



INDICE

- Crónicas**
- Seguridad radiológica: Nuevas normas internacionales
por Abel J. González / 2
 - Evacuación de desechos radiactivos en el mar: El Convenio de Londres de 1972
por Kirsti-Liisa Sjöblom y Gordon Linsley / 12
 - Normas de seguridad para la gestión de desechos radiactivos:
Validación del consenso internacional
por Ernst Warnecke y Donald E. Saire / 17
 - Interfaz entre las salvaguardias nucleares y la evacuación de desechos radiactivos:
Nuevos problemas
por Gordon Linsley y Abdul Fattah / 22
 - Enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear:
Se reducen las desigualdades
por Karol Skornik / 27

- Informes temáticos**
- El radón en el medio humano: Evaluación de la situación
por Jasimuddin U. Ahmed / 32
 - Investigación radioecológica del Mar Negro: Informe de Rumania
por Alexandru Bologa / 36

- Secciones fijas**
- Resumen internacional de noticias/Datos estadísticos / **39**
 - Publicaciones del OIEA / **51**
 - Bases de datos en línea / **52**
 - Posts announced by the IAEA (Anuncio de puestos del OIEA) / **54**
 - Conferencias y seminarios del OIEA/Programas coordinados de investigación / **56**

Seguridad radiológica: Nuevas normas internacionales

Las futuras Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación son el resultado de una cooperación sin precedentes

por Abel J.
González

Al final del decenio de 1980 se había acumulado un gran candal de nueva información que indujo a examinar desde otro ángulo las normas en materia de protección contra la exposición a las radiaciones ionizantes y seguridad de las fuentes de radiación.

Ante todo, una reevaluación de las conclusiones radioepidemiológicas derivadas de las explosiones de Hiroshima y Nagasaki hizo pensar que la exposición a la radiación de bajo nivel entrañaba un riesgo mayor que el que se había estimado antes.

Otros sucesos —sobre todo, el accidente de Three Mile Island en 1979 y el de Chernobyl en 1986, que provocó una contaminación transfronteriza sin precedentes— influyeron mucho en la percepción pública del peligro potencial que entraña la exposición a las radiaciones. Los accidentes ocurridos con fuentes de radiación utilizadas para fines médicos e industriales también han llamado mucho la atención del público: Ciudad Juárez (México), Mohamadia (Marruecos), Goiânia (Brasil), San Salvador (El Salvador) y Zaragoza (España) son nombres que aparecieron en las noticias a raíz de accidentes radiológicos que causaron víctimas. Además, en ese decenio tuvo lugar el redescubrimiento de la radiación natural como causa de riesgo para la salud: en algunas viviendas se observaron contenidos sorprendentemente altos de radón en el aire, y se descubrió que la exposición a la radiación natural de algunas personas cuyo trabajo nada tenía que ver con las radiaciones alcanzaba niveles muy superiores a los límites prescritos para la exposición ocupacional por normas de autoridad reconocida.

En vista de tales hechos, la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) revisó en 1990 sus recomendaciones vigentes. Las organizaciones interesadas del sistema de las Naciones Unidas y otros organismos multinacionales reaccionaron rápidamente y comenzaron a revisar sus respectivas normas.

En el presente artículo se destaca un importante resultado de esta labor en pro de la armonización internacional de la seguridad radiológica: concretamente, en él se ofrece una panorámica de las futuras *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y la seguridad de las fuentes de radiación*, las llamadas NBS. Seis organizaciones han elaborado conjuntamente estas normas, a saber, la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Marco para la armonización

En 1991, en el marco del Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica, las seis organizaciones crearon una secretaría mixta bajo la coordinación del OIEA. Esta medida culminó decenios de esfuerzos constantes y marcó el inicio de una cooperación internacional sin precedentes para el establecimiento de las NBS, en la que han participado cientos de expertos de los Estados Miembros de las organizaciones patrocinadoras. Estas normas internacionales reemplazan a todas las anteriores exis-

El Dr. González es Director Adjunto de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

