

Tendencias de la oferta de uranio

por Maurice Hansen

INTRODUCCION E HISTORIA

Antes de la aparición de la energía nucleoelectrónica, los minerales uraníferos se utilizaban en escala muy limitada como agente colorante en cerámica, como fuente de radio y, en algunos casos, como fuente de vanadio. Es posible también que aun antes, debido a los brillantes colores naranja y amarillo de sus minerales secundarios, el hombre primitivo los utilizase como colorantes para sus pinturas ceremoniales. Como consecuencia del descubrimiento de la fisión nuclear nació una industria totalmente nueva, con los naturales correlarios que significan los problemas de demanda, extracción de recursos y oferta. Estimulados por especiales incentivos durante los primeros años de esta industria nuclear, los prospectores descubrieron más de 20 000 yacimientos de uranio solo en América del Norte; en 1959 la producción total mundial había alcanzado un pico de 34 000 toneladas de uranio en las minas de Sudáfrica, Canadá y Estados Unidos.

Este rápido crecimiento condujo también a nuevos problemas. Al cesar las adquisiciones del mineral para fines militares, no se renovaron los contratos de compra de los gobiernos, y las grandes reservas acumuladas como consecuencia de las ganancias obtenidas de la venta a esos gobiernos, junto con la inexistencia de un importante mercado comercial, condujeron a una oferta excesiva de uranio. Como era de rigor, esa excesiva oferta y el almacenamiento de mineral barato en diversos países provocó una caída de los precios a menos de 5 dólares por libra en 1971. Aunque las previsiones efectuadas a principios de los años 70 vinieron a fortalecer la confianza en el futuro de la energía nucleoelectrónica y, en consecuencia, en la demanda de uranio, los precios permanecieron bajos hasta fines de 1973, año en que la OPEP anunció una subida muy fuerte del precio del petróleo que, como es natural, arrastraron también en sentido ascendente y de modo sustancial a los del carbón.

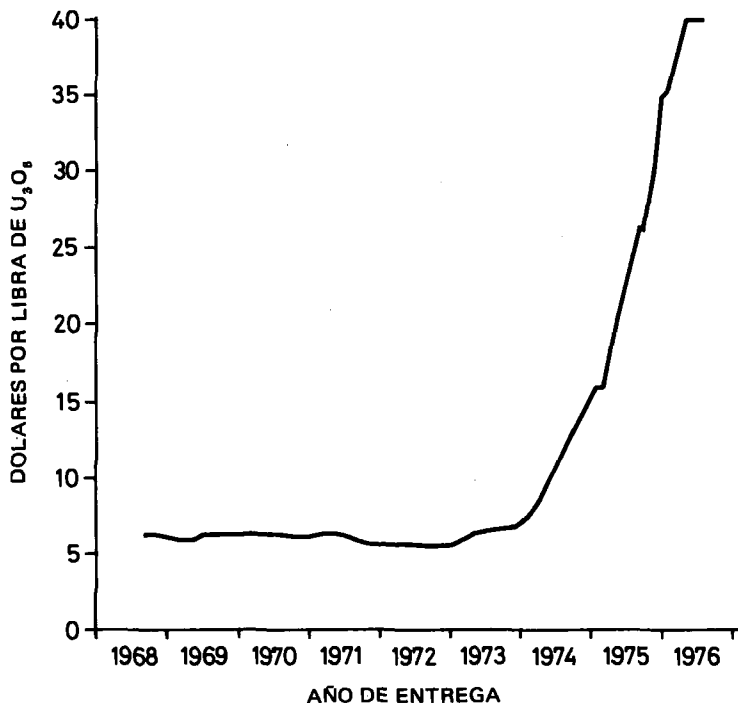
La rentabilidad del combustible nuclear mejoró inmediatamente, experimentando los precios del uranio un alza vertiginosa en 1974. Sin embargo, las consecuencias mundiales de la decisión de la OPEP produjeron igualmente efectos negativos en la industria del uranio. Los costos de producción de este elemento aumentaron de modo espectacular — lo mismo que los costos de capital — y los recursos financieros para invertir en nuevas empresas de uranio se hicieron más escasos y más costosos. Con todo, la actual situación en lo que respecta a la oferta de uranio permite creer en una evolución satisfactoria, a pesar de los muchos problemas que quedan por resolver.

RECURSOS DE URANIO

Se cree que la demanda futura de combustible de uranio alcanzará en el año 2000 un total acumulativo de 2 a 3 millones de toneladas. La oferta de combustible de uranio para satisfacer tal demanda procederá de los recursos uraníferos y su evaluación se basa en las estimaciones de la capacidad de producción, en las fluctuaciones del mercado, en factores políticos y en la extracción de reservas aún por descubrir. De hecho, la reciente alza brutal del precio del uranio (Figura 1) dificulta todavía más la evaluación de los recursos de este elemento debido a que los parámetros financieros y operacionales se han modificado enormemente.

