

# La energía en el mundo

por Rurik Krymm

A lo largo de los dos últimos decenios (de 1950 a 1970), el consumo total de energía en el mundo aumentó a un ritmo del 5,2% en general y del 3,3% per cápita, triplicándose casi desde un total de 2 600 millones de toneladas equivalentes de carbón (T.E.C.) en 1950 a unos 7 200 millones de T.E.C. en 1970. Durante los treinta próximos años, la reducción del ritmo de crecimiento energético en los países industriales se cree que quedará sustancialmente compensada por su probable aceleración en los países en desarrollo, de modo que el ritmo mundial general y per cápita es posible que sólo disminuya en términos insignificantes. El **Cuadro 1**, basado en la correlación del consumo de energía con aumentos per cápita relativamente modestos en la producción nacional bruta, indica que la demanda de energía puede cuadruplicarse de aquí al año 2000, alcanzando entonces un total de 29 000 millones de T.E.C.

El rápido crecimiento del consumo total energético durante los veinte últimos años ha ido acompañado por cambios radicales de estructura en la proporción de los distintos combustibles, según puede verse en el **Cuadro 3**. La proporción relativa de combustibles sólidos y de combustibles gaseosos y líquidos, que era casi de 2/3 en 1950, se invirtió en 1970, y el petróleo y gas natural representaban más del 60% del consumo total de energía en dicho año. Este cambio, junto con una expansión del mercado energético, multiplicó por más de cuatro la producción de petróleo y por más de cinco la de gas natural.

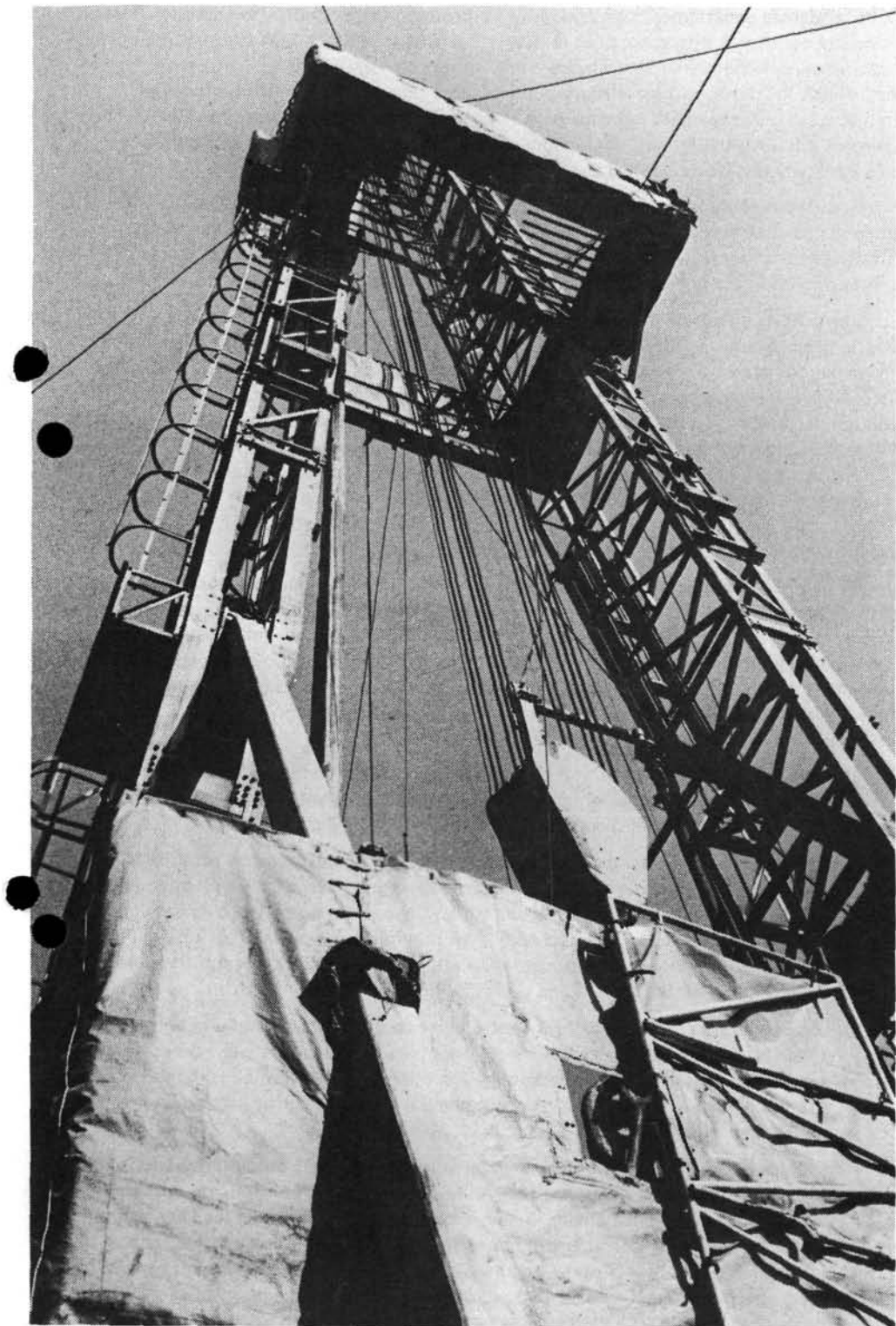
Semejante auge de los combustibles líquidos y gaseosos obedeció en gran parte a una política de bajos precios que pudo seguirse gracias al desarrollo y a la exportación de enormes reservas de combustible barato situadas en el Oriente Medio y en África del Norte. Este período feliz durante el cual el precio del combustible líquido fue disminuyendo en términos reales, se acabó al principio de los años setenta, cuando una combinación de factores políticos, comerciales y sociales provocó lo que se ha dado en denominar crisis energética pero que no es en realidad más que un abrupto encarecimiento de la energía. El petróleo del Oriente Medio, que antes contribuía a abaratar los precios de la mayoría de los demás combustibles, es hoy en día el líder de su subida, y el precio de los combustibles fósiles dependerá de lo que cuesten los sustitutivos disponibles.

