

La demanda mundial de petróleo y gas natural en los ochenta

Los cambios probables

M.A. STYRIKOVICH*

Las tendencias de la demanda energética mundial que comenzaron a manifestarse desde fines de 1973 determinaron, en buena medida, las modificaciones que ocurrirán en la de-

manda de petróleo en los años ochenta. En esencia, tales tendencias son:

- La aplicación de una política de conservación de energía, con medidas que exigen cuantiosas inversiones.
- La sustitución del petróleo por otras fuentes energéticas, en especial el carbón y, en algunos países, también la energía nuclear y el gas natural.

* De la Academia de Ciencias de la URSS. Trabajo presentado en el Coloquio Internacional sobre las "Perspectivas de los mercados mundiales de petróleo crudo y gas natural para los años ochenta", organizado por El Colegio de México en San Juan del Río, Querétaro, del 31 de marzo al 2 de abril del presente año. (Traducción del inglés de Rubén Svirsky.)

La sustitución del petróleo por otras fuentes, que a menu-

do exige grandes inversiones, se justifica desde el punto de vista económico por los altos precios del crudo.

Antes de analizar en detalle el problema de la sustitución del petróleo, debe señalarse que no todos los políticos y científicos comprendieron, ni siquiera después de la crisis petrolera de 1973-1974 y el subsiguiente gran aumento del precio, que el nuevo fenómeno ocurrido en la economía energética mundial era irreversible y que "la era de la energía barata" había llegado a su fin. Muchos de los programas nacionales de energía elaborados inmediatamente después del agravamiento de la situación energética en 1973-1974 partieron del supuesto de que los precios bien podrían sufrir una caída aguda, que incluso los llevase a los niveles anteriores a 1973. Esa supuesta probabilidad engendró una política de espera con respecto a la sustitución del petróleo y al desarrollo de otras fuentes energéticas. Es claro que tal actitud entorpeció el avance de la sustitución.

No obstante, la evolución de las condiciones energéticas en los años posteriores y, en particular, el siguiente aumento considerable de los precios ocurrido en la segunda mitad de 1979 y principios de 1980, esfumaron toda ilusión acerca de la posibilidad de una caída importante de esas cotizaciones. Hoy en día es evidente la firmeza con que se han establecido las nuevas tendencias de la demanda energética mundial. Además, la elasticidad-precio de la demanda total de energía y de la demanda petrolera parece hoy mucho más alta que la prevista por la mayoría de los investigadores.

La considerable disminución del consumo de crudo en los países industrializados durante los últimos años (1979 y, sobre todo, 1980-1981) fue ocasionada no sólo por la recesión económica general sino también por medidas de conservación energética (en especial el ahorro de combustibles líquidos), estimuladas por las fuerzas del mercado y, en algunos casos, por las políticas gubernamentales. En algunos países la reducción del consumo de petróleo habría coincidido incluso con un señalado crecimiento del producto nacional bruto.

Es difícil predecir con suficiente precisión cómo evolucionará la demanda mundial de petróleo durante el resto del decenio actual, puesto que ello dependerá fundamentalmente de la situación económica general. Hay otro hecho, no menos importante: aunque los países industrializados de economía de mercado absorben la mayor parte del consumo, los países desarrollados de economía planificada —principalmente los miembros del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME)— y los países en desarrollo desempeñan también un papel de gran importancia. Por tanto, las perspectivas del ahorro de energía, en especial de petróleo, deben analizarse asimismo con respecto a estos países.

En los miembros del CAME la conservación energética está planificada y se orienta, sobre todo, como mostraremos más adelante, a mejorar el aprovechamiento de los recursos energéticos y a sustituir el petróleo por gas natural.

La economía energética de la mayoría de los países en desarrollo se apoya casi por completo en el petróleo, con la excepción de la India, China y algunos otros. Es probable que en la mayoría de ellos la demanda de petróleo crezca con intensidad debido a las tasas comparativamente altas de su crecimiento económico, consideradas en conjunto, y a la escasez de capital y mano de obra calificada para lograr la sustitución.

En escala mundial, el papel del petróleo disminuirá en los años ochenta debido a dos causas básicas:

- Su sustitución por gas natural y por carbón en el caso de los consumidores estacionarios.