El Sr. Hansen es miembro de la Sección de Materiales Nucleares y Ciclo del Combustible, División de Energía Nucleoelectrónica y Reactores

Figura 1: Evolución de los precios del U_3O_8 de entrega inmediata



Datos facilitados por Nuclear Exchange Corporation

Los recursos de uranio se pueden clasificar en "recursos razonablemente seguros", que en este informe se consideran como reservas, y "recursos adicionales estimados". Cada una de esas categorías se divide a su vez en dos subcategorías según los costos de producción: de menos de 15 dólares por libra de U_3O_8 , y de 15 a 30 dólares por libra. (Estos valores se basan en el poder adquisitivo del dólar de los Estados Unidos en 1 de enero de 1975). Antes de 1975, las categorías se establecían según el precio de venta; desde esa fecha las cifras representan el costo de producción. (El uranio canadiense se clasifica según el precio de venta, pero en la mayoría de los informes tales recursos pueden compararse con otros basados en el costo).

RECURSOS REZONABLEMENTE SEGUROS

El Cuadro 1 indica los recursos razonablemente seguros, según comunicación del Grupo mixto de trabajo AEN/OIEA desde 1965. Los recursos razonablemente seguros se encuentran en yacimientos conocidos de ley, cantidad y configuración tales (basados en datos y mediciones de muestras específicas, y en el conocimiento de las características del criadero) que, con las tecnologías de laboreo y tratamiento actualmente utilizadas, podrían extraerse a un costo ajustado a ciertos márgenes máximos y mínimos.

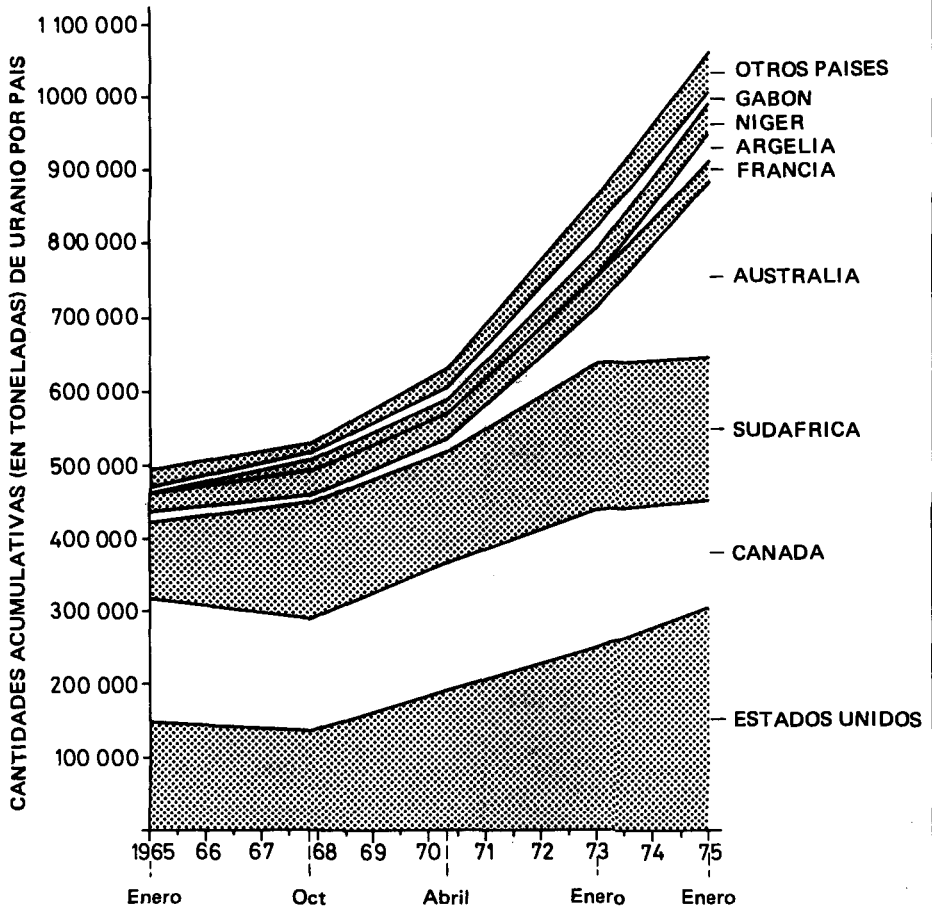
Cuadro 1: Recursos razonablemente seguros de uranio