## Perspectivas a corto plazo (de 1974 a 1985)

En este período, durante el cual no es probable que haya cambios importantes en la proporción del mercado ocupada por los distintos combustibles debido al lapso de tiempo necesario para el desarrollo y la comercialización de una fuente energética totalmente nueva, el precio de los combustibles líquidos y del gas es probable que quede determinado por confrontaciones políticas y comerciales que acusarán amplias fluctuaciones alrededor

---

Una torre de perforación levanta su alta silueta. El precio del petróleo y sus cambios son motivo de preocupación para el mercado energético mundial . . . . . Ö.M.V. ▶



de una tendencia generalmente ascendente. La posición de productores y consumidores es fundamentalmente diferente, pues la mayor parte de los países del Oriente Medio están en condiciones de renunciar temporalmente a los ingresos derivados del petróleo mientras que los países industriales no pueden sufrir una suspensión prolongada del suministro sin consecuencias nefastas para el funcionamiento normal de su industria. Los Cuadros 4 y 5 ilustran el grado de dependencia probable con respecto al petróleo del Golfo Pérsico y de África del Norte.

Los únicos factores inmediatos que pueden amortiguar hasta cierto punto el encarecimiento del combustible son el empleo de carbón en lugar del petróleo y el gas en las centrales eléctricas, y un aumento de las explotaciones submarinas en nuevas zonas y a mayores profundidades. Ambas soluciones suponen un aumento de gastos.

La proporción de electricidad nuclear, que se cree rebasará apenas el 10% de la energía primaria total de aquí a 1985 (véanse los Cuadros 2 y 3), parece indicar que la importancia de su papel como sustitutivo potencial a corto plazo es relativamente limitada. Esto no quiere decir que sus perspectivas futuras no vayan a influir sobre el precio de los combustibles fósiles. La política de precios del petróleo y del gas no sólo tendrá en cuenta la *existencia* de las actuales centrales nucleares sino también el *volumen y la credibilidad de los futuros programas*, de modo que las perspectivas a plazo medio pueden influir en el precio actual de la energía a corto plazo.

