

CAMBIOS EN LAS PERSPECTIVAS MUNDIALES

TENDENCIAS DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR EN EL NUEVO SIGLO

POR NOBORU OI Y LOTHAR WEDEKIND

En momentos en que la demanda de energía y los problemas ambientales aumentan en más países, más atención se presta al papel que puede desempeñar la energía nucleoelectrica como fuente de electricidad segura y no contaminante. Al mismo tiempo, las nuevas condiciones están afectando a los planes de las industrias nucleoelectricas del mundo y están cambiando los conceptos sobre el futuro desarrollo de la tecnología.

En los últimos veinte años ha evolucionado mucho el tema de cómo debe desarrollarse la energía nucleoelectrica desde el punto de vista técnico y comercial. Antes, los científicos y expertos solían creer que el ciclo cerrado del combustible sería la opción más conveniente, en otras palabras, que el combustible procedente de los reactores de potencia se reelaboraría después de su uso inicial y el plutonio del combustible gastado se recuperaría para reciclarlo como combustible en los reactores "reproductores rápidos". Estos reactores, a su vez, producirían más plutonio, que podría emplearse como combustible en otros reactores. Así cerrado, el ciclo del combustible nuclear prometía ser una tecnología energética competitiva y a largo plazo.

No obstante, las condiciones cambiaron, y en los dos últimos decenios ha surgido un conjunto de "nuevas realidades". Una de ellas es que la producción de electricidad a partir de la energía nucleoelectrica ha crecido a un ritmo mucho más lento que el

esperado; otra es que en la actualidad el interés en los reactores reproductores rápidos es limitado y donde se están desarrollando hay demoras en la comercialización; y la otra es que la adopción de un ciclo cerrado del combustible nuclear no se ha generalizado tanto como se había previsto, y en los casos en que se ha escogido esa opción, sólo se ha aplicado parcialmente. Estas nuevas realidades han contribuido a que se acumule el plutonio de los programas del sector civil y a que el inventario de combustible gastado almacenado aumente cada vez más. Por otra parte, como resultado del fin de la Guerra Fría, tal vez, en breve, gran cantidad de plutonio procedente de ojivas desmanteladas se transferirá al sector civil, con lo que aumentarían esos inventarios.

A nivel mundial, los países están trabajando de consuno para solucionar los problemas técnicos y de política específicos que plantean esas nuevas condiciones, y definir más claramente las esferas de cooperación global comunes. Un importante foro fue el Simposio Internacional sobre estrategias relacionadas con el ciclo del combustible nuclear y los reactores: Adaptación a las nuevas realidades, celebrado en junio de 1997, con la participación de más de 300 expertos de 40 países y cinco organizaciones internacionales. El Simposio fue organizado por el OIEA en colaboración con la Comisión Europea (CE), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE/AEN) y el Instituto del Uranio (UI). (Véase el recuadro de la página 11.)

En el presente artículo se destacan determinados aspectos de los principales temas analizados en el Simposio. Los temas fueron debatidos de manera exhaustiva por seis grupos de trabajo, y cada uno presentó conclusiones que reflejan los criterios internacionales comunes acerca de la situación y las tendencias que afectarán al desarrollo del ciclo del combustible nuclear hasta bien entrado el próximo siglo.