- En cuanto a los consumidores de alta prioridad, la sustitución de los productos del petróleo por la electricidad generada mediante energía nuclear, carbón y fuerza hidráulica.

En este decenio, el papel global de las otras fuentes renovables será insignificante, aunque en algunos países es posible que tengan un efecto apreciable el uso de energía solar para suministrar calor (tecnología solar "suave") y el mejor aprovechamiento de la leña. Esta última es un componente importante del consumo energético en varios países en desarrollo, y a menudo se usa con extremada ineficiencia. Podría aprovecharse muchísimo mejor mediante la aplicación de ciertas medidas de bajo costo.

La sustitución en gran escala del petróleo por el gas natural tendrá lugar en los países que disponen de grandes recursos de éste pero que, debido a su situación geográfica, no pueden llegar al mercado mundial en forma económica. Tal sustitución será particularmente intensa en la Unión Soviética.

En la mayoría de los campos de consumo energético (excepto en los motores no estacionarios de combustión interna) el combustible gaseoso no sólo sustituye con éxito al líquido sino que, además, es preferible desde el punto de vista ecológico; el gas que se transporta por ductos no contiene azufre ni otros contaminantes que aparecen en el crudo. En algunas áreas el gas natural es más atractivo que el combustible líquido tanto por razones ecológicas como de costo para el consumidor. Por ejemplo, es técnicamente más viable y económicamente más eficiente para la calefacción de viviendas de pocos pisos, siempre que el volumen del consumo sea suficiente y se disponga de una red de distribución de gas muy ramificada. También se le puede utilizar con éxito en algunos de los principales procesos industriales que exigen altas temperaturas. No obstante, como veremos después, a menudo conviene utilizar energía eléctrica en estos procesos, especialmente en las regiones en las que el precio del gas es muy alto.

Una ventaja importante de sustituir los derivados del petróleo por el gas natural es la inversión relativamente baja que se requiere en las instalaciones de los consumidores; es el caso, por ejemplo, del replazo de petróleo por gas en las plantas generadoras de electricidad que consumen ambos combustibles. No obstante, las principales regiones productoras están muy alejadas de los centros de consumo más importantes, lo cual obliga a realizar grandes inversiones en gasoductos muy largos. Usar el gas natural como combustible doméstico en viviendas de pocos pisos exige también grandes inversiones en redes de distribución e instalaciones subterráneas de almacenamiento, cuando no se dispone de ellas.

La sustitución con gas natural del combustible líquido que utilizan las refinerías es particularmente eficaz, puesto que permite aumentar de modo considerable la producción. La conversión profunda exige alrededor de 10% del material de carga para abastecer las necesidades propias de la refinería. Aproximadamente la mitad se utiliza como combustible para generar electricidad y vapor y la otra mitad para producir hidrógeno y

como combustible de calderas. El carbón sólo puede sustituir al combustible para calderas, en tanto que el gas natural puede satisfacer fácilmente, y sin necesidad de grandes inversiones, todas las necesidades de combustible de una refinería. Como consecuencia, habría un aumento de la producción comercializable de combustible líquido, y el gas de refinería sustituido podría emplearse como materia prima para la industria química. Las refinerías también pueden emplear el gas natural para producir hidrógeno, en lugar de la pirólisis de productos líquidos.

El gas de refinería empleado como combustible para calderas puede sustituirse tanto con gas natural como con carbón. En este último caso, es necesario instalar una planta que consuma carbón para producir gas de rendimiento calórico medio. Para reducir los costos específicos es económicamente aconsejable construir una planta de carbón de gran escala que abastezca a varias refinerías. La opción "total de carbón" es mucho más cara que la "total de gas". Sin embargo, el uso de carbón como combustible de refinerías es la forma más económica de "convertirlo" en combustibles líquidos, en las regiones en que el gas natural sólo se consigue a un costo muy alto.