País	1965 Menos de 10 \$/lb	1967 Menos de 10 \$/lb	1970 Menos de 10 \$/lb	1973 Menos de 10 \$/lb	1975 Menos de 15 \$/lb
	TONELADAS DE U				
Argelia					28 000
Argentina	3 800	6 900	7 700	9 200	9 300
Australia	12 000	8 200	16 700	71 000	243 000
Brasil			800		9 700
Canadá	162 000	154 000	178 000	185 000	144 000
Congo	4 600	4 600			
Corea					
Dinamarca (Groenlandia)				5 600	
España	8 000	8 000	8 500	8 500	10 000
Estados Unidos	150 000	138 000	192 000	259 000	320 000
Finlandia					
Francia	28 000	35 000	35 000	36 000	37 000
Gabón	3 800	3 100	10 400	20 000	20 000
India					3 400
Italy		1 200	1 200	1 200	1 100
Japón			2 100	2 800	
Marruecos	4 600	4 600			
México			1 000	1 000	5 000
Níger		9 000	20 000	40 000	40 000
Portugal	5 400	7 000	7 400	6 400	6 900
Reino Unido					
República Centroafricana			8 000	8 000	8 000
Rep. Fed. de Alemania					500
Sudáfrica	108 000	158 000	154 000	202 000	186 000
Suecia					
Turquía				2 200	2 600
Yugoslavia				6 000	4 200
Zaire				1 800	1 800
Otros países*	3 800	3 800	2 800		
Total	494 000	541 400	645 600	866 300	1 080 500

* Italia, República Federal de Alemania, Turquía y Yugoslavia. Durante varios años esos países no figuraron por separado en los informes.

Cabe señalar que para los primeros cuatro períodos cubiertos por los informes (a saber, de 1965 a 1973), el costo de los recursos razonablemente seguros era de 10 dólares o menos por libra. Debido a la rápida tasa de la inflación de los últimos años, el Grupo de trabajo AEN/OIEA, en su informe de diciembre de 1975, llegó a la conclusión de que los recursos de un costo inferior a 15 dólares por libra de U_3O_8 son probablemente equivalentes a los de 10 dólares o menos indicados en informes precedentes.

Figura 2: Crecimiento relativo de los recursos de uranio razonablemente seguros (Grupo mixto de Trabajo AEN/OIEA sobre recursos de uranio)



* Otros países: Argentina, Brasil, República Centroafricana, Congo, República Federal de Alemania, Dinamarca (Groenlandia), España, India, Italia, Japón, Marruecos, México, Portugal, Yugoslavia y Zaire.

La Figura 2 presenta de modo gráfico la información del Cuadro 1; En varios países, durante el período de once años, se señalan pequeños aumentos de los recursos razonablemente seguros, pero el incremento más espectacular ha tenido lugar en Australia. Los recursos de uranio de los Estados Unidos han registrado un crecimiento bastante continuo, mientras que los del Canadá y Sudáfrica han permanecido más o menos constantes. Conviene notar que Argelia se sumó en 1975 a los países con recursos de uranio.

Cuadro 2: Recursos adicionales estimados de uranio

País	1965	1967	1970	1973	1975
	Menos de 10 \$/lb	Menos de 10 \$/lb	Menos de 10 \$/lb	Menos de 10 \$/lb	Menos de 15 \$/lb
	TONELADAS DE U				
Argelia					
Argentina	12 000	16 000	17 000	14 000	15 000
Australia		2 300	5 100	78 500	80 000
Brasil			800	2 500	8 800
Canadá	223 000	223 000	177 000	190 000	324 000
Congo					
Corea					
Dinamarca (Groenlandia)				10 000	
España					8 800
Estados Unidos	250 000	250 000	390 000	538 000	500 000
Finlandia					
Francia	22 000	15 000	19 000	24 300	25 000
Gabón		2 700	5 000	5 000	5 000
India					800
Italia					
Japón					
Marruecos					
México					
Níger		10 000	29 000	20 000	20 000
Portugal	2 300	5 000	6 000	5 900	
Reino Unido					
República Centroafricana			8 000	8 000	8 000
Rep. Fed. de Alemania					1 000
Sudáfrica		16 000	11 500	8 000	6 000
Suecia					
Turquía					400
Yugoslavia				10 000	
Zaire				1 700	1 700
Otros países*	15 000	15 000	8 500		
Total	524 300	555 000	676 900	915 900	1 004 500

* Italia, República Federal de Alemania, Turquía y Yugoslavia. Durante varios años esos países no figuraron por separado en los informes.

RECURSOS ADICIONALES ESTIMADOS

Se cree que los recursos adicionales estimados se encuentran en terrenos sin explorar de yacimientos conocidos o en yacimientos sin descubrir en distritos uraníferos conocidos. Es razonable suponer que estos yacimientos podrán descubrirse y explotarse con un costo

dentro de los valores indicados. Sin embargo, el volumen de esos recursos adicionales estimados se basa, en primer lugar, en el conocimiento de las características de los yacimientos situados en los mismos distritos y su evaluación es menos exacta que la de los recursos razonablemente seguros.

El Cuadro 2 indica los recursos adicionales estimados sobre los que se ha recibido información durante el mismo período que el del Cuadro 1. Dentro de esos parámetros, solo se ha pronosticado el descubrimiento de alrededor de un millón de toneladas de uranio.