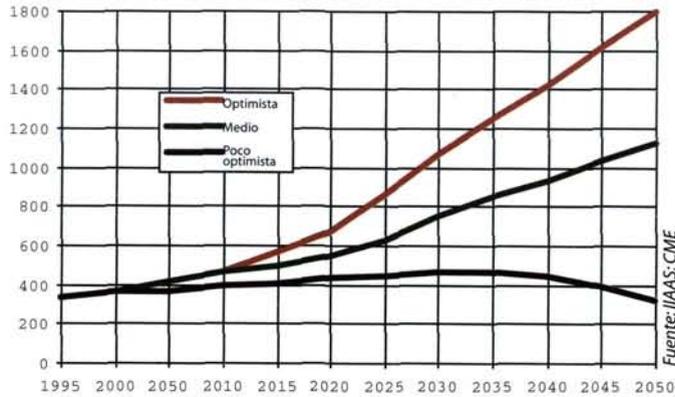
PERSPECTIVAS ENERGETICAS GLOBALES

Este grupo de trabajo, presidido por el Sr. H.F. Wagner (Alemania), examinó la energía nuclear en una perspectiva a largo plazo. Entre sus principales conclusiones figuran las siguientes:

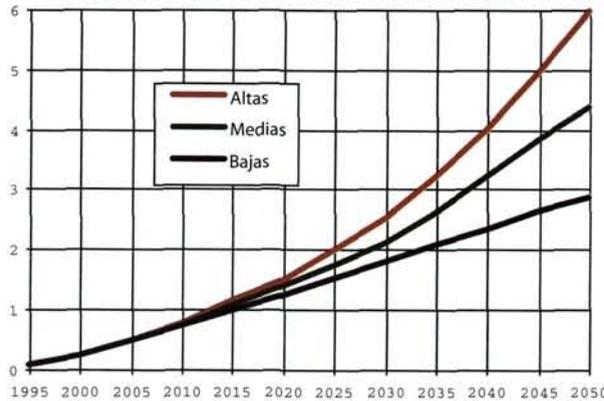
- Es probable que los suministros de uranio para los reactores nucleares de potencia basten para satisfacer las necesidades del programa mundial hasta el año 2050. Se analizaron tres escenarios de la energía nuclear, sobre la base de los estudios realizados por el Instituto Internacional de Análisis Aplicado

El Sr. Oi es funcionario superior del Departamento de Energía Nuclear del OIEA. El Sr. Oi y el Sr. Peter Jelinek-Fink, del mismo Departamento, actuaron de Secretarios Científicos del Simposio Internacional sobre estrategias relacionadas con el ciclo del combustible nuclear y los reactores. El Sr. Wedekind es Redactor-Jefe de los Servicios de Publicaciones Periódicas e Información Electrónica de la División de Información Pública del OIEA.

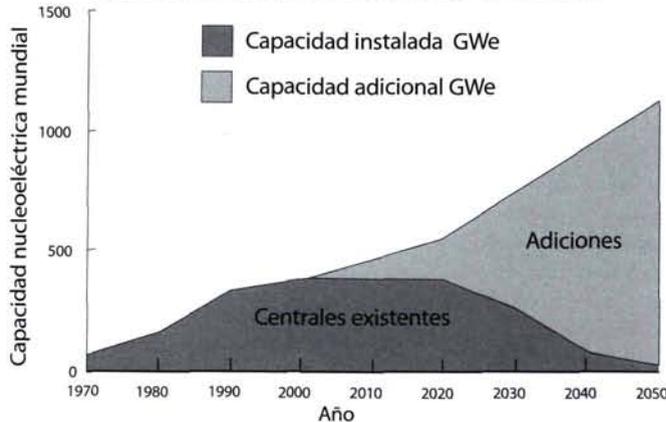
ESCENARIOS DE LA CAPACIDAD NUCLEAR MUNDIAL



NECESIDADES ACUMULATIVAS DE URANIO NATURAL PREVISTAS HASTA EL 2050



CAPACIDAD NUCLEAR PROYECTADA SEGÚN LA VARIANTE MEDIA DEL IIAAS Y EL CME



de Sistemas (IIAAS) y el Consejo Mundial de la Energía (CME), y se les calificó de "distintos, aunque no casos extremos". (Véanse los gráficos.) Se compararon las necesidades acumulativas de uranio natural previstas para los años

1995-2000 con los niveles de recursos publicados en *Uranio: Recursos, producción y demanda*, comúnmente conocido como el "Libro Rojo". En el caso de la variante media, el grupo concluyó que tal vez no haya suficientes

recursos de uranio para atender las necesidades de los reactores que existirán después del año 2050, si se parte del supuesto de que esos reactores tendrán una vida útil de hasta 40, o quizás, 60 años. Por consiguiente, los medios y arbitrios para aprovechar mejor los recursos de uranio y la posible influencia de las medidas adoptadas son importantes.

