



Consejo Económico y Social

Distr. general
22 de junio de 2000
Español
Original: inglés

Comité de Energía y Recursos Naturales para el Desarrollo

Segundo período de sesiones

14 a 25 de agosto de 2000

Tema 11 del programa provisional*

La utilización de los recursos hídricos para fines múltiples

Situación de la generación de la energía hidroeléctrica

Informe del Secretario General

Índice

<i>Capítulo</i>	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
Introducción	1–4	3
I. La generación de energía hidroeléctrica	5–8	4
II. Explotación de la energía hidroeléctrica en el mundo en desarrollo	9–24	8
A. Asia y el Pacífico	10–15	8
B. África	16–21	9
C. América Latina	22–24	10
III. La energía hidroeléctrica de pequeña escala	25–28	10
IV. Conclusiones	29–31	11

* E/C.14/2000/5.

Uso de abreviaturas y símbolos

CO ₂	anhídrido carbónico
GHG	gases termoactivos
GW	gigavatio
kWh	kilovatio–hora
MW	megavatio
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
TWh	teravatio–hora

Introducción

1. La electricidad corresponde a una parte cada vez mayor en la demanda final de energía del mundo entero y se prevé que esta tendencia continúe, especialmente en los países en desarrollo. Aunque los combustibles fósiles han seguido siendo la fuente principal de energía para la generación de electricidad en el mundo entero, la energía hidroeléctrica ha hecho avances palpables en muchos países. Como se trata de un recurso autóctono y debido a su gran potencial, se prevé que la energía hidráulica contribuya apreciablemente a la generación de electricidad en un gran número de países en el mundo en desarrollo, en especial en África y Asia.

2. Casi sin excepción, ha ido incrementando rápidamente la demanda de electricidad en los países en desarrollo y la disparidad entre la oferta y la demanda se ensancha incesantemente. En la combinación de fuentes de energía de los países en desarrollo, la electricidad ha adquirido cada vez más importancia, puesto que contar con energía eléctrica suficiente y confiable es esencial para el desarrollo económico y social.

3. La energía hidroeléctrica tal vez haya llegado a una etapa de madurez de su desarrollo en la mayoría de los países pertenecientes a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (véase el gráfico I: recursos hidroeléctricos explotables y porcentaje explotado), mientras que en el mundo en desarrollo sigue habiendo enormes posibilidades de desarrollo futuro. Sin embargo, la preocupación por los efectos sobre el medio ambiente y el espacio necesario para los embalses han limitado recientemente la asistencia multilateral para el avance de la energía hidroeléctrica en los países en desarrollo. Esto debe examinarse en el contexto de los debates actuales sobre las emisiones de carbono y la elevación mundial de la temperatura, prestando detenida consideración tanto a las necesidades del desarrollo como a las preocupaciones ambientales y sociales. La energía hidráulica —en gran escala, así como en miniescala y microescala— es una fuente de generación de energía eléctrica probada a lo largo del tiempo y que no emite, relativamente, gases termoactivos (GHG). En lo relativo a la ecología, la energía hidroeléctrica tiene muchas ventajas en un momento en el que deben hacerse esfuerzos considerables para reducir estas emisiones.

Gráfico I

Desarrollo de los recursos mundiales de energía hidroeléctrica

Explotable neto en teravatios-hora por año (TWh/año) y porcentaje explotado

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas, sobre la base del *Energy Statistics Yearbook, 1996* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E/F.99.XVII.3); y *Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints, 1990–2020* (Londres, Consejo Mundial de la Energía, septiembre de 1993).

4. La generación de energía eléctrica ha pasado a ser el punto central de decididos programas nacionales de desarrollo económico destinados a acelerar el crecimiento económico y el desarrollo social. Se prevé que el crecimiento de largo plazo del consumo de energía eléctrica seguirá siendo intenso en los países en desarrollo, principalmente como resultado del mejoramiento de la calidad de vida; hay una vinculación indisoluble entre el aumento del ingreso per cápita y el mayor uso de la electricidad.