Armonización internacional en materia de seguridad radiológica

La labor de armonización de las normas internacionales de seguridad radiológica, para la que se ha aprovechado la información derivada de amplias actividades de investigación y desarrollo realizadas por organizaciones científicas y técnicas a nivel nacional e internacional, ha contado con el apoyo de una serie de organismos. Por su parte, el OIEA está autorizado por su Estatuto a "establecer o adoptar, en consulta y, cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud...". En cumplimiento de esta función, la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó en marzo de 1960 las primeras medidas del Organismo relativas a seguridad y protección de la salud. En junio de 1962, la Junta aprobó la primera versión de las *Normas básicas de seguridad en materia de protección radiológica* del OIEA, y en septiembre de 1965 una versión revisada. El Organismo publicó una tercera revisión como Vol. N° 9 de la Colección Seguridad, Edición de 1982. Esta edición fue patrocinada conjuntamente por la AEN/OCDE, el OIEA, la OIT y la OMS.*

Comité Interinstitucional de Seguridad Radiológica (IACRS). Hace varios años, el OIEA promovió la formación del Comité como mecanismo de consulta y colaboración en asuntos de seguridad radiológica con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados. El objetivo del IACRS es, en particular, promover la coherencia y la coordinación de las políticas en lo que respecta a los principios y normas de seguridad radiológica. Forman parte de él la AEN/OCDE, la FAO, la OIT, la OMS, la OPS, el UNSCEAR, la Comisión de las Comunidades Europeas (CEE) y el OIEA. Diversas organizaciones participan en calidad de observadores, a saber, la CIPR, la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUMR), la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), la Asociación Internacional de Protección Radiológica (AIPR), y la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR). El UNSCEAR aportó la información científica que sirvió de base para preparar las NBS. El Comité, que fue creado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1955 y actualmente está integrado por representantes de 21 países, recopila, evalúa y difunde información relativa a los efectos de la radiación sobre la salud y a los niveles de exposición a la radiación causados por las diversas fuentes.

Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR). Las normas de seguridad radiológica se basan en las recomendaciones de la CIPR, organización científica no gubernamental fundada en 1928. Sus recomendaciones más recientes fueron publicadas en 1990 (Publicación 60, *Annals of the ICRP*, Vol. 21, N° 1-3) y constituyen la base de las NBS.

Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas (CIUMR). Las magnitudes y unidades utilizadas en las NBS son principalmente las recomendadas por la CIUMR, organización emparentada con la CIPR. (Véase el recuadro de la página siguiente.)

Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (INSAG). Este órgano asesor integrado por expertos en seguridad nuclear sirve de foro para el intercambio de información, y para brindar asesoramiento al OIEA sobre temas de seguridad de importancia internacional. En 1989 publicó por conducto del OIEA los *Principios básicos de seguridad para centrales nucleares* (Colección Seguridad N° 75-INSAG-3). Muchos de estos principios son importantes para la seguridad de otras fuentes e instalaciones emisoras de radiación y se han adoptado en las NBS.

* Estas normas internacionales anteriores fueron el tema del artículo publicado por el autor en el *Boletín del OIEA*, Vol. 25, N° 3 (septiembre de 1983).

tentes en materia de seguridad radiológica, en especial las establecidas bajo los auspicios del OIEA. (Véase el recuadro de la página siguiente.)

Efectos de la radiación. Ya en la época de los primeros estudios sobre los rayos X y los minerales radiactivos se advirtió que la exposición a altos niveles de radiación puede dañar los tejidos expuestos del cuerpo humano. Estos efectos radiológicos, que pueden diagnosticarse clínicamente en el individuo expuesto, se denominan *efectos deterministas* porque, para una dosis de radiación dada, su aparición es segura. Posteriormente, los estudios a largo plazo de las poblaciones expuestas a las radiaciones, especialmente de los sobrevivientes de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki, han demostrado que la exposición a la radiación también puede inducir enfermedades malignas diferidas y posiblemente efectos hereditarios. Estos efectos

radiológicos no pueden ponerse en relación con ningún individuo concreto expuesto, sino que se infieren del estudio epidemiológico de grandes poblaciones; se denominan *efectos estocásticos* por su carácter estadístico aleatorio. (Véase el recuadro de la página siguiente.)

Actividades humanas y exposición a la radiación: prácticas e intervenciones. Muchas actividades humanas beneficiosas entrañan la exposición de las personas a la radiación de fuentes naturales y artificiales. Es de suponer que estas actividades, que se planifican de antemano, hacen aumentar la exposición a la radiación de fondo ya suprida por las personas: tales actividades se denominan *prácticas*.

Por otra parte, hay casos en que las personas están expuestas de hecho a la radiación. Las actividades destinadas a reducir esas exposiciones se llaman *intervenciones*.