■ Opciones prometedoras son una serie de medidas técnicas para el mejor aprovechamiento de los recursos de uranio, entre ellas, cabe mencionar el aumento del quemado del combustible nuclear durante las operaciones del reactor, la reducción de los análisis de colas en la corriente agotada de las operaciones de enriquecimiento del combustible, así como el reciclado del plutonio. Es posible economizar alrededor del 25% de todos los recursos de uranio si se reducen los análisis de colas del 0,3% al 0,15%, en comparación con un ahorro de un 17% mediante el reciclado de todo el plutonio en reactores de agua ligera. Desde el punto de vista técnico e industrial ambas opciones son viables.

■ A largo plazo y desde una perspectiva mundial, es probable que antes del 2050 haya que considerar estrategias y tecnologías que permitan utilizar de manera más eficiente los recursos de uranio.

GESTION DEL PLUTONIO

El segundo grupo de trabajo, presidido por el Sr. A. Gloaguen (Francia), examinó la situación actual y las perspectivas inmediatas de la gestión del plutonio.

Si bien la producción, el almacenamiento y el uso del plutonio han sido objeto de preocupación internacional, no existe un criterio internacional común en cuanto a las políticas que deberían adoptarse. A finales del decenio de 1970, se efectuó la Evaluación Internacional del Ciclo del Combustible Nuclear (INFCE),

en la que participaron 40 países y cuatro organizaciones internacionales, a fin de examinar los aspectos relacionados con la no proliferación de los distintos ciclos del combustible. El examen demostró que pueden y deben adoptarse medidas eficaces en los niveles nacional y mundial, y elaborarse acuerdos encaminados a minimizar el peligro de la proliferación de las armas nucleares, sin comprometer los suministros energéticos ni el desarrollo de la energía nuclear con fines pacíficos.

Entre las principales conclusiones del grupo de trabajo del simposio están:

- Desde que se efectuó la INFCE, unos 20 años atrás, nada parece haber cambiado mucho en lo que a políticas respecta. La mayoría de los países que optaron por los programas de reelaboración y reciclado no han modificado sus criterios desde entonces. En Europa, se ha establecido una industria de reciclado grande y viable, y en el Japón se está desarrollando.

- Se dispone de tecnologías claves para la gestión eficaz del ciclo del combustible nuclear, tanto cerrado como abierto, y para la evacuación del plutonio excedente procedente del sector militar. Muchas de estas tecnologías han sido puestas en práctica.

- A fines de 1996, el inventario del plutonio separado procedente del sector civil ascendía a unas 150 toneladas, y se prevé que aumentará a unas 170 toneladas para fines de 1999, antes de que baje a unas 150 toneladas para el año 2015. En las condiciones del mercado libre del plutonio, el inventario pudiera reducirse a unas 50 toneladas en el año 2013. Ello no incluye las cantidades de plutonio que Rusia y los Estados Unidos tienen en demasía, que superan sus necesidades de defensa, y que pueden transferirse al sector civil.

- Se espera reducir los inventarios de plutonio separado, usando plantas modernas de fabricación

DOSIS COLECTIVA OCUPACIONAL DE LAS TRES OPCIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE (POR 400 TERAVATIOS-HORA), EXCLUIDA LA EVACUACIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

	Exposición ocupacional	Contribuyentes principales
Ciclo abierto del combustible	153 Sv/hombre	Reactores 69%; minería/tratamiento 29%
Mezcla de óxidos (MOX) (Reciclado en reactores térmicos)	147 Sv/hombre	Reactores 72%; minería/tratamiento 26%
Reactores rápidos de MOX (Reciclado en reactores térmicos y rápidos)	139 Sv/hombre	Reactores 76%; minería/tratamiento 22%

de combustible para la producción de mezcla de óxidos (MOX) y concediendo licencias para reactores de agua ligera que queman MOX.