Durante el decenio de los ochenta, las medidas de ahorro en la URSS y en otros países socialistas de Europa Oriental se orientarán a sustituir en gran escala los derivados del petróleo; en una primera etapa esta sustitución se hará en hornos y calderas. Ella ofrece vastas posibilidades, puesto que en la URSS la generación de electricidad y las plantas impulsadas por calderas consumen, por sí solas, unos 200 millones de toneladas anuales de combustible. En este campo, las posibilidades de sustitución están determinadas principalmente por la inversión requerida para construir gasoductos de gran extensión (hasta de 4 000 km) e instalaciones de almacenamiento estacional. Nótese que si la URSS pudiese disponer, mediante intercambio compensado, de suministros suficientes de tubos de gran diámetro y de otros equipos para producir y transformar gas, sería capaz de satisfacer una parte considerable de la demanda de Europa Occidental, a un precio muy inferior al del gas natural licuado que otros países entregan por vía marítima.

Es muy caro transportar tanto el gas por mar como el carbón de rendimiento calórico bajo por tierra. Por esa razón, en varias regiones del mundo los precios del carbón y del gas natural se mantendrán bajos. Estas regiones, en especial las que disponen de gas barato, se convertirán en centros de industrias con consumo intensivo de energía.

En interés de la propia demanda mundial de petróleo en los años ochenta, es fundamental, sobre todo, que se construyan plantas petroquímicas en las regiones que disponen de abundante gas a bajo costo. Muchos países con industrias petroquímicas desarrolladas, e incluso con capacidades productivas ociosas, prefieren importar muchos de los productos petroquímicos que necesitan. La petroquímica requiere hidrocarburos no sólo como materia prima sino como energéticos, en especial para calderas. La demanda de combustible de la industria petroquímica es muchas veces mayor que su demanda de hidrocarburos para material de carga. Por ello resultaría especialmente eficaz desarrollar la industria petroquímica en regiones alejadas de los mercados mundiales y con excedentes de gas asociado. En estos casos, la fracción de metano serviría

como combustible y los componentes más pesados podrían utilizarse como materias primas.

También es evidente una notoria tendencia hacia el futuro establecimiento de complejos petroquímicos basados en el carbón, por las siguientes razones.

- Los altos precios mundiales del petróleo y el gas.
- La disponibilidad de carbones de bajo rendimiento calórico en varias regiones.
- Un umbral más bajo de la petroquímica basada en el carbón con respecto a los precios del petróleo y el gas, que con respecto a la producción de combustibles sintéticos también a base de carbón.

La sustitución de derivados de petróleo por carbón que hagan directamente los consumidores reduciría de manera considerable el consumo de tales derivados en los años ochenta. En los últimos dos o tres años, ese proceso se nota no sólo en los países que poseen carbón barato sino incluso en algunos que lo importan, como la República Federal de Alemania. Hoy en día ya es claro que, en este decenio, el comercio internacional del carbón crecerá a tasas superiores a las previstas en las estimaciones recientes (por ejemplo, en el *World Coal Study*, 1980). En la actualidad, cuando la industria carbonífera mundial no se ha desarrollado lo bastante, y cuando todos los consumidores que pueden hacerlo sin grandes inversiones sustituyen al carbón por refinados del petróleo, el precio del carbón de alto rendimiento calórico sigue muy de cerca a los aumentos del crudo.

Una vez satisfecha la demanda de estos grupos de consumidores, es posible prever el crecimiento ulterior del comercio mundial de carbón. Esto se debe a que muchos países disponen de vastos y baratos recursos de carbón de alto rendimiento calórico no muy alejados de las rutas marítimas. Es el caso de Australia, Sudáfrica y China. En la URSS y en Estados Unidos, que poseen los recursos carboníferos más vastos, los principales yacimientos de bajo costo están muy lejos de los puertos de mar: a más de 3 000 km en el primer país (la cuenca de Kuznetzky) y de 1 500 a 2 000 km en el segundo.

No obstante, algunos yacimientos de carbón muy cercanos al mar tienen características económicas desfavorables. La producción de carbón en la zona oriental de Estados Unidos sólo puede aumentarse si se extrae mineral con mayor contenido de azufre de yacimientos subterráneos. En la URSS, el carbón de alto grado de Yakutia está muy cerca de la costa del Pacífico, pero las duras condiciones climáticas aumentan su costo de producción, aun en minas a cielo abierto. A pesar de ello, estos países, y en especial Estados Unidos, todavía pueden abastecer el mercado mundial con carbón cercano a sus costas a un precio relativamente bajo.

