

La seguridad de las instalaciones nucleares futuras: Una visión general

La confianza del público en las centrales nucleares es un factor importante que influye en los acontecimientos

por Jeanne Anderer

A partir de los debates que tuvieron lugar en un taller sobre la seguridad de las centrales nucleares patrocinado por el OIEA y el Laboratorio Nacional de Argonne (ANL) celebrado recientemente en los Estados Unidos, se hizo evidente que la mayoría de los expertos prevén un despliegue mundial de la energía nucleoelectrónica en mayor escala en las próximos decenios. Se expusieron varias razones de este optimismo cauteloso.

Muchos estiman que las preocupaciones crecientes manifestadas por científicos, políticos y el público sobre la combustión del combustible fósil y la amenaza que para el medio ambiente representan el calentamiento del clima, el agotamiento del ozono en la estratosfera y la lluvia ácida han llevado a estos grupos a reflexionar nuevamente sobre las circunstancias en que la energía nucleoelectrónica podría ser parte de una estrategia energética sostenible desde el punto de vista ambiental. Otros argumentan que en virtud del acelerado aumento de la demanda de energía, y de electricidad en particular, unido a la conciencia cada vez mayor de la sociedad acerca de los problemas económicos y de estilo de vida inherentes a cada una de las fuentes importantes de servicio de energía (incluida la eficiencia de la energía), gradualmente se optará por una combinación de fuentes de energía que incluirá la energía nucleoelectrónica.

Un momento propicio

Por su parte, la comunidad nucleoelectrónica ha reconocido las dimensiones mundiales de la seguridad nuclear y elaborado una gran diversidad de acuerdos internacionales para la notificación de accidentes y la respuesta de emergencia, así como para amplios intercambios de información encaminados a mejorar el perfil de la seguridad de la energía nucleoelectrónica en la actualidad y en los siguientes decenios.

Esa comunidad va reconociendo gradualmente la importancia de abordar de forma adecuada las preocupaciones que tienen muchas personas en torno al efecto que sobre la salud y el medio ambiente causan las exposiciones a las radiaciones asociadas a los diversos usos de las tecnologías nucleares.

Aun así, la cuestión fundamental que debe solucionar la comunidad nuclear estriba en si podrá aprovechar este

La Sra. Anderer es escritora técnica de la División de Seguridad Nuclear del OIEA. En el presente artículo se brinda una reseña general de los debates que tuvieron lugar en el Taller Internacional sobre la seguridad de las instalaciones nucleares de la próxima generación y más adelante, celebrado del 28 al 31 de agosto de 1989 en Chicago, Estados Unidos, y copatrocinado por el OIEA y el Gobierno de los Estados Unidos de América por conducto del Laboratorio Nacional de Argonne.

momento propicio para crear o restaurar una amplia confianza pública en las tecnologías nucleares como opción segura y bien reglamentada que no menoscaba el bienestar del hombre ni la integridad del medio ambiente. Mientras que el desafío de los años ochenta era garantizar la seguridad de las instalaciones nucleares desde el punto de vista tecnológico, el de los años noventa será evitar el rechazo de la sociedad a la energía nucleoelectrónica, recurso energético esencial. Los debates que tuvieron lugar en el taller se centraron en la forma en que la comunidad nuclear podría enfrentar este nuevo desafío.

La necesidad de energía nucleoelectrónica: una perspectiva cuantitativa

El "Escenario de reducción de dióxido de carbono para el año 2030" elaborado por un grupo de científicos en 1989 en Jülich, República Federal de Alemania, ofreció una perspectiva de la magnitud de un posible papel futuro del suministro de energía nucleoelectrónica en un sistema energético mundial limitado por objetivos de reducción del dióxido de carbono recomendados internacionalmente y regido por la presión de la población y el crecimiento económico. Si bien el escenario muestra una serie de características que se consideran imposibles en las condiciones actuales, a la vez plantea provocadoramente una interrogante: ¿cuán imposible es lo "imposible"? A este fin, supone un cambio hacia el uso de combustibles fósiles ricos en hidrógeno, de biomasa reciclada y fuentes sustitutivas de energía libres de carbono, y de energía nucleoelectrónica, así como una conservación energética importante.