- El almacenamiento a mediano y largo plazos del combustible gastado puede realizarse en emplazamientos tanto "en el reactor" como "fuera del reactor".

- A nivel internacional, las medidas en pro de la transparencia de la gestión del plutonio son importantes, para facilitar una información precisa al público, y fomentar la confianza internacional.

ESTRATEGIAS RELACIONADAS CON EL CICLO DEL COMBUSTIBLE Y LOS REACTORES

Presidido por el Sr. D. Meneley (Canadá), este grupo de trabajo examinó el marco cronológico de las estrategias relacionadas con el ciclo del combustible y los reactores hasta el año 2050. Entre sus conclusiones principales figuran las siguientes:

- La tendencia dominante en el mercado comercial de las centrales nucleares estará caracterizada por la lenta evolución de los tipos y diseños de los reactores ya existentes. Esta conclusión se basa en que los elevados costos de inversión, el clima de estricta reglamentación, y la necesidad de aumentar el rendimiento durante un largo período, hacen que la mayoría de los compradores de centrales

nucleares tengan una actitud muy conservadora.

- La ampliación de la energía nucleoelectrica dependerá de tres cuestiones básicas: el interés oficial y del público, la competitividad económica y la contribución que la energía nuclear estaría llamada a hacer para mantener un medio ambiente mundial saludable.

- A los reactores de agua les seguirá correspondiendo una función importante durante los próximos 50 años y después.

- En el caso del reciclado del plutonio en reactores térmicos, existen límites para la cantidad de reciclados posibles. El reciclado múltiple produce plutonio degradado que limita a dos o tres la cantidad de reciclados en reactores térmicos. Con todo, ese plutonio degradado puede utilizarse como combustible en los reactores reproductores rápidos. Si no se materializan esos reactores u otros quemadores de plutonio eficaces, el combustible gastado seguirá yendo a parar a los repositorios definitivos.

- Aunque el objetivo de producir energía nuclear de manera sostenible puede lograrse más eficazmente usando reactores reproductores rápidos, tal vez éstos no se introduzcan en el competitivo mercado de la producción de electricidad hasta después del 2030, cuando podrían representar sólo entre un uno y un dos por ciento de la capacidad de producción de energía nuclear proyectada.

CONSECUENCIAS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

Un cuarto grupo de trabajo, presidido por el Sr. J. Lochar, (Francia) y el Sr. B. Loewendahl (Suecia), examinó las consecuencias de las distintas opciones del ciclo del combustible para la salud y el medio ambiente. Entre sus principales conclusiones están las siguientes:

■ En condiciones de explotación normales no existen diferencias notables en cuanto a las consecuencias para la salud humana y la seguridad del medio ambiente entre las opciones del ciclo del combustible nuclear examinadas. (Véase el cuadro de la página 9.)

■ Otro problema no resuelto que es común a los tres ciclos del combustible es la posibilidad de que se produzcan accidentes importantes que pueden tener consecuencias graves para la salud y el medio ambiente. La prevención de esos accidentes exige un elevado nivel de vigilancia y el constante mejoramiento de la seguridad.

■ El almacenamiento a largo plazo y la evacuación del combustible gastado o de los desechos radiactivos no plantea ningún problema en particular en lo que a la salud respecta. La exposición individual se mantiene a niveles sumamente bajos, siempre que no ocurran intrusiones en los lugares de evacuación.

■ La toxicidad del plutonio no es un factor importante en la esfera de los efectos de las operaciones habituales. Desde luego, hay muchas creencias erróneas acerca de esta cuestión, que ha solido utilizarse como fuerte argumento en contra del ciclo del combustible, incluida la reelaboración del combustible nuclear.

