador del sector tendrá que establecer las normas necesarias para regir la interoperabilidad de los sistemas, los productos y la seguridad. Asimismo, la importancia de la asequibilidad para el acceso universal en los PMA pone de relieve la necesidad de crear una regulación e incentivos para los proveedores, con miras a que cumplan ese objetivo. Habida cuenta de que un servicio fiable es fruto de la cooperación y la comunicación entre todos los interesados de la industria, también será necesario establecer mecanismos eficaces y normas que rijan la interacción entre los actores del sector. Esto incluye una reglamentación para prevenir el abuso de posición dominante en el mercado, que es un riesgo específico en el caso de las miniredes independientes que, en la práctica, pueden llegar a ser monopolios en determinadas localidades. Con respecto a los sistemas eléctricos, la liberalización no es un sustituto de la regulación.

Del mismo modo, no existe un modelo único para la transición a sistemas eléctricos con bajas emisiones de carbono. Todos los países alientan en mayor o menor medida la generación basada en energías renovables, incluidos los PMA. En consecuencia, partiendo del contexto nacional, los países pueden tratar de adaptar las energías renovables para incorporarlas a la red eléctrica o adaptar la red eléctrica en función de las energías renovables (Matek y Gawell, 2015). También es importante contar con una combinación de fuentes de energía renovable para poder reaccionar ante la volatilidad y garantizar la estabilidad y seguridad de la red eléctrica. Para que sean eficaces, los marcos de gobernanza tienen que dejar clara la orientación de las políticas para guiar las inversiones y atraer y promover a los actores del mercado más indicados.

Debido a las dificultades que entraña incorporar una mayor proporción de energías renovables en los sistemas eléctricos, es preciso que esa transición sea gestionada y regulada. Por consiguiente, los PMA deben planificar y realizar las inversiones necesarias en capacidad humana e institucional para que la gobernanza resulte eficaz. Los donantes también deben priorizar más el apoyo a la regulación de la electricidad, que actualmente no se financia con cargo a la AOD, en sus programas de asistencia para el desarrollo.

## 2. Equilibrio entre asequibilidad y rentabilidad

La sostenibilidad financiera mediante tarifas rentables es un factor crucial para los sistemas eléctricos, ya que sustenta la calidad del servicio, la innovación y las inversiones en infraestructura, mantenimiento y mejora. También incide en el ritmo de crecimiento de los sistemas eléctricos. Tradicionalmente, los Gobiernos de los PMA han sucumbido a la presión popular para mantener tarifas eléctricas uniformes a nivel nacional por debajo de los costos, aunque a menudo haya sido a expensas de apuros fiscales que han agravado la insuficiencia crónica de inversiones por parte de los servicios públicos, así como las deficiencias cualitativas del suministro eléctrico. En estas condiciones, los círculos viciosos de la falta de acceso, escasa base de usuarios y pérdida de clientes debido a la baja calidad de los servicios han agudizado el deterioro financiero y se han hecho crónicos.

Cada vez está cobrando más impulso la transición hacia tarifas rentables, debido sobre todo a las crisis fiscales, a los compromisos de acceso universal contraídos en virtud de la agenda mundial para el desarrollo y a los incentivos asociados para la participación del sector privado.

Una estructura tarifaria adecuada determina la eficiencia y eficacia de las medidas adoptadas para la recuperación de los costos de los servicios públicos. Además de un aumento de las tarifas, la modificación de su diseño puede conducir a una correspondencia con la estructura de costos del suministro eléctrico. Ese cambio es importante, ya que la mayor parte de la inversión en infraestructura eléctrica se orienta a satisfacer la demanda en sus niveles máximos. La complejidad de la reglamentación de las estructuras tarifarias varía con arreglo a su diseño y aplicación. Si bien desde que se descubrió la electricidad se ha registrado una evolución en consonancia con las sucesivas teorías tarifarias, la generación distribuida ha dejado a la vista deficiencias en los diseños tarifarios presentes en los sistemas de electricidad desagregados y liberalizados. La introducción de nuevas tecnologías, como los contadores inteligentes y de prepago, ha facilitado a su vez la aplicación de otras estructuras, como las tarifas por tiempo de uso, que responden a objetivos de gestión de la demanda y a posibles desigualdades en la asignación de costos que podrían surgir con las estructuras tarifarias tradicionales entre clientes de baja demanda y otros cuya demanda es alta.

Los PMA deben estudiar y, cuando sea posible, aprovechar la oportunidad que brindan los cambios

tecnológicos para afianzar la sostenibilidad financiera de los servicios públicos. No obstante, ciertas estructuras tarifarias pueden comportar un nivel de complejidad regulatoria que excede el alcance de algunos de esos países. Además, la implantación de tecnologías digitales tales como los contadores inteligentes depende de que los PMA realicen las inversiones complementarias necesarias en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), en infraestructuras de red eléctrica nuevas o mejoradas y en capacidad de recursos humanos. Los PMA también deben ser conscientes de que, con las tecnologías digitales, aumentan los riesgos para la seguridad. Estos países no han invertido tanto en TIC ni en seguridad digital como los desarrollados, y es probable que tanto sus sectores públicos como privados carezcan de gestores de datos suficientemente cualificados.

Asimismo, los PMA pueden abordar la cuestión de la sostenibilidad financiera ampliando a un ritmo mayor el número de usuarios con conexión a la red eléctrica. Una considerable proporción de la población de las zonas urbanas y periurbanas de esos países reside cerca de una red eléctrica, pero no tienen conexión, a menudo debido a los gastos asociados a esta. Facilitar las condiciones para la conexión es una prioridad si se desea ampliar la base de clientes y estimular la demanda, sobre todo porque esta puede ser limitada hasta que los clientes adquieran electrodomésticos.

Un cambio en la estructura tarifaria también puede contribuir a que se reduzcan las subvenciones y la incidencia de las subvenciones cruzadas. Las subvenciones (explícitas y ocultas) a la energía, incluida la electricidad, predominan tanto en los países desarrollados como en desarrollo, y son cuantiosas. En los PMA, pueden suponer un lastre para los presupuestos públicos. A veces, con la entrada del sector privado en los sectores energéticos de los PMA aumentan las tarifas y las subvenciones (sección G2). El aumento de estas últimas puede deberse a que Gobiernos con escasa capacidad de negociación conciertan con productores independientes acuerdos de compra de electricidad en condiciones desfavorables, o a que los gastos de capital para la inversión son elevados (capítulo 4). Si bien al principio tal vez sea necesario aumentar las tarifas para alcanzar el nivel de recuperación de costos, los incrementos que se produzcan posteriormente suelen reflejar la necesidad fundamental que tiene el sector privado de obtener beneficios.

Al igual que con la transición del sistema eléctrico, para las transiciones tarifarias puede resultar de gran utilidad la previsión estratégica. La experiencia demuestra que los usuarios finales aceptan mejor las subidas de tarifas si estas se aplican gradualmente. Las

---

**Los PMA deben considerar la posibilidad de avanzar hacia tarifas rentables, amortiguando las repercusiones distributivas con políticas sociales y la creación de empleo**

---

posibilidades de mantener esas subidas también crecen significativamente cuando se aplican en condiciones económicas favorables. Por ejemplo, varios países en desarrollo aprovecharon la oportunidad de reducir las subvenciones a la energía durante el período en que los precios internacionales del petróleo se mantuvieron en niveles bajos (FMI, 2013). Dicho esto, los aumentos y cambios de tarifas suelen estar respaldados por una firme voluntad política. El compromiso con la transparencia y el desarrollo de campañas de comunicación eficaces para explicar a los usuarios finales los motivos, la índole y los efectos de los cambios programados también son un factor de éxito. En los PMA, la necesidad de prever recursos suficientes para redes de seguridad y tarifas sociales es una consideración fundamental que debe ayudar a mantener y ampliar las ventajas del acceso universal, además de contribuir a la viabilidad financiera de las inversiones en infraestructura.

No obstante, las políticas sociales encaminadas a amortiguar el impacto de una transición hacia tarifas rentables pueden no ser sostenibles si no se basan en medidas concertadas para facilitar la transformación estructural de la economía y en una significativa creación de empleo. Por tanto, los PMA deberían tratar de ampliar sus capacidades para realizar subastas de energías renovables, que han demostrado ser una opción más económica, permiten ofrecer servicios más baratos y resultan menos onerosas para los presupuestos públicos. Las subastas pueden constituir un enfoque pragmático ante la necesidad de estructurar tarifas reguladas para una tecnología de generación específica y una estructura de costos para una zona en particular. En el contexto rural, existen a menudo diferentes tarifas para los usuarios según la localidad y la tecnología, lo que puede plantear cuestiones de equidad y dilemas en cuanto al tipo de actividades productivas que cabe fomentar en un lugar determinado. Por consiguiente, cabe la posibilidad de que se produzcan repercusiones imprevistas que afecten a la migración interna y generen descontento social. La comunidad internacional del desarrollo también debería dar prioridad a la ampliación de capacidad de los PMA con respecto a las subastas de energías renovables en el marco de la asistencia para el desarrollo.

La sostenibilidad del suministro de electricidad y del acceso a este podría correr peligro en los PMA en que se aplican tarifas reguladas financiadas principalmente por donantes. La sostenibilidad también podría verse en peligro por la dependencia de los microcréditos para facilitar la prestación de servicios por el sector privado, especialmente en el caso de la electrificación rural. El sobreendeudamiento es motivo de creciente preocupación entre los clientes de microcréditos en los países en desarrollo. También afecta a la viabilidad de las instituciones de microcrédito (Schicks y Rosenberg, 2011). Por esos motivos es preciso evitar una dependencia excesiva de los microcréditos, y los PMA tienen que mantenerse vigilantes en ese sector.

### **3. Mayor movilización de fuentes internas de financiación**

Cada vez más, los PMA necesitan buscar fuentes baratas de financiación para el desarrollo. La evolución de los mercados internacionales está despertando preocupación respecto de la disponibilidad de financiación a largo plazo en forma de AOD y de financiación privada (sección G2). Los mercados de crédito internos ofrecen, entre otras ventajas, una menor exposición al riesgo cambiario; menor vulnerabilidad a la reversión de las corrientes de capital; la posibilidad de utilizar políticas monetarias anticíclicas para mitigar las perturbaciones externas; un fortalecimiento de los mercados financieros locales; opciones para reducir la dependencia de la asistencia; y un aumento de la disponibilidad de financiación a largo plazo para las inversiones en la red, que suelen resultar menos atractivos para el sector privado. La ampliación y la profundización de los mercados financieros nacionales también deberían tener una incidencia positiva en el crecimiento de la industria local, incluido el sector eléctrico.

Por ello, es importante priorizar la financiación pública y el desarrollo de los mercados internos de capitales para inyectar la inversión necesaria en los sectores eléctricos nacionales. Los Gobiernos de los PMA deben asumir el liderazgo en las políticas para el desarrollo y la diversificación de instrumentos de deuda a nivel nacional con miras a que resulten atractivos para los distintos inversores institucionales internos y externos. Los esfuerzos deberían centrarse en el aumento de la disponibilidad de instrumentos de reducción de riesgos, como los distintos tipos de seguros o fianzas para proteger a los inversores, aunque las limitaciones en cuanto a la capacidad institucional y de personal constituyen un obstáculo importante. Los PMA con diásporas que cuentan con los medios financieros necesarios también deben intentar atraer la inversión directa de esas fuentes.

La comunidad de desarrollo, incluidos los inversores en fondos de infraestructuras y los de impacto, tal vez desee considerar la posibilidad de dar mayor prioridad a los esfuerzos de los PMA para fomentar los mercados de deuda internos. Si bien el número de iniciativas internacionales y regionales para estimular los instrumentos de deuda interna y los mercados de capitales va en aumento, los PMA pueden requerir una atención especial y asistencia complementaria.

## D. Aprovechamiento del nexo entre energía y transformación

### 1. Integración de las políticas energéticas y las estrategias de transformación estructural

El papel central del nexo entre energía y transformación en el desarrollo sostenible pone de relieve la importancia de integrar completamente la electrificación y el acceso a la energía moderna en las estrategias de desarrollo. Un proceso de desarrollo basado en una transformación estructural sostenible e inclusiva comporta un aumento del suministro de energía moderna a los productores en la agricultura, la industria y los servicios, así como en el sector residencial y los servicios comunitarios. A su vez, el consiguiente crecimiento de la demanda puede reforzar la viabilidad de las inversiones en sistemas de producción y distribución de energía, contribuyendo a cosechar los beneficios de las economías de escala y a través de una mayor eficiencia en general. No obstante, también es cierto que, si no se atiende esa demanda, el propio proceso de transformación estructural puede verse frenado o interrumpido.

El creciente acceso a la energía moderna solo puede promover efectivamente la transformación estructural en el marco de una estrategia general de desarrollo orientada a este objetivo. En el recuadro 6.1 se resumen las recomendaciones para fomentar la transformación estructural, extraídas de anteriores ediciones del *Informe sobre los Países Menos Adelantados*. El texto principal se centra, en cambio, en la articulación de los vínculos entre esas recomendaciones y las políticas energéticas.

Muchas de las políticas descritas en el recuadro 6.1 están estrechamente ligadas al acceso a la energía, así como a su suministro. Tal como se indica en el capítulo 2, un acceso a la energía moderna escaso y poco fiable origina gastos adicionales para las empresas, lo que crea una brecha de competitividad que penaliza a los productores de los PMA con respecto a la competencia. En vista de ello, podría decirse que las tendencias a los monopolios naturales en el sector eléctrico (capítulo 4) implican que la infraestructura eléctrica es una forma de infraestructura o equipamiento social, que permite que la inversión pública atraiga inversión privada al eliminar los cuellos de botella en los sectores productivos.

La ampliación del acceso a la energía moderna y la mejora de la calidad del suministro permiten desplazar la ventaja comparativa de los PMA hacia actividades cada vez más complejas, creando nuevas oportunidades para “emprendedores por vocación” dinámicos (en contraste con los “emprendedores por necesidad”). Hay que tener en cuenta la índole de estas oportunidades (y su lugar en el marco geográfico y temporal de la ampliación del acceso) en la formulación de políticas de desarrollo rural e industrial.