RECURSOS DE COSTO MAS ELEVADO

Se comunicaron también al Grupo de trabajo AEN/OIEA otros recursos de uranio cuya extracción supondrá un costo situado entre 15 y 30 dólares. Los recursos razonablemente seguros dentro de esta categoría, que ascienden a un total de 730 000 toneladas de uranio, se han estimado inicialmente a partir de no muy numerosos datos obtenidos al explorar recursos de costo más bajo. Los recursos adicionales estimados dentro de este intervalo de costos ascienden a 680 000 toneladas de uranio.

RECURSOS ESTIMADOS A PARTIR DE INFORMACIONES GEOLOGICAS

Además, los Estados Unidos y el Canadá han iniciado programas para determinar el potencial de uranio de regiones en las que las condiciones geológicas puedan ser favorables para la existencia de yacimientos uraníferos. Debido a la naturaleza de esas estimaciones, las cantidades basadas en los datos disponibles pueden ser menos exactas en varias órdenes de magnitud que las correspondientes a los recursos razonablemente seguros o a los recursos adicionales estimados.

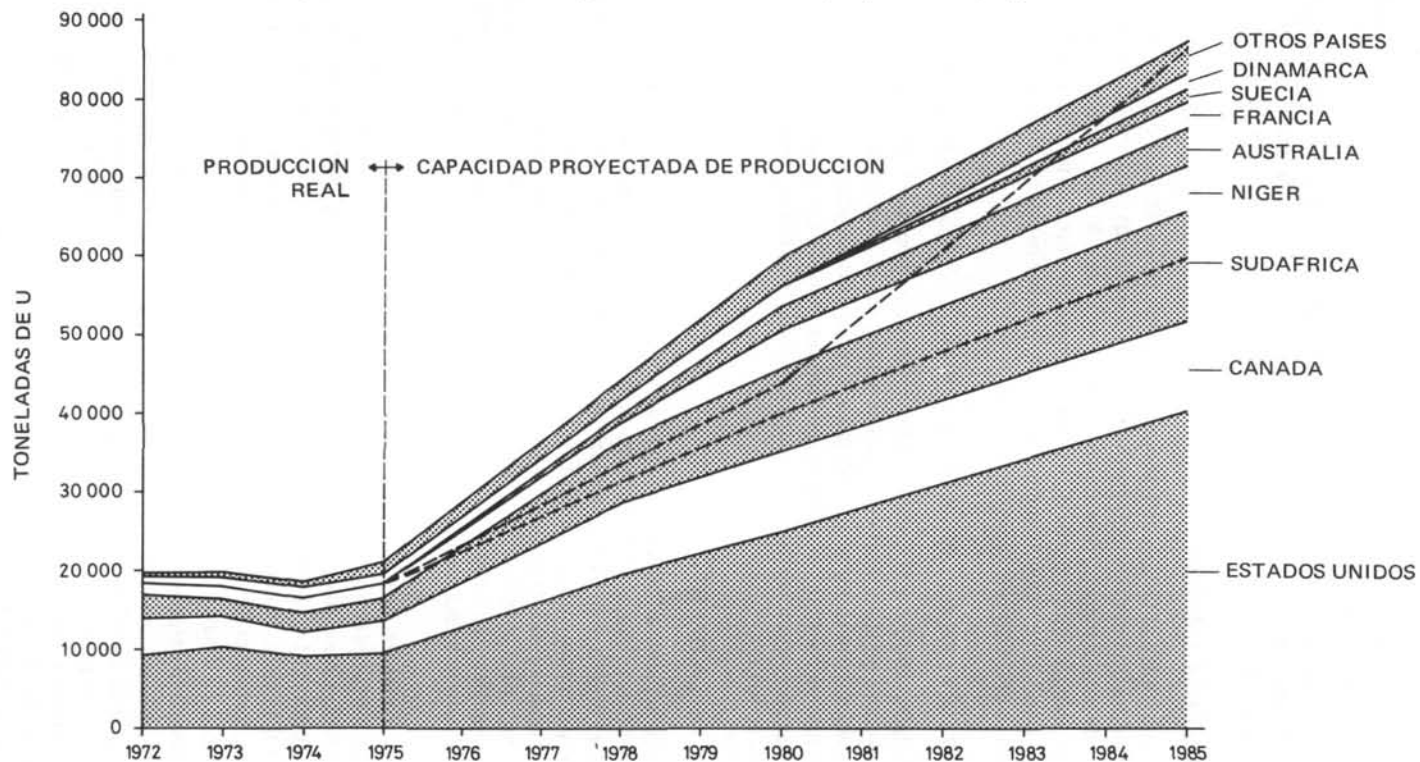
TENDENCIAS DE LA OFERTA

La utilización de la palabra "tendencias" no es muy afortunada porque supone una evolución que permita efectuar proyecciones. Esto no es muy exacto en el caso del uranio. En los primeros años, el uranio se produjo para satisfacer necesidades ante todo de carácter militar en un mercado prácticamente artificial. En los Estados Unidos, además del precio de base, se pagaban primas a la producción y según la ley del mineral, un subsidio para el desarrollo de las minas y otro para el transporte a distancias hasta de 100 millas (e incluso más lejos en contratos especiales), y se concedían subvenciones extraordinarias para la construcción de plantas de tratamiento del mineral. En esas condiciones era natural que hubiese oferta de uranio.