Los resultados del escenario indican un aumento del aporte mundial de la energía nucleoelectrónica, principalmente a la generación de electricidad, aunque también al calor industrial para altas temperaturas. Expresado en términos de capacidad total instalada, ello requeriría la explotación de unos 2000 reactores de potencia de 1000 megavatios para el año 2030, o sea, una capacidad instalada seis veces mayor que la existente. De no materializarse todas las suposiciones optimistas sobre el suministro a partir de recursos energéticos primarios no nucleares y libres de carbón, el aporte nuclear tendría que ser aún mayor.

La ampliación de la capacidad de generación nuclear en tales condiciones tendría una importante repercusión en el ciclo del combustible nuclear, por ejemplo, en la proporción entre los reactores de tipo reproductor y los quemadores, las capacidades de reelaboración y las necesidades de recursos. Como norma, la explotación de

unos 2000 reactores de potencia requeriría un aumento del número de instalaciones destinadas a la evacuación de desechos nucleares a un ritmo aproximado de una instalación por año indefinidamente. Sin la utilización de reactores reproductores, la cantidad de plutonio que habría que almacenar para el año 2030 podría estar por encima de las 1000 toneladas. En consecuencia, sería preciso volver a evaluar los procedimientos de salvaguardias. Los resultados de otros escenarios de demanda de energía que se examinaron, proyectados hasta el año 2060, se ajustaban esencialmente a la pauta de suministro descrita anteriormente para la energía nucleoelectrica en los próximos decenios.

Demostrar la seguridad

La ampliación considerable del uso de la energía nucleoelectrica exigiría un aumento similar del nivel de seguridad en todas las instalaciones del ciclo del combustible nuclear a nivel mundial. Ello responde en parte al considerable aumento de la cantidad de instalaciones, y en parte, a la esperanza de la sociedad de que todas las tecnologías nucleares presenten menos riesgos. En consonancia con el tema del taller, la atención se centró principalmente en los problemas de seguridad que entraña la producción de energía nucleoelectrica.

El consenso de los expertos fue que las centrales nucleares existentes son seguras, si bien no todas han cumplido rigurosamente los principios básicos de seguridad para las centrales nucleares establecidos por el Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (GIASN) del OIEA en su primer informe, conocido como INSAG-3. También hubo amplio consenso acerca de que, conforme a los antedichos argumentos a favor de niveles de seguridad superiores, la siguiente generación, o generaciones, de centrales nucleares tendrían que tener una "mayor seguridad probada" para satisfacer a las compañías eléctricas a que pertenecen, a los órganos reglamentadores, a los políticos y al público. El problema que entraña demostrar su seguridad demandaría una acción concertada a los niveles tecnológico e institucional.

Para presentarlos de forma resumida, los adelantos tecnológicos aplicables a las centrales nucleares se han clasificado en tres grandes grupos que se describen a continuación. Aunque esta clasificación resulta conveniente para el debate, en la práctica es difícil establecer diferencias tan precisas, sobre todo en el caso de los diseños de reactores en evolución y novedosos.

- El primer grupo abarca la actual generación de centrales nucleares en explotación y las que están en construcción, cuya característica son los reactores de potencia de gran tamaño y diversos tipos que se benefician de un amplio intercambio de información operacional para asimilar los adelantos en materia de seguridad y comportamiento.