También hay una serie de sinergias menos directas entre la ampliación del acceso a la electricidad y las

#### Recuadro 6.1. Estrategias de desarrollo para la transformación estructural

En anteriores ediciones del *Informe sobre los Países Menos Adelantados* se señalaron las siguientes prioridades fundamentales para promover la transformación estructural de la economía en los PMA:

- Aplicar una política macroeconómica orientada al desarrollo, que preserve la estabilidad macroeconómica a la vez que fomenta la inversión y la creación de empleo.
- Aprovechar la inversión pública para remover los principales obstáculos con que se encuentran los sectores productivos (especialmente en proyectos de infraestructura intensivos en mano de obra), a fin de atraer inversión privada.
- Impulsar la movilización de recursos (ingresos públicos, inversión extranjera directa (IED), AOD y nuevas fuentes de financiación para el desarrollo) y su asignación estratégica a sectores y actividades clave.
- Aplicar políticas agrícolas e industriales proactivas para reforzar los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás (especialmente en relación con la IED) y propiciar actividades más sofisticadas y de mayor valor añadido.
- Promover la inclusión financiera, ampliando el acceso al crédito para las pymes y los pequeños agricultores y favoreciendo el desarrollo de sistemas financieros eficaces.
- Fomentar la capacidad en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI), en particular para la absorción, adaptación y aplicación de nuevas tecnologías.
- Preservar el espacio de políticas existente y aprovecharlo estratégicamente para promover la transformación estructural.

Fuente: UNCTAD (2006, 2014, 2015a, 2016b).

---

## El nexo entre energía y transformación es fundamental en los marcos de políticas para la transformación estructural

---

necesidades más generales de la transformación estructural. Como se señaló en el capítulo 4, la información sobre las conexiones a la red eléctrica puede contribuir a identificar a los contribuyentes y las empresas para la recaudación de impuestos, mientras que la disponibilidad de electricidad para usos productivos podría reforzar los incentivos para que las microempresas se integren en el sector formal. Una ampliación del acceso a la electricidad también puede ayudar a liberar el potencial para el desarrollo de las TIC, que desempeñan un papel cada vez más importante en la inserción financiera mediante sistemas de “dinero móvil”, como M-PESA en Kenya, y en la difusión de información de mercado y conocimientos de tecnologías productivas.

El nexo entre energía y transformación pone de relieve la gran importancia que tiene la relación de retroalimentación entre la demanda y la oferta desde la perspectiva de los marcos de políticas para la transformación estructural. La viabilidad económica de las inversiones en generación, transmisión y distribución de electricidad depende en gran medida de que el nivel de la demanda sea suficiente. En este contexto, el uso productivo no se añade simplemente al uso doméstico, sino que a menudo es complementario, ya que contribuye a suavizar el perfil temporal del consumo de electricidad: mientras que el período nocturno es el de máximo consumo para usos domésticos (iluminación y entretenimiento), el consumo para usos productivos es mayor durante el día. Por consiguiente, la expansión de los usos productivos de la energía también puede favorecer la entrada de tecnologías renovables variables, especialmente en el caso de la energía solar.

La demanda de energía moderna se ve afectada no solo por los ingresos de los hogares y los productores, sino también por el nivel general de la actividad económica. Por tanto, de acuerdo con el recuadro 6.1, abordar las limitaciones del lado de la oferta en una coyuntura de fuerte crecimiento de la demanda y dinamismo de la inversión es clave para el éxito de las estrategias de desarrollo. En lo que respecta a otros proyectos de infraestructura, se espera que los efectos multiplicadores de las inversiones en energía en los PMA sean especialmente pronunciados, al menos durante la etapa inicial, debido a los requisitos de mano de obra para la construcción de centrales eléctricas (sobre

todo en el caso de las grandes presas hidroeléctricas) y de redes de transmisión y distribución. Así pues, la infraestructura relacionada con la energía podría desempeñar un papel destacado en una estrategia de “gran impulso” para los PMA.

## 2. Aprovechamiento de las opciones tecnológicas para la electrificación y el desarrollo rurales

La transformación estructural de las economías rurales es fundamental para el desarrollo en los PMA, y su importancia se acentúa con el objetivo de la erradicación de la pobreza y el principio de “no dejar a nadie atrás”. En promedio, menos del 11% de la población de las zonas rurales de los PMA tiene acceso a la electricidad, en contraste con un 59% en las zonas urbanas. En la mayoría de los PMA, la población es predominantemente rural, de modo que el 82% de quienes actualmente no tienen acceso a la electricidad en estos países vive en zonas rurales (capítulo 1).

Así pues, en la mayoría de los PMA, las posibles repercusiones de una ampliación del acceso a la electricidad son mucho mayores en las zonas rurales que en las urbanas, donde suele ser más importante la fiabilidad del suministro. La aparición progresiva de minirredes y tecnologías de energía renovable ampliables ofrece una oportunidad sin precedentes para hacer realidad esta ambición, siempre que puedan superarse las limitaciones técnicas, económicas e institucionales señaladas en los capítulos 3 a 5.

La promoción de un proceso coordinado de modernización agrícola y diversificación hacia actividades no agrícolas es decisiva para la transformación estructural de las zonas rurales y el aprovechamiento de los vínculos intersectoriales entre las actividades agrícolas y no agrícolas. Así pues, si se amplía el acceso a la energía moderna, podría superarse en parte una importante limitación del lado de la oferta (principalmente en las actividades no agrícolas), mientras que el carácter intensivo en mano de obra de las inversiones en infraestructura podría sostener la demanda local. Esta es una de las principales prioridades en un enfoque por etapas para la transformación de la economía rural. No obstante, se necesitan también medidas complementarias, en particular con respecto a la agricultura, las finanzas y la formación y el desarrollo de los recursos humanos (UNCTAD, 2015a).

Ahora bien, es importante reconocer que la electrificación rural no conducirá necesariamente a una expansión inmediata ni rápida del uso de la electricidad

con fines productivos. Como se indica en el capítulo 3, es más probable que desencadene un proceso lento y disruptivo de destrucción creativa, en virtud del cual las actividades tradicionales se vean alteradas por la introducción gradual de equipos eléctricos en los procesos de producción. Por tanto, es probable que el aprovechamiento de la electrificación con miras a la transformación rural en los PMA requiera un apoyo proactivo que facilite esa transición, de modo que se respalde la adopción de tecnologías y métodos de producción antes no disponibles y se fomente la creación de empresas nuevas y dinámicas. Este impulso podría basarse, por ejemplo, en microdonaciones en especie, en forma de equipos eléctricos destinados a actividades para las que exista demanda a nivel local (UNCTAD, 2015a). Mediante un apoyo proactivo a empresas y cooperativas que inicien actividades de procesamiento de cosechas se podría aumentar la aportación de valor añadido a escala local y, al mismo tiempo, crear una “masa crítica” que genere una demanda de electricidad considerable y reforzarse así la viabilidad de las minirredes.

Ante unos plazos realistas para lograr el acceso universal a la energía en los PMA, es nuevamente en las zonas rurales donde resulta más pertinente plantear la cuestión de las opciones energéticas antes de la electrificación, a fin de evitar demoras indebidas en la transformación de la economía rural de las comunidades más apartadas. Si bien la electricidad es la forma de energía más versátil, la mayoría de los servicios energéticos que proporciona también pueden prestarse —aunque en algunos casos de manera imperfecta— a partir de otras fuentes: energía mecánica por acción del viento o corrientes de agua, iluminación por queroseno, calentamiento de productos y calefacción de espacios por biomasa e, incluso, refrigeración de productos mediante refrigeradoras de evaporación. Esas opciones de tecnología intermedia (y otras, como los fogones mejorados) pueden desempeñar un papel clave en la puesta en marcha de la transformación estructural antes de la electrificación, aumentando la productividad agrícola y facilitando el desarrollo de empresas no agrícolas. Estas tecnologías ofrecen grandes oportunidades para la producción a escala local, ya que no son particularmente complejas y, a menudo, deben adaptarse a las necesidades y preferencias específicas del contexto.

Muchas de esas soluciones de energía provisionales tienen la ventaja añadida de que poseen un mayor potencial para la producción y el consumo a nivel local que otros equipos de generación relativamente más sofisticados, además de crear un espacio para la innovación invisible. Así pues, favorecer la aparición de una cadena de suministro viable para la producción de

---

## **Las tecnologías previas a la electrificación pueden contribuir a poner en marcha la transformación estructural rural antes de la electrificación rural**

---

esos equipos, por ejemplo facilitando el acceso a las tecnologías asociadas (muchas de las cuales no están sujetas a la protección de la propiedad intelectual), procurando capacitación para su producción y adaptación a las necesidades locales y facilitando el acceso a los insumos y la financiación necesarios, puede ser muy importante en una estrategia más amplia para la transformación rural previa a la electrificación.

### **3. Políticas complementarias para la transformación estructural y el uso productivo de la energía**

El acceso a la electricidad estimula en parte la transformación estructural mediante un proceso de destrucción creativa. Las empresas que están en mejores condiciones para acceder a la electricidad y explotar su potencial con inversiones complementarias en equipos eléctricos pueden obtener grandes ventajas, pero en parte a expensas de las que tienen menor capacidad para hacerlo. Por otra parte, una mayor penetración de las cocinas de bajo consumo de combustible y un mayor acceso a combustibles modernos puede traducirse en una reducción de las oportunidades económicas y de empleo en la producción y el suministro de leña, que suele ser una importante fuente de ingresos, sobre todo en las zonas periurbanas.

Si no tienen en cuenta, estos efectos socavarán, al menos en parte, los esfuerzos para la transformación estructural y la erradicación de la pobreza, aumentando el subempleo y reduciendo los ingresos de quienes se vean desplazados. Por tanto, cosechar todos los beneficios del nexo entre energía y transformación requiere políticas complementarias para fomentar la diversificación económica y promover el empleo alternativo.

Una primera prioridad política clave a este respecto es fomentar el surgimiento de una cadena de suministro nacional en el ámbito de la energía moderna y la eficiencia en el uso de combustibles. Las estrategias concretas para alcanzar ese objetivo dependen de la combinación de fuentes de generación de energía y otras características estructurales de cada país. No obstante, en general, el objetivo global debe consistir en potenciar los vínculos intersectoriales y crear las condiciones para incrementar el suministro de

---

## **Las políticas de acceso a la energía para la transformación estructural de la economía incluyen la creación de cadenas de suministro de energía moderna y el fomento de eslabonamientos con otros sectores**

---

energía moderna sin agudizar la dependencia de las importaciones (por ejemplo, creando capacidades de refinado en los PMA productores de combustible o promoviendo la producción sostenible de bioenergía a partir de insumos agrícolas locales).

Del mismo modo, el procesamiento y la distribución de combustibles modernos para cocinar (por ejemplo, bombonas de gas) pueden ofrecer grandes oportunidades en ese terreno. Los PMA también podrían beneficiarse, en mayor o menor medida, de un aumento del empleo en los sectores de la producción y el suministro de electricidad, en particular en relación con las tecnologías de energía renovable. Si bien es posible que no muchos estarán en disposición de competir con proveedores ya asentados que se dedican a la fabricación de equipos sofisticados, como paneles solares o turbinas eólicas, existe margen para la creación de empleo en ciertos segmentos de la cadena de valor del sector de las energías renovables (por ejemplo, en la instalación, el uso y el mantenimiento de equipos solares y pequeños aparatos solares) y en aplicaciones adaptadas a nivel local (IRENA, 2012).

La promoción de eslabonamientos hacia atrás requiere esfuerzos orientados específicamente a hacer frente a los principales obstáculos que se oponen a la creación de una cadena de suministro viable, así como una mayor coordinación de las políticas entre todos los actores interesados y un estímulo al desarrollo de modelos de negocio viables. Así pues, las actividades relevantes relacionadas con la energía constituyen objetivos importantes en ámbitos tales como la política industrial, el desarrollo empresarial, el acceso a la financiación, la capacitación y la formación profesional, y la política de CTI.

Una segunda prioridad desde la perspectiva de las políticas consiste en la promoción de eslabonamientos hacia delante entre el suministro de energía moderna y las actividades del final de la cadena, aprovechando la electrificación para incrementar la productividad de las empresas existentes y, sobre todo, para estimular la aparición de nuevas actividades de mayor valor añadido. Los programas de formación y reciclaje profesional —en alfabetización financiera y competencias empresariales,

así como en el uso de equipos eléctricos— pueden resultar de gran utilidad para facilitar el proceso de redistribución de la mano de obra asociado a la transformación estructural. La ampliación del acceso al crédito y a los servicios financieros también es crucial para facilitar la modernización tecnológica y la adopción de equipos de producción (principalmente de electricidad), en particular por parte de las pymes. No obstante, es importante señalar que la capacidad de las empresas para aprovechar las ventajas de la electrificación depende inevitablemente de la provisión de un equipamiento social más diverso y de la dinámica y las condiciones específicas de cada sector. Esto pone de relieve la importancia de que haya una estrecha coordinación entre las políticas energéticas y otras políticas macroeconómicas y sectoriales para la transformación estructural.

Si bien a menudo se supone que el objetivo del acceso universal a la energía moderna es neutro en cuanto al género, sus efectos están inevitablemente condicionados por el contexto socioeconómico y las normas culturales. No obstante, como se señaló en el capítulo 1, el debate sobre estas cuestiones es a menudo simplista y existe una tendencia a generalizar en exceso. Si los hombres están en mejores condiciones que las mujeres para aprovechar los posibles beneficios económicos derivados del acceso a la electricidad, la mejora de ese acceso podría incluso agravar la desigualdad de género en algunos contextos. Por tanto, se precisa una investigación rigurosa y centrada en el contexto para arrojar más luz sobre las circunstancias de los hogares y otros factores socioeconómicos más generales que dificultan el acceso de la mujer a la energía moderna (y sus usos productivos), a fin de apoyar una formulación de políticas con base empírica.

Una cuestión importante relacionada con las ventajas del acceso a fuentes de energía modernas es la perspectiva de reducir el tiempo que dedican las mujeres a recoger leña y a otras tareas domésticas. No obstante, que eso se traduzca en un mayor empoderamiento económico de las mujeres dependerá fundamentalmente de que se creen oportunidades para que estas puedan generar ingresos. Una intervención proactiva para superar las limitaciones a las que se enfrentan para obtener ingresos y acceder a insumos, tecnologías, créditos y mercados puede contribuir a su empoderamiento y, al mismo tiempo, a reforzar la viabilidad global del sistema energético, al mejorar las perspectivas de demanda de energía y de usos productivos de esta.

El acceso a la energía moderna puede reducir enormemente el tiempo que requieren algunas actividades económicas en las que, en muchas culturas,

han desempeñado tradicionalmente un destacado papel las mujeres, que podrían resultar beneficiadas de manera significativa. El procesamiento de alimentos es particularmente importante en este sentido, no solo por su posible magnitud, sino también por su papel decisivo en la transformación estructural en las zonas rurales, como parte fundamental de la economía no agrícola y factor facilitador del desarrollo agrícola (UNCTAD, 2015a). Algunas actividades relacionadas con la energía también pueden favorecer notablemente la iniciativa empresarial y el empleo femeninos, sobre todo en la concepción y el diseño de equipos para los usuarios finales, como los fogones y otros electrodomésticos (Puzzola y otros, 2013). Esto también puede abrir la puerta a un abanico mucho más amplio de actividades de fabricación (a menudo dominadas por los hombres) a pequeña y mediana escala.

