

10

Desarrollo de la energía para satisfacer las necesidades del desarrollo

Índice

Demandas actuales y futuras de energía y de agua	250
Cambios demográficos	250
Papel de la energía para alcanzar los objetivos de desarrollo	250
Generación de rentas para superar la pobreza	250
Educación primaria universal	250
Igualdad entre los sexos y capacitación de las mujeres	251
Salud	251
Los retos de la electrificación	252
Necesidades energéticas rurales y urbanas	252
Tabla 10.1: Distribución de hogares con acceso a la electricidad en cuarenta y tres países en desarrollo (en porcentaje)	253
Uso de energía en zonas rurales	252
Tabla 10.2: Uso final de energía para cocina y calefacción en el México rural (en porcentaje)	254
Generación de energía hidroeléctrica	254
Producción mundial de energía hidroeléctrica	254
Figura 10.1: Producción mundial de electricidad	255
Tabla 10.3: Producción de energía hidroeléctrica	255
Mapa 10.1: Proporción de energía hidroeléctrica por países	256
Figura 10.2: Capacidad hidroeléctrica instalada (todos los sistemas) a finales de 1996, distribución regional	256
Cuadro 10.1: Comisión Mundial de Presas (WCD): riesgos, derechos y acuerdos negociados	257
Cuadro 10.2: La energía hidroeléctrica en gran escala en Asia	258
<i>Requisitos físicos principales</i>	257
<i>Elementos característicos de la energía hidroeléctrica</i>	257
Tabla 10.4: Ventajas y desventajas de la energía hidroeléctrica	258
Cuadro 10.3: El GAP: un cambio de paradigma en el desarrollo de recursos hídricos	259
Energía hidroeléctrica en pequeña escala	259
<i>Sistema de red eléctrica/suministro local</i>	259
<i>Ventajas/desventajas de la energía hidroeléctrica en pequeña escala</i>	259
Cuadro 10.4: Ventajas y desventajas de los proyectos hidroeléctricos en pequeña escala	260
<i>Medio ambiente</i>	259
<i>Implementación de la energía hidroeléctrica</i>	260
Cuadro 10.5: La energía hidroeléctrica y los problemas sociales en las cuencas de Ruhuna (Sri Lanka)	261
<i>Desarrollo de energía hidroeléctrica en pequeña escala en países industrializados: el caso de la UE</i>	261
<i>Casos seleccionados de desarrollo de energía hidroeléctrica en pequeña escala, en países en desarrollo</i>	261

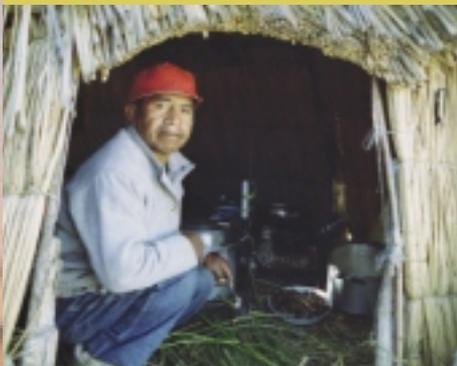
Cuadro 10.6: La energía hidroeléctrica en Nepal	262
Otras formas de generación de energía mediante el agua	262
Energía oceánica	262
Energía geotérmica	262
Tabla 10.5: Ventajas y desventajas de diversas formas de energía	262
Conclusiones	264
Panorama de los avances logrados desde Río	265
Referencias	265
Algunos sitios web útiles	266



Es evidente que la suerte de la población humana del mundo, para bien o para mal, está estrechamente ligada al uso que se haga de los recursos energéticos

M. King Hubbert, Los recursos y el hombre

La energía, especialmente en su forma más común, la electricidad, es esencial para nuestra vida cotidiana y para nuestra capacidad de producción. Sin embargo, hay muchas personas que están viviendo sin energía eléctrica. Como resultado, tienen que pagar un pesado tributo en salud, en tiempo gastado para conseguir, por ejemplo, fuentes alternativas de combustible para cocinar y frecuentemente, en trabajos agotadores. El agua se utiliza en la mayoría de los medios de generación de energía y, en muchos países, la energía hidroeléctrica es la única fuente realmente sostenible. Este capítulo evalúa la contribución del agua a nuestras vidas y a nuestros medios de subsistencia, a través de la energía, y el impacto de la producción de energía sobre las personas y sobre el medio ambiente.



Desde la Cumbre de la Tierra de Río, se ha reconocido ampliamente el papel crucial de la energía como componente del desarrollo sostenible. Aunque la Agenda 21 no tiene un capítulo dedicado específicamente a la energía, su extenso programa de acción para conseguir patrones sostenibles de producción y de consumo pone de manifiesto hasta qué punto es estrecha la relación entre estos objetivos y la disponibilidad de energía asequible. A medida que aumenten las necesidades de energía para uso doméstico, industrial y agrícola, la demanda de electricidad será aún mayor.

Demandas actuales y futuras de energía y de agua

Según la Administración de Información sobre Energía de Estados Unidos, se espera que el consumo mundial de electricidad aumente un 73 por ciento entre 1999 y 2020, convirtiendo a la electricidad en la forma de energía de crecimiento más rápido. Este crecimiento estará impulsado principalmente por los países en desarrollo.

Sin embargo, según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en la actualidad 2.000 millones de personas no disponen de electricidad en absoluto, 1.000 millones utilizan electricidad de fuentes poco económicas (baterías de pilas secas, velas, queroseno), y 2.500 millones de personas de los países en desarrollo, principalmente en zonas rurales, tienen poco acceso a los servicios comerciales de energía (PNUD, 2002).

Los países en desarrollo con pocos recursos materiales contraen deudas importantes en divisas extranjeras porque tienen que importar combustibles para la generación de energía y para el transporte. El capital invertido en el sector energético es una de las razones de la elevada deuda de los países en desarrollo. En estas naciones, las personas que viven en la pobreza pagan a menudo un precio más alto que en los países ricos, por unidad de servicios energéticos.

Cuando los suministros de energía y de combustible están ausentes, son limitados o son demasiado caros, se frustran los objetivos generales de desarrollo: las perspectivas de empleo son escasas; las mujeres gastan una cantidad de tiempo desproporcionada en transportar agua y obtener combustible, y así no pueden participar plenamente en la comunidad; los pobres permanecen atrapados en la pobreza; los servicios educativos y sanitarios se ven dificultados y se retarda el crecimiento económico. Por lo tanto, la falta de suministros energéticos puede considerarse como una amenaza importante para la sostenibilidad económica y social. Sin embargo, satisfacer las mayores necesidades energéticas que permitan el desarrollo de los países más pobres, es algo que no debe hacerse a expensas del medio ambiente: se necesitan soluciones limpias y ecológicas.

Aunque la energía es fundamental para muchos objetivos de desarrollo, es sólo una parte del cuadro general. En los objetivos relacionados con la generación de energía y con el agua convergen problemas y limitaciones.

Cambios demográficos

La necesidad de aumentar el acceso a la energía y al agua afecta tanto a las zonas urbanas como a las zonas rurales. Las necesidades urbanas y peri-urbanas son cada vez de mayor importancia debido, tanto a la expansión interna de las ciudades

con sus altas tasas de natalidad, como a la siempre creciente inmigración de la población rural hacia las ciudades, en busca de mejores perspectivas de subsistencia. Como ya se ha expuesto en el capítulo 7 sobre el agua para las ciudades, se espera que la población urbana aumente en 1.000 millones en los países menos desarrollados entre 2000 y 2020, superando así las cifras de población rural (NU, 2000). El abastecimiento rural de electricidad en muchos países en desarrollo se ve a menudo obstaculizado por las bajas densidades de población, por el poder adquisitivo limitado de la población rural y por la ausencia de opciones para un abastecimiento descentralizado.

Papel de la energía para alcanzar los objetivos de desarrollo

Generación de rentas para superar la pobreza

La electricidad juega un papel importante para sacar a las personas de la pobreza. Constituye un recurso esencial para la aparición de iniciativas empresariales e industriales a pequeña escala. La manufactura fuera de la explotación agrícola puede generar más ingresos si se dispone de energía fiable para la mecanización, la iluminación y la calefacción. Los servicios rurales de electricidad ayudan a promover empresas que no se basan en la explotación agrícola ni en la de la madera, creando así oportunidades para actividades que generan dinero y diversificando las economías rurales. Las empresas a pequeña escala y las micro-empresas urbanas, en áreas en las que los niveles de desempleo son muy altos, son a menudo el único medio que tienen los habitantes de las ciudades para salir de la pobreza, y son a su vez dependientes del acceso a la electricidad. Pero con frecuencia las fuentes de electricidad todavía son costosas, tanto en términos económicos como por los niveles de contaminación ambiental que provocan. La electricidad a través de la red eléctrica tiene la mejor relación coste-beneficio para la iluminación; un estudio en Indonesia mostró que, no sólo es menos costosa que el queroseno (112 rupias al mes frente a 218), sino que también proporciona diez veces más luz (Peskin y Barnes, 1994). También es mucho más barata que las baterías de coche para alimentar un aparato de televisión o de radio en un hogar rural pobre. Dada la escala prevista de la creciente urbanización para 2015, resulta claro que la electricidad a través de la red eléctrica, será un factor esencial que contribuirá a elevar los niveles de renta.

Educación primaria universal

La disponibilidad de servicios energéticos modernos libera tiempo para los niños (y especialmente para las niñas) al suprimir las ayudas que prestaban en actividades de supervivencia (recogida de leña para el fuego, transporte de agua). Cuando las mujeres están sobrecargadas, es probable que se saque a las

muchachas de la escuela para que ayuden en las tareas domésticas, y esto contribuye a perpetuar la pobreza de la mujer. La electricidad facilita una iluminación de buena calidad para estudiar en casa o para las clases nocturnas. También permite el acceso a medios y comunicaciones educativos (Tecnologías de la Información y la Comunicación [TIC]) en las escuelas y en el hogar, aumentando así las oportunidades educativas y permitiendo el aprendizaje a distancia. En conjunto, la energía puede ayudar a crear un ambiente más favorable para los niños (acceso a agua limpia, saneamiento, iluminación y calefacción/refrigeración de recintos) mejorando así la asistencia a la escuela y reduciendo las tasas de abandono.

