

Informe del Japón:

Experiencia, perspectivas y planes en la esfera nuclear

El país espera que hacia 1995 el 35% de toda su electricidad se produzca en centrales nucleares

por el Dr. Takashi Mukaibo

Han transcurrido treinta años desde que, como parte de un proyecto nacional, se iniciaron en el Japón la investigación y el desarrollo de la energía nuclear con fines pacíficos. En 1955 se promulgó la legislación básica que rige el desarrollo y la aplicación de la energía atómica, y que limita el uso de la energía nuclear a fines estrictamente pacíficos. Desde entonces, todas las actividades nucleares se han llevado a cabo en el marco de esa legislación.

Debido a sus muy escasos recursos energéticos, el Japón espera que la energía nuclear desempeñe un importante papel en el futuro suministro de energía. Además, por tratarse del único país que ha sufrido los efectos de las armas nucleares, siempre ha atribuido suma importancia a la seguridad nuclear en el diseño, la construcción y la explotación de las instalaciones nucleares.

El uranio es uno de los recursos naturales que escasea en el Japón, por lo que su utilización eficiente es otro de los objetivos del desarrollo en esta esfera.

Debido a que el desarrollo de la energía nuclear exige una planificación a largo plazo, el Gobierno ha establecido el Plan a largo plazo para la investigación, el desarrollo y la utilización de la energía nuclear, y lo ha revisado de manera periódica (aproximadamente a intervalos de cinco años) atendiendo a los adelantos alcanzados en esa esfera y a otros factores. La Comisión de Energía Atómica comenzó ya a revisar el plan actual.

Desarrollo de la energía nucleoelectrónica

En 1957 el Gobierno decidió apoyarse en la transferencia de tecnologías para acelerar el desarrollo de la energía nucleoelectrónica. La primera central con fines industriales empleó un reactor del tipo Calder Hall moderado por grafito y refrigerado por gas, de diseño británico, con una capacidad de 166 MW(e). También se introdujo la tecnología de reactores de agua en ebullición (BWR) procedente de los Estados Unidos, y en el Instituto Japonés de Investigaciones sobre la Energía Atómica (JAERI) de Tokai-mura, a unos kilómetros al norte de Tokio, se construyó un reactor de potencia de demostración con una capacidad de 12,5 MW(e) des-

tinado fundamentalmente a la capacitación del personal de explotación. Este reactor dejó de funcionar en 1976, y en la actualidad se utiliza como instalación de demostración para elaborar tecnologías destinadas a la clausura de los reactores de potencia.

Como reflejo del desarrollo que han alcanzado los reactores de agua ligera en los Estados Unidos, la Japan Atomic Power Company (una empresa conjunta de nueve compañías de electricidad) decidió incorporar un BWR de 357 MW(e) fabricado en los Estados Unidos. Este fue el primer reactor de potencia de agua ligera que se introdujo en el Japón a escala industrial. Desde entonces, todas las centrales nucleoelectrificadas industriales que se han construido en el país han sido de reactores de agua ligera (LWR). Durante estos treinta años la industria nuclear del Japón ha alcanzado el nivel de autosuficiencia, excepto en el caso de determinados componentes y del soporte lógico. Actualmente hay 32 reactores de potencia industriales en explotación con una capacidad total de alrededor de 25 000 MW(e), lo que representa cerca del 16% de toda la capacidad actual de generación de electricidad en centrales. En el ejercicio fiscal de 1985 (abril de 1985 a marzo de 1986) las centrales nucleoelectrificadas suministraron el 26% de la electricidad y casi el 8% del total de energía consumida en el Japón.

Los planes exigen el crecimiento

Tras las dos crisis petroleras de los años setenta, el Japón ha hecho ingentes esfuerzos para reducir los niveles de consumo de energía y desarrollar fuentes sustitutivas de energía que aseguren el suministro futuro, el cual se considera impredecible, puesto que depende de la situación política y económica mundial. Según las proyecciones de suministro de energía elaboradas por el Gobierno, se espera que la energía nucleoelectrificada, principalmente la eléctrica, alcance en 1995 una capacidad total de 48 000 MW(e). A partir de ese año se prevé que genere 285 teravatios-horas anuales, lo que representará el 35% de la electricidad total generada.

Durante la etapa inicial de explotación de los LWR en el Japón, muchas centrales presentaron graves problemas técnicos como la fisuración de las tuberías del circuito de enfriamiento primario por tensocorrosión, la fisuración de los rociadores de agua (tuberías perforadas que distribuyen el agua) de los BWR debida al esfuerzo

El Sr Mukaibo es el Presidente Interino de la Comisión de Energía Atómica del Japón, con sede en Tokio.

térmico, fugas en los tubos del radiador del generador de vapor, y fisuración de las clavijas de apoyo de las barras de control de los PWR por tensocorrosión.