#### **4. Políticas de ciencia, tecnología e innovación orientadas al acceso a la energía para la transformación estructural de la economía**

El éxito de la ampliación del suministro de energía moderna en los PMA depende del que tenga el proceso de transferencia de tecnología para que estos países fortalezcan sus capacidades nacionales de modo que puedan adquirir tecnologías energéticas modernas, adaptarlas a los contextos locales e integrarlas de manera efectiva en los sistemas de energía nacionales. La adquisición de capacidad tecnológica es aún más crucial en un contexto en el que se observa una penetración progresiva de las tecnologías de energía renovable, que han experimentado rápidos avances y cuyo rendimiento suele estar determinado por las condiciones específicas del lugar.

Este proceso requerirá una gran variedad de aptitudes con distintos grados de especialización, que van desde la instalación y el mantenimiento de equipos de energía moderna hasta competencias más avanzadas para la regulación del sistema, la fijación de normas y la realización de pruebas. Por tanto, el impulso a las inversiones en programas de educación y capacitación —en particular en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas— es de vital importancia para favorecer el acceso a la energía moderna y aprovechar plenamente el potencial de desarrollo de la propia cadena de valor de la energía.

Tal como demuestra la experiencia que ha tenido en varios PMA el Barefoot College de la India (capítulo 3), la educación académica no es necesariamente un requisito previo para todas las ocupaciones que exigen cualificación, ni siquiera

en los sectores de alta tecnología. Los planes de formación profesional y de aprendizaje también pueden desempeñar un papel importante, al igual que otras fórmulas menos convencionales que promueven la migración circular rural-urbano-rural para mejorar la transferencia de conocimientos entre zonas urbanas y rurales (UNCTAD, 2015a).

En términos más generales, la modernización tecnológica, debido a su importancia capital para el nexo entre energía y transformación, exige políticas de CTI proactivas que se orienten a fortalecer los sistemas de innovación locales mejorando las capacidades de absorción e innovación para emprender actividades de I+D. Cabe esperar que estas tengan un importante papel no solo en la búsqueda de una innovación radical, sino también en el diseño de mejoras técnicas progresivas en los dispositivos existentes, con objeto de facilitar su adaptación y utilización en los sectores productivos. Esto también requiere medidas proactivas que favorezcan el surgimiento de modelos empresariales sostenibles en el sector de la energía, a fin de facilitar la implantación de tecnologías energéticas modernas en consonancia con el objetivo de no dejar a nadie atrás.

Por tanto, un marco de políticas de CTI que preste la debida atención a las tecnologías energéticas modernas, especialmente a las basadas en fuentes renovables, puede ayudar a los PMA a aprovechar su potencial transformador (UNCTAD, 2011a).

Ese marco debería cumplir las siguientes funciones:

- Definir las estrategias, objetivos y metas de las políticas de CTI.
- Promulgar políticas de incentivos para el fortalecimiento de la capacidad de absorción de tecnologías y las actividades de I+D conexas.
- Promover la movilización de recursos internos para la adaptación y adopción de tecnologías energéticas modernas, por ejemplo, mediante una colaboración más estrecha entre los centros de investigación, los servicios públicos y los actores privados pertinentes.
- Estudiar otros medios de ampliar la capacidad de innovación en tecnologías energéticas modernas, por ejemplo, a través de la cooperación Sur-Sur y de centros regionales de investigación y pruebas.

Un ámbito prometedor que podría encuadrarse en los marcos de políticas de CTI es el establecimiento de instituciones de investigación orientadas al desarrollo, la adaptación y la difusión de tecnologías intermedias previas a la electrificación para la generación de energía mecánica. Sería fundamental mantener estrechas consultas con los posibles usuarios de esas tecnologías, ya que su adopción y utilización

## La participación de la inversión extranjera directa en el sector de la energía no debe desplazar a los actores nacionales

dependerán en gran medida de la capacidad que tengan para satisfacer necesidades y preferencias local y culturalmente específicas. Las posibilidades de que las mujeres participen más en la concepción y el diseño de fogones eficientes y otros electrodomésticos merece una atención especial en este contexto.

### E. Dimensiones internacionales

#### 1. Ampliación del efecto de la inversión extranjera directa

La participación del sector privado ha desempeñado un papel clave en el rápido aumento de la capacidad de generación registrado por los PMA desde 2006. No obstante, estos países siguen resultando menos atractivos para la inversión privada que los OPD a causa de los problemas logísticos que plantea la electrificación. En los PMA, la participación privada en los sectores de la electricidad se ha extendido, según cada contexto nacional, desde la gestión comercial de los servicios públicos y las concesiones por parte de empresas transnacionales hasta la titularidad de sistemas de generación distribuida de electricidad en zonas rurales (como las minirredes) y el suministro de diferentes soluciones y productos eléctricos autónomos. Los PMA pueden beneficiarse de la llegada de tecnologías de generación descentralizada, cuya aplicación modular es particularmente indicada para acelerar el acceso universal en contextos diversos. Ahora bien, el potencial de las modalidades de distribución de electricidad basada en energía renovable se ve limitado por los elevados gastos de capital iniciales. Más allá de los productos y sistemas autónomos y de los servicios para cubrir necesidades básicas, el mantenimiento de la rentabilidad de la energía renovable tiende a depender de la financiación pública.

El efecto de expulsión de empresas nacionales sigue siendo un serio problema en los PMA. Por lo general, en los países en desarrollo escasean las empresas con tecnologías avanzadas para la generación con sistemas heredados o de energía renovable. Tradicionalmente, las empresas transnacionales extranjeras, incluidas las de servicios públicos, han sido las más activas en los sectores eléctricos de los países en desarrollo (UNCTAD, 2008, 2010); y la

combinación de una baja demanda en sus mercados internos con el aumento de la demanda en los PMA sugiere que esta tendencia se mantendrá. La situación no es diferente en el caso de la generación distribuida, ni siquiera en las zonas rurales. Además, a la hora de captar capital en los mercados financieros internacionales, los servicios públicos extranjeros tienen la ventaja adicional de contar con una trayectoria consolidada en el negocio de la electricidad. Las empresas de servicios públicos con sede en OPD también están comenzando a desempeñar un papel visible en los sectores eléctricos de los PMA. Por ejemplo, los inversores chinos se han volcado en las inversiones en nuevas instalaciones y sus empresas se han convertido en los principales actores en la mayoría de los contratos de construcción del sector eléctrico, que en valor superan con creces el de sus inversiones en el mismo sector.

Los Gobiernos de los PMA están tratando de encontrar nuevas opciones de expansión económica a través del crecimiento ecológico, y de aprovechar la IED con bajas emisiones de carbono para favorecer la creación de empresas proveedoras en el sector privado local. No obstante, para cumplir esos objetivos necesitan un espacio de políticas adecuado. En el sector de las energías renovables, muchos países utilizan normas relativas al contenido de origen nacional para promover un desarrollo industrial ecológico. Si bien algunos países han logrado vincular normas sobre contenido de origen nacional a sus subastas de energías renovables, como se señala en el capítulo 5, los PMA tienen una capacidad limitada para establecer medidas fiscales y normativas. En cambio, sí que pueden asegurarse de que las medidas de apoyo fiscales y normativas relativas al sector eléctrico respalden del mismo modo a los proveedores nacionales y extranjeros en el mercado local. Los Gobiernos y las empresas de los PMA también deberían tratar de aprovechar las medidas preferenciales vigentes (por ejemplo, la flexibilidad que ofrecen el Acuerdo sobre las Medidas en materia de Inversiones relacionadas con el Comercio (MIC) o el Acuerdo sobre Subvenciones y Medidas Compensatorias, de la OMC) para apoyar los legítimos objetivos de su política industrial. No obstante, las posibilidades de hacer un uso eficaz de esas medidas también dependen de las capacidades institucionales, los recursos financieros y las capacidades productivas (UNCTAD, 2016a). Asimismo, las diversas iniciativas y fondos para el desarrollo de infraestructuras energéticas que han puesto en marcha distintos actores mundiales pueden garantizar que la financiación se oriente igualmente al desarrollo de las industrias locales.

## 2. Aprovechar la deuda sin poner en peligro la sostenibilidad

Como se indica en el capítulo 5, los inversores perciben que los riesgos de invertir en los sectores eléctricos de los PMA son muy elevados. El efecto es nocivo, ya que aumentan los gastos de capital debido a que el alto riesgo percibido se refleja en primas con altas tasas de interés y en la necesidad de garantías de crédito con respaldo del Gobierno para poder solicitar préstamos en los mercados internacionales. En consecuencia, los costos siguen resultando insostenibles, tanto en el caso de los sistemas centralizados como en el de los distribuidos. Incluso las tecnologías renovables, cuyos costos han disminuido drásticamente y aún lo siguen haciendo, son aún en muchos casos una propuesta muy cara para los PMA. Por lo general, el riesgo asociado a estas tecnologías es mayor, dado que son relativamente nuevas y los proyectos de energías renovables aún son relativamente recientes en el contexto de los PMA. Asimismo, no hay recursos suficientes para la gestión de riesgos, que requiere, entre otras cosas, conocimientos especializados, datos sobre la industria y coberturas de seguros.

El alto costo del crédito se traduce en tarifas elevadas para el usuario final y, sobre todo, afecta a la competitividad de los PMA en el comercio internacional. Para reducir los gastos de capital, estos países deben intensificar sus esfuerzos para reducir los factores de riesgo sobre los que pueden actuar directamente, como los relacionados con el riesgo soberano y los de carácter político y regulatorio.

La percepción de alto riesgo asociada con los PMA se ve acentuada por la situación actual y las novedades que se están observando en los mercados financieros mundiales. Entre estas novedades figuran unos requisitos de liquidez más estrictos en el sector financiero, lo que obedece a la entrada en vigor del Acuerdo de Basilea III, en que se establece que los bancos deben mantener un colchón de activos líquidos y abstenerse de incentivar las inversiones de mayor riesgo (Bertholon-Lampiris, 2015; BPI, 2016; UNCTAD, 2015c). Se considera que la infraestructura es un activo no realizable. Por tanto, es probable que el Acuerdo de Basilea III limite considerablemente la disponibilidad de financiación comercial a largo plazo, y de préstamos en particular. La participación del sector privado en proyectos de infraestructura en los países en desarrollo suele estar vinculada a operaciones comerciales en forma de préstamos sindicados, que constituyen para esos proyectos la principal alternativa a los préstamos bilaterales y multilaterales. Con el Acuerdo de Basilea III, es probable que estos préstamos resulten más caros de administrar y gestionar (LMA, 2015). En un clima en que los inversores institucionales

---

### Los préstamos soberanos para financiar inversiones en infraestructura energética pueden verse limitados por la sostenibilidad de la deuda

---

siguen favoreciendo los activos líquidos respecto a los no realizables, es posible que se perfile un horizonte en que la financiación a largo plazo sea escasa. Como mínimo, podría resultar mucho más cara de lo que ya es. En ese contexto, existe la posibilidad de que decrezca el interés privado por el impulso a las infraestructuras en los PMA, que ya es menor que en otros países en desarrollo (UNCTAD, 2008).

El alto costo de la financiación privada aumenta el valor económico de la financiación pública. Existen argumentos de peso para que la comunidad de la financiación para el desarrollo, que incluye donantes e instituciones financieras multilaterales, otorgue prioridad a los canales públicos tradicionales de financiación para el desarrollo en el caso de la electricidad en particular y del sector de las infraestructuras en general. La actual tendencia en la financiación para el desarrollo consiste en priorizar el uso de recursos públicos para recabar financiación procedente del sector privado. Habida cuenta de la escasez de financiación a largo plazo que se ha pronosticado para el sector financiero a nivel mundial, puede que esta no sea una estrategia de costo mínimo para financiar el desarrollo.

Es probable que el elevado precio de la financiación privada también desvíe la participación del sector privado hacia el sector doméstico, especialmente hacia servicios que satisfacen necesidades básicas, mientras que los objetivos de la transformación estructural favorecen un servicio diferenciado que tenga en cuenta el crecimiento de diferentes tipos de empresas con requisitos de carga diversos. Este nivel de servicio suele exigir una mayor inversión y el desarrollo de los proyectos relacionados resulta más oneroso, además de presentar un riesgo más elevado. Será importante que los PMA y sus asociados para el desarrollo, incluidos los inversores de impacto y otros inversores en activos para la financiación de infraestructuras, no descuiden la prestación de asistencia en esa faceta transformadora del acceso universal.

Los préstamos soberanos pueden llegar a tener un papel destacado a raíz de la actual evolución de los mercados financieros mundiales y las políticas que priorizan la financiación privada en la ayuda al desarrollo, que causan nuevos retrocesos de la AOD (sección G3). Los PMA, especialmente en África, recurren cada vez más a

los mercados internacionales de bonos con el propósito de conseguir financiación para el desarrollo, en particular para hacer frente a los déficits de infraestructura. El interés de los inversores internacionales es considerable, lo que hay que subrayar, puesto que supone un cambio significativo en la composición de los acreedores que puede tener consecuencias para una reestructuración de la deuda, en caso de que fuera necesaria. La reestructuración con bonos suele ser más compleja, debido a la cantidad de acreedores implicados.

Desde un punto de vista económico, puede resultar lógico recurrir a los préstamos soberanos para financiar desde el exterior inversiones en infraestructura en los PMA (capítulo 5). Los bancos de estos países suelen ser más reacios a asumir riesgos que los de otros países en desarrollo, las imperfecciones del sector bancario pueden aumentar los costos y los mercados de capitales están muy poco desarrollados. No obstante, el endeudamiento externo no está exento de riesgos, como que se produzca un rápido incremento de los costos por causa del mercado cambiario y con ello empeore considerablemente la situación de la deuda. La actual persistencia de un débil crecimiento, combinado con bajos tipos de interés y una moderación de precios de los productos básicos, permite establecer un paralelismo con las condiciones que precipitaron la crisis de la deuda en la década de 1980. Once de los 36 PMA de los que se han realizado evaluaciones corren un alto riesgo de sobreendeudamiento (Afganistán, Burundi, Chad, Djibouti, Haití, Kiribati, Mauritania, República Centroafricana, República Democrática Popular Lao, Santo Tomé y Príncipe y Tuvalu), mientras que otros 3 (Gambia, Sudán y Sudán del Sur) ya presentan un sobreendeudamiento excesivo (FMI, 2017b).