Igualdad entre los sexos y capacitación de las mujeres

La falta de servicios energéticos crea dificultades especiales para las mujeres, puesto que generalmente ellas son las responsables de la recogida de combustible y de realizar las tareas domésticas que implican uso de energía, tales como cocinar. Los suministros de fuentes tradicionales de combustibles, como la madera, se están reduciendo y degradando rápidamente, debido a una combinación de presiones económicas y medioambientales. A menudo las mujeres tienen que gastar grandes cantidades de tiempo y de energía física en la búsqueda de combustible lejos de su hogar y en su transporte a través de largas distancias. Esta inversión añadida de tiempo y de esfuerzo de las mujeres es necesaria para la supervivencia de las familias, pero por lo general no se tiene en cuenta en el cálculo de las necesidades y los gastos energéticos nacionales. Estas tareas domésticas dejan frecuentemente poco tiempo para el empleo productivo, la educación, la participación ciudadana u otras actividades más allá de lo que es necesario para la supervivencia. Por lo tanto, es obvio que la falta de servicios energéticos y de infraestructuras (sistemas de abastecimiento de agua) impone límites a las mujeres para ejercer actividades productivas y de desarrollo comunitario. Solamente una infraestructura que funcione, incluyendo abastecimiento de agua y de energía, permite a las mujeres escapar de este círculo vicioso, puesto que les da libertad para disponer de su tiempo; tener acceso a la iluminación nocturna hace que puedan aprovechar las oportunidades educativas y empresariales.

Las mujeres en los países en desarrollo tienen grandes conocimientos sobre combustibles tradicionales, y las que han sido instruidas sobre las alternativas energéticas pueden desempeñar también papeles importantes como educadoras y activistas en eficiencia energética, fuentes de energía renovables y mejor uso de los combustibles tradicionales en los proyectos energéticos.

Las microempresas de mujeres (un factor importante para los ingresos del hogar así como para el bienestar y la capacitación de las mujeres) tienden a consumir mucho calor (preparación de alimentos), o mucha luz (industrias domésticas muy laboriosas, que trabajan por la noche). La falta de suministros de energía adecuados y de otros apoyos coordinados para estas actividades afecta a las posibilidades de las mujeres para operar estas microempresas de forma provechosa y segura (Cecelski, 2000).

Salud

Unos 3.000 millones de personas en todo el mundo dependen de los combustibles de la biomasa y del carbón para satisfacer sus necesidades de cocina y calefacción. De éstos, unos 800 millones dependen de residuos agrícolas y del estiércol como fuentes de

combustible, debido a la gran escasez de madera para quemar. La biomasa representa el 80 por ciento de todo el consumo doméstico de combustible en los países en desarrollo, utilizándose la mayor parte para cocinar, tarea que realizan principalmente las mujeres. Los fogones tradicionales de baja eficiencia producen una serie de contaminantes asociados a la combustión incompleta, que incluyen partículas finas, monóxido de carbono y compuestos cancerígenos, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos. La exposición a estos contaminantes puede dar lugar a infecciones respiratorias agudas, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, cáncer de pulmón y problemas oculares. La exposición a estos contaminantes también se ha relacionado con problemas asociados al embarazo, tales como niños que nacen muertos o faltos de peso. Un estudio realizado en la India occidental encontró un aumento del 50 por ciento en el nacimiento de niños muertos, asociado con la exposición de las mujeres embarazadas a la contaminación del aire interior, que también contribuye muy probablemente a un exceso de enfermedades cardíacas. Aparte de estos problemas de salud, la contaminación del aire interior se ha asociado con la ceguera y con cambios en el sistema inmunitario. Un estudio de 1995 en la India oriental encontró que el sistema inmunitario de los recién nacidos estaba deprimido debido a la contaminación del aire interior.

El número oficial de muertes de niños menores de cinco años fue de 10,8 millones en el año 2000, debiéndose el 19,4 por ciento a infección respiratoria aguda. Las estimaciones sugieren que aproximadamente el 60 por ciento de la incidencia mundial de enfermedades respiratorias agudas está asociado a la contaminación del aire interior y a otros factores medioambientales.

Cuando escasea el combustible, sufre la salud de toda la familia, puesto que se puede cocinar menos comida y hay menos posibilidad de hervir agua. La contribución de las energías limpias, especialmente la electricidad, a la salud puede resumirse del modo siguiente:

- Ayuda a proporcionar alimentos cocinados nutritivos, calefacción y agua hervida, contribuyendo a una mejor salud.
- Permite tener agua limpia bombeada y su purificación.
- Puede ser más segura (menos quemaduras, accidentes e incendios domésticos)
- Ayuda a proporcionar acceso a mejor asistencia médica para el cuidado maternal, incluyendo la refrigeración de medicamentos, la esterilización, los equipos médicos electrónicos y el acceso a información médica actualizada.
- En los centros sanitarios, permite la apertura nocturna, ayuda a retener personal cualificado y permite el uso de equipos (por ejemplo, esterilización).
- Permite almacenar vacunas y medicamentos para prevenir y tratar enfermedades e infecciones.
- Permite el acceso a los medios de educación sanitaria a través de las TIC y de la radiotelevisión

Los retos de la electrificación

Aunque es evidente que el acceso a la electricidad es un requisito previo para el desarrollo económico y social, va a ser difícil conseguirlo a escala universal. En la actualidad, en muchos países en desarrollo, la electrificación rural y la urbana, ya sea basada en energía hidroeléctrica o en combustibles fósiles, se encuentra a menudo dificultada por las economías de la distribución a través de la red eléctrica, por la gestión y las prácticas de facturación inadecuadas, por las conexiones ilegales y por el poder adquisitivo limitado de los clientes más pobres. Estos problemas son aún más graves en las zonas de población dispersa, alejadas y aisladas.

Para impulsar el desarrollo sostenible será necesario identificar los medios más adecuados para la generación de electricidad. El servicio necesario tiene que estar disponible para la población al coste social, medioambiental y económico más bajo posible. Pero esto tiene que hacerse rápidamente, a fin de no retrasar indebidamente el desarrollo. Además, se requerirán diferentes sistemas para diferentes áreas: los centros urbanos densamente poblados con actividades fabriles podrían estar bien servidos con un sistema eléctrico compacto centralizado, mientras que las áreas alejadas podrían estar mejor servidas con proyectos descentralizados, fuera de la red.

La electrificación tiene que hacer frente a todos estos problemas económicos, medioambientales, sociales, institucionales y técnicos. Los responsables de las decisiones tienen que establecer necesariamente un compromiso entre costes y beneficios. Una cuestión clave es cómo respetar los derechos humanos y aspirar a la justicia social, a través de un proceso transparente y participativo, de manera que todas las partes interesadas estén implicadas activamente en las opciones elegidas.

Necesidades energéticas rurales y urbanas

La tabla 10.1 muestra el acceso a la electricidad, por regiones y por nivel de renta, de cuarenta y tres países en desarrollo. En ella se ilustra la estrecha correlación entre abastecimiento de electricidad y renta.

La electricidad es atractiva como símbolo de modernidad y como aspiración básica de los pobres, pero la realidad es que no siempre es la forma de energía más apropiada para las familias y las aldeas más pobres. De hecho, la iluminación eléctrica no es rentable en un hogar rural pobre, mientras que un fogón eficiente, alimentado con un combustible razonablemente limpio, puede resultar más barato y de uso más fácil para cocinar y hervir agua, que una cocina eléctrica. Aunque la electricidad es esencial para conservar vacunas y medicamentos en los dispensarios de los pueblos, en el hogar, el bombeo de agua a mano puede ser más apropiado y barato que el uso de una bomba eléctrica. Todos estos problemas tienen que sopesarse, puesto que la electricidad, aún siendo un factor clave en la lucha contra la pobreza, no por ello ha de considerarse que proporciona la respuesta a todos los problemas rurales.

Por otra parte, el acceso a la electricidad en las zonas urbanas y peri-urbanas es esencial para la aparición de iniciativas empresariales e industriales que pueden abrir el camino para salir de la pobreza. Pero al igual que sucede en las áreas rurales,

la electrificación de los suburbios de chabolas no será una panacea. También se necesitan reformas de las barreras del comercio mundial, que den a los países en desarrollo acceso a los mercados mundiales, si se quiere que su creciente industrialización sea una fuente real de oportunidades de desarrollo. En otras palabras, considerar los problemas de modo unidimensional nunca proporcionará todas las soluciones. Aunque el acceso a la electricidad sigue siendo una herramienta esencial para mejorar las capacidades de fabricación en zonas urbanas, necesita formar parte de políticas integradas que aborden todas las facetas de la pobreza.

Un elemento clave de la electrificación, tanto de áreas rurales como de áreas urbanas es que la opción elegida no debe agravar la desigualdad del acceso a estos recursos, intensificando así el desplazamiento de la población rural pobre a las ciudades. Además, se requerirán técnicas innovadoras de facturación y procedimientos de conexión a prueba de fugas para combatir el abuso masivo que se produce por las conexiones ilegales y por las faltas de pago.

Uso de energía en zonas rurales

El uso de energía en las zonas rurales puede dividirse en los siguientes subsectores y servicios: doméstico, agrícola e industria rural a pequeña escala. La cantidad de energía utilizada para servicios (clínicas, escuelas, iluminación de las calles, comercio, transporte) es generalmente muy pequeña en las zonas rurales y por ello se suelen incluir en el sector de las industrias rurales. Aproximadamente el 85 por ciento de la energía se consume en los hogares, principalmente en forma de fuentes tradicionales de energía utilizadas para cocina y calefacción. Por el contrario, las actividades agrícolas, dependiendo de los niveles de mecanización, consumen solamente del 2 al 8 por ciento del uso total de energía, principalmente en forma de energía comercial usada para alimentar el equipo mecánico y las bombas de riego. La energía comercial, frecuentemente queroseno y electricidad donde esté disponible, se utiliza principalmente para iluminación, que constituye como promedio del 2 al 10 por ciento del consumo rural total. En los pueblos electrificados, se utilizan pequeñas cantidades de electricidad para aparatos de radio, televisores y pequeños electrodomésticos. El consumo energético de las industrias rurales, tanto a escala de hacienda como a escala de pueblo, representa menos del 10 por ciento del total rural en la mayoría de los países. En unos pocos casos de Asia y de África, la participación de los combustibles tradicionales en la energía de los hogares rurales asciende a más del 95 por ciento.