Entre 1975 y 1977 el factor de carga medio de las centrales nucleares del Japón decreció hasta aproximadamente el 40%. Pero posteriormente, como resultado de la adopción de contramedidas como sustitución de componentes defectuosos, cambios de materiales y perfeccionamiento de los métodos de soldadura, control de la calidad del agua y de las tecnologías de inspección, entre otras, la fiabilidad de las centrales ha experimentado una recuperación. En los últimos tres años el factor de carga medio se ha elevado al 70% (al 76% en el ejercicio fiscal de 1985).

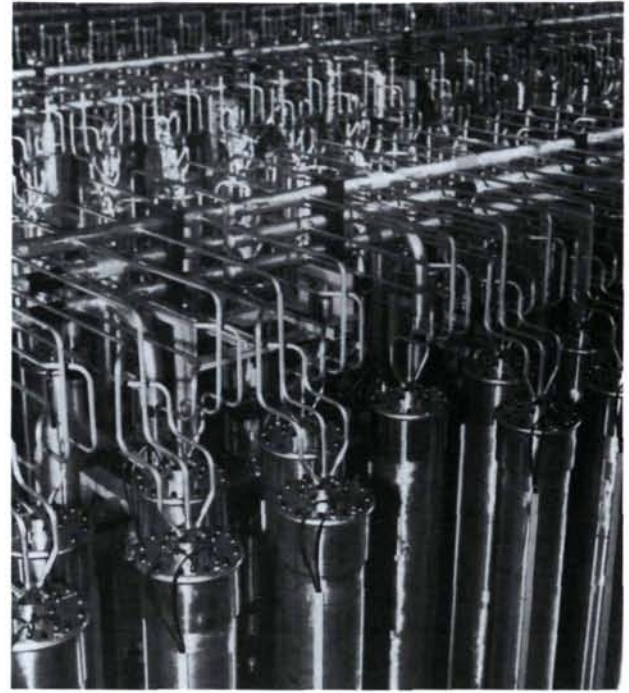
El accidente de Three Mile Island, ocurrido en 1979, demostró la importancia que reviste el factor humano en la seguridad nuclear. Aprendimos también que la interfaz hombre-máquina y la gestión operacional son importantes.

El Japón reconoce la importancia del intercambio de información acerca de los incidentes o accidentes que se producen en las instalaciones nucleares. Las compañías de electricidad del país tienen un programa de intercambio de información con el Institute of Nuclear Power Operations (INPO) de los Estados Unidos. El Japón también participa en el Sistema de Notificación de Incidentes (IRS) de la Agencia de Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

Perfeccionamiento de los reactores de agua ligera

Debido a que se considera que el período de los LWR es más largo de lo previsto, en el Japón se ha otorgado una prioridad sin precedentes al perfeccionamiento de ese tipo de reactor. Los principales objetivos que se persiguen en la actualidad son los siguientes:

- **Reducción de los costos de producción.** Los precios del carbón, que en su mayor parte es importado, han descendido; por consiguiente, se ha reducido la ventaja económica que tenía la generación de energía nucleoelectrónica sobre la generación de energía a base de carbón. Como se prevé un aumento a largo plazo del precio de los combustibles fósiles, se cree que la energía nucleoelectrónica será capaz de mantener su superioridad económica.



Centrífuga en cascada de la planta piloto de enriquecimiento de uranio del Japón. (Cortesía de la CEA del Japón)

En el caso de la generación de energía nucleoelectrónica, los costos de inversión absorben el 70% de los costos de producción; por lo tanto, la reducción de los costos de construcción es un elemento clave para aumentar el rendimiento económico. Por tal motivo, se han realizado esfuerzos para reducir los costos de construcción mediante: 1) la normalización y el perfeccionamiento de los diseños de las centrales, 2) el acortamiento del período de construcción, 3) el mejoramiento de los métodos de compra, y 4) el incremento gradual de la capacidad de las centrales.

- **Acortamiento del período de inspección ordinaria.** Actualmente se necesitan unos 90 días para completar las inspecciones ordinarias de una central de 1100 MW. El período de inspección se acortará con el uso de instrumentos automatizados de control a distancia en las labores de inspección, y la racionalización del proceso de inspección. La meta establecida para el período de inspecciones ordinarias es de 60 a 70 días en el caso de las instalaciones existentes, y de 45 a 60 días en el de las centrales de nuevo diseño.