Por tanto, los Gobiernos de los PMA deberían seguir actuando con cautela a la hora de recurrir al endeudamiento externo para financiar las inversiones en el sector eléctrico, sobre todo porque el impacto que se prevé que tenga el Acuerdo de Basilea III, si se materializa, puede tener repercusiones indirectas más negativas para la reputación de los países que incurran en impagos de la deuda. Además, la creciente tendencia a obtener préstamos en los mercados internacionales aumenta la exposición de los PMA a las perturbaciones financieras y, al mismo tiempo, el riesgo de que los mercados supranacionales detraigan liquidez de los mercados internos (Black y Munro, 2010).

### **3. Asistencia oficial para el desarrollo y financiación para el clima**

El costo de las inversiones en infraestructura necesarias para asegurar el acceso universal

a la electricidad en formas compatibles con la transformación estructural excede ampliamente los medios nacionales de financiación pública de los PMA. Las estimaciones que se presentan en este informe sugieren que el costo total de las inversiones para lograr el acceso universal de aquí a 2030 se sitúa entre 12.000 y 40.000 millones de dólares al año para el conjunto de los PMA; la ampliación del suministro con objeto de satisfacer las necesidades de acceso para la transformación estructural aumentaría ese costo considerablemente. Si bien existe cierto margen para movilizar más fuentes internas y externas de financiación de inversiones en el sector de la energía, este es muy limitado, considerando la magnitud del déficit existente. Por consiguiente, en la práctica, lograr el acceso universal —y, por supuesto, el acceso para la transformación estructural— dependerá en gran medida de la AOD y de otra financiación oficial externa, principalmente en forma de donaciones, teniendo en cuenta los condicionantes que impone en la mayoría de los PMA la sostenibilidad de la deuda. Para obtener la financiación necesaria tendrá que aumentar considerablemente ese tipo de asistencia económica para el sector de la electricidad (capítulo 5).

La financiación mediante donaciones oficiales resulta especialmente adecuada para la inversión en la generación de electricidad a partir de fuentes renovables. Si bien a nivel local esas tecnologías pueden ofrecer ciertas ventajas para el medio ambiente, ya que se reduce la contaminación atmosférica, el principal motivo por el que las tecnologías de energía renovable resultarían preferibles a la generación energética mediante combustibles fósiles es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La financiación mediante donaciones de los países desarrollados, cuyas emisiones históricas han hecho necesario que se reduzcan las emisiones en el futuro, brinda un medio para incorporar esas externalidades de conformidad con el principio de “quien contamina paga” (principio 16 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) y el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)<sup>2</sup>. La estructura de costos de la generación de energía renovable también se presta a la financiación por donaciones, ya que los gastos periódicos se limitan al uso y mantenimiento de los equipos.

Así pues, existen argumentos de peso a favor del uso de la financiación oficial basada en donaciones para el desarrollo de fuentes de energía renovable en los PMA. Al propiciar que esos países no tengan que hacer frente a los gastos de capital asociados al aumento

de capacidad, la financiación por donaciones para la adquisición e instalación de equipos destinados a la generación de energía renovable también brinda margen para no depender de las tarifas rentables en la misma medida que en el caso de la generación de energía con combustibles fósiles, ya que los gastos periódicos son menores. De ahí se puede derivar un importante mecanismo para intentar compaginar las necesidades de asequibilidad y sostenibilidad financiera.

Si bien los gastos de capital asociados al acceso universal son elevados, el cumplimiento de los compromisos financieros contraídos por los donantes de la AOD (aportar entre el 0,15% y el 0,2% de su ingreso nacional bruto (INB) a la AOD destinada a los PMA) contribuiría a avanzar mucho más rápidamente hacia ese objetivo. Como se indica en el capítulo 5, así se obtendría una suma adicional de entre 34.000 y 54.000 millones de dólares de AOD al año. Podrían generarse muchos más recursos si los países desarrollados cumplieran sus compromisos con respecto a la financiación para el clima.

Además, hay sólidos argumentos para defender que se aumente la meta de la AOD para los PMA, en particular en el marco del objetivo general del 0,7%. Si los donantes contribuyeran con el 0,7% de su INB en total y con entre el 0,15% y el 0,2% a los PMA, conforme a sus poblaciones relativas, la AOD per cápita destinada a los PMA sería entre 1,8 y 2,6 veces superior a la asignada a los OPD. Esta diferencia dista de reflejar las grandes disparidades en sus necesidades de desarrollo y en sus capacidades nacionales para satisfacerlas.

Esa discrepancia se destaca además en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Los objetivos generales y específicos de la AOD para los PMA apuntan a que estos países deberían recibir entre el 21% y el 29% del total de la asistencia. No obstante, su contribución al déficit existente a escala mundial con respecto a los niveles de referencia establecidos por los ODS, así como su limitada capacidad financiera, indican que resultaría más apropiado dedicar una proporción del orden del 50% de la asistencia (UNCTAD, 2015a). Como se señaló en el capítulo 1, en 2014 el 54% de las personas que no tenían acceso a la electricidad vivían en los PMA, y esa proporción prácticamente se había duplicado desde 1991. En los PMA también estaban el 45% de las personas que en 2014 no tenían acceso a fuentes de agua mejoradas, y entre el 40% y el 50% de la población mundial que en 2013 se encontraba en situación de pobreza extrema. Desde 1990 la primera cifra se había duplicado con creces, mientras que la última casi se había triplicado<sup>3</sup>.

Junto con el compromiso de un 0,7% para el total de la AOD, la asignación a los PMA de al menos la mitad

---

### Hay argumentos de peso para ampliar la AOD con objeto de financiar inversiones en energía en los PMA, así como para una transferencia de tecnología adecuada

---

de esa cifra, hasta alcanzar el 0,35% del INB de los donantes, supondría aproximadamente duplicar el objetivo de AOD para los PMA. Como se señaló en el capítulo 5, se obtendrían así recursos adicionales por valor de 118.000 millones de dólares al año.

De particular relevancia en relación con las energías renovables son los compromisos adicionales contraídos por los países desarrollados sobre la financiación para el clima, así como sobre la eficacia de la ayuda en el marco de la Declaración de París sobre la Eficacia de la Ayuda al Desarrollo, de 2005, el Programa de Acción de Accra, de 2008, y la Alianza de Busan para la Cooperación Eficaz al Desarrollo (OCDE, 2005, 2008 y 2011). Son especialmente importantes los compromisos asumidos por los donantes de “Respetar el liderazgo de los países socios y ayudarlos a reforzar su capacidad para ejercerlo” y “Basar su apoyo global —estrategias nacionales, diálogos de política y programas de cooperación para el desarrollo— en las estrategias de desarrollo nacional de los socios” (OCDE, 2005: párrs. 15 y 16).

Los donantes también se han comprometido a garantizar “que se utilicen los canales existentes para el envío de ayuda y, si es necesario, que se fortalezcan antes de crear nuevos canales separados, que amenazan con aumentar la fragmentación y complican la coordinación a nivel nacional” (OCDE, 2008: párr. 19 c)). No obstante, en el contexto de la financiación para el clima ha ocurrido lo contrario, lo que ha dado lugar a una arquitectura financiera sumamente compleja que supone un serio obstáculo para el acceso de los PMA a la financiación, además de costos innecesarios, la pérdida de economías de escala y un aumento de las cargas administrativas. Esta proliferación de canales de financiación debería contrarrestarse consolidando instituciones y ventanillas de financiación. Hasta que eso ocurra, sería lógico establecer un mecanismo de facilitación para atender con las fuentes disponibles las necesidades específicas de financiación de los programas de desarrollo de los distintos PMA, y limitar las cargas administrativas y técnicas relacionadas con la identificación de las fuentes, los procesos de solicitud y la multiplicidad de procesos de vigilancia y presentación de informes no coordinados (UNCTAD, 2016b).

## 4. Acceso a tecnologías

La CMNUCC y su Protocolo de Kyoto establecen claramente para los países desarrollados las obligaciones de transferir a los países en desarrollo las tecnologías necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores relevantes (incluido, de forma explícita, el de la energía) cuando sean de propiedad pública o de dominio público; crear un entorno propicio para la transferencia de esas tecnologías cuando no sean de dominio público, y proporcionar financiación para cubrir la totalidad de los gastos adicionales de su transferencia. Los compromisos contraídos en el marco de la Convención por los países en desarrollo para la reducción de emisiones están explícitamente supeditados a que los países desarrollados cumplan estas obligaciones.

Los documentos finales de las conferencias mundiales celebradas recientemente son mucho menos contundentes. Por ejemplo, la Agenda de Acción de Addis Abeba (aprobada en 2015 en la Tercera Conferencia Internacional sobre la Financiación para el Desarrollo) contiene compromisos mucho menos exigentes, y está muy lejos de reconocer las obligaciones de promover, cooperar, facilitar y financiar la transferencia de tecnología, señalando únicamente (en el párrafo 120):

Alentaremos el desarrollo, la divulgación y difusión y la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales a los países en desarrollo en condiciones ventajosas, incluso en condiciones favorables y preferenciales, según arreglos mutuamente convenidos.

No obstante, esto no modifica ni diluye de ningún modo las obligaciones jurídicas de los signatarios emanadas de la Convención, que, por tanto, deben cumplirse plenamente.

El artículo 66.2 del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), de la OMC, establece una obligación más concreta para los países desarrollados, a saber:

Los países desarrollados Miembros ofrecerán a las empresas e instituciones de su territorio incentivos destinados a fomentar y propiciar la transferencia de tecnología a los países menos adelantados Miembros, con el fin de que estos puedan establecer una base tecnológica sólida y viable.

No obstante, el cumplimiento de esta obligación ha sido muy limitado, al igual que el alcance de la consiguiente transferencia de tecnología a los PMA (Moon, 2008 y 2011). Una aplicación más rigurosa

de esta disposición del Acuerdo sobre los ADPIC con respecto a las tecnologías relacionadas con la energía (incluidas las de uso final) podría facilitar la puesta en práctica de lo establecido en la Convención Marco acerca de la transferencia de tecnología. Para ello resultaría útil seguir un enfoque más sistemático en la observación del cumplimiento de las obligaciones que el artículo 66.2 prevé para los Miembros de la OMC (UNCTAD, 2016b).

Entre las medidas de apoyo internacional a la transferencia y absorción de tecnología podría incluirse una red internacional de innovación para los PMA, a fin de facilitar la acumulación de conocimientos y la innovación en tecnologías energéticas; fondos para la investigación a escala regional y mundial para la implantación y demostración de esas tecnologías, centrados en la adaptación y las innovaciones progresivas orientadas a los contextos locales; un fondo internacional para facilitar transferencias de tecnología dentro del sector privado y entre el sector privado y el público; y una plataforma internacional de formación sobre tecnologías energéticas para promover el desarrollo de la capacidad y la acumulación de conocimientos. Los mecanismos de cooperación triangular y Sur-Sur también pueden contribuir a facilitar el intercambio de aprendizajes y conocimientos tecnológicos. La cooperación tecnológica Sur-Sur podría prever la capacitación en el exterior de nacionales de PMA acerca del uso y el mantenimiento de tecnologías energéticas, así como el apoyo a la investigación para adaptar las tecnologías existentes a las necesidades locales, además de concesiones de derechos de propiedad intelectual (DPI) relacionados con la energía o de licencias en condiciones favorables (UNCTAD, 2011a).

En este contexto, el Banco de Tecnología para los Países Menos Adelantados, previsto en el Programa de Acción en favor de los Países Menos Adelantados y establecido formalmente el 23 de diciembre de 2016 (en virtud de la resolución A/RES/71/251), podría desempeñar un papel importante apoyando el acceso de los PMA a las tecnologías relacionadas con la energía. En estrecha cooperación con las instituciones competentes de las Naciones Unidas —como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la CMNUCC o el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), así como con otras entidades con conocimientos específicos del sector, como el Programa de Asistencia para la Gestión en el Sector de la Energía, la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y la Agencia Internacional de la Energía (IEA)—, el Banco de Tecnología podría estar en una situación óptima para ayudar a los PMA a identificar y eliminar los

principales obstáculos a una transferencia efectiva de tecnología en el terreno energético. La participación de la UNCTAD podría resultar particularmente beneficiosa con miras a promover no solo la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 como un fin en sí mismo, sino, fundamentalmente, el suministro sostenible de energía moderna para usos productivos, aumentando así las sinergias entre las políticas

energéticas y la transformación estructural de la economía. La participación del Banco de Tecnología en las evaluaciones de las necesidades de tecnología en relación con la energía y otras iniciativas de apoyo similares se situarían directamente dentro del ámbito de su mandato y de su plan estratégico trienal, y podrían convertir el Banco en un eje clave para facilitar y coordinar el apoyo internacional en esa esfera.

## Notas

- 1 El valor del sistema se define como “el beneficio neto resultante de la adición de una determinada tecnología de generación de energía eléctrica” [cita traducida] (IEA, 2016c).
- 2 El principio 16 de la Declaración de Río establece que “las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales”. En el párrafo 1 del artículo 3 de la CMNUCC, que establece los principios en los que se basa la Convención, se dispone lo siguiente: “Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberían tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos”. La 16ª Conferencia de las Partes en la CMNUCC reconoce explícitamente
- 3 en el párrafo 35 de su decisión 1/CP.16 “que la mayor parte de las emisiones mundiales históricas de gases de efecto invernadero han tenido su origen en los países desarrollados, y que, debido a esa responsabilidad histórica, las Partes que son países desarrollados deben asumir el liderazgo en la lucha contra el cambio climático y sus efectos adversos”.
- 3 Los datos sobre el acceso al agua proceden de la base de datos Indicadores del Desarrollo Mundial, del Banco Mundial. Las cifras relativas a la pobreza son estimaciones de la secretaría de la UNCTAD a partir de datos de la base PovcalNet, del Banco Mundial. No se dispone de datos sobre pobreza del Afganistán, Eritrea, Guinea Ecuatorial, Myanmar, Somalia ni el Yemen. En la estimación de entre un 20% y un 50% se consideran índices medios de recuento para todos estos países de entre el 17% y el 77% en 2013 (en comparación con un promedio del 36,3% en los PMA de los que se dispone de datos). El intervalo equivalente para 1990 es de entre el 15% y el 18%, considerando un intervalo de entre el 24% y el 97% en los países de los que no se dispone de datos (en comparación con el 59,3% de los países de los que hay datos disponibles).