- El segundo grupo está integrado por los reactores en evolución, que constituyen modificaciones de los actuales diseños de reactores y que podrían estar disponibles en un corto plazo. Entre ellos se encuentran los reactores de agua a presión y de agua en ebullición que alcanzan un mayor margen de seguridad, generalmente por tener menores densidades de potencias, menor tamaño y características de diseño más sencillas que los

reactores actuales, así como sistemas de seguridad pasiva tales como la gravedad y la convección calorífica para hacer llegar refrigerante de emergencia al núcleo y para refrigerar la contención en casos de accidente. También se incluyen en este grupo los diseños modificados del reactor rápido de metal líquido (LMFR), que se desarrolla, por ejemplo, en Francia, el Japón, la Unión Soviética, y el Reino Unido. Por lo general, estos reactores en evolución poseen componentes y sistemas de eficacia comprobadas.

- El tercer grupo incluye reactores avanzados que se caracterizan por diseños radicalmente diferentes o novedosos y que a largo plazo pueden ser prometedores. Los conceptos de reactor que más llamaron la atención en el taller fueron los sistemas avanzados de reactor modular de alta temperatura refrigerado por gas (MHTGR) que se desarrollan en los Estados Unidos, el Japón, la República Federal de Alemania y la Unión Soviética; el reactor sueco de seguridad límite inherente al proceso (PIUS), que se basa en el principio de los sistemas de seguridad completamente pasiva; y el novedoso módulo intrínsecamente seguro de reactor de potencia (PRISM), de mediano tamaño, que se desarrolla en los Estados Unidos. La mayoría de estos conceptos de reactores avanzados son diseños por módulos que fomentaría la sencillez desde el punto de vista técnico y de fabricación, la economía y la flexibilidad entre la demanda y la respuesta. Dada su naturaleza, estos reactores avanzados no se han comprobado mediante ensayos o experiencias, y pasarán muchos años antes de que se disponga de análisis, experimentos, códigos y normas de seguridad aplicables. A medida que avanza la labor de diseño y se proponen otros nuevos, persiste la cuestión de si los criterios actuales en materia de seguridad abarcarán todas las características de los nuevos diseños o si serán necesarios criterios más rigurosos para abordar las cuestiones que plantean estas tecnologías avanzadas. Una posible consecuencia del informe INSAG-3 sería la necesidad de someter a ensayo el prototipo de los nuevos diseños de reactores para que puedan obtener la aprobación de los órganos reglamentadores y el reconocimiento de las compañías eléctricas. En realidad, los patrocinadores de estos reactores novedosos se enfrentan a un dilema: los diseñadores necesitan de inmediato una financiación que puede ser difícil de obtener hasta tanto los inversionistas tengan mayor confianza en que esos diseños novedosos de reactores son capaces de satisfacer criterios de seguridad rigurosos.

En el taller se recaló la importancia de la estrategia de defensa en profundidad para alcanzar los objetivos internacionales de seguridad en todas las centrales nucleares. El tema de mantener la integridad de la contención —última barrera de seguridad en una estrategia de defensa— figuró de forma prominente en los debates acerca de los objetivos de seguridad para limitar las liberaciones significativas de radiactividad en el medio ambiente, y de la necesidad concomitante de la respuesta a casos de emergencia fuera del emplazamiento. Varios países presentaron informes sobre los progresos alcanzados en el desarrollo de sistemas de contención rigurosos capaces de seguir funcionando incluso en caso de detonaciones de hidrógeno, explosiones de vapor u otras causas de gran sobrepresión. Muchos de estos

adelantos también se aplicarían a los reactores reproductores.

Se apoyó decididamente el uso de las evaluaciones probabilistas de la seguridad (EPS) al definir las cuestiones de seguridad para la próxima generación, o generaciones, de centrales nucleares, especialmente aplicando métodos más avanzados de evaluación en relación con la fiabilidad humana, y al tratar los fallos de causa común y las incertidumbres de sucesos externos. Se ofreció el ejemplo de cómo en la aplicación combinada de los análisis deterministas y probabilistas de la seguridad se ha logrado una mayor uniformidad en el diseño del nuevo proyecto de reactor rápido europeo (EFR) a la vez que se ha tomado en cuenta la flexibilidad de respuesta a los diferentes requisitos nacionales de seguridad.