#### Perspectivas a largo plazo (de 1985 a 2000)

Como se ve por el Cuadro 3, no se espera que los combustibles nucleares sean la principal fuente de energía en el año 2000, pues representarán menos del 28% de la producción total mientras que el gas natural y el petróleo pasarán del 48%. Aunque esta situación haya de considerarse provisionalmente aceptable, convendría desarrollar un esfuerzo de credibilidad para indicar que está expuesta a alteraciones, en especial gracias a una mayor penetración de la energía nuclear. Un mayor porcentaje de la energía nuclear al final del siglo podría obtenerse de varias maneras:

- a) Incrementando la proporción de electricidad nuclear en la producción total de energía eléctrica, lo que obligaría a explotar muchas centrales nucleares en la parte modulada del diagrama de carga.
- b) Aumentando la proporción de energía eléctrica en la producción total de energía, lo que obligaría a desarrollar el transporte eléctrico individual y colectivo así como la calefacción comercial y eléctrica. Cabe notar que el aprovechamiento de la energía en vehículos eléctricos y en bombas de calor debe ser tal que compense las pérdidas de calor residual en la central de producción, mejorando así la eficacia global del empleo de la energía.
- c) Desarrollando el uso del calor industrial en procesos industriales y el empleo del calor residual de las centrales nucleares para la desalación y la calefacción urbana. La primera posibilidad obliga a prestar más atención a los reactores de alta temperatura; la segunda, al problema del emplazamiento urbano de las centrales nucleares.

Aparte de estos trabajos de investigación y desarrollo, semejante evolución requeriría una sólida base de recursos y en principio se basa en la disponibilidad continua de combustibles nucleares. El Cuadro 6 presenta una evaluación muy general de los recursos energéticos mundiales y aunque hay que considerarlo con gran precaución — lo mismo que sucede con los cuadros que contienen cifras de recursos sin una clara indicación del estado de los trabajos de prospección y del costo de extracción de los minerales — permite extraer ciertas conclusiones. Si los actuales reactores de agua ligera utilizan únicamente las

reservas conocidas de uranio de bajo costo, éstas bastarán para cubrir las necesidades de los actuales programas de electricidad nuclear hasta el final del siglo aproximadamente. Si este uranio se utiliza en los reactores generadores, la capacidad de las reservas se duplicaría o triplicaría y rebasaría las de todos los combustibles fósiles combinados. Es evidente que un programa creíble a largo plazo para satisfacer la demanda mundial de energía mediante la fisión nuclear ha de basarse en el empleo de reactores reproductores o cuasi-reproductores.

Poco se ha dicho acerca del potencial competitivo de la electricidad nuclear. La razón de esta omisión obedece al hecho de que la electricidad nuclear ya es competitiva con el actual precio de los combustibles fósiles, que es de 40 a 50 centavos por  $10^6$  BTU. Lo anteriormente explicado indica que estos precios suben a un ritmo superior al de la inflación general. Un aumento diferencial del 2 al 4% es muy verosímil. Por tanto, la expansión de la energía nuclear no estará limitada por restricciones económicas inmediatas sino por una serie de problemas inherentes al nacimiento de una tecnología radicalmente nueva, por ejemplo: limitaciones relativas a la seguridad y al medio ambiente, problemas de evacuación de desechos, empleo óptimo de los recursos en el tiempo, prevención de las fuertes fluctuaciones de precios a corto plazo experimentadas tan frecuentemente por otros combustibles en el pasado, desarrollo de nuevos usos de la electricidad y del calor nuclear, políticas eficaces de prospección de uranio y, por último aunque no sean lo menos importante, campañas de educación del público. El Organismo Internacional de Energía Atómica proyecta ampliar su labor en cada una de estas esferas.

CUADRO 1. LA POBLACION MUNDIAL Y EL EMPLEO DE LA ENERGIA PRIMARIA (pasado y futuro)

	1950	1960	1970	1980	1990	2000
	Población ( $10^9$ )					
	2,50	3,00	3,60	4,35	5,20	6,10
	Empleo de la energía primaria ( $10^9$ T.E.C.) <sup>1</sup>					
Combustibles sólidos	1,57	2,20	2,42	2,90	3,75	5,00
Combustibles líquidos <sup>2</sup>	0,64	1,32	2,85	5,00	8,00	10,00
Gas natural <sup>3</sup>	0,27	0,63	1,43	2,40	3,00	4,00
Energía nucleoelectrónica <sup>4</sup>	0,12	0,25	0,47	0,70	1,10	2,00
Energía nuclear <sup>5</sup>			0,03	0,80	3,15	8,00
Total de energía primaria	2,60	4,40	7,20	11,80	19,00	29,00

<sup>1</sup> T.E.C. (tonelada equivalente de carbón) =  $7 \times 10^6$  kcal.