I. La generación de energía hidroeléctrica

5. La capacidad instalada de generación eléctrica del mundo en 1996 era de unos 3.118 millones de kilovatios (kW). Entre las centrales de generación de energía eléctrica instaladas en el mundo, predominan las que emplean combustibles fósiles (aproximadamente un 65,2%), seguidas por las que emplean la energía hidráulica (aproximadamente un 22,6%) y luego las centrales nucleares (un 11,2%) y otras fuentes (geotérmica, eólica, solar y de la biomasa, aproximadamente un 1%). En el gráfico II se indica la participación de los tres tipos principales en la generación de energía eléctrica: en 1996, la generación de energía hidroeléctrica representaba aproximadamente el 16% del total de la energía generada en África, Asia y el Pacífico y los países pertenecientes a la OCDE, mientras que en América Latina, la mayor parte de la generación eléctrica correspondía a la energía hidráulica, con aproximadamente un 74% del total de la energía generada¹.

Gráfico II

Participación en la generación de electricidad por los principales tipos en 1996 (porcentaje)

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas, sobre la base del *Energy Statistics Yearbook* (publicación de las Naciones Unidas, varios números).

6. A nivel mundial, la generación de energía hidroeléctrica aumentó de 2.041.448 millones de kWh en 1987 a 2.588.324 millones de kWh en 1996, un aumento de 546.876 millones de kWh en el período de 10 años, lo que corresponde a un aumento anual de aproximadamente un 2,3%². En el *International Energy Outlook, 2000*, de la United States Energy Information Agency, se proyecta un aumento del consumo de energía hidroeléctrica del 54% entre 1997 y 2020, apenas lo suficiente para mantener la participación de la energía hidroeléctrica y otras fuentes de energía renovable en aproximadamente un 8% del total del consumo de la energía mundial. Se prevé que casi la mitad del aumento se produzca en el mundo en desarrollo, donde se están planificando y construyendo proyectos hidroeléctricos de gran escala.

7. En el gráfico III aparece el total de la generación de energía hidroeléctrica en las diferentes regiones entre 1960 y 1996. En 1996, los países pertenecientes a la OCDE fueron, con mucho, los mayores productores de energía hidroeléctrica, con un total de aproximadamente 1.337.825 millones de kWh (unos 1.338 teravatios-hora (TWh)), mientras que en el resto del mundo, la producción de energía hidroeléctrica fue de aproximadamente 1.250.499 millones de kWh. En el gráfico pequeño dentro del mayor se ilustra el nivel comparativamente bajo de la generación total de energía hidroeléctrica en todos los países en desarrollo: aproximadamente 944.186 millones de kWh (unos 944 TWh), o sea el 70% de la generación de energía hidroeléctrica de los países pertenecientes a la OCDE en 1996².

Gráfico III
Generación de energía hidroeléctrica por región, 1960–1996

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas, sobre la base del *Energy Statistics Yearbook* (publicación de las Naciones Unidas, varios números).

8. En 1996, los países de América del Norte pertenecientes a la OCDE eran los mayores productores de energía hidroeléctrica, con una producción total de aproximadamente 728.828 millones de kWh, lo que corresponde al 29% del total de la generación mundial de energía hidroeléctrica. Le seguía América Latina, con unos 502.222 millones de kWh, lo que corresponde al 19%. Los países de Europa pertenecientes a la OCDE, por un lado, y los países de Asia y el Pacífico, por otro, contribuían con un 17% del total de la generación mundial de energía hidroeléctrica, respectivamente. La participación de otras regiones era la siguiente: los países de Europa no pertenecientes a la OCDE, un 11%; los países del Pacífico pertenecientes a la OCDE, un 5%; y África, un 2% (véanse el gráfico IV y el cuadro). El Canadá, los Estados Unidos de América, el Brasil, China y la Federación de Rusia fueron los cinco mayores productores de energía hidroeléctrica en 1996. La generación de energía hidroeléctrica de estos países combinada representó más de la mitad del total mundial¹.