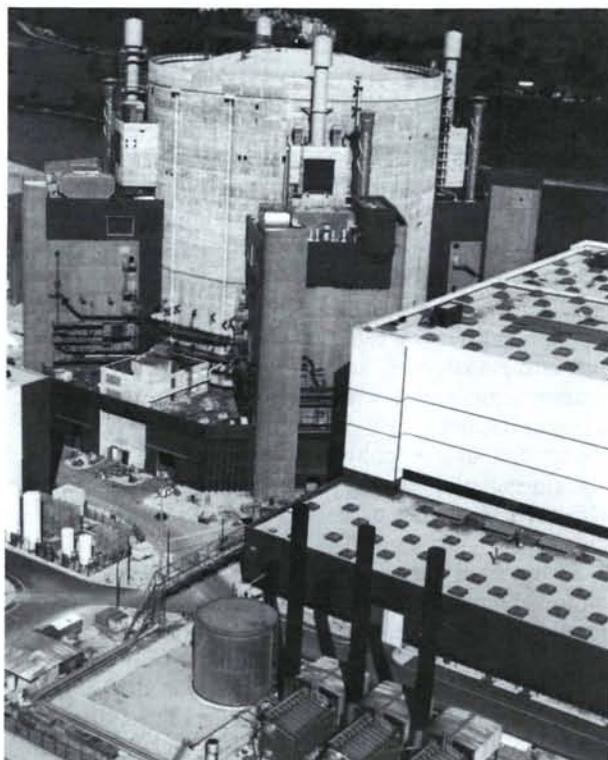
Al nivel institucional, el objetivo de alcanzar mayores niveles de seguridad para las instalaciones nucleares futuras requeriría un cumplimiento aún más estricto de la seguridad por parte de la "cultura de seguridad", a saber, los diseñadores, los fabricantes, los explotadores, el personal de mantenimiento, los reglamentadores y el gran número de profesionales vinculados directa o indirectamente a la seguridad de las centrales nucleares. La educación y la capacitación se consideraron elementos fundamentales de esta preocupación constante

El taller del OIEA/ANL

El Taller Internacional sobre la seguridad de las instalaciones nucleares de la próxima generación y más adelante se celebró del 28 al 31 de agosto de 1989 en Chicago, Estados Unidos, y fue patrocinado conjuntamente por el Organismo Internacional de Energía Atómica y el Gobierno de los Estados Unidos de América por conducto del Laboratorio Nacional de Argonne. Participaron en él más de 200 profesionales en representación de unos veinte países que ya aplican programas de energía nucleoelectrica o están en vías de hacerlo.

El taller constituyó un foro internacional oportuno para examinar los conceptos y objetivos básicos de seguridad que deben sustentar un posible despliegue en gran escala de la energía nuclear en el futuro. Se presentaron 30 exposiciones y se celebraron varios debates de grupos de expertos que abordaron cuestiones tales como la repercusión ambiental de las tecnologías de la energía de los combustibles fósiles; las necesidades futuras de energía nucleoelectrica; y los aspectos relacionados con la seguridad de las centrales nucleares existentes, así como de las centrales de tipo avanzado. Asimismo, en diez modelos presentados se mostraron conceptos de diseño de reactores avanzados y otros progresos alcanzados en varios países en relación con la seguridad de las centrales nucleares. El Sr. Frederick M. Bernthal, Subsecretario de la Oficina Oceanográfica y de Asuntos Ambientales y Científicos Internacionales del Departamento de Estado de los Estados Unidos; el Sr. Kenneth C. Rogers, Comisionado de la Comisión de Reglamentación Nuclear de los Estados Unidos; y el Sr. Chauncey Starr, Presidente Emérito del Electric Power Research Institute de Palo Alto, California, pronunciaron discursos de especial importancia.