Pero tales condiciones tan favorables han dejado de existir. El mercado es hoy práctica y completamente independiente de esos incentivos. No son las necesidades del Gobierno lo que fija los precios, sino el libre juego de la oferta y la demanda, y, como se ha indicado ya en la Figura 1, para ventas para entrega inmediata este mecanismo parece algo impreciso, especialmente si se tiene en cuenta que los precios fijados en contratos a largo plazo para el suministro de torta amarilla estaban comprendidos en 1976 entre un valor mínimo de 7,10 dólares hasta 32 dólares por libra.

Teniendo en cuenta el carácter artificial durante las primeras etapas del mercado de uranio, entonces controlado por el Gobierno, y la aparente inestabilidad en su reciente pasado comercial, sería erróneo referirse a una "tendencia" de la oferta del uranio y extrapolarla en el futuro. Solo es posible hacer una generalización acerca del pasado: cuando había demanda, existía una oferta. Por consiguiente, en un contexto futuro, la proyección de una demanda y las posibilidades de satisfacerla son prácticamente los únicos instrumentos de que disponemos para definir las futuras tendencias del mercado. La oferta futura de uranio dependerá no solo de la existencia de reservas sino además del ritmo de explotación de los recursos.

Figura 3: Tasas recientes de producción de uranio y capacidades proyectadas



— Capacidad de producción

- - - Demanda de uranio (estimación más alta, sin reciclado de plutonio ni de uranio; más baja, con reciclado de Pu y de uranio en 1981)

Otros países: Argentina, España, Gabón, Italia, Japón, México, Portugal, República Federal de Alemania y Yugoslavia.

El Cuadro 3 presenta el ritmo que los distintos países que han comunicado datos al Grupo de trabajo AEN/OIEA prevén para la expansión de su capacidad de producción de uranio hasta 1985. En la Figura 3 estos datos se dan en forma gráfica a fin de indicar por países de expansión estimada así como la de cada uno en relación con el total. Esa Figura indica también las estimaciones correspondientes a una producción máxima y mínima. La línea superior representa la estimación máxima, sin reciclado de uranio o de plutonio, mientras que la inferior representa la mínima con reciclado de uranio y de plutonio a partir de 1981.

Los cálculos de la demanda acumulativa hasta 1985 varían entre 513 000 toneladas de uranio y 594 000 toneladas. Por tanto, puede sacarse la conclusión de que los recursos razonablemente seguros serán suficientes hasta 1985, como mínimo, y de que, con toda probabilidad, la expansión planificada de la capacidad de producción de las plantas de tratamiento de mineral uranífero permitirá garantizar existencias adecuadas. El ritmo de aumento desde 26 000 toneladas de capacidad anual en 1976 a 87 000 toneladas en 1985 es algo superior al 300%: tarea difícil pero no imposible. Pero ¿qué ocurrirá después de 1985? ¿Qué problemas habrá que resolver? ¿Cuáles serán los factores que puedan limitar el suministro de uranio?

En primer lugar habría que estudiar la disponibilidad de recursos. Una primera mirada (Cuadro 1) parece indicar que los recursos razonablemente seguros, de un costo de extracción de menos de 15 dólares por libra de U_3O_8 , bastarán hasta finales de los años 80 y que la adición de los recursos de un costo entre 15 y 30 dólares permitirá satisfacer la demanda hasta mediados de los años 90. Pero ello no es necesariamente así. Aunque exista al parecer una cantidad suficiente de reservas de mineral de uranio, los factores físicos relativos al tamaño, forma y profundidad de los criaderos limitan el ritmo óptimo de laboreo. Por ejemplo, aunque los yacimientos de conglomerados en el Canadá sean muy grandes, no se explotarán hasta muy avanzado al próximo siglo debido a las dificultades de orden físico nacidas del aumento de escala de las operaciones. Por consiguiente, esas reservas de mineral no contribuirán al rápido aumento de la oferta de uranio. La producción de uranio a partir de minerales auríferos de Sudáfrica está limitada totalmente por el ritmo de la minería del oro. (Igual factor limitativo existe para la obtención del uranio como subproducto de fosfatos o del cobre.)