<sup>2</sup> 1 T de combustible líquido = 1,3 T.E.C. =  $9,1 \times 10^6$  kcal.

<sup>3</sup> 1 000 m<sup>3</sup> de gas natural = 1,33 T.E.C. =  $9,31 \times 10^6$  kcal.

<sup>4</sup> Se supone que 1 kWh hidroeléctrico equivale a 2 577 kcal durante todo el período.

<sup>5</sup> Se supone que 1 kWh nuclear equivale a 2 577 kcal para 1970-1990 y a 2 360 kcal por término medio para 1990-2000, período en el que los reactores reproductores y de alta temperatura, de mayor eficacia, pueden desempeñar un papel principal.

**CUADRO 2.**

<b>ENERGIA ELECTRICA</b> (pasado y futuro)						
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Capacidad instalada ( $10^9$ kW)		0,542	1,1	2,3	4,5	8,9
Producción de energía ( $10^{12}$ kWh)		2,24	4,9	10,2	20	39,6
Energía primaria equivalente ( $10^9$ T.E.C.)		0,82	1,8	3,7	7,4	14,6
Proporción de electricidad en la energía total (5)		18,7	25	31,4	39	50,3

<b>ENERGIA NUCLEOELECTRICA</b>						
	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Capacidad instalada ( $10^9$ kW)	-	-	0,02	0,31	1,3	3,3
Producción de energía ( $10^{12}$ kWh)	-	-	<0,1	2,2	9,1	22
Proporción de la energía eléctrica total (%)	-	-	<2	21	45	55
Proporción de la energía primaria total (%)	-	-	<0,5	6,6	17,5	27,7

**CUADRO 3. PROPORCION RELATIVA DE COMBUSTIBLES PRIMARIOS  
PRESENTE Y FUTURO (en %)**

	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Combustibles sólidos	60,4	50	33,6	24,6	19,7	17,2
Combustibles líquidos	24,6	30	39,6	42,4	42,1	34,5
Gas natural	10,4	14,3	19,9	20,3	15,8	13,8
Energía hidroeléctrica	4,6	5,7	6,5	6	5,8	6,9
Energía nuclear	-	-	0,4	6,7	16,6	27,6

**CUADRO 4. PRODUCCION NACIONAL E IMPORTACIONES DE PETROLEO EN LAS TRES PRINCIPALES REGIONES CONSUMIDORAS (en millones de toneladas)**

	Producción nacional		Importaciones totales		Importaciones del Oriente Medio	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
Estados Unidos (en % del consumo)	534 (71)	660 (57)	214 (29)	500 (43)	30 (6)	300 (26)
Europa Occidental (en % del consumo)	16 (2,6)	160 (24)	584 (97,4)	820 (76)	300 (50)	600 (61)
Japón (en % del consumo)	1 (0,5)	2 (0,5)	199 (99,5)	398 (99,5)	170 (85)	300 (75)
<b>TOTAL</b>	<b>551</b>	<b>822</b>	<b>987</b>	<b>1718</b>	<b>500</b>	<b>1200</b>

**CUADRO 5. PRODUCCION PASADA Y PROYECTADA EN LAS PRINCIPALES REGIONES EXPORTADORAS (en millones de toneladas)**

	1970	Proporción del consumo mundial	1980	Proporción del consumo mundial
		(en %)		(en %)
Oriente Medio	714	31,6	1500	39,3
Africa	274	12	330	8,6
Caribe	212	9,3	220	6
<b>TOTAL</b>	<b>1190</b>	<b>52,6</b>	<b>2050</b>	<b>54</b>

**CUADRO 6. CALCULO DE LOS RECURSOS MUNDIALES DE ENERGIA (10<sup>9</sup> T.E.C. a 7 X 10<sup>6</sup> kcal por T.E.C.)**

Combustibles sólidos	1 000 - 10 000
Petróleo (inclusive esquistos y arenas bituminosas)	100 - 1 000
Gas natural	40 - 400
Uranio	
a) Si se utiliza en reactores de agua ligera (Costo de la recuperación < 15 \$/lb de U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	60 - 90
b) Si se utiliza en reactores reproductores con la misma gama de precios del mineral	5 000 - 7 500
c) Si se utiliza en reactores reproductores* con gastos de recuperación del mineral de hasta 100 \$/lb de U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	50 000 - 75 000

\* Esta gama de recursos sirve de indicación y no puede compararse con otras cifras de costos.