El OIEA publicará en breve las actas del taller; puede obtenerse más información dirigiéndose a La División de Publicaciones del OIEA.



El reactor reproductor rápido Superphénix de Francia.

por la seguridad, de ahí que se apoyara firmemente la planificación estratégica de programas de capacitación no sólo para mantener el actual nivel de conocimientos y aptitudes, sino también para satisfacer la gran demanda mundial de personal calificado que se prevé en las centrales nucleares.

Independientemente de estos adelantos, los participantes acordaron que la mejor estrategia para lograr que las compañías eléctricas y las autoridades reglamentadoras aceptaran la próxima generación, o generaciones, de centrales nucleares debía ser mantener un constante registro de seguimiento a nivel mundial del funcionamiento seguro, fiable y eficaz en función de los costos de todas las centrales actuales. De lo contrario, la estrategia para lograr la aceptación pública tendría que basarse en criterios más amplios.

Fomento de la confianza pública

En los debates se puso de manifiesto la plena conciencia que existe entre los miembros de la comunidad nuclear acerca de los problemas que impiden que se establezca un diálogo constructivo con el público sobre el futuro de la energía nucleoelectrica y su empeño en resolverlos. Menos evidente es la forma de fomentar o restablecer la confianza de un público cada vez más escéptico en los usos de las tecnologías nucleares.

A menudo, el esfuerzo de la industria nuclear en materia de comunicación ha sido orientado por organizaciones de las empresas de servicios públicos, que en muchos países explotan tanto las instalaciones nucleares como las centrales alimentadas con carbón. En consecuencia, muchas organizaciones han adoptado un enfoque más bien prudente para informar al público

sobre los riesgos relativamente altos que entrañan la combustión del carbón y el uso de los derivados del carbón para la salud y el medio ambiente.

La jerga técnica que emplean los especialistas nucleares ha constituido una barrera para la comunicación con el público. A menudo, los términos utilizados para describir los adelantos alcanzados en materia de seguridad en las centrales nucleares, como por ejemplo, "intrínsecamente seguras", "de salida segura" y "transparentemente seguras", han sido mal interpretados por la mayoría del público que no está muy familiarizado con esta terminología. Al utilizarse indiscriminadamente, estos términos han creado una imagen negativa del comportamiento de la seguridad en las centrales actuales y dejado entrever la posibilidad de contar con una tecnología "perfectamente segura" o "de riesgo nulo", cosa ésta que ninguna industria puede ofrecer, por muchos esfuerzos que realice para alcanzar sus objetivos de seguridad.

El uso bien intencionado de los resultados de la EPS como vehículo para comunicar el mensaje de seguridad al público ha sido en general contraproducente. Basados en sus experiencias en la comunicación sobre cuestiones nucleares, varios participantes señalaron que lo que el público desea obtener es una información fiable y comprensible sobre lo que se está haciendo para evitar accidentes y responder a una emergencia radiológica, y no declaraciones insulsas sobre la improbabilidad matemática de un suceso. De hecho, los graves accidentes ocurridos en Three Mile Island y en Chernobil demostraron que lo improbable puede ocurrir, y los efectos ambientales y las medidas de mitigación adoptadas en consecuencia han sido la cuestión que ha preocupado más al público. Para muchos participantes, la respuesta práctica a la interrogante del público acerca de "cuán segura es la seguridad" dependería de que las instituciones interesadas pudieran fomentar la confianza en su capacidad para controlar un accidente y mitigar sus consecuencias, y no en ninguna garantía cuantitativa derivada de evaluaciones de seguridad.

Para lograr o restaurar la credibilidad y la confianza, la industria nuclear también deberá abordar convenientemente los conceptos erróneos que tiene el público sobre los efectos radiobiológicos y radioecológicos de la energía nucleoelectrónica, y de los accidentes nucleares en particular. En efecto, las realidades del medio radiactivo deben convertirse en parte de la conciencia pública.