Tales limitaciones indican claramente que es preciso descubrir y explotar otros recursos uraníferos si se quiere satisfacer la demanda después de los años 80. Esto exige tiempo: por regla general unos diez años entre el comienzo de la búsqueda de uranio y la producción del concentrado, aunque ese lapso puede variar según las circunstancias. Se destina ese tiempo a distintas actividades más o menos largas, según se indica en la Figura 4. Antes de que un yacimiento recién descubierto pueda suministrar uranio es preciso completar las distintas etapas consistentes en estudios geológicos, perforaciones de exploración, perforaciones de desarrollo, operaciones de minería y construcción de la planta. Ello supone, desde luego, que se ha realizado primero el descubrimiento. Normalmente, a menos que un geólogo esté dotado de poderes sobrenaturales — y no conozco a ninguno — la búsqueda de uranio abarca muchos miles de kilómetros cuadrados incluso antes de que quepa la posibilidad de un nuevo descubrimiento. Desde luego, el proceso de búsqueda tiene lugar sobre extensas superficies. Se ha estimado que el 15% aproximadamente de la superficie terrestre ha sido explorado en búsqueda de uranio. Puede conjeturarse sin temor a error que otro 20% no ofrece, en la actualidad, gran interés desde un punto de vista geológico; alrededor de otro 10% plantearía graves problemas logísticos dadas las técnicas hoy aplicadas para la exploración de la superficie y para las operaciones de minería; tal vez otro 15% son tierras urbanas o agrícolas que planteaban especiales dificultades de exploración y minería, y es posible que alrededor de un 15% planteen dificultades de orden

Cuadro 3: Capacidad de producción de uranio

Países	Existente 1974	Plani- ficada 1975	Plani- ficada 1978	Proyec- tada* 1980	Conseguible* 1985	
	TONELADAS DE U/AÑO					
Alemania (Rep.Fed.de)	250	250	250	250	250	
Argentina	46	60	120	600	720	
Australia	—	—	760	3 260	5 000**	
Canadá	4 600	6 500	8 500	10 000	11 500	
Dinamarca	—	—	—	—	1 000—1 500	
España	60	144	340	680	680	
Estados Unidos	13 500	12 000	19 000	25 000	40 000	
Francia	1 800	1 800	2 200	3 000	3 000—3 500	
Gabón	800	800	1 200	1 200	1 200	
Italia	—	—	—	120	120	
Japón	30	30	30	30	30	
México	—	—	210	320	1 000	
Níger	1 200	1 200	2 200	4 000	6 000	
Portugal	90	115	130	130	300	
Sudáfrica	2 700	2 700	9 200	11 250	13 800	
Suecia	—	—	—	—	1 300	
Yugoslavia	—	—	—	120	180	
						Demanda total año 2000***
Total (redondeado)	25 100	25 600	44 100	60 000	87 000	200 000 300 000

* Si las condiciones de mercado lo permiten.

** La producción podría ampliarse según el futuro crecimiento del mercado de uranio

*** La estimación más baja incluye el reciclado del uranio y plutonio a partir de 1981. La más alta no tiene en cuenta el reciclado de uranio o de plutonio.

político. Es probable que el 25% restante sea geológicamente interesante, y no presente obstáculos desde un punto de vista político, ambiental y logístico para su explotación. Esta última zona, así como las zonas ya exploradas, podrán ser eventualmente objeto de actividades de prospección más a fondo y rendir nuevos descubrimientos.

En segundo lugar, la exploración y extracción de uranio durante el resto de este siglo necesitarán inversiones estimadas de diez mil a casi 20 mil millones de dólares. Como en el caso de otros minerales, las inversiones en la exploración de uranio deben ser comercialmente interesantes; por consiguiente, para obtener esos capitales deberá contarse con cierta seguridad de que existirá una demanda de uranio. Además convendrá tener una idea aproximada del volumen de la demanda anual, y contar con una probabilidad razonable de descubrir nuevos yacimientos uraníferos. Por lo tanto resulta cada vez más urgente evaluar lo antes posible los recursos potenciales de uranio en todo el mundo.

El problema de los recursos monetarios necesarios, aunque de envergadura, puede ser resuelto por la misma industria. Por ejemplo, en los últimos años se ha recurrido a diversos arreglos en virtud de los cuales el consumidor ha ayudado al productor mediante contratos a largo plazo para suministros futuros. Estos arreglos garantizan un mercado y un financiamiento a largo plazo, por medio de una participación directa o a través de empresas mixtas, en proyectos de exploración, y mediante el pago previo del uranio antes de que haya sido producido.

Por último, no se puede ignorar la tendencia creciente de las naciones productoras de uranio a controlar las inversiones extranjeras en el uranio — por ejemplo, en Australia y Canadá — ni la posibilidad de que otros países limiten o prohíban la exploración y explotación de los recursos uraníferos dentro de sus fronteras. Hasta cierto punto, esos recursos han estado siempre reglamentados por los gobiernos, y la buena o mala disposición de las naciones soberanas para permitir el desarrollo de sus industrias de uranio puede alterar considerablemente el panorama de la oferta mundial de este producto. En realidad poco puede hacer la industria para protegerse contra decisiones negativas de los gobiernos, aparte de continuar realizando análisis de mercado en los que se tengan en cuenta los probables o posibles cambios en tales restricciones gubernamentales.