Los patrones de consumo energético doméstico son extremadamente variados en las zonas rurales de los países en desarrollo. La cantidad que se consume y los tipos de fuentes de energía que se usan dependen de diversos factores, como la disponibilidad y los costes de las fuentes energéticas. En las familias más pobres de la mayoría de los países en desarrollo, la cocina y la calefacción (dependiendo del clima) representan del 90 al 100 por cien del consumo de energía. El resto de la energía consumida es para iluminación, proporcionada bien por el fuego de la cocina, bien por lámparas de queroseno, velas o linternas eléctricas. En los niveles de ingresos más altos, la mejora de la iluminación es uno de los primeros servicios energéticos que se buscan para mejorar el nivel de vida y, frecuentemente, para alargar la jornada de trabajo. En los niveles de ingresos aún más

Tabla 10.1: Distribución de hogares con acceso a la electricidad en cuarenta y tres países en desarrollo (en porcentaje)

País	Año	Quintiles de riqueza					Total
		El más pobre	Segundo	Medio	Cuarto	El más rico	
África							
Benín	1996	0	0,3	0,3	4,9	66	14,3
Burkina Faso	1992/93	0	0	0	40	29,9	6
Camerún	1991	0	0,5	8,4	50	98	31
Chad	1996/97	0	0	0	0,5	13,3	2,8
Comores	1996	0	1	12,1	49,7	89,3	30,4
Costa de Marfil	1994	0,2	1,2	16,1	75,3	99,2	38,5
Ghana	1993	0	0	0,6	44,6	94,1	27,9
Kenia	1998	0	0,2	0,1	1,8	56,7	11,7
Madagascar	1997	0	0	0,1	0,4	55,1	11,1
Malawi	1992	0	0	0	0	18,5	3,7
Malí	1995/96	0	0	0	0,4	37,5	7,6
Mozambique	1997	0	0	0	2,2	47,5	9,9
Namibia	1992	0	0	0	9,2	92	20,2
Níger	1998	0	0	0	0,5	38,9	7,9
Nigeria	1990	0	0,2	0,9	31,6	94,9	25,5
República Centroafricana		0	0	0	0,2	25	5
Senegal	1997	0	0	3	59,2	98,4	32,2
Tanzania	1996	0	0	0	0,8	44	8,9
Togo	1998	0	0,2	0,4	6,2	67,7	14,9
Uganda	1995	0	0	0	0	34,7	6,9
Zambia	1996	0	0	0,4	10,7	91	20,2
Zimbabue	1994	0	0,2	0,4	19,3	96,6	23,2
América Latina y el Caribe							
Bolivia	1998	3,6	59,5	96,2	99,8	100	71,8
Brasil	1996	65,3	99,6	99,7	99,8	100	92,9
Colombia	1995	54,6	99,2	99,8	100	100	90,7
Guatemala	1995	1,6	22,6	71,8	97,5	99,8	58,7
Haití	1994/95	0	0,1	5,3	51,7	98,1	31
Nepal	1996	0	0	0,6	19,1	70,4	18
Nicaragua	1997/98	2,4	48,7	92,4	98,5	98,6	68,1
Pakistán	1990/91	1,2	48,9	71,9	92,5	99,8	62,9
Paraguay	1990	0,6	10,3	36,8	95,9	99,9	49,2
Perú	1996	2,6	43,7	90,3	99,1	99,9	67,1
República Dominicana	1996	40,8	64,6	69,4	77,3	81,8	66,8
Asia/Oriente Próximo/Norte de África							
Bangladesh	1996/97	0	0	6,8	37,8	79,8	24,9
Egipto	1995/96	80,7	99	99,6	99,9	100	95,8
Filipinas	1998	6,9	58,4	94,1	99,8	100	71,8
India	1992/93	0,3	9,4	55,9	92,4	99,7	51,5
Indonesia	1997	35	76,3	91,9	98,9	99,9	80,4
Kazajstán	1995	99,7	100	99,6	100	100	99,9
Kirguistán	1997	98,7	100	100	100	100	99,7
Marruecos	1993	0,3	10,2	33,2	91,2	99,9	46,9
Nepal	1996	0	0	0,6	19,1	70,4	18
Pakistán	1990/91	1,2	48,9	71,9	92,5	99,8	62,9
Uzbekistán	1996	97,6	100	100	100	100	99,5
Vietnam	1997	20,5	78,9	87,9	96,6	99,9	76,7

Esta tabla ilustra la estrecha relación que existe entre suministro de electricidad y renta: en general, un mayor suministro de electricidad se apoya en una mayor renta media.

Fuente: Davis, 1995.

altos, el agua caliente, la refrigeración y el enfriamiento están empezando a desempeñar un papel importante. Además, en estos niveles de ingresos más altos, disminuiría la necesidad de calefacción porque las casas estarían mejor construidas.

La Tabla 10.2 muestra el uso de energía para cocina y calefacción en el México rural. En cada una de las tres regiones, a medida que aumentan los ingresos disminuye la parte porcentual para cocina, mientras que crece fuertemente la parte dedicada a agua caliente, y la parte correspondiente a calefacción, primero crece y después disminuye.

El uso final de la energía varía de unas regiones a otras. Para África oriental se ha estimado que el 55 por ciento del combustible de biomasa se utiliza para cocinar, el 20 por ciento para agua caliente, el 15 por ciento para calefacción y el 10 por ciento para planchar y otros usos menores. En una encuesta realizada en seis poblaciones de renta baja del sur de la India, donde las necesidades de calefacción son insignificantes, se encontró poca variación en las proporciones de uso final, con 76 a 81 por ciento para cocinar, 14 a 19 por ciento para agua caliente y 2 a 3 por ciento para iluminación con queroseno o con electricidad. En contraste, en el clima mucho más frío de Chile, una encuesta realizada en ocho poblaciones rurales reveló que la cocina representaba del 42 al 55 por ciento y la calefacción del 23 al 52 por ciento, mientras que el agua caliente absorbía del 14 al 22 por ciento, excepto en una única población con el 6 por ciento. Evidentemente, el conocimiento de las demandas energéticas en medios rurales requiere un examen más minucioso de los principales usos domésticos finales, cocina, iluminación y calefacción.

La provisión de un abastecimiento de energía moderno y adecuado para actividades relacionadas con el agua en áreas rurales de países en desarrollo ofrece muchas ventajas, entre las que se incluye el ahorro de tiempo al no tener que desplazarse para recoger agua, incrementando así la productividad; el acceso más fácil al agua a través del bombeo de agua potable; el agua de riego y el agua para la ganadería; beneficios para la salud (que van desde la purificación del agua por filtración hasta la reducción de los costes médicos, cuando no es necesario hervir el agua para la esterilización); y beneficios sanitarios y medioambientales, a través de la descarga de aguas residuales de canales, fosas sépticas y letrinas. La energía permite también tratar las aguas residuales por aireación.

Tabla 10.2: Uso final de energía para cocina y calefacción en el México rural (en porcentaje)

	Renta de la Región 1			Renta de la Región 2			Renta de la Región 3		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Cocina	82,6	58,5	50,3	85,4	79,7	57,6	83,3	82,6	48,9
Agua caliente	2	9,1	34	10,5	36,7	--	4,3	4,3	--
Calefacción	6,5	32,4	15,7	9,1	9,8	5,7	7	13,1	--
Energía total	11,5	10,2	8,3	9,1	7,9	5,9	9,1	7,9	5,9

En cada una de las tres regiones, existe una correlación directa entre la renta y los usos finales: cuanto más alta es la renta, más baja es la proporción de energía usada para cocinar, y más alta es la proporción para agua caliente. El uso de energía para calefacción muestra una tendencia a crecer con el aumento de la renta, tendiendo después a descender.

Fuente: Guzmán, 1982.

1. El Consejo Mundial de la Energía estima la capacidad remanente económicamente explotable en 7.500 TWh/año. <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/hydro/hydro.asp/>

Generación de energía hidroeléctrica

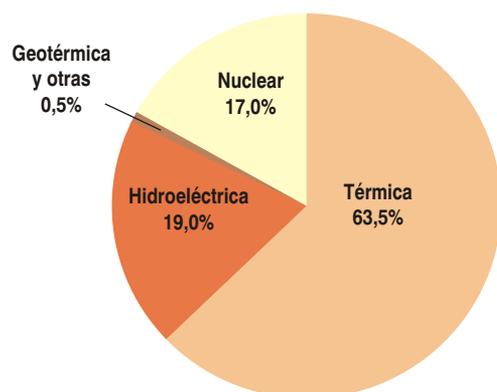
La energía hidroeléctrica se encuentra disponible en una gama de magnitudes que va desde unos pocos cientos de vatios hasta más de 10 gigavatios (GW). En el extremo inferior del espectro, la pequeña potencia hidroeléctrica puede dividirse en tres categorías. Las definiciones de las categorías varían, pero a grandes rasgos son tres: hidro-micro (menos de 100 kilovatios [KW]), hidro-mini (de 100 KW a 1 megavatio [MW]) e hidro-pequeña (1MW a 10MW). Los sistemas micro y mini son generalmente sistemas independientes, esto es, no están conectados a la red eléctrica.

Producción mundial de energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica ya contribuye de manera muy importante al balance energético mundial, proporcionando, como se muestra en la figura 10.1, el 19 por ciento de la producción total de electricidad (2.740 teravatios por hora [TWh] en 2001), (IHA, 2002). Es, con mucho, la fuente renovable de electricidad más importante y más ampliamente utilizada. Según la IHA, hay 377 TWh o bien en fase de construcción, o bien en fase de planificación, y el equivalente a unos 4.000 a 7.500 TWh de potencial remanente¹. En los últimos diez años, el desarrollo de nueva capacidad hidroeléctrica ha mantenido el ritmo del aumento general de la generación en el sector eléctrico (en 1992 el total fue de 2.105 TWh). De hecho, la contribución relativa de la hidroelectricidad, de aproximadamente una quinta parte, se ha mantenido constante.

Un beneficio importante es que el continuo desarrollo de energía hidroeléctrica reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes del aire, procedentes de las centrales térmicas. Cada teravatio adicional de hidroelectricidad por hora que reemplaza a la electricidad generada con carbón, elimina 1 millón de toneladas al año de dióxido de carbono equivalente. Una tercera parte del total de emisiones mundiales de dióxido de carbono de 22.700 millones en 1995 (WRI y otros) fue producida por el sector energético, mediante la combustión de carbón, petróleo y gas. Muchos de los países que producen un gran porcentaje de su electricidad a través del carbón tienen un potencial hidroeléctrico subdesarrollado. La energía hidroeléctrica en un sistema mixto permite el uso más eficiente de tecnologías menos flexibles y reduce no sólo los gases de efecto invernadero sino también la

Figura 10.1: Producción mundial de electricidad



La generación térmica de electricidad representa las dos terceras partes de la producción eléctrica mundial. El resto se divide en partes casi iguales entre la energía nuclear y la energía hidroeléctrica, proporcionando esta última un 19 por ciento de la electricidad mundial.

Fuente: sitio web de la IHA (Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica). Sección hidroeléctrica de pequeña escala: <http://europa.eu.int/comm/energy-transport/atlas/htmlu/hydint.html>. Datos extraídos en mayo de 2002.

contaminación por partículas, que causa enfermedades respiratorias, y los compuestos que causan lluvia ácida, neutralizando así los terrenos agrícolas y los bosques.

Frente a este telón de fondo de las demandas actuales y futuras de energía y de agua y las presiones crecientes del aumento de población y la urbanización continuada, la energía hidroeléctrica, las presas y los embalses, ya sea a pequeña o gran escala, pueden prestar una contribución importante y creciente para satisfacer estas necesidades, al tiempo que cumplen con los criterios de desarrollo sostenible. La energía hidroeléctrica es una herramienta medioambiental y económicamente eficaz, para satisfacer de modo permanente las necesidades rurales y urbanas, que no emite virtualmente gases de efecto invernadero, ni contaminantes del aire, ni residuos. Con un mantenimiento y unas renovaciones adecuados, la longevidad y la resistencia de las presas y los embalses los convierten en infraestructuras permanentes del desarrollo. Además, la hidroelectricidad, al hacer uso de los recursos locales, puede reemplazar a los combustibles fósiles importados, reduciendo así la dependencia del exterior y los déficits comerciales nacionales. La tabla 10.3 proporciona una visión de la presencia actual y prevista de la energía hidroeléctrica por regiones en todo el mundo.