Es muy barato transportar el carbón de alto rendimiento calórico en grandes buques. Sólo duplica — y a veces ni eso — el costo de transportar crudo en supertanques. Empero, el costo de carga y descarga es mucho mayor y, sobre todo, el transporte de carbón, a diferencia del de petróleo, exige construir termina-

les carboníferas mar adentro, las que sólo existen en muy pocos puertos marítimos. La construcción de puertos aptos para admitir grandes transportes de carbón requiere mucho tiempo y una gran inversión. A pesar de ello, se los está construyendo en algunos países exportadores e importadores de carbón (por ejemplo, en Dinamarca).

A su debido tiempo, ingresarán al mercado internacional del carbón otros países que poseen considerables recursos comercializables (Colombia, por ejemplo).

Debido a la existencia de vastos recursos carboníferos en muchos países, es posible que los precios del producto en el mercado mundial sean estables y aun lleguen a disminuir de modo gradual, lo cual haría económicamente viable un desplazamiento hacia el consumo de carbón que, a los precios actuales, todavía no parece rentable.

La expansión del empleo del carbón está muy limitada por el elevado costo de distribuirlo a los pequeños consumidores y, muy especialmente, por razones ecológicas. La combustión de carbón pulverizado exige disponer de colectores de ceniza sumamente eficientes (en la mayoría de los casos, los precipitantes electrostáticos dan una eficiencia de 90 a 99.5 por ciento) y de chimeneas de 300 a 350 metros de altura para dispersar los óxidos nítricos y sulfurosos. En las zonas de gran densidad de consumo energético, las chimeneas altas resultan ineficientes. Incluso en el caso de carbones de bajo contenido de azufre es necesario eliminar las impurezas de los gases que salen de la chimenea. Se han desarrollado y probado en gran escala diversos métodos para extraer los óxidos de azufre, pero requieren de una gran inversión y de lugares subterráneos seguros para deshacerse de los desechos, por lo general de sulfato de calcio. Empero, lo más importante es que estas instalaciones generan gases de baja temperatura que apenas se dispersan en la atmósfera. Por consiguiente, aun con una eficiencia de recolección del azufre de 90%, en las cercanías de una planta generadora de electricidad podría llegar a aumentar la concentración de óxidos de azufre en la capa superficial. Calentar los gases de la chimenea aumenta sobremedida el costo de la instalación y reduce la eficiencia de una planta generadora, a pesar de que 80 o 90 por ciento del vapor ya utilizado se aprovecha para tal calefacción. En la mayoría de los casos sólo se limpia una parte de los gases de la chimenea; se produce así una mezcla de gases limpios de baja temperatura con gases calientes impuros, lo cual, es obvio, reduce el grado de limpieza.

No se han logrado hasta ahora métodos eficientes de limpieza para el óxido de nitrógeno. En los gases de salida, alrededor de 90% de los óxidos nítricos tienen la forma de NO, que no forma ácido. Regulando la combustión es posible impedir la formación de óxidos con el nitrógeno atmosférico; sin embargo, esta medida es ineficiente para el heteronitrógeno del carbón.

Recientemente se han propuesto nuevos métodos para la limpieza de gases que también sirven para los óxidos nítricos. En Japón se construye la primera planta de gran escala de esta clase.

En el caso de los consumidores pequeños, en el cual no pueden emplearse ni altas chimeneas ni métodos complejos de limpieza de los gases, los hornos de lecho fluidificado parecen

ofrecer las mejores posibilidades. Este método permite extraer el azufre agregando piedra caliza al carbón; se forman pocos óxidos nítricos debido a la ausencia de zonas de alta temperatura en el lecho fluidificado.

Sin embargo, estos hornos sólo funcionan con carbón que tenga un porcentaje bajo de partículas pequeñas y sea suficientemente duro para impedir la formación de partículas en el lecho fluidificado. Además, es ya evidente que se requiere un equipo nuevo para recoger de los gases las partículas encendidas de carbón y regresarlas al horno. Se requieren estudios adicionales tanto del diseño de los hornos como de las superficies de transferencia del calor en el lecho fluidificado. Aunque en este campo se llevan a cabo intensas investigaciones, no es probable —ni siquiera para fines del decenio actual— que estos hornos se utilicen en una escala tal que influyan de manera significativa en el consumo mundial de carbón.