# **BIBLIOGRAFÍA**



- Acquah M, Ahiataku-Togobo W and Ashie E (2017). Technical and socio-economic issues of small scale solar PV electricity supply in rural Ghana. *Energy and Power*. 7(1):10–21.
- ADB (2013). *Islamic Republic of Afghanistan: Power Sector Master Plan. Final Report*. Asian Development Bank (ADB). Manila.
- ADB, ENERGIA, Japan Fund for Poverty Reduction, CRT and ETC Foundation (2015). Gender review of national energy policies and programmes in Nepal: Improving gender-inclusive access in clean and renewable energy in Bhutan, Nepal and Sri Lanka. June.
- AEEP (2016). Mapping of Energy Initiatives and Programs in Africa. Africa-EU Energy Partnership (AEEP) - European Union Energy Initiative Partnership Dialogue Facility (EUEI PDF). Eschborn.
- AfDB (2015). Renewable Energy in Africa: Mali Country Profile. African Development Bank Group. Abidjan.
- AfDB and SEforAll Africa Hub (2017). Mini grid market opportunity assessment: Mozambique. Green Mini Grid Market Development Programme Document Series. African Development Bank, SEforALL Africa Hub.
- Africa Progress Panel (2015). *Power People Planet: Seizing Africa's Energy and Climate Opportunities - Africa Progress Report 2015*. Africa Progress Panel. Geneva.
- Africa Progress Panel (2017). *Lights Power Action: Electrifying Africa*. Africa Progress Panel. Geneva.
- AGECC (2010). *Energy for a sustainable future: Summary report and recommendations*. United Nations. New York.
- Ambec S and Crampes C (2012). Electricity provision with intermittent sources of energy. *Resource and Energy Economics*. 34(3):319–336.
- Atkin D (2009). Working for the future: Female factory work and child health in Mexico. Unpublished manuscript.
- Australian-German Climate and Energy College (2016). INDC factsheets: “Entry into force” edition. University of Melbourne. Melbourne.
- Bacon RW and Besant-Jones J (2001). Global electric power reform, privatisation and liberalisation of the electric power industry in developing countries. *Annual Reviews Energy & the Environment*. 26:331–359.
- Bailis R, Drigo R, Ghilardi A and Masera O (2015). The carbon footprint of traditional woodfuels. *Nature Climate Change*. 5(3):266–272.
- Bakkabulindi G Dr (2016). Uganda Energy Policy Review Symposium: Report on Proceedings of Uganda Energy Policy Review Symposium, 3 March. Ministry of Energy and Mineral Development (MEMD). Kampala.
- Balchin N (2017). Why services are important for industrialisation and economic transformation. In: Hoekman BM and Velde DW, eds. *Trade in Services and Economic Transformation: A New Development Policy Priority*. Support Economic Transformation. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Bamber P, Guinn A and Gereffi G (2014). Burundi in the Energy Global Value Chain: Skills for Private Sector Development. Center on Globalization, Governance and Competitiveness. Duke University. Durham, North Carolina.
- Barnes DF and Floor WM (1996). Rural energy in developing countries: A challenge for economic development. *Annual Review of Energy and Environment*. 21:497–530.
- Bazilian M, Sagar A, Detchon R and Yumkella K (2010). More heat and light. *Energy Policy*. 38(10):5409–5412.
- Béguerie V and Pallière B (2016). Can rural electrification stimulate the local economy? Constraints and prospects in south-east Mali. *The Journal of Field Actions: Field Actions Science Reports*. 15:20–25.
- Bekaert G, Harvey CR, Lundblad CT and Siegel S (2015). Political Risk and International Valuation. Available at [https://www0.gsb.columbia.edu/mygsb/faculty/research/pubfiles/13995/Bekaert\\_Political\\_Risk.pdf](https://www0.gsb.columbia.edu/mygsb/faculty/research/pubfiles/13995/Bekaert_Political_Risk.pdf).
- van Benthem AA (2015). Energy leapfrogging. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*. 2(1):93–132.
- Berthélemy J-C and Béguerie V (2016). Decentralized electrification and development: Initial assessment of recent projects. *The Journal of Field Actions: Field Actions Science Reports*. 15:4–9.
- Bertholon-Lampiris F (2015). Basel III framework: The butterfly effect. Deloitte Southeast Asia Ltd.
- Besant-Jones JE (2006). Reforming power markets in developing countries: What have we learned? Energy and Mining Sector Board Discussion Paper No. 19. World Bank Group, Energy and Mining Sector Board. Washington D.C.
- Bharath Jairaj B, et al. (2016). The future electricity grid, key questions and considerations for developing countries. World Resources Institute. Washington, D.C.

- Bhatia M and Angelou N (2015). *Beyond Connections: Energy Access Redefined*. Energy Sector Management Assistance Programme Technical Report No. 008/15. World Bank. Washington, D.C.
- Bhattacharya D and Rashmin R (2016). Concessional financial flows among southern countries: Conceptualising design principles, operational modalities and an assessment framework. United Nations Development Programme (UNDP). New York.
- Bhattacharyya SC (2012). Energy access programmes and sustainable development: A critical review and analysis. *Energy for Sustainable Development*. 16(3):260–271.
- Bhattacharyya SC (2013). Energy access and development. In: Goldthau A, ed. *The Handbook of Global Energy Policy*. John Wiley & Sons Ltd. Oxford.
- Bhattacharyya SC and Palit D (2016). Mini-grid based off-grid electrification to enhance electricity access in developing countries: What policies may be required? *Energy Policy*. 94:166–178.
- Birdsall N and Okonjo-Iweala N (2017). A big bond for Africa. Available at <https://www.project-syndicate.org/commentary/africa-regional-infrastructure-investment-bond-by-nancy-birdsall-and-ngozi-okonjo-iweala-2017-04> (accessed 1 June 2017).
- BIS (2016). *86th Annual Report: 1 April 2015–31 March 2016*. Bank for International Settlements. Basel.
- Black S and Munro A (2010). Why issue bonds offshore? BIS Working Paper No. 334. Bank for International Settlements. Basel.
- Boccard N (2010). Economic properties of wind power: A European assessment. *Energy Policy*. 38(7):3232–3244.
- Boden TA, Andres RJ and Marland G (2017). Global, regional, and national fossil-fuel CO<sub>2</sub> emissions. Available at [https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001\\_V2017](https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017) (accessed 3 April 2017).
- Borenstein S (2016). The economics of fixed cost recovery by utilities. Working Paper No. WP272R. Energy Institute at Haas. University of California. Berkeley.
- Bowen A and Fankhauser S (2011). Low-carbon development for the least developed countries. *World Economics*. 12(1):145–162.
- Branchoux C, Fang L and Tateno Y (2017). Estimating infrastructure financing needs in Asia-Pacific least developed countries, landlocked developing countries and small island developing states. Working Paper Series No. WP/17/02. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP). Bangkok.
- Bresnahan T and Trajtenberg M (1995). General purpose technologies “Engines of growth”? *Journal of Econometrics*. 65(1):83–108.
- Briceño-Garmendia C and Shkaratan M (2011). Power tariffs: Caught between cost recovery and affordability. Policy Research Working Paper No. 5904. World Bank. Washington, D.C.
- Byrne J and Mun Y-M (2003). Rethinking reform in the electricity sector: Power liberalisation or energy transformation? In: Wamukonya N, ed. *Electricity Reform: Social and Environmental Challenges*. United Nations Environment Programme (UNEP) Risoe Centre. Roskilde.
- Cabraal RA, Barnes DF and Agarwal SG (2005). Productive uses of energy for rural development. *Annual Review of Environment and Resources*. 30(1):117–144.
- Carnahan M (2015). Taxation challenges in developing countries. *Asia & the Pacific Policy Studies*. 2(1):169–182.
- Charmes J (2006). A review of empirical evidence on time use in Africa from UN-sponsored surveys. In: Blackden CM and Wodon Q, eds. *Gender, Time Use and Poverty in Sub-Saharan Africa*. World Bank Working Paper No. 73. World Bank. Washington, D.C.
- Chattopadhyay D, Kitchlu R and Jordan RL (2014). Planning for electricity access. Livewire No. 92671. World Bank. Washington, D.C.
- CIA (2016). World Factbook 2016-2017. Central Intelligence Agency (CIA). Washington, D.C.
- Coady D, Parry I, Sears L and Shang B (2015). How large are global energy subsidies? IMF Working Paper No. WP/15/105. International Monetary Fund. Washington, D.C.
- Corneli S and Kihm S (2016). Will distributed energy end the utility natural monopoly? Available at [https://emp.lbl.gov/sites/all/files/Corneli\\_29June2016.pdf](https://emp.lbl.gov/sites/all/files/Corneli_29June2016.pdf).
- Cossy M (2009). Energy transport and transit in the WTO. Background paper prepared for Panel 3: Transport and Transit, Conference on Global Challenges at the Intersection of Trade, Energy and the Environment, 22-23 October. Graduate Institute of International and Development Studies, Centre for Trade and Economic Integration (CTEI). Geneva.

- Cottier T (2011). Energy in WTO law and policy: Towards a framework agreement. Presented at the World Trade Organization Public Forum. Geneva. 21 September. Available at [http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Events/20110921-WTO\\_Public\\_Forum\\_TCottier.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Events/20110921-WTO_Public_Forum_TCottier.pdf).
- Cox S et al. (2016). Distributed generation to support development-focused climate action. Enhancing Capacity for Low Emission Development Strategies (EC-LEDS), United States Agency for International Development. Washington, D.C.
- Culver LC (2017). A framework for understanding the role for natural gas in reducing energy poverty. Stanford University. Stanford, California.
- Danish Energy Agency (2016). The Danish leveled cost of energy calculator. Danish Energy Agency. Copenhagen. Available at: <https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/levelized-cost-energy-calculator>.
- David PA and Wright G (2003). General purpose technologies and productivity surges: Historical reflections on the future of the ICR revolution. Stanford University. Stanford, California.
- Deller S, Hoyt A, Hueth B and Sundaram-Stukel R (2009). Research on the economic impact of cooperatives. University of Wisconsin Center for Cooperatives. Madison, Wisconsin.
- Deloitte (2015). Energy market reform in Europe, European energy and climate policies: achievements and challenges to 2020 and beyond. Deloitte Conseil. Neuilly-sur-Seine.
- Deshmukh R, Carvallo JP and Gambhir A (2013). Sustainable development of renewable energy mini-grids for energy access: A framework for policy design. No. LBNL-6222E. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California.
- Dhital RP (2017). LDC Renewable Energy and Energy Efficiency Initiatives (LDC REEEI): A case from Nepal. Presented at the Regional Meeting of the Asia-Pacific Least Developed Countries on Sustainable Energy. Kathmandu, Nepal. 22 March. Available at [http://unohrls.org/custom-content/uploads/2017/03/4.-Presentation\\_Ram\\_P\\_Dhital\\_AEPC-1.pdf](http://unohrls.org/custom-content/uploads/2017/03/4.-Presentation_Ram_P_Dhital_AEPC-1.pdf).
- Diao X, McMillan MS and Rodrik D (2017). The recent growth boom in developing economies: A structural-change perspective. Working Paper No. w23132. National Bureau of Economic Research (NBER). Cambridge, Massachusetts.
- Dixit S, Chitnis A, Wood D, Jairaj B and Martin S (2014). 10 questions to ask about electricity tariffs. Electricity Governance Initiative. World Resources Institute. Washington, D.C.
- Dornan M (2014). Access to electricity in Small Island Developing States of the Pacific: Issues and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 31(C):726–735.
- Duflo E (2012). Women empowerment and economic development. *Journal of Economic Literature*. 50(4):1051–1079.
- Dumitrescu E-I and Hurlin C (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*. 29(4):1450–1460.
- Dutta S, Kooijman A and Cecelski E (2017). Energy access and gender: Getting the balance right. SEAR Special Feature Report. World Bank. Washington, D.C.
- Eberhard A and Kåberger T (2016). Renewable energy auctions in South Africa outshine feed-in tariffs. *Energy Science & Engineering*. 4(3):190–193.
- Eberhard A, Rosnes O, Shkaratan M, and Vennemo H, eds. (2011). *Africa's Power Infrastructure: Investment, Integration, Efficiency*. Directions in Development Infrastructure. World Bank. Washington, D.C.
- Eberhard A, Gratwick K, Morella E and Antmann P (2016). *Independent Power Projects in Sub-Saharan Africa: Lessons from Five Key Countries*. Directions in Development Energy and Mining. World Bank Group. Washington, D.C.
- Economist, The* (2015). The leapfrog continent. 6 June. Available at <https://www.economist.com/news/middle-east-and-africa/21653618-falling-cost-renewable-energy-may-allow-africa-bypass>.
- ECREEE and NREL (2015). A situation analysis of gender issues in ECOWAS Member States. ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (ECREEE). Praia.
- Eggoh JC, Bangake C and Rault C (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. CESifo Working Paper No. 3590. Ifo Institute Center for Economic Studies (CES). Munich.
- ENERGIA (2016). Exploring Factors that Enhance and Restrict Women's Empowerment through Electrification (EFEWEE). Scoping study report. ENERGIA, Gender and Energy Research Programme. The Hague.