La generación de energía hidroeléctrica sigue siendo la fuente de energía renovable comercial más importante y económica del mundo. En muchos países en desarrollo, como Afganistán, Angola, Bhután, Burundi, Camerún, Congo, Etiopía, Georgia, Laos, Mozambique, Namibia, Nepal, Ruanda, Sri Lanka, Uganda y Zaire y en toda América Central y del Sur, la energía hidroeléctrica es ya la producción eléctrica dominante; aún así, el potencial económicamente explotable que todavía queda es inmenso (véase el mapa 10.1).

La figura 10.2 muestra la distribución regional de la capacidad hidroeléctrica instalada a finales de 1996. La hidroelectricidad suministra al menos el 50 por ciento de la producción eléctrica en

sesenta y seis países, y al menos el 90 por ciento en veinticuatro países. Aproximadamente la mitad de esta capacidad y generación está en Europa y América del Norte. En Europa en particular, durante el siglo veinte, la energía hidroeléctrica contribuyó enormemente al desarrollo del sector eléctrico y la mayoría de los mejores emplazamientos se ha explotado para grandes centrales.

Tabla 10.3. Producción de energía hidroeléctrica

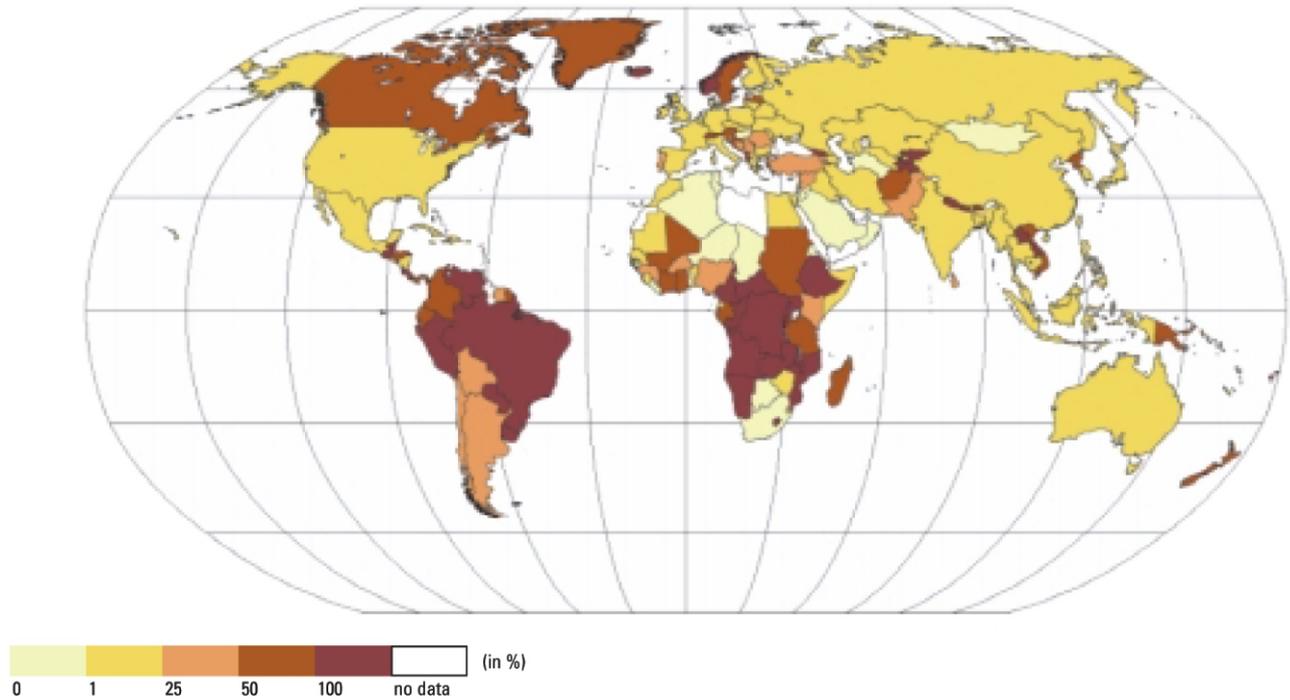
Localización	Área de mercado	Producción actual en 1995 (TWh/año)	Producción estimada para 2010 (TWh/año)
Mundo	Gran hidro	2.265	3.990
	Pequeña hidro	115	220
	Total hidro	2.380	4.210
UE + EFTA	Gran hidro	401,5	443
	Pequeña hidro	40	50
	Total hidro	441,5	493
ECO	Gran hidro	57,5	83
	Pequeña hidro	4,5	16
	Total hidro	62	99
CEI	Gran hidro	160	388
	Pequeña hidro	4	12
	Total hidro	164	400
NAFTA	Gran hidro	635	685
	Pequeña hidro	18	25
	Total hidro	653	710
OCDE Pacífico	Gran hidro	131	138
	Pequeña hidro	0,7	3
	Total hidro	131,7	141
Mediterráneo	Gran hidro	35,5	72
	Pequeña hidro	0,5	0,7
	Total hidro	36	72,7
África	Gran hidro	65,4	147
	Pequeña hidro	1,6	3
	Total hidro	67	150
Oriente Medio	Gran hidro	24,8	49
	Pequeña hidro	0,2	1
	Total hidro	25	50
Asia	Gran hidro	291	1.000
	Pequeña hidro	42	100
	Total hidro	333	1.100
América Latina	Gran hidro	461,5	990
	Pequeña hidro	3,5	10
	Total hidro	465	1.000

Clave. UE+EFTA = Unión Europea y Asociación Europea de Libre Comercio; ECO = Europa Central y Oriental; Mediterráneo = Turquía, Chipre, Gibraltar y Malta; CEI = países de la ex URSS; OCDE Pacífico = Australia, Japón, Nueva Zelanda; NAFTA = Estados Unidos, Canadá, México. Asia = toda Asia excepto la antigua URSS.

Esta tabla muestra la producción actual y prevista de energía hidroeléctrica en todo el mundo. Va a aumentar en todas las regiones, en particular en África, Asia y América Latina, donde es mayor el potencial de desarrollo.

Fuentes: Water Power and Dam Construction, 1995; International Journal of Hydropower and Dams, 1997.

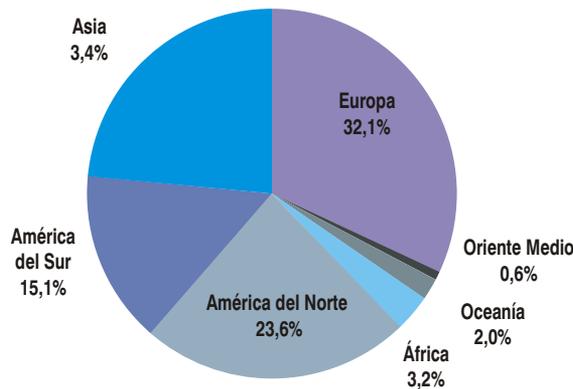
Mapa 10.1: Proporción de energía hidroeléctrica por países



El mapa muestra el porcentaje de energía hidroeléctrica en la generación de electricidad de los países. Muchas áreas, como Canadá, África sub-sahariana y América Latina, parecen depender principalmente de la hidroelectricidad, en mucho mayor grado que Europa, Estados Unidos y Asia. Sin embargo, queda todavía mucho potencial hidroeléctrico no aprovechado.

Fuente: Mapa preparado para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) por el Centro de Investigación Medioambiental de la Universidad de Kassel, basado en datos de la Asociación Internacional de Energía Hidroeléctrica (IHA) y el International Journal on Hydropower and Dams, 2002.

Figura 10.2: Capacidad hidroeléctrica instalada (todos los sistemas) a finales de 1996: distribución regional



Los sistemas hidroeléctricos constituyen un fenómeno mundial, pero su instalación no está difundida por igual. Existe una apreciable disparidad entre las áreas con pocos sistemas hidroeléctricos, como Oriente Medio, Oceanía y África, y el resto del mundo que ha desarrollado su potencial hidroeléctrico en mucha mayor medida.

Fuente: WEC, 2001.

No es sorprendente que, dada la gran magnitud del país y de su población, Estados Unidos sea el segundo productor mundial de hidroelectricidad, la cual supone entre el 10 y el 12 por ciento de toda la electricidad del país. No obstante, esta proporción está cambiando, ya que Asia y América Latina están construyendo grandes cantidades de nueva capacidad hidroeléctrica. Para países pobres y montañosos, tales como Laos o Nepal, la hidroelectricidad para la exportación ofrece una de las pocas nuevas vías para el crecimiento económico.

En los países ricos y con gran consumo de energía, como Canadá, Estados Unidos o Noruega, los que se oponen a los proyectos de nuevas presas argumentan a veces que lo que se necesita es reducir la demanda en vez de aumentar la oferta. Sin embargo, aunque es necesario conservar más la energía, esto no niega los beneficios medioambientales de construir nuevos sistemas hidroeléctricos que sustituyan al uso de los combustibles fósiles contaminantes.

En los países pobres en desarrollo, cuyo promedio de consumo eléctrico por hogar es inferior a unos pocos cientos de kilovatios hora (KWh) por año, el potencial de conservación de la energía es mucho menor en términos absolutos que el del mundo desarrollado. Éste no es un argumento para privar a los países en desarrollo de una capacidad de generación adicional. Además, en los países en desarrollo las necesidades no sólo son de electricidad sino también de abastecimiento de agua para las ciudades y para el regadío.

Las deficiencias de los esfuerzos de desarrollo en gran escala, bajo control centralizado, en los países pobres y anteriormente socialistas, se han equiparado con un pretendido fracaso de la opción de presas en gran escala y red de distribución centralizada (Bello, 2001). Sin embargo, no se debe permitir que los problemas surgidos con los antiguos proyectos en gran escala engendren la desilusión respecto a nuevos proyectos. Puesto que se ha demostrado que es difícil solucionar los problemas de gestión de los proyectos en gran escala, ha surgido una vía alternativa de desarrollo. Últimamente se ha producido un progreso considerable en dos frentes:

- Las sugerencias de la Comisión Mundial de Presas (WCD) para mejorar las prácticas de planificación, construcción, funcionamiento y supresión de grandes presas proporcionan enseñanzas útiles para evaluar las opciones disponibles (véanse los cuadros 10.1 y 10.2).
- En muchos círculos, la hidroelectricidad en pequeña escala y la autonomía fuera de la red eléctrica se consideran ahora capaces de suministrar instalaciones hidroeléctricas y electrificación “verdes” o de “bajo impacto”.

En realidad, cada una de las escalas de operación tiene sus ventajas e inconvenientes. El tipo de proyecto debe elegirse de acuerdo con la cantidad de energía requerida y teniendo en cuenta el contexto adecuado.