Gráfico IV
Participación regional en la generación de energía hidroeléctrica en 1996

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas, sobre la base del *Energy Statistics Yearbook* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E/F.99.XVII.3).

Generación regional de energía hidroeléctrica, 1996

(En millones de kilovatios-hora)

El mundo	2 588 324
Asia y el Pacífico	433 347
África	58 779
América Latina	502 222
Países de Europa pertenecientes a la OCDE	452 466
Países de América del Norte pertenecientes a la OCDE	728 828
Países del Pacífico pertenecientes a la OCDE	136 054
Países de Europa no pertenecientes a la OCDE	276 628

Fuente: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas, sobre la base del *Energy Statistics Yearbook* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E/F.99.XVII.3).

II. Explotación de la energía hidroeléctrica en el mundo en desarrollo

9. En varios países del mundo en desarrollo están en marcha o se están elaborando muchos proyectos vinculados con la energía hidroeléctrica. A continuación se señalan los proyectos hidroeléctricos más importantes de las diferentes regiones del mundo en desarrollo. Aparentemente, la construcción de esas centrales hidroeléctricas contribuiría apreciablemente a sostener el crecimiento de la energía renovable en el futuro predecible.

A. Asia y el Pacífico

10. Los recursos hídricos de Asia constituyen un vasto potencial, tanto para generar energía hidroeléctrica como para el riego. Es excelente el potencial de varias grandes cuencas hidrológicas para la producción de energía hidroeléctrica, lo que permitiría la construcción de represas con presión baja y grandes volúmenes de corriente, si no fuera por las variaciones estacionales de las precipitaciones, que influyen decididamente en las posibilidades de explotación. Los cauces de los ríos, que durante largos períodos descienden muy por debajo de los niveles previstos como resultado de la sequía, provocan graves disminuciones en la producción de energía hidroeléctrica, con la consiguiente incertidumbre por los ingresos provenientes de la energía hidroeléctrica.

11. Actualmente hay varios proyectos hidroeléctricos en marcha en la región: China, la India, Malasia, la República Democrática Popular Lao y Viet Nam tienen previsto erigir grandes centrales hidroeléctricas en el próximo decenio o poco tiempo más. En China, esto podría significar más de 30 GW de capacidad instalada de generación. La construcción de la Represa de Tres Gargantas de 18,2 GW está en su segunda etapa y, cuando ésta quede concluida, comenzará la generación de electricidad. Luego de que quede terminada en 2009, se prevé una producción de hasta 85.000 millones de kWh de energía eléctrica por año. Según los planes que ha anunciado China, se construirían 12 centrales hidroeléctricas en el país³.

12. En la India, la energía hidroeléctrica constituye casi el 22% (21.104 MW de 96.803 MW en 1996) de la capacidad total instalada de generación eléctrica¹. Hay planes para aumentar considerablemente la capacidad de generación hidroeléctrica en los próximos años —aproximadamente 35,5 GW para 2012. Aparentemente, están en marcha 12 proyectos de gran escala que sumarían hasta 4.000 MW de capacidad instalada y, según el programa, quedarían terminados en unos pocos años. La India está haciendo frente a graves problemas de suministro de energía —se estima que el suministro es inferior en un 30% a la demanda— y, en consecuencia, será necesario invertir grandes sumas en nueva capacidad de generación eléctrica para añadir, en total, 111.500 MW antes de 2007⁴.