- ENERGIA (2017). The gender and energy research programmes: What we know so far and policy considerations. Policy Brief No. 1. Energia International Network on Gender and Sustainable Energy. The Hague.
- ERA (2016). Uganda Renewable Energy Feed-in Tariff (REFIT) Phase 3 Guidelines. Electricity Regulatory Authority. Kampala.
- ESMAP (2017). Upscaling Mini Grids for Low-Cost and Timely Access to Electricity Services. Action Learning Event. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). Hilton Hotel, Nay Pyi Taw, Myanmar. 6-10 February.
- Estache A, Serebrisky T and Wren-Lewis L (2015). Financing infrastructure in developing countries. *Oxford Review of Economic Policy*. 31(3–4):279–304.
- EUEI PDF (2014). Mini-grid policy toolkit: Policy and business frameworks for successful mini-grid roll-out. European Union Energy Initiative Partnership Dialogue Facility (EUEI PDF). Eschborn.
- European Council, The (2017). European fund for sustainable development: Council confirms final deal with the EP. Press Release. 28 June.
- European Parliament (2016). Energy Union: Key Decisions for the Realisation of a Fully Integrated Energy Market. Study for the ITRE Committee No. IP/ A/ITRE /201 5-01/ PE 578. 968. European Parliament, Directorate General for Internal Policies. Brussels.
- FAO (2011). *State of the World's Forests, 2011*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
- FAO (2014). *State of the World's Forests, 2014: Enhancing the Socioeconomic Benefits from Forests*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
- Forouzanfar MH et al. (2016). Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*. 388(10053):1659–1724.
- Fox L (2015). Will women in low-income countries get lost in transformation? Overseas Development Institute (ODI). London.
- Frankel D and Wagner A (2017). Battery storage: The next disruptive technology in the power sector. *Sustainability & Resource Productivity*. McKinsey & Company. New York and Geneva.
- Gallagher K, Kamal R, Wang Y and Chen Y (2016). Fueling growth and financing risk: The benefits and risks of China's development finance in the global energy sector. Global Economic Governance No. 002. Boston University. Boston, Massachusetts.
- GEA (2016). *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press and the International Institute for Applied Systems Analysis. Cambridge.
- Kumar G and Sadeque Z (2012). Output-based aid in Bangladesh: Solar home systems for rural households. OBA Approaches number 42. World Bank. Dhaka.
- Gies E (2016). Can wind and solar fuel Africa's future? *Nature*. 539(7627):20–22.
- GIIN (2015). 400+ Funds on IMPACTBASE: Demonstrating the Depth and Diversity of Opportunities in the Impact Investing Fund Landscape. Global Impact Investing Network (GIIN), International Institute for Applied Systems Analysis. New York.
- GIZ (2013). Productive Use of Energy (PRODUSE) - Measuring Impacts of Electrification on Small and Micro Enterprises in Sub-Saharan Africa. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Eschborn.
- GIZ (2015). International fuel prices 2014. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Bonn.
- GIZ (2016). Photovoltaics for Productive Use Applications - A Catalogue of DC-Appliances. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Eschborn.
- Global Network on Energy for Sustainable Development (2010). Achieving energy security in developing countries. GNESD Policy Brief. Roskilde.
- GMG MDP (2017). Market study on available financial instruments in support of GMGs and assessment of GMG developer needs. GMG MDP Document Series No. 2. Green Mini-Grids Market Development Program, SE4All Africa Hub, African Development Bank. Abidjan.
- Government of Liberia (2015). 2015 Electricity Law of Liberia. Available at [http://www.molme.gov.lr/doc\\_download/Ratified%20Electricity%20Law%20of%20Liberia%202015.pdf](http://www.molme.gov.lr/doc_download/Ratified%20Electricity%20Law%20of%20Liberia%202015.pdf)
- Granger CWJ (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. 37(3):424–438.

- Griffith-Jones S and Kollatz M (2015). Infrastructure finance in the developing world: Multilateral lending instruments for infrastructure financing. G-24 Working Paper Series. Intergovernmental Group of Twenty Four on Monetary Affairs and Development and Global Green Growth Institute. Washington, D.C.
- Grimm M, Munyehirwe A, Peters J and Sievert M (2014). A first step up the energy ladder? Low cost solar kits and household's welfare in rural Rwanda. IZA Discussion Paper No. 8594. Institute for the Study of Labor (IZA). Bonn.
- Grubler A (2012). Energy transitions research: Insights and cautionary tales. *Energy Policy*. 50:8–16.
- Guichard EV (2016). Regional: Promoting remittance for development finance. Technical Assistance Consultant's Report. Project Number 48190. Remittances for Development Program, Asian Development Bank. Manila.
- Gurung A, Kumar Ghimeray A and Hassan SHA (2012). The prospects of renewable energy technologies for rural electrification: A review from Nepal. *Energy Policy*. 40(C):374–380.
- Halland H (2017). Will Sovereign Wealth Funds Go Green? Available at <http://blogs.worldbank.org/psd/will-sovereign-wealth-funds-go-green> (accessed 2 June 2017).
- Halland H and Canuto O (2013). Resource-backed investment finance in least developed countries. Economic Premise No. 123. World Bank. Washington D.C.
- Hansfort SL and Mertz O (2011). Challenging the woodfuel crisis in West African woodlands. *Human Ecology*. 39(5):583–595.
- Harrison K, Scott A and Hogarth R (2016). Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Harsdorff M and Bamanyaki P (2009). Impact assessment of the solar electrification of micro enterprises, households and the development of rural solar market. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Kampala.
- Harvey F (2015). Developing countries could leapfrog west with clean energy, says Hollande. June. Available at <https://www.theguardian.com/environment/2015/jun/03/developing-countries-could-leapfrog-west-with-clean-energy-says-hollande>.
- Hassan F and Lucchino P (2016). Powering education. CEP Discussion Paper No. 1438. Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science. London.
- Heald D (1994). *Cost Allocation and Cross Subsidies, Volume 1*. Document / European Commission. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg.
- Heller TC, Tjong HI and Victor DG (2003). Electricity restructuring and the social contract. Working Paper No. 15. Center for Environmental Science and Policy, Stanford University. Stanford, California.
- Henderson V (2002). Urbanization in developing countries. *The World Bank Research Observer*. 17(1):89–112.
- Hogan WW (2001). Electricity market restructuring: Reform of reforms. *20th Annual Conference, Center for Research in Regulated Industries, Rutgers University*. Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University. Cambridge, Massachusetts.
- Hogan WW (2002). Market power and electricity competition. Presented at the 50th Annual Antitrust Law Spring Meeting, American Bar Association. Washington, D.C. 25 April. Available at [https://www.hks.harvard.edu/fs/whogan/aba\\_hogan\\_042502r.pdf](https://www.hks.harvard.edu/fs/whogan/aba_hogan_042502r.pdf).
- Hogarth R and Granoff I (2015). Speaking truth to power: Why energy distribution, more than generation, is Africa's poverty reduction challenge. ODI Working Paper No. 418. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Hosonuma N et al. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*. 7(4):044009.
- Humanitarian Technology Challenge (n/d). Reliable Electric Power for Developing Countries. Available at [http://oc.ieee.org/usercontent/1/3/338070001/44/0\\_Reliable\\_Electricity\\_Challenge\\_Description.pdf](http://oc.ieee.org/usercontent/1/3/338070001/44/0_Reliable_Electricity_Challenge_Description.pdf).
- ICA (2011). *Regional Power Status in African Power Pools*. Infrastructure Consortium for Africa. Tunis
- IDC (2012). *Green Economy Report: The cost evolution of renewable energies*. Industrial Development Corporation (IDC), Department of Research and Information. Gauteng.

- IEA (2010). *World Energy Outlook 2010*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2011). *World Energy Outlook 2011*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2014a). *World Energy Outlook 2014*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2014b). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2016a). *World Energy Outlook 2016*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2016b). *Next generation wind and solar power - From cost to value*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2016c). *Energy Efficiency Market Report 2016*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA (2016d). *Re-Powering Markets: Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems*. Electricity Market Series. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris, France.
- IEA (2017a). *Status of Power System Transformation 2017: System Integration and Local Grids*. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- IEA (2017b). *Tracking fossil fuel subsidies in APEC economies: Toward a sustained subsidy reform*. Insights Series 2017. International Energy Agency (IEA) / Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- IEA and ADB (2014). *Regional Energy Efficiency Policy Recommendations: Southeast Asia Region*. International Energy Agency (IEA).
- IFAD (2017). *Sending Money Home: Contributing to the SDGs, one family at a time*. International Fund for Agricultural Development (IFAD). Rome.
- IFC (2012). *From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access*. International Finance Corporation (IFC). Washington, D.C.
- IFC (2016). *Developing domestic capital markets*. Issue Brief Series. Inter-Agency Task Force on Financing for Development. International Finance Corporation (IFC). Washington, D.C.
- IFC (2017a). *Strategy and Business Outlook FY18-FY20: Creating Markets and Mobilizing Private Capital*. International Finance Corporation (IFC). Washington, D.C.
- IFC (2017b). *IFC Debt Capital Markets Solutions*. Presented at the Capital Markets Africa 2017. Nairobi, Kenya. 11 May. Available at [http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/0dae2ca1-27d4-49c8-b8a0-29f8902aa911/IFC\\_DebtCapitalMarkets+-+Nairobi+Conf+May+2017.pdf?MOD=AJPERES](http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/0dae2ca1-27d4-49c8-b8a0-29f8902aa911/IFC_DebtCapitalMarkets+-+Nairobi+Conf+May+2017.pdf?MOD=AJPERES). International Finance Corporation (IFC). Washington, D.C.
- ILO (2013). *Providing clean energy and energy access through cooperatives*. International Labour Office, Cooperatives Unit (COOP), Green Jobs Programme. Geneva.
- Im KS, Pesaran M and Shin Y (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115(1):53–74.
- IMF (2013). *Case studies on energy subsidy reform: Lessons and implications*. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2014). *Republic of Yemen: Staff Report for the 2014 Article IV Consultation and Request for a Three-Year Arrangement under the Extended Credit Facility*. IMF Country Report No. 14/276. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2015). *Current challenges in revenue mobilization: Improving tax compliance*. Staff Report. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2016a). *Domestic resource mobilization and taxation*. Issue Brief Series. United Nations, Inter-Agency Task Force on Financing for Development. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2016b). *Angola: Staff Report for the 2016 Article IV Consultation*. IMF Country Report No. 17/39. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2016c). *Sudan: Staff Report for the 2016 Article IV Consultation*. IMF Country Report No. 16/324. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.

- IMF (2016d). Republic of Equatorial Guinea: Staff Report for the 2016 Article IV Consultation. IMF Country Report No. 16/341. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2016e). Chad: Third and Fourth Reviews under the Extended Credit Facility Arrangement, and Requests for Waivers of Nonobservance of Performance Criteria, Augmentation of Access, Extension of the Current Arrangement and Rephasing of Disbursements. IMF Country Report No. 16/364. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- IMF (2017a). List of LIC DSAs for PRGT-eligible countries as of 01 July. Available at <https://www.imf.org/external/Pubs/ft/dsa/DSAlist.pdf>.
- IMF (2017b). Republic of South Sudan: Staff Report for the 2016 Article IV Consultation. IMF Country Report No. 17/73. International Monetary Fund. Washington, D.C.
- Inderst G and Stewart F (2014). Institutional investment in infrastructure in emerging markets and developing economies. Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF), World Bank. Washington, D.C.
- IOM, ed. (2015). *Migrants and Cities: New Partnerships to Manage Mobility*. World Migration Report No. 2015. International Organization for Migration (IOM). Geneva.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change; Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. New York.
- IRENA (2012). Renewable Energy Jobs and Access. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.
- IRENA (2013). Renewable energy auctions in developing countries. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- IRENA (2015). Battery storage for renewables: Market status and technology outlook. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- IRENA (2016a). *The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025*. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- IRENA (2016b). *Policies and Regulations for Private Sector Renewable Energy Mini-Grids*. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- IRENA (2017a). Renewable energy auctions: Analysing 2016. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- IRENA (2017b). *Renewable Energy and Jobs-Annual Review 2017*. No. ISBN: 978-92-9260-027-3 (PDF). International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi.
- IRENA and CEM (2015). Renewable energy auctions: A guide to design. International Renewable Energy Agency (IRENA) and Clean Energy Ministerial (CEM). Abu Dhabi.
- IRSG (2015). Long-term finance for infrastructure and growth companies in Europe. Available at <https://www.thecityuk.com/research/long-term-finance-for-infrastructure-and-growth-companies-in-europe/>.
- ITU (2015). *Measuring the Information Society Report 2015*. International Telecommunications Union. Geneva.
- ITU (2016a). *Measuring the Information Society Report 2016*. International Telecommunications Union. Geneva.
- ITU (2016b). Harnessing the internet of things for global development. A contribution to the United Nations Broadband Commission for Sustainable Development. International Telecommunications Union. Geneva.
- Jamasb T and Pollitt M (2005). Electricity market reform in the European Union: Review of progress toward liberalization and integration. Working Paper No. 05-003. Massachusetts Institute of Technology, Center for Energy and Environmental Policy Research. Cambridge, Massachusetts.
- Johnson D (1997). Agriculture and the wealth of nations. *American Economic Review*. 87(2):1–12.
- Joskow PL (2008). Lessons learned from electricity market liberalization. *The Energy Journal*. 29(Special Issue):9–42.
- Kammila S, Kappen JF, Rysankova D, Hyseni B and Putti VR (2014). Clean and improved cooking in Sub-Saharan Africa: A landscape report. Working Paper Number 98664. World Bank. Washington, D.C.
- Karekezi S (2002). Renewables in Africa—meeting the energy needs of the poor. *Energy Policy*. 30(11–12):1059–1069.
- Karekezi S, McDade S, Boardman B and Kimani J (2012). Energy, Poverty, and Development. In: Johansson TB, Patwardhan A, Nakicenovic N and Gomez-Echeverri L, eds. *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press. Cambridge.

- Cambridge, United Kingdom. The International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg.
- Kempener R et al. (2015). Off-grid renewable energy systems: Status and methodological issues. IRENA Working Paper. International Renewable Energy Agency (IRENA). Abu Dhabi.
- Kessides IN (2012a). The impacts of electricity sector reforms in developing countries. *The Electricity Journal*. 25(6):79–88.
- Kessides IN (2012b). Electricity reforms: What some countries did right and others can do better. Viewpoint No. 73638. World Bank. Washington, D.C.
- Kharas H (2015). The post-2015 agenda and the evolution of the World Bank Group. *Global Economy & Development* No. 92. Brookings Institution. Washington, D.C.
- Kim H and Kung H (2013). How uncertainty affects corporate investment: The asset redeployability channel. Stanford University. Stanford, California.
- Kohlin G, Sills EO, Pattanayak SK and Wilfong C (2011). Energy, gender and development - What are the linkages? Where is the evidence? Social Development Paper No. 125. World Bank. Washington, D.C.
- Kojima M (2016). Fossil fuel subsidy and pricing policies. Recent developing country experience. Policy Research Working Paper No. 7531. World Bank. Washington, D.C.
- KPMG International (2015). Taxes and incentives for renewable energy. KPMG International. Geneva.
- Kuik OJ, Bastos Lima M and Gupta J (2011). Energy security in a developing world. *Climate Change*. 2(4):627–634.
- Labordena M, Patt A, Bazilian M, Howells M and Lilliestam J (2017). Impact of political and economic barriers for concentrating solar power in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy*. 102:52–72.
- Lammers I and Diestelmeier L (2017). Experimenting with law and governance for decentralized electricity systems: Adjusting regulation to reality? *Sustainability*. 9(2):212.
- Lee K, Miguel E and Wolfram C (2016). Appliance ownership and aspirations among electric grid and home solar households in rural Kenya. *American Economic Review*. 106(5):89–94.
- Lele U (1986). Women and structural transformation. *Economic Development and Cultural Change*. 34(2):195–221.
- Lemma A, Messa I, Scott A and te Velde DW (2016). What are the links between power, economic growth and job creation? Development Impact Evaluation - Evidence Review. CDC Group and Overseas Development Institute (ODI). London.
- LMA (2015). Regulation and the Loan Market. The Loan Market Association. London.
- Lowry MN, Makos M and Waschbusch G (2015). Alternative regulation for emerging utility challenges: 2015 update. Survey. Edison Electric Institute. Washington, D.C.
- Ludwig D (2013). Hybrid PV-Wind-System using the same area. Reiner Lemoine Institut. Berlin.
- Lund PD (2010). Exploring past energy changes and their implications for the pace of penetration of new energy technologies. *Energy*. 35(2):647–656.
- Ma T (2016). Basel III and the future of project finance funding. *Michigan Business & Entrepreneurial Law Review*. 6(1):109–126.
- Maertens M and Swinnen JFM (2012). Gender and modern supply chains in developing countries. *Journal of Development Studies*. 48(10):1412–1430.
- Maertens M and Verhofstadt E (2013). Horticultural exports, female wage employment and primary school enrolment: Theory and evidence from Senegal. *Food Policy*. 43:118–131.
- Marhold A (2013). The World Trade Organization and energy: Fuel for debate. *ESIL Reflections*. 2(8):1–6.
- Martin J (2009). Distributed vs. centralized electricity generation: Are we witnessing a change of paradigm? An introduction to distributed generation. HEC. Paris.
- Mary Robinson Foundation-Climate Justice (2015). Delivering sustainable energy to the poorest and most marginalised people. SE4ALL Advisory Board Sherpa Meeting. Vienna.
- Matek B and Gawell K (2015). The benefits of baseload renewables: A misunderstood energy technology. *The Electricity Journal*. 28(2):101–112.
- Matsuyama K (1992). Agricultural productivity, comparative advantage, and economic growth. *Journal of Economic Theory*. 58(2):317–334.
- Mawejje J, Munyambonera E and Bategeka L (2012). Uganda's electricity sector reforms and institutional restructuring. Research Series No. 89. Economic Policy Research Centre, Makerere University. Kampala.