Requisitos físicos principales

Las centrales hidroeléctricas generan electricidad o energía mecánica transformando la energía disponible del agua que fluye por los ríos, canales o torrentes. Esto requiere un área adecuada de captación de lluvias, una cabeza hidráulica, un medio para transportar el agua desde su captación hasta la turbina, tal como una tubería o una noria, una central eléctrica que contenga el equipo generador de energía y el mecanismo de distribución necesario para regular el suministro de agua, así como todos los componentes primarios del equipo mecánico y eléctrico y, por último, un canal de desagüe para devolver el agua a su curso natural.

Elementos característicos de la energía hidroeléctrica

Existe la opinión general de que la hidroelectricidad es la fuente de energía renovable por excelencia, inagotable, no contaminante y más atractiva económicamente que otras opciones. Y aunque el número de centrales hidroeléctricas que pueden construirse es finito, solamente está aprovechada una tercera parte de los lugares cuantificados como económicamente viables.

Cuadro 10.1: Comisión Mundial de Presas (WCD): riesgos, derechos y acuerdos negociados

La WCD es un proceso independiente e internacional, con múltiples participantes, que aborda las cuestiones controvertidas relacionadas con las grandes presas. Proporciona una oportunidad única para poner de relieve los numerosos paradigmas e hipótesis que tratan de conciliar el crecimiento económico, la equidad social, la conservación del medio ambiente y la participación política en un contexto mundial cambiante. Las conclusiones básicas de la comisión son las siguientes:

- Las opciones de desarrollo basadas en compromisos tangibles, como el coste y el beneficio, no pueden captar la complejidad de las consideraciones implicadas, ni pueden reflejar adecuadamente los valores que las sociedades atribuyen a las diferentes opciones en el contexto más amplio del desarrollo sostenible. Para rectificar esto, la Comisión propone un planteamiento basado en el reconocimiento de los derechos y la evaluación de los riesgos, como herramienta para la planificación y la toma de decisiones en el futuro.
- Al implementar un planteamiento basado en los derechos, se ha encontrado considerable experiencia y buenas prácticas.

Es necesario un marco legal y de procedimiento que proporcione las condiciones para un proceso de negociación libre e informado; el marco debe ofrecer mecanismos de arbitraje, recurso y apelación que garanticen la adjudicación equitativa en los casos en los que no se puedan conseguir acuerdos negociados. Los acuerdos negociados vienen a formar parte del marco de cumplimiento previsto.

- Para un desarrollo equitativo y sostenible de los recursos hídricos y energéticos se han identificado siete prioridades estratégicas. Todas ellas se apoyan en un mensaje y en unos principios políticos clave y forman la base de los criterios y directrices de la WCD. Los criterios se refieren a puntos críticos de la toma de decisiones: para cada punto se presenta una descripción detallada del proceso y de sus indicadores. Como resultado se obtiene un conjunto de veintiséis puntos de directrices para las buenas prácticas bajo las siete prioridades estratégicas. Cada uno de los veintiséis puntos se elabora entonces en detalle, para servir como guía a quienes proponen proyectos, a los planificadores y a los que toman las decisiones.

Fuente: Basado en WCD, 2000.

Cuadro 10.2: La energía hidroeléctrica en gran escala en Asia

En 1997, Asia tenía una capacidad hidroeléctrica instalada de unos 100 GW. Asia es el continente que registra el crecimiento más rápido en la industria hidroeléctrica, y muchos países asiáticos declaran que la hidroelectricidad es el principal elemento de desarrollo de su sector energético. En la actualidad, China posee el nivel más alto del mundo en desarrollo hidroeléctrico. La presa de las Tres Gargantas de 18,2 GW y los proyectos hidroeléctricos de Ertan con 3,3 GW y de Xiaolangdi con 1,8 GW, se encuentran todos en construcción. Actualmente se están construyendo sistemas hidroeléctricos con una capacidad total de 50 GW, y esto duplicará la capacidad existente en el país. En breve comenzará la construcción de otros cuatro proyectos en gran escala: Xiluodo (14,4 GW), Xiangjiaba (6 GW), Longtan (4,2 GW) y Xiaowan (4,2 GW). Está prevista la implementación de otros 80 GW de potencia hidroeléctrica, incluyendo trece estaciones a lo largo de los tramos superiores del río Amarillo, y diez estaciones a lo largo del río Hongshui.

En Paunglaung, Myanmar, se está construyendo una central hidroeléctrica de 280 MW. En Filipinas, ha comenzado la construcción del sistema Bakun AC de 70 MW, que será uno de los primeros proyectos hidroeléctricos privados del país. Vietnam proyecta tener terminado para el año 2010 un gran número de sistemas hidroeléctricos de escala media a grande, incluyendo el de Son La de 3,6 GW. La India tiene en construcción 10 GW de potencia hidroeléctrica, y tiene planificados 28 GW más. Indonesia tiene planificados seis sistemas hidroeléctricos en gran escala, con una capacidad total de 2 GW. Sin embargo, en Malasia, debido a presiones medioambientales y económicas, se ha pospuesto indefinidamente el proyecto hidroeléctrico de Bakun, de 2,4 GW.

Varios países asiáticos tienen programas importantes de desarrollo de embalses de bombeo, incluyendo Corea (2,3 GW en construcción y 800 MW en proyecto), Tailandia (1 GW en construcción y 1,46 proyectados) e Indonesia (1 GW en proyecto).

Fuente: Basado en la página web de The Australian Greenhouse Office, sección de energía renovable. <http://www.greenhouse.gov.au/renewable/>. Datos extraídos en mayo 2002.

Las centrales hidroeléctricas emiten muchos menos gases de efecto invernadero que las centrales térmicas. Las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la energía hidroeléctrica están causadas por la desaparición de la vegetación en las áreas inundadas y por el uso intensivo de cemento en la construcción de las presas (esto no es aplicable a las centrales mini, micro y pequeñas del tipo de las accionadas por el río). Desgraciadamente, existen impactos locales por el uso de los ríos, tanto sociales como ecológicos, que están adquiriendo más importancia a medida que las personas se dan cuenta de cómo afectan a su nivel de vida. La mayoría de las fuentes renovables para generar hidroelectricidad requieren mucho capital, pero sus costes de funcionamiento son más bajos que los de las centrales térmicas o nucleares. Los altos costes iniciales constituyen una barrera importante para su crecimiento en los países en desarrollo, donde se sitúa la mayor parte del potencial

económico no explotado. Es discutible si la energía hidroeléctrica es una forma de generación de energía limpia, ecológicamente beneficiosa y sostenible, o si, por el contrario, predominan las desventajas asociadas con la hidroelectricidad, como la inundación del terreno, la disgregación y el desplazamiento de población que esto lleva consigo, y los efectos adversos para la salud de grupos vulnerables, así como para los hábitats de la fauna salvaje y de los peces. Generalmente, para cualquier proyecto que implique el almacenamiento de agua es necesaria una evaluación rigurosa del impacto sobre el medio ambiente y sobre la salud.

La tabla 10.4 resume los elementos característicos de la energía hidroeléctrica bajo la forma de sus ventajas y desventajas técnicas y medioambientales.

Tabla 10. 4: Ventajas y desventajas de la energía hidroeléctrica

Ventajas de la energía hidroeléctrica	Desventajas de la energía hidroeléctrica
Energía renovable	Altos costes de inversión
Recurso independiente de los combustibles	Dependiente de la hidrología (precipitación)
Ahorro de combustibles	En algunos casos, inundación de terrenos y de hábitats de fauna salvaje
Flexible para satisfacer la carga	En algunos casos, pérdida o modificación del hábitat de los peces
Tecnología eficiente	Restricción del desplazamiento o del paso de de los peces
Tecnología fiable, duradera y comprobada	En algunos casos, cambios en la calidad del agua del embalse y de la corriente
Bajos costes de operación y de mantenimiento	En algunos casos, desplazamiento de las poblaciones locales
Pocos contaminantes atmosféricos	

Los proyectos hidroeléctricos en gran escala se enfrentan con frecuencia a las presiones de los grupos ecologistas y de derechos humanos, porque la inundación de grandes áreas resultante provoca a menudo el desplazamiento de las personas que viven en ellas; por ejemplo, en el proyecto de 18,2 GW de la presa de las Tres Gargantas en China.

El proyecto del sureste de Anatolia (véase el cuadro 10.3) muestra un enfoque nuevo e integrado para los proyectos hidroeléctricos en gran escala.

Energía hidroeléctrica en pequeña escala

Sistema de red eléctrica/suministro local

Con frecuencia puede mostrarse que los sistemas descentralizados tales como la energía hidroeléctrica, son competitivos respecto a la energía por red a niveles bajos de consumo, pero que no son competitivos a niveles más altos. Esto es porque, una vez que se han pagado los costes de capital de la extensión de la red, cualquier aumento del consumo afecta únicamente a los costes de generación, mientras que los costes de distribución por unidad de consumo realmente caen. En contraste, con un sistema descentralizado cada incremento en el uso de energía requiere una capacidad adicional de suministro.

Ventajas/desventajas de la energía hidroeléctrica en pequeña escala

Las centrales hidroeléctricas pequeñas, y especialmente las minicentrales y microcentrales hidroeléctricas, no implican normalmente grandes construcciones de presas. Por ello, los efectos adversos sobre la salud y el impacto medioambiental pueden describirse como bajos (véase el cuadro 10.4).

Medio ambiente

Se ha estimado que una central hidroeléctrica de pequeña escala, de 1 MW, que produce 6.000 MWh en un año normal, evita la emisión de 4.000 toneladas de dióxido de carbono y de 275 toneladas de dióxido de azufre, en comparación con una central térmica alimentada con carbón con una producción equivalente, abasteciendo las necesidades de 1.500 familias. La capacidad instalada actual de pequeñas centrales hidroeléctricas en la Unión Europea (UE) evita emisiones anuales de 36 millones de toneladas de dióxido de carbono. La Asociación Italiana de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, APEI, utiliza cifras similares como eslogan de promoción, que afirma también que, tomando como base las cifras de absorción de dióxido de carbono por los bosques, la no construcción de una central hidroeléctrica de 1 MW es equivalente, en términos de aumento del dióxido de carbono atmosférico, a la destrucción de 500 hectáreas de bosque. En consecuencia, puede decirse que la tecnología de energía hidroeléctrica a pequeña escala implica impactos medioambientales bajos y es una tecnología clave para el desarrollo sostenible. Esto se ha demostrado con el éxito del desarrollo y fabricación de pequeños equipos hidroeléctricos en países tan subdesarrollados como Nepal y Perú.

Existen algunos aspectos del flujo de agua que deben tomarse en consideración:

- Debe mantenerse un flujo mínimo en el río para garantizar la vida y la reproducción de los peces así como el libre paso de los peces migratorios.
- La determinación de un flujo mínimo aceptable es una materia clave para determinar la viabilidad económica del sistema.