13. También en otros países de la región se han iniciado varios proyectos hidroeléctricos. En Viet Nam, la energía hidroeléctrica corresponde hoy aproximadamente al 60% de la capacidad total de generación de energía del país —unos 5.000 MW— y se está proyectando la construcción de una central hidroeléctrica de 3.600 MW que estará en funcionamiento en unos 10 años. En Malasia se han retomado los planes de un proyecto hidroeléctrico de gran escala en Sarawak, pese a lo cual su capacidad de generación se ha reducido a 500 MW. Tailandia ha llegado a un acuerdo

con la República Democrática Popular Lao para complementar sus necesidades de energía comprando de electricidad de las centrales hidroeléctricas de este país⁵.

14. El potencial de recursos hidroeléctricos de Nepal se ha estimado hasta en 83.000 MW, aunque se ha explotado menos de un 1%. Está en marcha un proyecto hidroeléctrico de 144 MW, con financiación del Banco Asiático de Desarrollo y el Gobierno del Japón; la India y Nepal, a su vez, han concertado un acuerdo para la elaboración conjunta de proyectos hidroeléctricos, ya que la India es un mercado potencial de la mayor importancia⁶. La India también ejecutará varios proyectos hidroeléctricos en Bhután, que permitirán importar electricidad para abastecer la red de varios Estados de la región oriental de la India en el próximo decenio. El suministro de electricidad en Sri Lanka depende casi en su totalidad de la energía hidráulica, de ahí su vulnerabilidad a las fluctuaciones pluviales⁵.

15. En la República Islámica del Irán se estima que podrían instalarse unos 6.000 MW de nueva capacidad hidroeléctrica antes de 2020⁵.

B. África

16. En muchos países de África es bastante alta la participación de la energía hidroeléctrica en la capacidad instalada de generación de electricidad y se prevé que se duplique en los dos próximos decenios; en Côte d'Ivoire, Etiopía, Mozambique, la República Democrática del Congo y Zambia, casi toda la electricidad conectada a la red es generada por energía hidráulica⁷.

17. En el África oriental, Etiopía tiene planes de aumentar considerablemente su capacidad de generación eléctrica. Ha quedado terminada una central hidroeléctrica de 34 MW en Etiopía occidental, mientras se están mejorando otras ya existentes. También están en construcción dos instalaciones hidroeléctricas de 184 MW y 73 MW, respectivamente. En 2003 entraría en funcionamiento una de 150 MW en el río Gojeb y, además, se están proyectando otras centrales hidroeléctricas. En el Sudán septentrional, se está proyectando construir en el Nilo una central hidroeléctrica de 300 MW y, aparentemente, se ha obtenido financiación suficiente para ello. En Uganda meridional, sobre el río Nilo, se está ampliando la central hidroeléctrica de 180 MW de las cataratas de Owens, para añadir 200 MW de capacidad de generación. Otra central de 250 MW en el Nilo podría entrar en funcionamiento en 2002 y será la de mayor tamaño entre los proyectos independientes de energía que se están ejecutando actualmente en Uganda. En Uganda noroccidental se está proyectando una central hidroeléctrica de 180 MW y una de menor tamaño (de entre 10 y 12 MW)⁷.

18. En el África meridional, la capacidad de generación de Angola casi se duplicará cuando se termine la central hidroeléctrica de Capanda de 520 MW. En la concepción del proyecto hidráulico de la zona montañosa de Lesotho, que implica la construcción de represas, túneles y tuberías, prevé una capacidad de generación hidroeléctrica total de 274 MW, de la que ya está en funcionamiento la primera etapa de 80 MW. Zambia prevé rehabilitar la central de generación de las cataratas de Victoria y restablecer su plena capacidad de generación de 108 MW⁷.

19. En el África occidental, Ghana está proyectando otra represa hidroeléctrica que estará ubicada en el río Volta Negro y tendrá una capacidad de generación de 400 MW y posiblemente exportará energía hacia Burkina Faso, Côte d'Ivoire y Malí. En

julio de 1999 se inauguró en Guinea la central hidroeléctrica de Garafi de 75 MW. Es la mayor del país y suministrará energía a Conakry, la capital de Guinea. Están en marcha conversaciones sobre los planes para construir una represa de mayor tamaño (900 MW) aguas abajo de Garafi en el río Konkoure⁷.