Hacia un mayor conocimiento de las radiaciones

Se estimó que muchas personas, incluso algunos científicos e ingenieros, desconocían muchos aspectos de las radiaciones como parte inherente de la vida, entre ellos las pautas y magnitudes de las exposiciones, los riesgos radiobiológicos definidos y los beneficios reales de los usos aparentemente ilimitados de las radiaciones. Sin embargo, paradójicamente, el hombre siempre ha vivido en un medio ambiente radiactivo. La paradoja va aún más allá: la energía nucleoelectrónica, que aporta una cantidad insignificante a la dosis media de radiaciones que reciben las personas, es el blanco de casi toda la preocupación pública, en tanto que la medicina radio-

lógica, la mayor fuente artificial de exposición a las radiaciones y cada vez más común, es aceptada tranquilamente por sus reconocidos beneficios. Incluso se siente menos aprehensión por fuentes de exposición más riesgosas y menos controladas como los radionucleidos naturales que se hallan en los suelos y las viviendas.

Se formuló una propuesta para acelerar el proceso de comunicación sobre las realidades del medio ambiente radiactivo mediante un esfuerzo concertado internacionalmente. Se sugirieron tres objetivos complementarios que brindarían una base informada para la adopción de medidas individuales y colectivas en relación con una práctica determinada en la esfera de las radiaciones. En primer lugar, las radiaciones de bajo nivel deberían considerarse como un hecho habitual. El segundo objetivo sería ayudar a las personas a entender que el efecto real de las radiaciones de bajo nivel sobre la salud humana y el medio ambiente es tan insignificante que apenas se resiente en el individuo y la sociedad en su conjunto. Para ello sería necesario reconocer que la costosa filosofía que ahora rige las decisiones sobre la seguridad contra las radiaciones no es por fuerza la mejor para el interés público.

El tercer objetivo más general sería considerar el efecto de la energía nuclear en la salud y el medio ambiente en comparación con otras fuentes viables. Sería preciso demostrar que mientras la energía nucleoelectrónica en un régimen de explotación normal es benigna desde el punto de vista ambiental, las otras fuentes no lo son. Concretamente, se tendría que mitigar la excesiva ansiedad que existe entre muchas personas acerca de un accidente nuclear demostrando que las consecuencias reales de un accidente grave son tolerables en función de sus efectos en la salud y en la contaminación ambiental, y la consiguiente necesidad de la evacuación y la reubicación.

Por su parte, el OIEA está considerando seriamente la posibilidad de establecer una nueva actividad dedicada a lograr la aceptabilidad de las radiaciones, esfera que aún no se ha explorado adecuadamente a nivel internacional. Un primer paso entrañaría la creación de un grupo asesor compuesto por científicos reconocidos y especialistas en comunicación, quienes explicarían de manera clara y comprensible las estadísticas y comparaciones relacionadas con los riesgos, y ayudarían a formular principios prácticos de seguridad contra las radiaciones. Su labor podría ayudar a establecer las bases para la celebración de una importante conferencia internacional sobre las radiaciones, la salud y la sociedad. Como segundo paso sería provechoso que este grupo, volviera a evaluar, con cierta urgencia, la conveniencia de la respuesta de seguridad contra las radiaciones que se dio y se continúa dando al accidente de Chernobil, en el marco de un análisis más integral y comparativo de los efectos de las radiaciones de bajo nivel, con todos los beneficios que reporta un examen retrospectivo. El objetivo que se persigue con la creación de un programa del OIEA sobre las evaluaciones comparativas de la energía nucleoelectrónica y sus opciones es poder contar con una fuente de información fiable y autorizada sobre los riesgos que plantea para la salud humana y el medio ambiente el ciclo total del sistema energético mundial.