Cuadro 10.3: El GAP: un cambio de paradigma en el desarrollo de recursos hídricos

El proyecto para el Sureste de Anatolia (GAP) se ha concebido e implementado como un medio para integrar el desarrollo de recursos hídricos (veintidós presas y diecinueve centrales hidroeléctricas en los sistemas de los ríos Tigris y Eufrates) con un desarrollo humano general en la región más pobre y subdesarrollada de Turquía. Las características de este nuevo enfoque son la sostenibilidad (social, espacial, medioambiental y económica), la participación (de todas las partes interesadas) y la coordinación e integración intersectoriales. La estrategia pone en práctica programas y proyectos especiales relacionados con los servicios sociales básicos (educación, salud, vivienda), con la igualdad de sexos, con la gestión urbana, con la gestión participativa del regadío, con la extensión agraria, con la protección del medio

ambiente, con la creación de capacidades institucionales y comunitarias y con la capacitación del público, bajo la coordinación general de un organismo creado a tal fin, y conocido como Agencia de Desarrollo Regional del GAP. Los resultados iniciales de la instalación de regadío en las llanuras de Harran son positivos. La proporción de agricultores sin tierras ha disminuido del 40 por ciento hasta aproximadamente el 23 por ciento y la proporción de recolectores en régimen compartido ha aumentado del 27 por ciento hasta el 57 por ciento; la emigración en estas zonas bajó del 70 por ciento hasta el 12 por ciento y en algunas áreas ha comenzado la inmigración. Pese a la existencia de ciertos problemas que será necesario abordar, los resultados indican que el GAP se muestra prometedor, no sólo como herramienta para realizar progresos en ingeniería hidráulica, sino también como instrumento de cambio social.

Fuente: Preparado por el Proyecto para el Sureste de Anatolia (GAP) para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), 2002

Cuadro 10.4: Ventajas e inconvenientes de los proyectos hidroeléctricos en pequeña escala

Los sistemas microhidroeléctricos son, en la mayoría de los casos, sistemas “accionados por el río” que permiten la continuidad de la corriente fluvial. Esto es preferible desde un punto de vista medioambiental puesto que no se afectan los patrones estacionales de la corriente fluvial aguas abajo y no hay inundaciones de los valles aguas arriba del sistema. Otra implicación es que la producción de energía del sistema no está determinada por el control de la corriente del río, sino que la turbina actúa cuando hay flujo de agua y la producción de energía está gobernada por el flujo real. En consecuencia, no es necesario un complejo sistema mecánico de control, lo que reduce los costes y los requisitos de mantenimiento.

Con frecuencia, en los países en cuestión, se dispone de experiencia operativa, de diseño y de construcción. Los sistemas pueden construirse localmente a bajo coste, y la simplicidad da lugar a una mejor fiabilidad a largo plazo.

- Los sistemas de energía hidroeléctrica producida por la corriente de los ríos tienen un impacto visual mínimo.
- Los impactos permanentes principales son sobre el tramo agotado del curso de agua, donde es necesario tomar medidas de mitigación para sostener la ecología del río y las pesquerías.
- Algunos tipos de turbinas proporcionan también un aumento de la oxigenación del agua de salida, mejorando así la calidad del agua.

Implementación de la energía hidroeléctrica

La implementación satisfactoria de energía hidroeléctrica en países en desarrollo no termina con los trabajos de construcción: también debe tenerse en consideración el funcionamiento sostenible y el mantenimiento de la energía hidroeléctrica en pequeña escala. Una central hidroeléctrica de pequeña escala trabaja de modo sostenible cuando está funcionando y se está utilizando, cuando es capaz de proporcionar un nivel apropiado de beneficios (tales como calidad, cantidad, continuidad, asequibilidad, eficiencia), cuando se mantiene durante un periodo de tiempo prolongado y cuando su gestión está institucionalizada. Sus costes administrativos y de reposición, así como su funcionamiento y mantenimiento, tienen que cubrirse localmente con un apoyo externo limitado pero factible. Tampoco debe tener un impacto negativo sobre el medio ambiente.

Por tanto, antes de iniciar un proyecto hidroeléctrico de pequeña escala tienen que definirse claramente los objetivos. Estos objetivos pueden incluir infraestructura social (provisión de energía para servicios sanitarios, escuelas, agua potable), infraestructura física (provisión de energía para sistemas de regadío, carreteras) y energía para el desarrollo de pequeñas

La tecnología está técnica y comercialmente madura, y los sistemas hidroeléctricos en pequeña escala pueden aportar una contribución útil a las estrategias de electrificación rural, presentando una alternativa adecuada a la generación descentralizada por diesel, particularmente allí donde el suministro de combustible constituya un problema.

Sin embargo, existen ciertas objeciones o desventajas de los sistemas hidroeléctricos en pequeña escala. Por ejemplo, los costes directos acumulativos (adquisición de terrenos, costes de desarrollo) y los costes indirectos (contaminación medioambiental, desplazamiento de poblaciones) de adoptar la tecnología podrían a veces predominar sobre las razones para implementar el sistema. También puede que el sistema sea incapaz de satisfacer las necesidades energéticas conjuntas de la zona y que restrinja el desarrollo y/o la expansión industrial. Ciertamente, la energía microhidroeléctrica se enfrenta a menudo a una competencia desleal de la red eléctrica muy subvencionada y de los combustibles fósiles subvencionados.

empresas rentables. También son esenciales para el éxito del proyecto los procesos de creación de capacidades, tales como la enseñanza, la formación práctica y el aumento de la concienciación, aunque consumen mucho tiempo. Las capacidades locales para construir, gestionar, operar y mantener las micro centrales hidroeléctricas reducen los costes y son esenciales para un éxito sostenido (véase el cuadro 10.5 para un ejemplo que implica problemas sociales en Sri Lanka).

Sin considerar la estructura de la propiedad, la gestión satisfactoria de las micro centrales hidroeléctricas exige una estructura corporativa que minimice las interferencias políticas (por ejemplo, de las autoridades municipales o de miembros influyentes de la comunidad). La dirección es responsable del logro de objetivos claramente definidos relacionados con la situación financiera, de la cobertura del sistema de red local y de la calidad (fiabilidad) de los servicios prestados.

Hay varias razones para que se planteen problemas técnicos y económicos en las pequeñas centrales hidroeléctricas. Un estudio sobre la situación funcional de las microcentrales hidroeléctricas en Nepal muestra los problemas siguientes:

- selección deficiente del emplazamiento, estudios geológicos inadecuados/inexactos, dimensionamiento erróneo, instalaciones deficientes, equipos defectuosos;
- centrales afectadas por inundaciones y corrimientos de tierras;
- estimación deficiente de las condiciones hidrológicas, debida en parte a que los estudios se realizaron durante las estaciones lluviosas;
- longitud no económica del canal, mal diseño del canal;

- negligencia en las obras públicas;
- incapacidad de los propietarios para reponer los generadores después de su rotura; y
- estimación inexacta de las materias primas y de las posibilidades de demanda y de uso final; centrales sobredimensionadas; sobreestimación del cobro de tarifas; tasas inapropiadas; ignorancia de la competencia con el diesel.

Desarrollo de energía hidroeléctrica en pequeña escala en países industrializados: el caso de la UE

Para la consecución de los objetivos de energías renovables en Europa todavía pueden desempeñar un papel importante los recursos hidroeléctricos en pequeña escala que están distribuidos por todo el continente y pueden ofrecer todos los beneficios de la generación dispersa de energía renovable. Desde aproximadamente 1950, la energía hidroeléctrica en pequeña escala ha tenido un desarrollo negativo en algunos países miembros de la UE. Se han cerrado muchas pequeñas centrales hidroeléctricas debido a su antigüedad y a la competencia de nuevas centrales de mayor tamaño. Se estima que el potencial de reinstalar estas centrales y mejorar las pequeñas centrales hidroeléctricas subdesarrolladas existentes representaría una producción anual de aproximadamente 4.500 GWh. Tomando como base un análisis/estudio llevado a cabo en los años 1999-2000, se calcula que el potencial de las nuevas centrales, reducido cuando se tienen en cuenta las restricciones económicas y medioambientales, sería de 19.600 GWh por año. De acuerdo con el Libro Blanco publicado por la Comisión de la UE en 1997 (CEE, 1997) el potencial restante estimado de energía hidroeléctrica en pequeña escala sería de unas 18 TWh en el año 2010. Tomando como base la producción anual actual de 40 TWh, el Libro Blanco de la UE prevé 55 TWh de los 14.000 MW en 2010. Si mejora la situación económica para los productores, y disminuyen las restricciones medioambientales, la contribución total de la energía hidroeléctrica en pequeña escala en los quince países miembros de la UE podría llegar probablemente a las 60 TWh en la década de 2020-2030, y tal vez a mucho más con el ingreso de diez o más países en la UE, previsto para 2004.

Casos seleccionados de desarrollo de energía hidroeléctrica en pequeña escala, en países en desarrollo

Las microinstalaciones hidroeléctricas están muy extendidas en Asia, donde existe un potencial significativo de recursos para su desarrollo futuro. China tiene una industria hidroeléctrica bien desarrollada, con unas 60.000 pequeñas centrales hidroeléctricas (de menos de 1 MW), y una capacidad combinada de unos 17 GW. En Vietnam, la capacidad instalada de energía hidroeléctrica en pequeña escala es de 61,4 MW, con un potencial estimado de unos 1,8 GW. Se han identificado unos 3.000 lugares para microinstalaciones hidroeléctricas de entre 1 y 10 KW. Estos lugares servirán para atender a las necesidades de regadío y de drenaje, además de generar electricidad para 2 millones de hogares. Muchas zonas de Vietnam no tienen acceso a la red eléctrica, debido a los altos costes de extensión. En estas zonas, las familias utilizan unidades microhidroeléctricas para el alumbrado y para la carga de baterías (para televisión e iluminación). Se estima que en Vietnam hay instaladas unas 3.000 unidades familiares de 1 KW o menos.

Cuadro 10.5: Energía hidroeléctrica y problemas sociales en las cuencas de Ruhuna (Sri Lanka)

La generación de energía hidroeléctrica no consume agua. Sin embargo, la generación de energía puede dar lugar a problemas relacionados con el agua, específicos del lugar, para otros usuarios. En las cuencas de Ruhuna, el agua desviada para la generación vuelve ahora al río aguas abajo de un sistema de riego establecido. La transferencia de agua desde la agricultura tiene repercusiones socio-políticas así como impactos económicos. En este caso, aunque la autoridad responsable de la generación de energía está dispuesta a compensar a los agricultores por la pérdida de agua, la comunidad agrícola ha preferido hasta ahora continuar con el cultivo de regadío. Esto puede deberse a las limitadas alternativas que existen para la agricultura en la zona, relativamente alejada, de las aldeas afectadas. Además, el pago de compensaciones en lugar de las actividades agrícolas da lugar a un aumento de problemas sociales y culturales. Un agricultor dijo: “Pero señor, no queremos vivir en una aldea muerta. Cuando cultivamos, trabajamos juntos y tenemos ceremonias y reuniones. Vienen vehículos que nos traen productos y se llevan nuestras cosechas. Ahora no viene nadie, solamente estamos sentados y esperamos”.