20. En el África central, la República Democrática del Congo prevé seguir ampliando la central hidroeléctrica de Inga, ubicada en el río Congo. La central Inga II de 2.000 MW y la central Grand Inga de 40.000 MW producen energía principalmente para exportarse al África meridional. La capacidad combinada de estos dos proyectos equivale casi a la capacidad instalada actual de Sudáfrica. Actualmente están en marcha o se planifican otras interconexiones. El proyecto hidroeléctrico conjunto de Angola y Namibia en el río Kunene constará de una central de generación de entre 200 y 380 MW, que suministrará energía a Angola, Namibia y Sudáfrica⁷.

21. En lo relativo al África septentrional, la energía hidroeléctrica de tres centrales en el Asuán representa aproximadamente el 51% de la capacidad total de generación eléctrica de Egipto, pero, a pesar de ello, en los próximos años se prevé muy poco crecimiento en la capacidad instalada de generación de energía hidroeléctrica en este país⁸.

C. América Latina

22. En Centroamérica y Sudamérica, principalmente en el Brasil, Chile, Colombia, el Paraguay, el Perú y Venezuela, las represas hidroeléctricas representan el 50% o más de la capacidad total instalada de generación y se proyecta aumentar considerablemente esta capacidad en varios países de la región. En la Argentina, la energía hidroeléctrica representaba aproximadamente el 43% de la capacidad instalada de generación eléctrica⁹.

23. En Chile, la energía hidráulica de los ríos que corren hacia el oeste desde la cordillera de los Andes es la principal fuente de electricidad y representa aproximadamente el 80% de la capacidad instalada de generación eléctrica. Una rigurosa sequía que se extendió desde fines de 1997 hasta muy avanzado el año 1999 tuvo efectos muy graves sobre el sector de la electricidad del país, por lo que durante este tiempo fue necesario programar cortes de energía por zonas en Santiago, la capital. En consecuencia, Chile está ahora procurando diversificar sus fuentes de energía primarias para la generación de electricidad⁹.

24. La principal fuente de electricidad del Brasil es la energía hidráulica, que suministra aproximadamente el 95% de la energía eléctrica del país. La represa de Itaipú, explotada en conjunto por el Paraguay y el Brasil, es el complejo hidroeléctrico más grande del mundo, con una capacidad de 12.000 MW⁹.

III. La energía hidroeléctrica de pequeña escala

25. Casi todos los países en desarrollo están sometidos a presiones políticas y sociales para que provean de electricidad a zonas rurales aisladas. El suministro de electricidad en las zonas rurales suele verse obstaculizado por una baja densidad de población y el muy escaso poder adquisitivo de la población rural, que limitan las alternativas de suministro descentralizado comercialmente viable. Al considerar el

suministro de electricidad a las zonas rurales al costo menor posible, surgen las opciones de las minirrepresas o las microrrepresas hidroeléctricas para integrar las zonas rurales en un sistema de “red municipal”.

26. Las minirrepresas, con capacidad de entre 0,5 y 2 MW, resultan cada vez más interesantes como medio para generar electricidad primaria, utilizando los recursos hídricos de los ríos pequeños, especialmente en zonas alejadas de la red nacional. Representan una tecnología con buen desarrollo, ayudada por nuevas técnicas de concepción, y se adaptan a las condiciones de los países tanto desarrollados como en desarrollo.

27. Las Naciones Unidas han llevado a cabo un estudio para evaluar los recursos de muy pequeña escala de generación de energía hidroeléctrica en 46 países en desarrollo, que ha tenido por objeto señalar proyectos técnicamente viables y económicamente interesantes para el suministro de electricidad a zonas aisladas. Según los resultados de este estudio, esta tecnología tiene un alcance vasto en muchas regiones y los proyectos complementarios en algunos sitios han demostrado que es necesario tomar en cuenta las dimensiones ambientales, sociales y económicas cuando se explotan estos recursos.