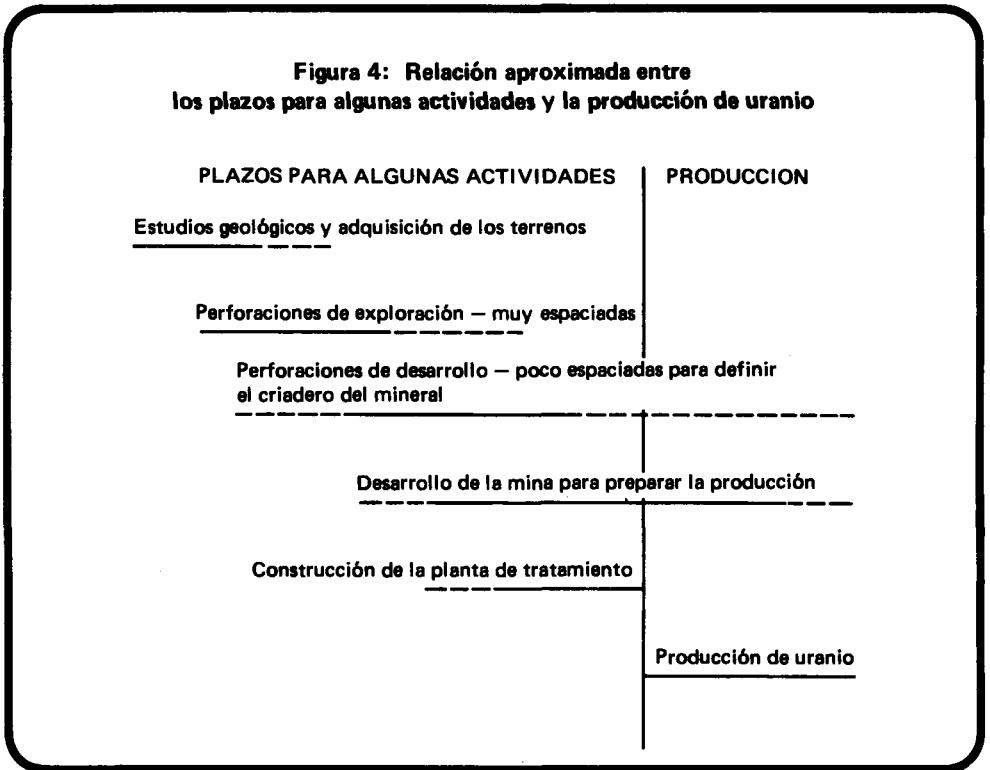
OTROS FACTORES QUE AFECTAN A LA OFERTA

Suponiendo que los costos no aumenten proporcionalmente, un alza espectacular del precio del concentrado de uranio debería tener como resultado la producción de mucho más grandes cantidades de uranio, que en realidad es exactamente lo que ocurre. Pero esto no significa que la oferta aumentará automáticamente siempre que suban los precios. De hecho, la oferta puede disminuir temporalmente debido a que, a corto plazo, los minerales de baja ley son extraídos y tratados al mismo ritmo que los de ley alta, y, si bien la corriente de utilidades de los productores puede permanecer casi la misma, la producción real de concentrado será menor ya que el mineral contiene menos uranio. Mediante el aumento de la extracción de mineral de uranio, que exige nuevas minas y la construcción o ampliación de las plantas de tratamiento de mineral, se superará este descenso temporal de la oferta.

Los desequilibrios entre la oferta y la demanda de uranio provienen de la diferente manera de juzgar las futuras necesidades. Sin embargo, la interdependencia existente entre los productores, que tienen solo un mercado, y los consumidores, que tienen solo una fuente de abastecimiento, debería tender a minimizar, mediante medidas tomadas en común, el riesgo de un desequilibrio oferta-demanda.

El laboreo de mineral extraíble a bajo costo durante los períodos en que regían precios bajos ha ocasionado la pérdida de grandes cantidades de minerales de muy baja ley, que quedaron desaprovechados al extraerse los minerales muy ricos. Según la naturaleza del

Figura 4: Relación aproximada entre los plazos para algunas actividades y la producción de uranio



yacimiento, esto puede suceder así ya porque el costo mismo de su separación sea mucho más elevado que el valor del mineral beneficiado o ya porque dicho mineral secundario resulte inaccesible debido a haber sido empleado como material para rellenos o diluido, etc. En cualquier caso, sin minerales de ley más alta, la explotación de los de ley más baja es antieconómica. La única manera de resolver este problema es mediante un cuidadosa optimización económica y operacional del criadero antes de empezar el laboreo.

RESERVAS DE MINERALES DE LEY MUY BAJA

En el pasado no se han explorado criaderos de ley muy baja (de 100 a 500 ppm). Cuando el uranio se cotizaba de 6 a 8 dólares por libra, el hallazgo de una muestra de ley baja en la periferia de un criadero era a menudo motivo para cesar las perforaciones de explotación en dicha dirección. Como resultado de ello, nuestro conocimiento de los minerales uraníferos de ley muy baja (y, en consecuencia, de costo elevado) ha quedado limitado a los escasos datos obtenidos durante la búsqueda de yacimientos de ley alta.