Lo mismo puede decirse de varios otros usos del carbón, especialmente en las plantas generadoras de electricidad con instalaciones para la gasificación preliminar del combustible.

No puede esperarse que en los años ochenta se utilice el carbón en gran escala para la producción de gas y combustible sintéticos, aunque es seguro que ambos métodos desempeñarán un papel importante en un futuro más lejano.

Un factor esencial para reducir la demanda de combustibles líquidos y gaseosos sería, al parecer, una modificación radical en la relación de costos entre el combustible líquido y la energía eléctrica. Como se sabe, la proporción de la electricidad en la oferta mundial de energía crece de modo continuo. Hasta hace poco tiempo, sin embargo, ese crecimiento se veía obstaculizado por la gran diferencia entre el costo del calor producido mediante combustible líquido y el de la electricidad. Aunque la generación de ésta se basaba en buena medida en derivados del petróleo, el costo de la carga eléctrica básica era cuatro veces mayor que el del calor obtenido mediante combustible líquido (fundamentalmente debido a las grandes pérdidas ocasionadas por la conversión de energía, cuya eficiencia no suele exceder de 40%, y también, aunque en menor medida, a las inversiones necesarias para construir plantas generadoras).

En tales condiciones, el uso de la electricidad para obtener calor de bajo grado (calefacción, ventilación) y aun de grado alto (procesos electrotérmicos) se limitaba a los relativamente pocos casos en que las ventajas tecnológicas pesaban más que el elevado costo de la electricidad. Incluso el empleo de energía eléctrica fuera de las horas de máximo consumo, cuando el usuario tiene la posibilidad de almacenar el calor (por ejemplo, para suministrar calefacción y agua caliente en zonas de construcciones bajas), se hacía en una escala limitada y sólo en condiciones climáticas favorables (verbigracia, en el Reino Unido). También era muy limitado su uso en el transporte ferroviario (por ejemplo, en Estados Unidos). Aun en la URSS, donde los ferrocarriles van siempre muy cargados, hasta hace muy poco tiempo casi 50% de la carga se arrastraba con locomotoras diesel; ello se debía a que la inversión en electrificar los ferrocarriles se recuperaba con gran lentitud, puesto que era muy baja la diferencia de costo entre el combustible diesel y el residual (*mazur*) empleado como combustible en las plantas generadoras.

Hoy en día se ha suspendido en casi todas partes la construcción de nuevas unidades generadoras de carga básica alimentadas con combustible líquido; la relación de costos entre la electricidad nuclear o la de carbón y la de combustible líquido ha disminuido, en condiciones de carga básica, a 1.5-2.0 y aun menos. Por consiguiente, ya se justifica económicamente la sustitución del combustible líquido por electricidad en cualquier proceso que consuma grandes cantidades de calor a altas temperaturas (en calderas y hornos, por ejemplo).

En los ferrocarriles resulta conveniente usar la tracción eléctrica cuando el tráfico de carga es continuo (24 horas diarias); lo mismo ocurre en la propulsión eléctrica de las compresoras de gasoductos, que suelen trabajar con carga completa. Esto último es de gran importancia para la Unión Soviética, donde este tipo de transporte consume cantidades considerables de gas y las plantas compresoras son suficientemente grandes para justificar la construcción de generadoras a lo largo de los gasoductos; por ejemplo, entre Urengoi y los Urales se tenderán varios gasoductos, cada uno de los cuales tendrá una capacidad anual de 30 000 a 35 000 millones de metros cúbicos.

Por supuesto, el desplazamiento de los consumidores actuales hacia la electricidad es un proceso bastante largo e intensivo en capital, que puede no haberse completado a fines de los años ochenta. Sin embargo, si se estimula a los nuevos usuarios para que empleen energía eléctrica en lugar de combustibles líquidos, a fines del decenio se habría modificado de manera significativa el consumo energético mundial. Las ventajas de usar electricidad fuera de las horas de alta demanda parecen muy promisorias, puesto que el elevado costo del combustible líquido hace que sea menos eficiente satisfacer las demandas-pico mediante turbinas de gas baratas.