- Maweje J, Munyambonera E and Bategeka L (2013). Powering ahead: The reform of the electricity sector in Uganda. *Energy and Environment Research*. 3(2):126–138.
- McKinsey Global Institute (2016). *Bridging Global Infrastructure Gaps*. McKinsey & Company.
- MEMD (2012). Renewable energy investment guide. Ministry of Energy & Mineral Development - Uganda. Kampala.
- Mentis D et al. (2017). Lighting the world: The first application of an Open Source, Spatial Electrification Tool (OnSSET) on Sub-Saharan Africa. *Environmental Research Letters*. 12(8):085003.
- Merrill L et al. (2017). Making the switch: From fossil fuel subsidies to sustainable energy. Nordic Council of Ministers. Copenhagen.
- Modi V, McDade S, Lallement D and Saghir J (2005). *Energy Services for the Millennium Development Goals: Achieving the Millennium Development Goals*. World Bank, Washington D.C. and United Nations Development Programme. New York.
- Mohieldin M (2017). Remarks by World Bank Group Senior Vice President Mahmoud Mohieldin at the CEO Summit - Sustainability Leadership Conference 2017. Presented at the Sustainability Leadership Conference. Dubai, United Arab Emirates. 15 March. Available at <http://www.worldbank.org/en/news/speech/2017/03/15/remarks-wbg-svp-mahmoud-mohieldin-at-ceo-summit-sustainability-leadership-conference-2017>.
- Molenaar K (2006). Business development services: Is the pendulum swinging back? *Finance & Bien Commun*. 2(25):69–75.
- Monks K (2017). Riders on the storm: Ethiopia bids to become wind capital of Africa. March. Available at <http://www.cnn.com/2016/12/20/africa/ethiopia-wind-power/index.html>.
- Moon S (2008). Does TRIPS art 66.2 encourage technology transfer to LDCs? An analysis of country submissions to the TRIPS Council (1999–2007). ICTSD Policy Brief No. 2. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD). Geneva.
- Moon S (2011). Meaningful technology transfer to the LDCs: A proposal for a monitoring mechanism for TRIPS Article 66.2. Policy Brief No. 9. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) Programme on Innovation, Technology and Intellectual Property. Geneva.
- Moroni S, Antonucci V and Bisello A (2016). Energy sprawl, land taking and distributed generation: Towards a multi-layered density. *Energy Policy*. 98:266–273.
- Mortimer K et al. (2017). A cleaner burning biomass-fuelled cookstove intervention to prevent pneumonia in children under 5 years old in rural Malawi (the Cooking and Pneumonia Study): A cluster randomised controlled trial. *The Lancet*. 389(10065):167–175.
- Motta M and Reiche K (2001). Rural Electrification, Micro-finance and Micro and Small Business (MSB) Development: Lessons for the Nicaragua Off-grid Rural Electrification Project. November. Available at [http://siteresources.worldbank.org/EXTRENERGYTK/Resources/5138246-1237906527727/Rural\\_Electrification,\\_Micro-finance\\_and\\_Micro\\_and\\_Small\\_Business.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTRENERGYTK/Resources/5138246-1237906527727/Rural_Electrification,_Micro-finance_and_Micro_and_Small_Business.pdf).
- Murillo-Zamorano LR (2003). Total factor productivity growth, technical efficiency change and energy input. An international frontier analysis. Discussion Papers in Economics No. 2003/09. University of York. York.
- Murphy FH and Smeers Y (2003). Generation capacity expansion in imperfectly competitive restructured electricity markets. Available at <http://opim.wharton.upenn.edu/~sok/papers/m/murphy-smeers-shortmarg.pdf>.
- Murray S, Deichmann U, Wheeler D and Meisner C (2010). The economics of renewable energy expansion in rural Sub-Saharan Africa. Policy Research Working Papers. World Bank. Washington, D.C.
- Naidoo S and Hilton A (2006). Access to finance for women entrepreneurs in South Africa. Gender Entrepreneurship Markets. International Finance Corporation (IFC). Washington, D.C.
- Nakhooda S (2011). Asia, the multilateral development banks and energy governance: Asia, MDBs and energy governance. *Global Policy*. 2:120–132.
- Nam K-Y, Cham MR and Halili PR (2015). Power sector development in Myanmar. ADB Economics Working Paper Series No. 460. Asian Development Bank (ADB). Manila.
- Nelson D and Shrimali G (2014). Finance mechanisms for lowering the cost of renewable energy in rapidly developing countries. Climate Policy Initiative Series. Climate Policy Initiative. San Francisco, California.

- Nepal R and Jamasb T (2011). Reforming small power systems under political volatility: The case of Nepal. EPRG Working Paper No. 1114. Electricity Policy Research Group (EPRG), University of Cambridge. Cambridge, United Kingdom.
- Newman C et al. (2016). *Manufacturing Transformation: Comparative Studies of Industrial Development in Africa and Emerging Asia*. WIDER Studies in Development Economics. Oxford University Press. Oxford and New York.
- Nilsson M, Heaps C and Persson Å (2012). Energy for a shared development agenda: Global scenarios and governance implications. Research Report. Stockholm Environment Institute. Stockholm.
- NORAD (2009). *Norwegian Development Assistance to Rural Electrification: Best Practice Guide for Planning*. NORAD Report No. 18. Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD). Oslo.
- NREL (2015). Power Systems of the Future. Technical Report No. NREL/TP-6A20-62611. National Renewable Energy Laboratory (NREL). Denver, Colorado.
- Nussbaum M and Sen A, eds. (1993). *The Quality of Life*. Oxford University Press. Oxford.
- Nussbaumer P, Bazilian M and Modi V (2012). Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16(1):231–243.
- OECD (2005). Paris Declaration on Aid Effectiveness. Available at <http://www.oecd.org/dac/effectiveness/34428351.pdf>.
- OECD(2008).AccraAgendaforAction.Availableat<http://www.oecd.org/dac/effectiveness/34428351.pdf>.
- OECD (2011). The Busan Partnership for Effective Development Co-operation. Available at <http://www.oecd.org/development/effectiveness/busanpartnership.htm>.
- OECD (2014). Pension Markets in Focus 2014. Pension Markets in Focus. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2015a). Infrastructure Financing Instruments and Incentives. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2015b). Risk and Return Characteristics of Infrastructure Investment in Low Income Countries. Paper prepared for the 4th Meeting of the G20 Development Working Group, 14 - 16 September 2015. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Antalya.
- OECD (2015c). *OECD Companion to the Inventory of Support Measures for Fossil Fuels 2015*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2016a). *Development Co-Operation Report 2016: The Sustainable Development Goals as Business Opportunities*. Development co-operation report, No. 2016. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2016b). Progress report on approaches to mobilising institutional investment for green infrastructure. Input paper to the G20 Green Finance Study Group. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2017a). Blended finance: Bridging the sustainable development finance gap. Available at <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-topics/Blended%20Finance%20Bridging%20the%20SDF%20Gap.pdf>.
- OECD (2017b). Blended finance for sustainable development: Moving the agenda forward. Document prepared for Item 8 of the Draft Annotated Agenda for the DAC Meeting of 9 March 2017 No. DCD/DAC(2017)9. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- OECD (2017c). Development aid rises again in 2016 April. Available at <https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-data/ODA-2016-detailed-summary.pdf>.
- OECD (2017d). Pension Funds in Figures 2017. Pension Funds in Figures. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Paris.
- Oh Y, Yoon J and Lee J-D (2016). Evolutionary patterns of renewable energy technology development in East Asia (1990–2010). *Sustainability*. 8(2016):721.
- Okoboi G and Maweje J (2016). Electricity peak demand in Uganda: Insights and foresight. *Energy, Sustainability and Society*. 6(1):29.
- Ola D (2016). Bill Gates: Solar is not the energy solution Africa needs. Available at <https://www.pv-tech.org/news/bill-gates-solar-is-not-the-energy-solution-africa-needs>.
- Omri A (2014). An international literature survey on energy-economic growth nexus: Evidence from country-specific studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 38:951–959.

- Onyeji-Nwogu I, Bazilian M and Moss T (2017). The digital transformation and disruptive technologies: Challenges and solutions for the electricity sector in African markets. CGD Policy Paper No. 105. Center for Global Development (CGD). Washington, D.C.
- Orlandi I, Tyabji N and Chase J (2016). *Off-Grid Solar Market Trends Report 2016*. Bloomberg New Energy Finance and Lighting Global. New York.
- Ortiz I, Cummins M and Karunanethy K (2017). Fiscal space for social protection and the SDGs: Options to expand social investments in 187 countries. ESS Working Paper No. 48. International Labour Office. Geneva.
- Oseni MO and Pollitt M (2014). Institutional arrangements for the promotion of regional integration of electricity markets. Policy Research Working Paper No. 6947. World Bank. Washington, D.C.
- Ouedraogo NS (2017). Modeling sustainable long-term electricity supply-demand in Africa. *Applied Energy*. 190:1047–1067.
- Pachauri S, Rao N, Nagai Y and Riahi K (2012). Access to modern energy: Assessment and outlook for developing and emerging regions. Laxenburg.
- Page J (2015). Rediscovering structural change. Manufacturing, natural resources and industrialization. In: Monga C and Lin J Y, eds. *The Oxford Handbook of African Economics, Volume 2*. Oxford University Press. Oxford: 257–271.
- Pindyck RS (2008). Sunk costs and real options in antitrust analysis. In: Collins, WD, Angland J and American Bar Association, eds. *Issues in Competition Law and Policy*. ABA School of Antitrust Law. Chicago, Illinois.
- van der Plas RJ and Abdel-Hamid MA (2005). Can the woodfuel supply in sub-Saharan Africa be sustainable? The case of N'Djaména, Chad. *Energy Policy*. 33(3):297–306.
- Pollitt M and McKenna M (2014). Power pools: How cross-border trade in electricity can help meet development goals. Available at <http://blogs.worldbank.org/trade/voices/power-pools-how-cross-border-trade-electricity-can-help-meet-development-goals>.
- Practical Action (2016). Poor people's energy outlook 2016: National energy access planning from the bottom up. Practical Action Publishing. Rugby, United Kingdom.
- Prahalad CK (2006). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty through Profits*. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.
- Presbitero AF, Ghura D, Adedeji OS and Njie L (2015). International sovereign bonds by emerging markets and developing economies: Drivers of issuance and spreads. IMF Working Papers No. WP/15/275. International Monetary Fund (IMF). Washington, D.C.
- Pueyo A, Gonzalez F, Dent C and DeMartino S (2013). The evidence of benefits for poor people of increased renewable electricity capacity: Literature review. Evidence Report No. 31. Institute of Development Studies. Brighton.
- Puri M (2016). How access to energy can influence food losses: A brief overview. Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 65. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
- Puzzola E, Stanistreet D, Pope D, Bruce N and Rehfues E (2013). Factors influencing the large-scale uptake by households of cleaner and more efficient household energy technologies. EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London. London.
- PwC (2016). Electricity beyond the grid: Accelerating access to sustainable power for all. PwC global power & utilities. Pricewaterhouse Cooper (PwC). London.
- Ramdoos I (2015). Resource-based industrialisation in Africa: Optimising linkages and value chains in the extractive sector. EDCPM Discussion Paper No. 179. European Centre for Development Policy Management (ECDPM). Maastricht.
- RAP (2012). Best Practices in designing and implementing energy efficiency obligation schemes. Research Report Task XXII of the International Energy Agency Demand Side Management Programme. The Regulatory Assistance Project (RAP). Montpelier, Vermont.
- Ratha D, Mohapatra S, Ozden, C, Plaza S, Shaw W and Shimeles, A, eds. (2011). *Leveraging Migration for Africa: Remittances, Skills, and Investments*. World Bank. Washington, D.C.
- REN21 (2017). *Renewables 2017 Global Status Report*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). Paris.
- Roy B (2016). The barefoot solar mamas of the world. *India Perspectives*. 30(4):22–27.