ASPECTOS DE LA NO PROLIFERACION Y LAS SALVAGUARDIAS

Presidido por el Sr. H. Kurihara (Japón), este grupo de trabajo examinó los aspectos de la no proliferación y las salvaguardias relacionados con el ciclo del combustible nuclear. Entre sus principales conclusiones cabe mencionar las siguientes:

■ El régimen de no proliferación nuclear es cada vez más eficaz. La comunidad internacional debe aportar fondos suficientes para que el régimen pueda encarar las nuevas exigencias.

■ Es menester que el régimen de no proliferación nuclear se adapte continuamente a “las nuevas realidades” que afectan al desarrollo de la energía nucleoelectrónica. Dos buenos ejemplos de ello son el programa de desarrollo de salvaguardias del OIEA, que permitió fortalecer el sistema de verificación, y las iniciativas para la verificación de los materiales excedentes procedentes del sector militar que han sido transferidos al sector civil.

■ Un importante problema que encarará el régimen de no proliferación nuclear en los próximos decenios es el grado de participación del OIEA en la verificación del material excedente proveniente del sector militar, y cómo se financiarán ésta y otras tareas asignadas a los sistemas de salvaguardias. Se requerirá nuevos enfoques técnicos e institucionales.

■ En lo que respecta a las opciones relacionadas con los reactores y el ciclo del combustible, así como con el desarrollo tecnológico futuro de la energía nucleoelectrónica en el sector civil, el régimen de no proliferación nuclear debe ser capaz de ofrecer las garantías necesarias, independientemente de la tecnología nuclear que se seleccione, y no debe limitar las opciones futuras.

COOPERACION INTERNACIONAL

Presidido por el Sr. M. Kratzer (Estados Unidos) y el Sr. I. Kouleshov (Rusia), el sexto grupo de trabajo examinó los aspectos relativos a la cooperación internacional. Entre sus conclusiones principales se cuentan las siguientes:

■ La cooperación internacional es un factor esencial y fuerza motriz fundamental del desarrollo y la aplicación de la energía nucleoelectrónica. El rasgo más distintivo de esta cooperación —el régimen de no proliferación nuclear— ha logrado limitar la propagación de las armas nucleares hasta un nivel muy inferior al pronosticado.

■ Uno de los éxitos mayores y más impresionantes de la cooperación internacional ha sido el suministro a otros Estados de materiales, equipo y tecnología nucleares con fines pacíficos por Estados poseedores de éstos.

■ Los acuerdos y mecanismos establecidos para la cooperación internacional por lo general bastan para satisfacer las necesidades presentes y futuras. Así y todo, es conveniente lograr mejoras en una serie de esferas, como, por ejemplo, la evacuación del plutonio excedente proveniente del sector militar, el desarrollo de reactores reproductores rápidos, los centros regionales del ciclo del combustible, el almacenamiento del plutonio al nivel internacional, y la transparencia en la gestión del plutonio.

■ El OIEA debería analizar medidas adecuadas para asegurar el intercambio de información básica sobre los principales adelantos, y la información programática y económica sobre el ciclo del combustible, quizás mediante el establecimiento de un mecanismo sistemático de intercambio en estrecha colaboración con otras organizaciones internacionales.

RESEÑA DEL SIMPOSIO

El Simposio Internacional sobre estrategias relacionadas con el ciclo del combustible nuclear y los reactores: Adaptación a las nuevas realidades, ofreció un panorama detallado de los acontecimientos ocurridos en las esferas energética, económica y tecnológica que deciden el futuro.