Las consultas intensivas entre las partes afectadas están transformando un conflicto creciente en un acuerdo más armonioso, que da lugar a una mejor productividad en la agricultura y en la regulación del caudal del río, maximizando al mismo tiempo la generación de energía. Además, al llegar a estos acuerdos se ha reconocido la importancia y el valor del agua para la comunidad rural, más allá de los beneficios que se derivan de su uso productivo.

Fuente: Preparado por el Ministerio de Riego y Gestión del Agua de Sri Lanka, para el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), 2002

Otros países de Asia y Oceanía con recursos microhidroeléctricos son Bangladesh, Filipinas, Indonesia, Laos y Papúa Nueva Guinea. En 1998, el gobierno de Indonesia anunció su intención de electrificar 18.600 pueblos utilizando sistemas hidroeléctricos pequeños o micro.

Guinea ha identificado 150 lugares para generación hidroeléctrica a escala mini y a escala micro; Nigeria prevé el desarrollo de 700 MW de capacidad en 236 proyectos diferentes. En el África subsahariana, en países como Etiopía, Malawi, Uganda o Tanzania, las condiciones topográficas e hidrológicas también permitirían la instalación de centrales hidroeléctricas. Nepal es otro ejemplo de un país con recursos hidroeléctricos que pueden desarrollarse (véase el cuadro 10.6).

Otras formas de generación de energía mediante el agua

Energía oceánica

Existen tres tipos conocidos de generación de energía oceánica. La energía de las mareas se transfiere a los océanos por la rotación terrestre a través de la gravedad del sol y de la luna, y es la más avanzada en lo que se refiere a su utilización, con varias centrales comerciales. La energía de las olas es energía mecánica del viento retenida por las olas, y la energía térmica oceánica se almacena en aguas superficiales calientes, pudiendo disponerse de ella utilizando la diferencia de temperatura con las aguas profundas del océano. Sin embargo aún estamos muy lejos de dominar esta tecnología, y se trata, por tanto, de una fuente energética no explotada.

Energía geotérmica

La energía geotérmica se define generalmente como el calor almacenado en el interior de la tierra. La temperatura de la tierra aumenta aproximadamente 3°C cada 100 metros de profundidad. Para la aplicación práctica en países en desarrollo se pueden tomar en consideración dos tipos de energía geotérmica: hidrotérmica, que es agua caliente o vapor a una profundidad moderada (100 a 4.500 metros), y bombas de calor geotérmicas. La tabla 10.5 presenta las ventajas y desventajas de diversas formas de energía.

La generación de energía térmica exige cantidades importantes de agua en cada etapa del ciclo energético, desde la extracción de mineral hasta la cesión de energía para el sistema de transmisión/distribución. Pero, con mucho, la mayor necesidad de agua proviene de la refrigeración de las turbinas de la central. El refrigerante del condensador de la central tiene una demanda importante de recursos hídricos y la extracción de agua para este

Cuadro 10.6: La energía hidroeléctrica en Nepal

En Nepal, el 85 por ciento de la población vive en zonas rurales. La tasa nacional de electrificación es del 13 por ciento, pero es superior al 80 por ciento en las ciudades. La tasa de electrificación proporciona un gran mercado a los sistemas hidroeléctricos a escala micro y a escala mini. Las provisiones energéticas preparadas por la Autoridad de Electricidad de Nepal (NEA) prevén que el 30 por ciento de los hogares del país estarán conectados a la red eléctrica en el año 2020. La electrificación rural se desarrolla principalmente por la extensión de la red nacional en las tierras bajas del sur, el Terai, donde vivirá un 40 por ciento de la población nacional en 2005. En las regiones de colinas y montañas inaccesibles, la electrificación se consigue principalmente a través de redes aisladas.

Nepal tiene un potencial hidroeléctrico factible de unos 80 GW. La opinión de los políticos y de los expertos sobre la mejor estrategia para utilizar este potencial y sobre la promoción de la electrificación nacional está dividida en dos campos. Unos son partidarios del desarrollo de energía hidroeléctrica en gran escala destinada a la exportación a la India junto con la

electrificación de la red nacional. Otros opinan que el enfoque principal de la política hidroeléctrica debe dirigirse al desarrollo de energía hidroeléctrica a escala micro. Se dice que esta última tecnología tiene un coste relativamente bajo, apropiado para una tecnología de fabricación nacional, y sería muy adecuada para suministrar energía a la población de las regiones de colinas y montañas.

Sesenta y tres de los setenta y cinco distritos de Nepal tienen posibilidades para la aplicación de energía hidroeléctrica. Con el apoyo de ONG internacionales desde 1970, Nepal ha conseguido crear un sector industrial capaz de fabricar o de montar todos los componentes de las micro centrales hidroeléctricas, excepto los generadores para las microturbinas de hasta 300 KW. El gobierno subvencionó el desarrollo de micro-hidroelectricidad a través de diversos programas de apoyo técnico y financiero. Se estima que el potencial micro-hidroeléctrico económicamente viable de Nepal es de unos 42 MW. El coste de las centrales autónomas oscila entre 1.200 y 1.600 dólares por kilowatio (en dólares de 1993).

A continuación, se presenta la capacidad instalada de energía micro-y mini-hidroeléctrica, mostrando el uso real de la generación hidroeléctrica. a escala micro.

Energía hidroeléctrica a escala micro y mini instalada en Nepal

Tecnología	Número total	Usos mecánicos	Electricidad añadida	Sólo electricidad	Capacidad instalada (MW)
Ghatta ¹	25.000	25.000	1	0	12
Conjuntos Peltric ²	250			250	0,25
Micro-turbinas ³	950-1.000	800	150	30	09-oct
Mini-turbinas ⁴	36			36	8,5

1. Molino de agua tradicional

2. Conjuntos integrados de turbina y generador de 0,5-3 KW

3>100 KW 4100-1.000 KW

Fuente. Basado en Mostest, 1998

propósito es máxima en las regiones con altas capacidades instaladas de generación de energía térmica: las extracciones en los estados del este de Estados Unidos y en Europa Central están en el intervalo de 10 a 1.500 mm/año, y de 1 a 10 mm/año para gran parte del este de China, la cuenca del Nilo y el norte de la India, en comparación con cantidades menores de 1 mm/año en las cuencas hidrográficas del resto del mundo. La cantidad de agua requerida depende del tipo y del tamaño de la central y, especialmente, de la clase de refrigeración.

La refrigeración “en proceso directo”, en la que se descarga directamente el agua condensada, es responsable de la contaminación térmica de los cursos naturales de agua, con el riesgo consiguiente para los ecosistemas acuáticos y para los usuarios del agua situados aguas abajo. La refrigeración “en torres” implica el enfriamiento de las turbinas y el envío del agua caliente a una torre de refrigeración, reutilizando el agua varias veces y descargándola finalmente desde la central.

Las torres de refrigeración permiten reciclar el agua a los condensadores, requiriendo menos del 3 por ciento (por unidad de energía generada) de las extracciones de agua necesarias para la refrigeración en proceso directo. Sin embargo, aunque la

refrigeración en torres requiere extracciones mucho menores, consume el doble de agua por unidad de energía que la refrigeración en proceso directo, ya que el agua se evapora en el proceso de refrigeración, precisando así la adición de “agua de reposición”. Una de las ventajas de la refrigeración en torre es que el agua se devuelve a los cursos de agua a temperaturas mucho más frías, protegiendo así los ecosistemas acuáticos y a los usuarios situados aguas abajo. Además, el calor almacenado en el agua de refrigeración puede extraerse para su utilización en sistemas de calefacción o para aplicaciones de calefacción industrial. La mayor parte del agua extraída por las centrales térmicas se devuelve a los cursos de agua sin una degradación importante (excepto la contaminación térmica causada por el enfriamiento en proceso directo). temperatura de la tierra aumenta aproximadamente 3°C cada 100 metros de profundidad. Para la aplicación práctica en países en desarrollo se pueden tomar en consideración dos tipos de energía geotérmica: hidrotérmica, que es agua caliente o vapor a una profundidad moderada (100 a 4.500 metros), y bombas de calor geotérmicas. La tabla 10.5 presenta las ventajas y desventajas de diversas formas de energía.

Tabla 10.5: Ventajas y desventajas de diversas formas de energía

Sistema	Ventajas/desventajas técnicas	Ventajas/desventajas ecológicas
Energía geotérmica	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Las centrales geotérmicas son muy fiables comparadas con las centrales convencionales. Tienen un alto factor de disponibilidad y de capacidad. Las centrales geotérmicas están diseñadas para funcionar 24 horas al día, y el funcionamiento es independiente del tiempo atmosférico o del suministro de combustible. · Los recursos geotérmicos representan un abastecimiento autóctono de energía, proporcionando seguridad al abastecimiento energético, reduciendo la necesidad de importación de combustibles y mejorando la balanza de pagos. Estos temas son muy importantes en los países en desarrollo, en los que los recursos geotérmicos pueden reducir las presiones económicas de la importación de combustibles y pueden proporcionar infraestructura técnica local y empleo. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> · Incertidumbres geológicas. · Alta inversión inicial. · Alta tecnología. 	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> · La energía geotérmica es una fuente de energía abundante, segura y, si se utiliza adecuadamente, una fuente de energía renovable. · Las tecnologías geotérmicas, que utilizan modernos controles de emisión, tienen un impacto medioambiental mínimo. Las centrales geotérmicas modernas emiten menos del 0,2 por ciento de dióxido de carbono, menos del 1 por ciento de dióxido de azufre y menos del 0,1 por ciento de partículas de lo que emiten las centrales de combustible fósil más limpias. Por ello las centrales geotérmicas son una alternativa viable de las centrales convencionales de combustible fósil, particularmente en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero. · Las centrales geotérmicas necesitan muy poco terreno. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> · La energía geotérmica produce contaminantes gaseosos no condensables, principalmente dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre y metano. El fluido geotérmico condensado contiene también sílice disuelta, metales pesados, cloruros de sodio y de potasio y, algunas veces, carbonatos. Sin embargo, los modernos controles de emisión y las técnicas de reinyección han reducido al mínimo estos impactos. · Se ha asociado la producción de energía geotérmica con la actividad sísmica inducida. Sin embargo, éste es un asunto discutible ya que la mayoría de los campos geotérmicos están situados en regiones que ya son propensas a terremotos. En las plantas de producción en las que la reinyección mantiene las presiones del embalse, no se encuentra un gran aumento de la actividad sísmica.