- Saldinger A (2017). A development finance glossary. Available at [https://www.devex.com/news/a-development-finance-glossary-90953?utm\\_source=ECDDPM+Newsletters+List&utm\\_campaign=ac76ba5489-EMAIL-CAMPAIGN\\_2017\\_09\\_11&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_f93a3dae14-ac76ba5489-388597921#.WbZA2aKYnvk](https://www.devex.com/news/a-development-finance-glossary-90953?utm_source=ECDDPM+Newsletters+List&utm_campaign=ac76ba5489-EMAIL-CAMPAIGN_2017_09_11&utm_medium=email&utm_term=0_f93a3dae14-ac76ba5489-388597921#.WbZA2aKYnvk) (accessed 12 September 2017).
- Sanchez PA (2002). Soil fertility and hunger in Africa. *Science*. 295(5562):2019–2020.
- Schicks J and Rosenberg R (2011). Too much microcredit? A survey of the evidence on over-indebtedness. Occasional Paper No. 19. Consultative Group to Assist the Poor. World Bank. Washington, D.C.
- Schure J et al. (2010). Contribution of woodfuel to meet the energy needs of the population of Central Africa: Prospects for sustainable management of available resources. In: de Wasseige C et al., eds. *The Forests of the Congo Basin: State of the Forest 2010*. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- Schurr SH (1984). Energy use, technological change, and productive efficiency: An economic-historical interpretation. *Annual Review of Energy*. 9(1):409-425.
- Schweinsberg A, Stronzik M and Wissner M (2011). Cost Benchmarking in Energy Regulation in European Countries. Study for the Australian Energy Regulator. Bad Honnef.
- Scott A and Miller C (2016). Accelerating access to electricity in Africa with off-grid solar - The market for solar household solutions. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Scott A, Darko E, Lemma A and Rud J-P (2014). *How Does Electricity Insecurity Affect Businesses in Low and Middle Income Countries?* ODI Report. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Scott A and Seth P (2013). The political economy of electricity distribution in developing countries: A review of the literature. Overseas Development Institute (ODI). London.
- Scott J (2015). The challenge of disruptive technologies: GB experiences viewed in an NZ context. Report prepared for the New Zealand Smart Grid Forum. Chiltern Power Ltd. Bicester.
- Sen A, Nepal R and Jamasb T (2016). Reforming electricity reforms? Empirical evidence from Asian economies. OIES PAPER No. EL 18. Oxford Institute for Energy Studies. Oxford.
- Sepp S (2014). Multiple-household fuel use: A balanced choice between firewood, charcoal and LPG. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Eschborn.
- Sepp S, Sepp C and Mundhenk M (2014). Towards sustainable modern wood energy development: Stocktaking paper on successful initiatives in developing countries in the field of wood energy development. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Bonn.
- Singh A, Jamasb T, Nepal R and Toman M (2015). Cross-border electricity cooperation in South Asia. Policy Research Working Paper Series No. WPS7328. World Bank. Washington, D.C.
- Smith K (2012). Household air pollution findings from the global burden of disease 2010 study. Available at <http://cleancookstoves.org/about/news/12-14-2012-household-air-pollution-findings-from-the-global-burden-of-disease-2010-study.html> (accessed 15 March 2017).
- Sovacool BK (2016). The history and politics of energy transitions comparing contested views and finding common ground. Working Paper No. 81/2016. United Nations University World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER). Helsinki.
- Sovacool BK, Bambawale MJ, Gippner O and Dhakal S (2011). Electrification in the Mountain Kingdom: The implications of the Nepal Power Development Project (NPDP). *Energy for Sustainable Development*. 15(3):254–265.
- Sovacool BK, Cooper C, Bazilian M and Raza HA (2012). What moves and works: Broadening the consideration of energy poverty. *Energy Policy*. 42:715–719.
- Springer R (2013). A Framework for Project Development in the Renewable Energy Sector. Technical Report No. NREL/TP-7A40-57963. National Renewable Energy Laboratory (NREL). Golden, Colorado.
- Srivastava R and Kumar Pandey A (2017). Internal and international migration in South Asia: Drivers, interlinkage and policy issues. Discussion Paper. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). New Delhi.
- Sustainable Energy for All (2015). Global Tracking Framework: Progress toward Sustainable Energy 2015. World Bank and International Energy Agency. Washington, D.C.
- Sustainable Energy for All (2017). Global Tracking Framework: Progress toward Sustainable Energy 2017. World Bank and International Energy Agency. Washington, D.C.

- Sy A and Copley A (2017). Closing the financing gap for African energy infrastructure: Trends, challenges and opportunities. Policy Brief. Africa Growth Initiative at Brookings. Brookings Institution. Washington, D.C.
- Szabó S, Bódis K, Huld T and Moner-Girona M (2011). Energy solutions in rural Africa: Mapping electrification costs of distributed solar and diesel generation versus grid extension. *Environmental Research Letters*. 6(3):034002.
- Tenenbaum B, Greacen C, Siyambalapitiya T and Knuckles J, eds. (2014). *From the Bottom up: How Small Power Producers and Mini-Grids Can Deliver Electrification and Renewable Energy in Africa*. Directions in development energy and mining. World Bank. Washington, D.C.
- Tiensch JM et al. (2016). Effect of an improved biomass stove on acute lower respiratory infections in young children in rural Nepal: a cluster-randomised, step-wedge trial. *The Lancet Global Health*. 4(S19):19.
- Toman M and Jemelkova B (2003). Energy and economic development: An assessment of the state of knowledge. *Energy Journal*. 24(4):93–112.
- Toole R (2015). The energy ladder: A valid model for household fuel transitions in Sub-Saharan Africa? Thesis Paper. Tufts University. Medford, Massachusetts.
- Trainor AM, McDonald RI and Fargione J (2016). Energy sprawl is the largest driver of land use change in United States. *PLOS ONE*. 11(9):e0162269.
- Tumwesigye R, Twebaze P, Makuregye N and Muyambe E (2011). Key issues in Uganda's energy sector. Access to energy series. International Institute for Environment and Development. London.
- UN DESA (2011). *World Economic and Social Survey 2011: The Great Green Technological Transformation*. World Economic and Social Survey. United Nations publication. Sales No. E/2011/50/Rev. 1 ST/ESA/333. New York.
- UN DESA (2014). *A survey of international activities in rural energy access and electrification*. United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). New York.
- UN DESA (2016a). *United Nations Demographic Yearbook, 2015*. United Nations publication. Sales No. B.17.XIII.1 H. New York.
- UN DESA (2016b). *2014 Energy Balances*. United Nations publication. Sales No. E.17.XVII.6. New York.
- UN Millennium Project (2005). *Halving Hunger: It Can Be Done*. United Nations Development Programme (UNDP). London.
- UNCTAD (2006). *The Least Developed Countries Report 2006: Developing Productive Capacities*. United Nations publication. Sales No. E.06.II.D.9. New York and Geneva.
- UNCTAD (2007). Competition in energy markets. Study by UNCTAD secretariat No. TD/B/COM.2/CLP/60. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva.
- UNCTAD (2008). *World Investment Report 2008: Transnational Corporations, and the Infrastructure Challenge*. United Nations publication. Sales No. E.08.II.D.23. New York and Geneva.
- UNCTAD (2009). Best practices in investment for Development: How to utilize FDI to improve infrastructure - electricity lessons from Chile and New Zealand. Investment Advisory Series B No. 1. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva.
- UNCTAD (2010). *World Investment Report 2010: Investing in a Low-Carbon Economy*. United Nations publication. Sales No. E.10.II.D.2. New York and Geneva.
- UNCTAD (2011a). *Technology and Innovation Report 2011: Powering Development with Renewable Energy Technologies*. United Nations publication. Sales No. E.11.II.D.20. New York and Geneva.
- UNCTAD (2011b). Applying a gender lens to science, technology and innovation. UNCTAD Current Studies on Science Technology and Innovation No. 5. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). New York and Geneva.
- UNCTAD (2012). Sovereign Wealth Fund roundtable – Exploring the potential of sovereign wealth funds for investment in sustainable development. UNCTAD XIII special event, No. TD/49 6. UNCTAD. Qatar National Convention Centre.
- UNCTAD (2013). *The Least Developed Countries Report 2013: Growth with Employment for Inclusive and Sustainable Development*. United Nations publication. Sales No. E.13.II.D.1. New York and Geneva.
- UNCTAD (2014a). *The Least Developed Countries Report 2014: Growth with Structural Transformation: A Post-2015 Development Agenda*. United Nations publication. Sales No. E.14.II.D.7. New York and Geneva.

- UNCTAD (2014b). *Transfer of technology and knowledge sharing for development: Science, technology and innovation issues for developing countries*. UNCTAD Current Studies on Science, Technology and Innovation No. 8. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). New York and Geneva.
- UNCTAD (2014c). *Looking at trade policy through a "gender lens": Summary of seven country case studies conducted by UNCTAD*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva.
- UNCTAD (2014d). *World Investment Report 2014: Investing in the SDGs: An Action Plan*. United Nations publication. Sales No. E.14.II.D.1. New York and Geneva.
- UNCTAD (2015a). *The Least Developed Countries Report 2015: Transforming Rural Economies*. United Nations publication. Sales No. E.15.II.D.7. New York and Geneva.
- UNCTAD (2015b). *Commodities and Development Report: Smallholder Farmers and Sustainable Commodity Development*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). New York and Geneva.
- UNCTAD (2015c). *Trade and Development Report 2015: Making the International Financial Architecture Work for Development*. United Nations publication. Sales No. E.15.II.D.4. New York and Geneva.
- UNCTAD (2016a). *Trade and Development Report 2016: Structural Transformation for Inclusive and Sustained Growth*. United Nations publication. Sales No. E.16.II.D.5. New York and Geneva.
- UNCTAD (2016b). *The Least Developed Countries Report 2016: The Path to Graduation and Beyond: Making the Most of the Process*. United Nations publication. Sales No. E.16.II.D.9. New York and Geneva.
- UNCTAD (2016c). *Economic Development in Africa Report 2016: Debt Dynamics and Development Finance in Africa*. United Nations publication. Sales No. E.16.II.D.3. New York and Geneva.
- UNDP (2015). *Impact Investment in Africa: Trends, Constraints and Opportunities*. United Nations Development Programme (UNDP). Addis Ababa, Ethiopia.
- UNECA and AUC (2013). *Economic Report on Africa 2013: Making the Most of Africa's Commodities: Industrializing for Growth, Jobs and Economic Transformation*. United Nations Economic Commission for Africa (UNECA) and African Union Commission (AUC). Addis Ababa.
- UNEP (2017). *Atlas of Africa Energy Resources*. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi.
- UNEP FI (2012). *Financing renewable energy in developing countries: Drivers and barriers for private finance in Sub-Saharan Africa*. United Nations Environment Programme (UNEP) Finance Initiative. Geneva.
- UNEP, UNCTAD, UN-OHRLLS (2011). *Green economy: Why a green economy matters for the least developed countries*. Joint publication for the LDC-IV Conference in May 2011. United Nations Environment Programme (UNEP), United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) and Office of the High Representative for the Least Developed Countries, Landlocked Developing Countries and Small Island Developing States (UN-OHRLLS). New York.
- UN-Habitat (2016). *World Cities Report 2016: Urbanisation and Development: Emerging Futures*. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Nairobi.
- UNIDO (2016). *Industrial Development Report 2016: The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development*. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Vienna.
- UNIDO and UN Women (2013). *Sustainable energy for all: The gender dimension*. Guidance Notes. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and United Nations Women. New York.
- United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. General Assembly resolution A/RES/70/1. United Nations. New York.
- United Nations (2016). *Trends and progress in international development cooperation*. Report of the Secretary-General to the High-level segment of the Development Cooperation Forum (E/2016/65). United Nations Economic and Social Council. New York.
- United Nations Interagency Framework Team for Preventive Action (2012). *Land and conflict. Toolkit and guidance note for preventing and managing land and natural resources conflict*. United Nations. New York.
- USAID (2014). *Understanding Power Purchase Agreements*. Power Africa Understanding Series

- Volume 1. United States Agency for International Development (USAID). Washington, D.C.
- USAID (2015). Investment brief for the electricity sector in Liberia. Available at <http://www.usaid.gov/powerafrica>.
- Vagliasindi M (2013). Revisiting public-private partnerships in the power sector. World Bank Studies No. 76183. World Bank. Washington, D.C.
- Vagliasindi M and Besant-Jones J (2013). *Power Market Structure: Revisiting Policy Options*. Directions in development energy and mining. World Bank. Washington, D.C.
- Vos R and Alarcón D, eds. (2016). *Technology and Innovation for Sustainable Development*. The United Nations series on development. Bloomsbury Academic. London.
- Weissbein O, Glemarec Y, Bayraktar H and Schmidt TS (2013). Derisking Renewable Energy Investment: A Framework to Support Policymakers in Selecting Public Instruments to Promote Renewable Energy Investment in Developing Countries. United Nations Development Programme (UNDP). New York.
- Wamukonya N, ed. (2003). *Electricity Reform: Social and Environmental Challenges*. UNEP Risoe Centre. Copenhagen.
- WEF (2014). Strategic Infrastructure Steps to Operate and Maintain Infrastructure Efficiently and Effectively. REF 180314. World Economic Forum. Cologny.
- WEF (2016). Risk Mitigation Instruments in Infrastructure Gap Assessment. REF 200716. World Economic Forum. Cologny.
- Welsch M et al. (2013). Smart and just grids for Sub-Saharan Africa: Exploring options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 20:336–352.
- Williams JH and Ghanadan R (2006). Electricity reform in developing and transition countries: A reappraisal. *Energy*. (31):815–844.
- Wilson KE (2016). Investing for social impact in developing countries. In OECD, *Development Co-Operation Report 2016: The Sustainable Development Goals as Business Opportunities*. OECD Publishing. Paris.
- Woodhouse EJ (2006). The obsolescing bargain redux? Foreign investment in the electric power sector in developing countries. *International Law and Politics*. 38:121–219.
- Woodward D (forthcoming). Poverty Eradication through Sustainable and Inclusive Structural Transformation (PERSIST): An integrated assessment framework for least developed countries in the context of the 2030 Agenda for Sustainable Development, with an application to energy. Background Paper for *The Least Developed Countries Report 2017*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva.
- World Bank (2008). Building Regional Power Pools: A Toolkit. World Bank. Washington, D.C.
- World Bank (2010). Deterring Corruption and Improving Governance in the Electricity Sector. Energy, Transport & Water Department Finance, Economics & Urban Department. World Bank. Washington, D.C.
- World Bank (2017a). Sources of financing for public-private partnership investments in 2015. Available at [https://ppi.worldbank.org/~/\\_/media/GIAWB/PPI/Documents/Data-Notes/2015-PPP-Investments-Sources.pdf](https://ppi.worldbank.org/~/_/media/GIAWB/PPI/Documents/Data-Notes/2015-PPP-Investments-Sources.pdf).
- World Bank (2017b). *State of Electricity Access Report 2017*. World Bank. Washington, D.C.
- World Energy Council (2001). Pricing energy in developing countries. World Energy Council. London.
- World Energy Council (2016). *World Energy Resources 2016*. World Energy Council. London.
- Wrigley EA (2010). *Energy and the English Industrial Revolution*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- WTO (2010). *World Trade Report 2010: Trade in natural resources*. World Trade Organization (WTO). Geneva.
- WTO (2013). *World Trade Report 2013: Factors shaping the future of world trade*. World Trade Organization (WTO). Geneva.
- Yergin D (2006). Ensuring energy security. *Foreign Affairs*. 85(2):69–82.
- Zhang Y-F, Parker D and Kirkpatrick C (2008). Electricity sector reform in developing countries: an econometric assessment of the effects of privatisation, competition and regulation. *Journal of Regulatory Economics*. 33(2):159–1.