- **Prolongación del ciclo anual de explotación.** El ciclo anual de explotación previsto en las centrales actuales se ha prolongado de 9 a 12 meses, aunque se realizan estudios con miras a extender ese período hasta entre 15 y 18 meses aumentando el grado de quemado mediante la introducción de combustible de alto rendimiento y el mejoramiento de su fiabilidad. Con la aplicación de estas medidas se espera elevar el factor de carga medio hasta el 80 ó el 85%.

- **Mejoramiento del combustible.** Gracias a las mejoras introducidas en el diseño del combustible, su fabricación y la gestión operacional, las barras de combustible dañadas se han reducido a una por cada 100 000. Con

Centrales nucleares de tipo industrial del Japón

	Número	Capacidad de generación de energía (MW(e))
<i>En explotación</i>		
Reactor refrigerado por gas	1	170
Reactor de agua en ebullición	16	12 910
Reactor de agua a presión	15	11 440
Total	32	24 520
<i>Instalación actual y futura</i>		
Reactor de agua en ebullición	8	8 240
Reactor de agua a presión	8	7 930
Total	16	16 170

Fuente: CEA del Japón

vistas a reducir aún más los daños y mejorar las operaciones posteriores a la carga, se utilizará combustible con revestimiento interno de circonio. También se prevé aumentar el número o el diámetro de las barras hidráulicas para elevar la eficiencia del quemado del combustible.

● **Otros objetivos.** Desde el punto de vista económico, es importante aumentar asimismo la producción total de electricidad durante la vida útil de la central. Por consiguiente, deben crearse tecnologías para pronosticar y ampliar la vida útil de las centrales.

Seguridad nuclear

En todas las etapas del desarrollo de la energía nuclear, la garantía de la seguridad ha recibido máxima prioridad. Esta política quedó claramente definida en la Ley Básica de Energía Atómica. La seguridad se ha garantizado en lo fundamental mediante las siguientes seis vías principales: 1) medidas de seguridad en las instalaciones nucleares, 2) sistema de vigilancia del medio ambiente con miras a la pronta detección de aumentos anormales en los niveles de radiactividad, 3) extensas actividades de investigación y ensayo con vistas a garantizar la seguridad, 4) capacitación del personal, 5) sistema de reglamentación dirigido por los gobiernos central y locales, 6) toma de conciencia de la administración y los explotadores en cuanto a la seguridad.

Con el propósito de fortalecer el sistema de reglamentación, en 1978 se creó la Comisión de Seguridad Nuclear, la cual se separó de la Comisión de Energía Atómica y funciona con completa independencia de otras organizaciones gubernamentales que se ocupan de promover el desarrollo de la energía nuclear. El historial del Japón en materia de seguridad nuclear es excelente, y no se ha presentado ni un solo caso en que el público haya estado en peligro a causa de la radiación de las instalaciones nucleares. Cada vez que ha ocurrido un accidente nuclear de envergadura en el extranjero, la Comisión de Seguridad Nuclear ha creado inmediatamente un comité de estudio con objeto de aprovechar la experiencia del accidente para mejorar el sistema de seguridad en el Japón.

Reacción ante el accidente de Chernobil

El accidente nuclear ocurrido recientemente en la central nuclear de Chernobil impresionó profundamente al pueblo japonés. Pocos días después del accidente los sistemas de vigilancia del Japón detectaron la precipitación radiactiva, pero como los niveles de radiactividad eran tan bajos, ésta no tuvo efectos dañinos para la salud humana ni para el medio ambiente. No obstante, ese suceso nos hizo recordar que un accidente en un reactor puede tener repercusiones ambientales globales.

Como los reactores instalados en el país eran de otros tipos, las autoridades reglamentadoras no consideraron necesario adoptar medidas inmediatas para garantizar la seguridad en la explotación de las centrales del Japón. Bajo los auspicios de la Comisión de Seguridad Nuclear se creó un comité especial encargado de investigar el accidente nuclear de Chernobil y decidir las medidas que

Demanda de uranio natural en el Japón y perspectivas para el futuro

	Ejercicio fiscal	1984	1985	1990
Capacidad nucleoelectrica MW(e)		21 000	25 000	33 000
Demanda de uranio*	Anual	6 400	5 900	11 000
	Acumulativa	55 000	61 000	100 000

* En toneladas netas U_3O_8 . Una tonelada neta U_3O_8 equivale a 0,7693 toneladas métricas de uranio.

habrían de tomarse a largo plazo. Dicho comité se encuentra ahora estudiando el informe preparado por la Unión Soviética y presentado al OIEA.