Tabla 10.5: Continuación

Bombas de calor geotérmicas	Ventajas	Ventajas
	<ul style="list-style-type: none"> · Se necesita un pozo estrecho de sólo 100 a 150 metros, extrayendo el calor a través de la perforación mediante un intercambiador de calor de ciclo cerrado. · Esta es una tecnología basada en la electricidad que permite instalar en los edificios bombas térmicas de alta eficiencia y reversibles, surtidas por agua, en la mayoría de las localizaciones geográficas y geológicas (de todo el mundo). · Reducción de las necesidades de importación de combustible. · Tecnología sencilla y fiable. 	<ul style="list-style-type: none"> · Esta tecnología puede ofrecer hasta el 40 por ciento de reducción de las emisiones de dióxido de carbono frente a las tecnologías que compiten con ella. · Si toda la electricidad se suministra a partir de fuentes no fósiles, no hay emisiones de dióxido de carbono asociadas con la calefacción y la refrigeración de un edificio.
	Desventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> · La tecnología necesita electricidad. · Las bombas de calor geotérmicas generan energía térmica, no electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> · Efectos negativos sobre las aguas subterráneas (en caso de instalación incorrecta).
Energía de las mareas	Ventajas	Ventajas
	<ul style="list-style-type: none"> · Mejora del transporte debido a la construcción de puentes de carretera o de ferrocarril sobre los estuarios. · Reducción de las importaciones de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> · Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando la energía de las mareas, no contaminante, en lugar de combustibles fósiles.
	Desventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> · Altos costes de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> · La construcción de una barrera para las mareas en un estuario cambiará el nivel de las mareas en la cuenca. Este cambio es difícil de predecir y puede producir una bajada o una subida del nivel de las mareas. · Este cambio también tendrá un efecto sobre la sedimentación y la turbidez del agua en la cuenca. · Pueden verse afectadas la navegación y las actividades recreativas. · La subida del nivel de las mareas puede dar lugar a la inundación de la línea de costa. · Efecto de la estación maremotriz sobre las plantas y los animales que viven en el estuario.
Energía de las olas	Ventajas	Ventajas
	<ul style="list-style-type: none"> · Gran potencial teórico. 	<ul style="list-style-type: none"> · Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando energía de las olas, no contaminante, en lugar de combustibles fósiles.
	Desventajas	
	<ul style="list-style-type: none"> · Altos costes de construcción en relación con la generación de energía. 	

Conclusiones

El mundo se enfrenta a una situación en la que 2.000 millones de personas carecen en absoluto de electricidad, y 2.500 millones en los países en desarrollo, principalmente en las zonas rurales, tienen poco acceso a los servicios comerciales de energía. Para muchos habitantes de las ciudades, los cortes de suministro eléctrico durante el día son una característica normal de la vida. Es preciso que los planes energéticos nacionales se centren más en la electrificación rural y periurbana y que se coordinen mejor con otras políticas y con las necesidades de desarrollo de las mujeres. Desde la perspectiva de la gestión técnica, es necesario

gestionar el caudal de los ríos de acuerdo con las necesidades de las poblaciones situadas aguas arriba o aguas abajo, para mantener y mejorar las instalaciones existentes, y para integrar los conocimientos ecológicos y técnicos en la gestión del proyecto. Es necesario tomar conjuntamente todas estas diferentes perspectivas, con el fin de facilitar y garantizar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) en el área de la energía hidroeléctrica. En muchos países, la implementación de estas prácticas de desarrollo de energía sostenibles será exigente y costosa, tanto en lo que respecta a la evaluación del proyecto como en lo que respecta a las medidas de mitigación; por ello, es esencial que la mejora de las políticas públicas y privadas incluya otras opciones energéticas.

La energía hidroeléctrica ha sido la fuente más importante de energía procedente del agua, y es probable que mantenga esta posición en un futuro predecible. Aunque en los últimos diez años el desarrollo de nueva capacidad hidroeléctrica ha mantenido el ritmo del crecimiento general del sector energético, incluso los pronósticos más conservadores muestran que en el futuro se requerirá un enorme crecimiento de la energía procedente de diversas fuentes. La actual situación de suministro irregular de electricidad es insostenible, y da un impulso inmediato al desarrollo de nueva capacidad. Sin embargo, aunque el acceso a la electricidad siga siendo una herramienta esencial, el conocimiento

de las demandas energéticas de las zonas rurales y otras, y la elección de opciones inteligentes a este respecto, son elementos clave para la GIRH. Así pues, también se necesita urgentemente garantizar que los desarrollos energéticos no ejerzan un impacto negativo sobre las comunidades o el medio ambiente, y que todos estos aspectos se tengan en cuenta en el futuro.

Panorama de los avances logrados desde Río

Acción acordada

Progreso desde Río

Desarrollar sistemas hidroeléctricos multiuso teniendo en cuenta los problemas medioambientales

Promover la electrificación rural

Insatisfactorio

Moderado

Satisfactorio

Referencias

Alcamo, J.; Döll, P.; Henrichs, T.; Lehner, B.; Kaspar, F.; Rösch, T.; Siebert, T. (en prensa). 'WaterGAP: Development and Application of a Global Model for Water Withdrawals and Availability'. *Hydrological Sciences Journal*.

Banco Mundial. 2002 (septiembre). 'Energy and Health for the Poor'. *Indoor Air Pollution Newsletter*, nº 1.

Bello, W. 2001. 'The paradigm crisis behind the power crisis.' Artículo basado en una conferencia del autor en el Foro Internacional sobre la Globalización, 2425 febrero, Nueva York.

Cecelski, E. 2000. *Enabling Equitable Access to Rural Electrification*. Documento de recopilación preparado para un encuentro de "tormenta de ideas", 2627 enero 2000. Washington DC, Banco Mundial.

CEE (Comisión Económica Europea). 1997. 'Energy for the Future: Renewable Sources of Energy'. Libro Blanco para una estrategia y plan de acción de la Comunidad.

Davis, M. 1995. *Institutional Framework for Electricity Supply to Rural Communities: A Literature Review*. Universidad de El Cabo, Centro de Investigación sobre Energía y Desarrollo.

Díaz, F. y del Valle, A. 1984. Fuentes y usos de la energía en sectores rurales pobres de Chile: Síntesis de ocho estudios de casos. Santiago, Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente.

Döll, P.; Kaspar, F.; Lehner, B. (en prensa), 'A Global Hydrological Model for Deriving Water Availability Indicators: Model Tuning and Validation'.

Journal of Hydrology.

Döll, P. y Siebert, S. 2002. Global Modelling of Irrigation Water Requirements. *Water Resources Research*, 38(4), 8.18.10, DOI 10.1029/2001WR000355.

Floor, W. y Massé, R. 1999. Peri-Urban Electricity Consumers a Forgotten but Important Group: What Can We Do to Electrify Them? Washington DC, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo/Programa de Asistencia a la Gestión en el Sector de la Energía del Banco Mundial.

Guzmán, O. 1982. 'Case Study on Mexico in MS Wionczek'. En: G. Foley y A. van Buren. *Energy in the Transition from Rural Subsistence*. Boulder, Westview Press.

International Journal on Hydropower and Dams. 2002. 2002 World Atlas of Hydropower and Dams. Sutton, Aqua-Media International Ltd.

. 1997. 1997 Atlas of Hydropower and Dams. Sutton, Aqua-Media International Ltd.

Khennas, S. y Barnett, A. 2000. *Best Practices to the Sustainable Development of Microhydro Power in Developing Countries*. Departamento de Desarrollo Internacional, Reino Unido.

Mostert, W. 1998. 'Scaling up Micro-Hydro, Lessons from Nepal and a Few Notes on Solar Home Systems'. Comunicación presentada en la Conferencia "Village Power 98, Scaling Up Electricity Access for Sustainable Rural Development", 68 octubre 1997. Washington DC. NU (Naciones Unidas).

2002. *Perspectivas Mundiales de la Urbanización: Revisión 2001, Datos, tablas y notas destacadas*. Nueva York, División de Población, Secretaría de NU,

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. . 2000. *Perspectivas Mundiales de la Urbanización: Revisión 1999*. Nueva York, División de Población, Secretaría de NU, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 1997. *Health and Environment in Sustainable Development: Five Years after the Earth Summit: Executive Summary*. Gland.

Peskin, H. y Barnes, D. 1994. *What is the Value of Electricity Access for Poor Urban Consumers?* Documento base del Informe Mundial sobre el Desarrollo. Washington DC, Banco Mundial.

PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 1997. *Guía de la División de Energía y Medio Ambiente Sostenibles del PNUD*. Nueva York.

Reddy, A. 1982. 'Rural Energy Consumption Patterns: A Field Study'. *Biomass*, vol. 2, págs. 25580.

Vassolo, S. y Döll, P. 2002. *Development of a Global Data Set for Industrial Water Use*. Manuscrito sin publicar. Universidad de Kassel, Centro de Investigación de Sistemas Medioambientales.

Water Power and Dam Construction. 1995. *International Water Power and Dam Construction Handbook*. Surrey, Sutton Publishing.

WCD (Comisión Mundial de Presas). 2000. *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. The Report of the World Commission on Dams*. Londres, Earthscan Publishing.

WEC (Consejo Mundial de la Energía). 2001. *19th Edition Survey of Energy Resources (CD-ROM)*. Londres.

WEC (Consejo Mundial de la Energía) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. *The Challenge of Rural Energy Poverty in Developing Countries*. Londres, Consejo Mundial de la Energía.

WRI (Instituto Mundial de Recursos); PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente); PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo); Banco Mundial. 1998. *World Resources 1998/1999*. Oxford, Oxford University Press.

Algunos sitios web de útiles*

Agencia Internacional de Energía Atómica

<http://www.iaea.org/worldatom/>

Esta agencia proporciona técnicas para planificar y utilizar la ciencia y tecnología nuclear para diversos fines pacíficos, incluyendo la generación de electricidad.

Banco Mundial, Programa Energético

<http://www.worldbank.org/energy/>

El programa energético del Banco Mundial se centra en la mitigación de la pobreza, la sostenibilidad y la selectividad, y la promoción del crecimiento económico. Este sitio cubre muchas materias, y también proporciona muchos enlaces con sitios relacionados.

Comisión Mundial de Presas

<http://www.dams.org>

Proporciona acceso a las declaraciones sobre la misión de la Comisión, a las publicaciones y a los acontecimientos relacionados con las presas.

Consejo Mundial de la Energía

<http://www.worldenergy.org>

El sitio web del Consejo Mundial de la Energía incluye estadísticas e información sobre la energía.

Datos PNUD por temas: División de Energía y Medio Ambiente Sostenibles

<http://www.undp.org/seed/guide/intro.htm>

Forma parte del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Este sitio proporciona acceso a métodos, temas y prioridades generales de la División de Energía y Medio Ambiente Sostenibles.

Proyecto ATLAS (energía hidroeléctrica en pequeña escala)

http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/

Forma parte del sitio de la Comisión Europea. Revisión completa de tecnologías relevantes para todo el campo de la energía no nuclear.

Red Internacional de Energía Hidroeléctrica en Pequeña Escala: IN-SPH: Panorámica de la Energía Hidroeléctrica en Pequeña Escala

http://www.inshp.org/small_hydro_power.htm

Este sitio sobre energía hidroeléctrica en pequeña escala proporciona información sobre proyectos de energía hidroeléctrica en pequeña escala, servicios, socios, etc.