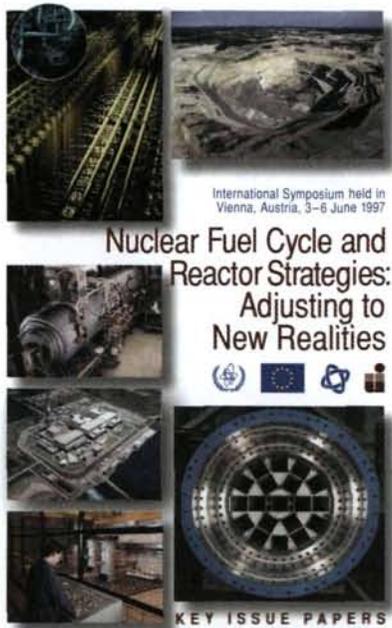
Durante varios años, la organización del Simposio estuvo a cargo de un Grupo Directivo de expertos superiores procedentes de doce Estados Miembros del OIEA y dos organizaciones internacionales, el Grupo estuvo presidido por el Sr. M. Kratzer (Estados Unidos). Además, seis Grupos de Trabajo elaboraron seis documentos temáticos con la participación de más de 70 expertos de 12 Estados

—Alemania, Argentina, Canadá, China, Estados Unidos, Francia, India, Japón, Reino Unido, Rusia, Sudáfrica y Suecia— y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, la Comisión Europea, el Organismo Internacional de Energía y el Instituto del Uranio. Estos documentos mostraron los criterios comunes que existen a nivel internacional sobre

diversos aspectos de la estrategia relacionada con el ciclo del combustible nuclear y los reactores hasta el año 2050, con particular referencia al problema del plutonio, y fueron el fruto de dos años de intenso trabajo de los expertos.

En total, más de 300 expertos de 44 países y cinco organizaciones internacionales participaron en el Simposio, que recibió apoyo financiero extrapresupuestario del Japón. Además de los seis documentos temáticos, se presentaron 24 documentos solicitados y se hicieron 45 exposiciones de carteles. Asimismo, hicieron uso de la palabra destacados expertos y autoridades de esa esfera, y los problemas fundamentales fueron debatidos por los participantes y un grupo de expertos de la India, República de Corea, Japón, Francia, Alemania, Rusia, Reino Unido y los Estados Unidos.

El OIEA ha publicado recientemente los seis documentos temáticos del Simposio en su Colección de Actas, y en diciembre de 1997 publicó las memorias presentadas oralmente como Documento Técnico (IAEA-TECDOC-990).



CONTINUA EL DIALOGO

En resumen, el Simposio fue un valioso foro que permitió examinar las nuevas realidades y opciones que tienen ante sí los países que utilizan la energía nuclear. Los seis documentos centrales presentados en el simposio resumieron los criterios comunes internacionales sobre los diversos problemas del ciclo del combustible, incluidos los relacionados con la tecnología, la seguridad, las salvaguardias y los avances en las esferas ambiental e institucional.

El Simposio también permitió aumentar el interés en continuar el diálogo a nivel mundial, habida

cuenta de la importancia de las cuestiones planteadas y de la función que desempeña y podría desempeñar la energía nucleoelectrica como fuente de electricidad mundial. Con este objetivo, a principio de 1998, el OIEA creó el Grupo internacional de trabajo sobre opciones relacionadas con el ciclo del combustible nuclear. Entre los temas de que el Grupo se ocupará están las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias del ciclo del combustible del plutonio y la gestión de desechos, que desempeñarán un papel fundamental en el desarrollo futuro de la energía nuclear.

En última instancia, la presente evolución de los programas del Organismo relacionados con el ciclo del combustible nuclear debe denotar las realidades que hoy enfrenta la comunidad internacional, incluidas las consecuencias para la seguridad y el comercio del material de origen bélico. Además, las actividades tendrán que encaminarse a seguir promoviendo la fiabilidad, seguridad y viabilidad económica de la energía nucleoelectrica a fin de ayudar a los países interesados a satisfacer la demanda de electricidad hasta bien entrado el siguiente siglo. □