En esencia, el Japón está de acuerdo con las conclusiones de la Reunión Cumbre de Tokio (mayo de 1986) y de la Reunión de Expertos del OIEA (agosto de 1986) relativas a la cooperación internacional con miras a mejorar la seguridad nuclear por medio de las actividades del Organismo. No obstante, en lo tocante al presupuesto y la mano de obra es necesario proseguir las deliberaciones.

Ciclo del combustible nuclear

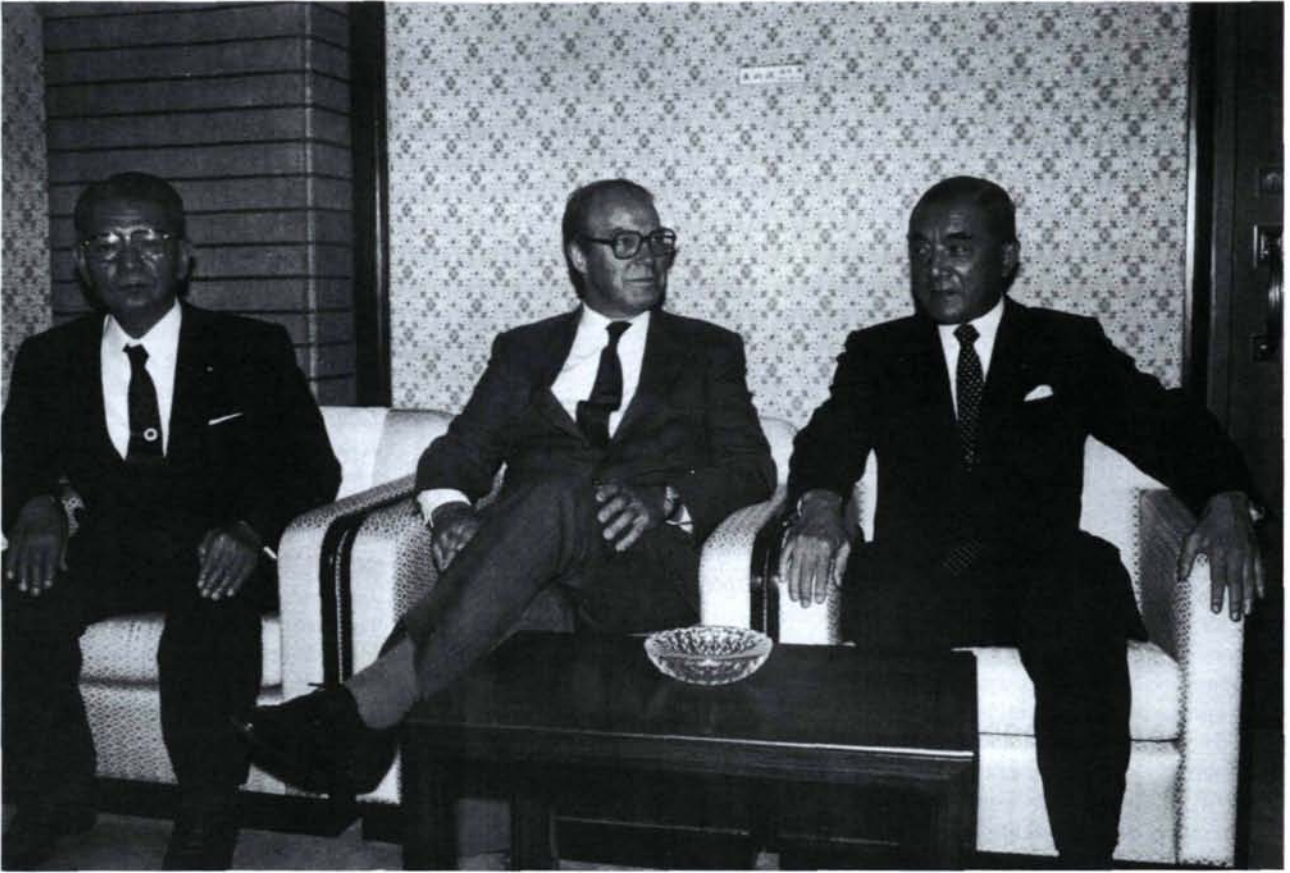
Es importante garantizar el suministro sostenido de combustible nuclear y aumentar aún más la fiabilidad y el comportamiento económico de los reactores. (Véanse en el cuadro adjunto la demanda actual y las perspectivas para 1990.) El uranio que se necesita para la explotación de las centrales se ha recibido de fuentes externas mediante contratos a largo plazo y su suministro está garantizado hasta fines de los años noventa. Además, con vista a mantener la mayor estabilidad posible en el suministro, la Empresa de Desarrollo de los Reactores de Potencia y el Combustible Nuclear (PNC) y varias empresas privadas han venido realizando trabajos de prospección en el exterior para localizar yacimientos de uranio.