Esta tendencia ha cambiado recientemente. Prueba de ello es la explotación del yacimiento de Rossing, en Africa Sudoccidental, de los esquistos suecos, y el interés por el yacimiento de baja ley de Groenlandia, en todos los cuales la proporción de uranio es solo de 250 a 400 partes por millón. En los Estados Unidos y en el Canadá se está investigando la existencia de grandes yacimientos de ley baja.

FUENTES EXTRAORDINARIAS DE ABASTECIMIENTO

El examen del abastecimiento de uranio no quedaría completo sin mencionar ciertas fuentes poco comunes de uranio. No cabe duda de la existencia de dichas fuentes. El mayor

problema que plantea su utilización estriba en los esfuerzos que serían necesarios para extraer el uranio. La extracción de solo 5000 toneladas anuales de uranio (alrededor del 5% de la demanda prevista en 1986 y únicamente el 2% de la de 1998) a partir de fosfatos requeriría recuperar el 100% de todo el uranio contenido en todos los fosfatos producidos en el mundo; la recuperación de la misma cantidad de uranio contenida en el granito requeriría una excavación a cielo abierto diez veces más grandes que la mayor mina a cielo abierto hoy existente, y necesitaría una inversión de más de mil millones de dólares; la recuperación a partir de los estratos esquistosos de más potencia y de ley más alta requeriría un desmonte anual de 15 kilómetros cuadrados, y originaría problemas ambientales y técnicos sin precedentes; la recuperación a partir del agua del mar — en teoría una fuente casi inextinguible de abastecimiento —, suponiendo que sea posible recuperar solo una tercera parte del uranio (lo que es probablemente un cálculo optimista) exigiría tratar 5000 kilómetros cúbicos de agua. El mejor agente conocido actualmente para separar uranio del agua del mar tendría que ser tratado químicamente a un ritmo de un millón de metros cúbicos *diarios*. Y, teniendo en cuenta que debe permanecer en el agua del mar de dos a cuatro días, habría que prever el almacenamiento de otros 3 000 000 de metros cúbicos, precisándose un dique de 6 metros de ancho, y 5 de alto y 100 kilómetros de largo. Por tanto, puede afirmarse sin vacilar que ninguno de estos recursos extraordinarios de uranio constituirá una fuente importante de abastecimiento durante mucho tiempo todavía.

CONCLUSIONES

La oferta de uranio de bajo costo resultará suficiente hasta mediados de los años 80. A partir de ese momento, será necesario desplegar considerables esfuerzos para satisfacer una demanda que, según las predicciones, crecerá rápidamente. Una disminución del ritmo de aumento del consumo de energía reducirá algo la demanda, y un aprovechamiento más eficaz de la misma la reducirá aún más. Pero es el principal problema el tiempo necesario (normalmente de unos diez años) para poner en explotación un yacimiento de uranio. Convendría iniciar desde ahora los trabajos de exploración de uranio que se necesitará después de 1985. Aunque las actividades de exploración parecen aumentar en todo el mundo y se tiene plena conciencia de las dificultades con que se tropezará para conseguir un adecuado abastecimiento, los esfuerzos que se realizan no alcanzan, sencillamente, la escala necesaria.

Sería injusto terminar el presente artículo con tal nota pesimista. El uranio es un elemento relativamente abundante y, teniendo en cuenta que aún queda por explorar el 25% de la superficie terrestre favorable para la existencia de ese elemento y que otro 15% puede ser objeto de más detalladas prospecciones, las posibilidades de efectuar nuevos descubrimientos no son malas.

La disponibilidad de mano de obra puede plantear problemas locales de carácter temporal a algunas compañías mineras, pero si éstas prevén beneficios suficientes será posible superar tales dificultades. Si se obtienen los recursos financieros necesarios, pocos motivos hay para creer que la oferta quedará, a la larga, muy rezagada con respecto a la demanda, excepto en algunos casos aislados. Pero la tarea con que se enfrenta el productor de uranio es probablemente una de las de mayor envergadura que ha tenido que arrostrar cualquier sección de la industria minera. En el próximo cuarto de siglo, la industria debe crecer a una tasa sin precedentes (del 12 al 15% anual) a partir de una base ya relativamente elevada, invertir una cifra estimada en diez a 20 mil millones de dólares y suministrar a un mundo sediento de energía un total acumulativo de dos a cuatro millones de toneladas de uranio. Aunque exista el peligro de bruscas fluctuaciones de precios y de períodos de graves desequilibrios entre la oferta y la demanda, es probable que podrán satisfacerse las necesidades de este elemento siempre y cuando los productores y consumidores cooperen en todas las fases de su producción.