28. Los microsistemas de generación de energía hidroeléctrica, que consisten en represas de fácil construcción en pequeños ríos y arroyos con utilización de relleno y rocas, y se conectan a microturbinas y generadores cuya capacidad varía entre 1 y 50 kW, pueden satisfacer las necesidades de una familia o de varios hogares. Un típico microsistema de generación de energía hidroeléctrica sería un “motor de torrente”¹⁰ en el que se canaliza el agua de un arroyo en una tubería para que adquiera presión suficiente como para que impulse el sistema que consta de un alternador de imán permanente sin escobillas acoplado a una rueda de turbina de bronce resistente y a toberas universales. Puede usarse para sistemas de energía de acumulador en los que la electricidad se genera a un ritmo constante y se almacena en acumuladores. Cuando se dispone de índices de presión y flujo suficientes, es posible generar mayores voltajes para transmitir a mayores distancias y reducir el voltaje para cargar los acumuladores.

IV. Conclusiones

29. A fin de superar los desafíos del desarrollo sostenible, deben mantenerse abiertas todas las opciones tecnológicas de generación de electricidad. La energía hidroeléctrica proviene de un recurso renovable y, por ende, es renovable, por lo que tiene grandes posibilidades de reducir la emisión de gases termoactivos al sustituir la generación actual y proyectada con combustibles fósiles. Resulta rentable extender el uso de la energía hidroeléctrica, que no crea distorsiones en el mercado y puede reducir sensiblemente las emisiones de anhídrido carbónico (CO₂) del sector de la energía eléctrica.

30. No obstante, la energía hidroeléctrica conlleva ciertos inconvenientes para la ecología, en particular el efecto de las represas sobre los ecosistemas fluviales. Es necesario abordar el deterioro ambiental, como los cambios ecológicos, los efectos sobre los peces y la reducción del caudal de agua. En el caso de los grandes proyectos de generación de energía hidroeléctrica, es notorio el desplazamiento de población. Una atenta selección de la ubicación y una concepción que limite el nivel máximo del embalse, por ejemplo, pueden reducir este desplazamiento y al mínimo.

31. Las consideraciones ambientales, por ejemplo las emisiones de carbono en especial en el caso de los combustibles fósiles, y la destrucción del hábitat en el caso de las represas hidroeléctricas, pueden complicar la elección del combustible para las nuevas centrales de generación de energía. También entran en juego con frecuencia las consideraciones financieras y sociales.

Notas

- ¹ *Energy Statistics Yearbook 1996* (publicación de las Naciones Unidas, número de venta: E/F.99.XVII.3).
- ² *Energy Statistics Yearbook* (publicación de las Naciones Unidas, varios números).
- ³ Represa Tres Gargantas, China, sitio en la Web <http://www.coxnews.com.washington/gorges/htm>.
- ⁴ South Asia Regional Review, United States Energy Information Agency (EIA), sitio en la Web <http://www.eia.doe.gov>.
- ⁵ United States Energy Information Agency (EIA), *International Energy Outlook 2000*, marzo de 2000, pág. 93.
- ⁶ Declaración de la delegación de Nepal en el período de sesiones del Grupo Intergubernamental Especial de composición abierta de expertos en energía y desarrollo sostenible, 6 a 10 de marzo de 2000, Nueva York.
- ⁷ Energy in Africa, EIA, sitio en la Web <http://www.eia.doe.gov>.
- ⁸ Véase *International Energy Outlook 2000*, ..., pág. 107.
- ⁹ EIA Country Analysis Briefs: Central and South America, sitio en la Web <http://www.eia.doe.gov>.
- ¹⁰ Energy systems and design: innovative micro-hydro systems since 1980, sitio en la Web <http://www.microhydropower.com>.