Las compañías de electricidad del Japón han firmado contratos con los Estados Unidos y Eurodif para obtener servicios de enriquecimiento del uranio, aunque ya se trabaja en la creación de una tecnología nacional al efecto. Se construyó una planta piloto que emplea el proceso de centrifugación, que se explota con buenos resultados desde hace varios años. Actualmente la PNC construye una planta mayor, y la empresa privada construirá otra gran planta que se espera explotar industrialmente, a partir de un diseño mejorado realizado por la PNC.

Reelaboración

A fin de aprovechar al máximo el uranio importado, la política del país ha sido reelaborar el combustible irradiado y utilizar el plutonio y el uranio recuperados como combustible de reactor.

Pese a que las investigaciones básicas conexas se realizaron en el JAERI, la tecnología de reelaboración se importó de Francia con vista a acelerar el programa y



El Primer Ministro del Japón Yasuhiro Nakasone (a la derecha), el Ministro de Estado Sr. Mitsubayashi (a la izquierda) y el Director General del OIEA Dr. Blix se reunieron el 29 de octubre en Tokio para examinar la cooperación internacional y el desarrollo de la energía nuclear con fines pacíficos. En el curso de las conversaciones, el Sr. Nakasone aseguró personalmente al Dr. Blix el apoyo de su país a la labor del Organismo, en particular el programa ampliado de seguridad nuclear elaborado en respuesta al accidente de Chernobil. Discutieron también la cooperación del Japón en las medidas de salvaguardia y los programas de asistencia técnica. El Dr. Blix visitó el Japón con motivo del trigésimo aniversario del comienzo del proyecto nacional sobre utilización pacífica de la energía nuclear. En un discurso pronunciado en Tokio el 31 de octubre para conmemorar este acontecimiento, el Dr. Blix elogió al Japón por sus realizaciones y apoyo continuado a la cooperación internacional en esta esfera. Citó concretamente los "excelentes resultados" conseguidos en mejora de la explotación de sus centrales nucleares desde 1987 y la importancia que el Gobierno atribuye a la seguridad. (Credito: Japón, Oficina del Primer Ministro)

llevarlo a una escala industrial. La primera planta de reelaboración del Japón, cuya capacidad le permite tratar 0,7 toneladas diarias, se construyó en Tokai-mura, y la etapa de prueba comenzó en 1977. Ya a fines de 1985 se había reelaborado un total de 253 toneladas de combustible irradiado.

Con objeto de satisfacer la creciente demanda en materia de reelaboración, se creó una empresa privada encargada de la construcción de una planta a escala industrial. Se ha previsto construir en el norte de Honshu, la principal isla japonesa, una planta capaz de elaborar 800 toneladas anuales que debe comenzar a funcionar en 1995.

Desarrollo de reactores de potencia avanzados

A la larga, los reactores avanzados desempeñarán un importante papel en la generación de energía. La PNC construyó y explota satisfactoriamente un reactor reproductor rápido (térmico) (FBR) de tipo experimental, de 100 MW, denominado "Joyo". Otro FBR llamado "Monju" de 280 MW(e) de capacidad se

encuentra en construcción y está previsto que alcance la criticidad en 1992.

La PNC diseñó como proyecto nacional y construyó un nuevo tipo de reactor, conocido como reactor térmico avanzado (ATR), moderado por agua pesada y refrigerado por agua ligera. Se prevé que este reactor emplee como combustible plutonio y uranio empobrecido. La PNC construyó un ATR de 165 MW(e) llamado "Fugen", que funciona eficazmente desde que se comenzó a explotar en 1979.

A base de la experiencia acumulada con el "Fugen", se diseñó un ATR de mayor tamaño con una capacidad de 600 MW(e) que será construido en el norte del país. Su entrada en funcionamiento está prevista para principios de los años noventa.

Como el desarrollo de los FBR en escala industrial se ha retardado no sólo en el Japón sino en otras partes del mundo, la política nacional es reciclar en otros tipos de reactores la mayor cantidad posible del plutonio acumulado. Con este propósito se están desarrollando dos proyectos, uno relativo al reciclaje del plutonio acumulado en los ATR y el otro en los reactores de agua ligera.