Es muy probable que, hacia fines de la década, varios países dispongan de excedentes de energía eléctrica barata por las noches y en días no laborables, que a lo largo del año suman 50% del tiempo. El bajo costo actual de esta electricidad de "momentos de carga baja" se debe a que la inversión requerida por las modernas plantas generadoras alimentadas con carbón, con todas las instalaciones necesarias para proteger el ambiente, es mucho mayor que la de las plantas de petróleo y gas, y sus posibilidades de maniobra son muy inferiores. Además, el apagado diario de las unidades de carbón consumiría cantidades considerables de petróleo o gas caros para el nuevo encendido y, en casos de disminución de la carga, para mantener una combustión estable del carbón. En las plantas nucleares, la diferencia de costos ocasionada por la caída de la carga nocturna o en días no laborables sería mucho mayor aún, puesto que en este tipo de plantas el combustible representa una parte muy pequeña del costo total de la energía: alrededor de 20 o 25 por ciento. Es probable que esto ocurra en la parte europea de la URSS, donde la nueva capacidad en construcción se compone exclusivamente de plantas nucleoelectricas.

Debido a la nueva concentración de capacidad industrial intensiva en energía en Siberia central, región que dispone de más energía y combustibles baratos que la parte europea de la URSS, crecerá el consumo doméstico y el industrial de un turno; en consecuencia, la curva de carga declinará por las noches y en días no laborables.

Una parte considerable de la capacidad (más de 30%) está dada por plantas de co-generación, cuya carga eléctrica no puede disminuir si se consume calor, y la mayoría de las generadoras convencionales están equipadas con calderas de paso continuo de presión supercrítica, que no están diseñadas para disminuciones de carga frecuentes o para apagarlas a menudo. Por esa razón, será muy difícil proporcionar carga completa a las plantas nucleoelectricas durante los períodos de escasa actividad.

Las plantas hidroeléctricas constituyen una pequeña fracción de la capacidad generadora total en la parte europea de la URSS y se caracterizan por su baja altura de caída (20 m); por ello sus posibilidades de aplicación son muy limitadas. El relieve plano de esta vasta región obstaculiza la construcción de estaciones de bombeo.

Como consecuencia de todo lo anterior, durante 50% del tiempo resulta conveniente suministrar montos considerables de electricidad al precio del combustible nuclear, es decir, alrededor de una cuarta parte del costo de la electricidad en condiciones de carga básica. Ello significa que, para los usuarios que "regulan" el consumo de que hablábamos más arriba, la electricidad sería la energía más barata. Por tanto, sería aconsejable orientar hacia esas condiciones a varias industrias intensivas en energía que admitan frecuentes encendidos y apagados (por ejemplo, las de procesos plasma-químicos).

También resultaría conveniente utilizar la electricidad en gran escala para suministrar agua caliente a usuarios dispersos, proporcionándoles instalaciones de almacenamiento.

Nótese que, al utilizar la energía en horas de escasa actividad, estos consumidores no requerirán de inversiones adicionales en plantas generadoras ni en redes de distribución, cuyo costo determina la mayor parte del precio total de la electricidad para consumidores dispersos.

En general, debo subrayar que es necesario modificar radicalmente la actitud de los consumidores frente a la electrificación. Esa nueva actitud conduciría a una sustitución mucho más intensa de los combustibles líquidos por energía eléctrica generada con recursos más baratos que aquéllos.

Por supuesto, una modificación radical de la situación no significa que la pauta de consumo óptima pueda alcanzarse en un lapso de diez años. Llevará mucho tiempo reconstruir un sistema energético que se ha mostrado tan resistente a los cambios. Sin embargo, es indudable que algunas de estas modificaciones ya han influido, y seguirán influyendo, en lo que será la demanda de petróleo a fines del decenio de los ochenta.

Para evaluar correctamente los posibles cambios cuantitativos futuros, es necesario formular un análisis detallado de la situación presente y de la proyectada. En las condiciones actuales, extrapolar hacia fines de los ochenta las tasas de consumo de petróleo de los últimos años, consumo que se mantuvo casi constante, llevaría a cometer errores como los que aparecen en varias proyecciones elaboradas a comienzos de los setenta, en las que se postulaba una tasa de crecimiento anual del consumo de petróleo de 7-8 por ciento. □