Efectos de la radiación sobre la salud

La exposición a la radiación puede tener efectos perjudiciales sobre la salud. Para grandes dosis agudas, los efectos de la radiación —como náuseas, enrojecimiento de la piel y, en los casos graves, síndromes agudos— se manifiestan clínicamente en los individuos expuestos poco después de la exposición. Las altas tasas de dosis crónicas también ocasionan efectos nocivos que se pueden detectar clínicamente. Estos efectos se denominan **deterministas** porque su aparición es segura cuando la dosis sobrepasa un determinado nivel umbral.

También es verosímil que la exposición a dosis bajas de radiación tenga efectos graves sobre la salud, tales como enfermedades malignas, que son detectables estadísticamente en la población pero no se pueden relacionar inequívocamente con un individuo expuesto. Los efectos hereditarios de la exposición a la radiación se han detectado estadísticamente en mamíferos, y se supone que también ocurren en los seres humanos. Todos estos efectos detectables estadísticamente se denominan **estocásticos** debido a su carácter aleatorio. Se manifiestan después de un período de latencia, presumiblemente en toda la gama de dosis, sin nivel umbral. Además, pueden producirse efectos sobre la salud de los niños expuestos a la radiación *in utero* durante determinados períodos del embarazo, por ejemplo, una mayor probabilidad de leucemia o de retraso mental grave.

Los efectos deterministas son resultado de un proceso de muerte celular a causa de la exposición a la radiación, el cual, si es lo suficientemente amplio, puede dañar la función

del tejido expuesto. La gravedad de un efecto determinista concreto aumenta con la dosis por encima del umbral, que varía según el tipo de efecto. Los valores umbral inferiores son de algunos sieverts, en el caso de exposiciones agudas, y de algunos cientos de milisieverts por año, en el caso de exposiciones crónicas. Por tanto, la probabilidad de efectos deterministas es nula a dosis bajas y tiende a la seguridad para las dosis umbral.

Los efectos estocásticos pueden manifestarse si una célula irradiada se modifica en lugar de destruirse. Después de un período prolongado, las células modificadas pueden degenerar en cáncer. Los mecanismos de reparación y defensa del cuerpo humano hacen que este desenlace sea muy poco probable para las dosis pequeñas; a hora bien, no hay ninguna prueba de que exista una dosis umbral por debajo de la cual no pueda producirse un cáncer. Esta probabilidad aumenta con la dosis, pero la gravedad de cualquier tipo de cáncer resultante de la irradiación no depende de la dosis. Si una célula germinal cuya función es transmitir información genética es dañada por exposición a la radiación, es concebible que en los descendientes de la persona expuesta se manifiesten efectos hereditarios de diversos tipos. Se supone que la probabilidad de los efectos estocásticos es proporcional a la dosis recibida, sin dosis umbral. Actualmente se estima que la probabilidad de efectos estocásticos graves inducidos por radiación, en toda la vida, es de alrededor del 5% por sievert de dosis recibida para la población general.

Magnitudes y unidades utilizadas en la seguridad radiológica

Aunque los requisitos de las NBS son en general de carácter cualitativo, también establecen límites cuantitativos y niveles orientativos. Las magnitudes y unidades utilizadas en las NBS se basan en las recomendaciones de la CIPR y la CIUMR.

Las principales magnitudes físicas en que se basan las NBS son: la **actividad** o tasa de emisión de radiación por un radionucleido, y la **dosis absorbida** o energía cedida a la unidad de masa de una sustancia por la radiación a que está expuesta.

La **unidad de actividad** es la inversa de un segundo (número de emisiones por segundo), que se denomina **becquerel (Bq)**. La **unidad de dosis absorbida** es el joule por kilogramo, llamada **gray (Gy)**.

La **dosis absorbida** es la magnitud dosimétrica física básica de las NBS, aunque no es enteramente satisfactoria a los fines de la protección radiológica, ya que los efectos dañinos en un tejido humano varían según el tipo de radiación ionizante. En consecuencia, la dosis absorbida en los tejidos se multiplica por un factor de ponderación a fin de tener en cuenta la efectividad del tipo de radiación de que se trate para causar daños.

La **dosis equivalente** es la magnitud que resulta de ponderar la dosis absorbida aplicando el factor correspondiente a la efectividad del tipo de radiación. Pero la probabilidad de efectos perjudiciales a causa de una determinada dosis equivalente varía según los distintos órganos y tejidos. En consecuencia, la dosis equivalente recibida en cada órgano o tejido se multiplica por un factor de ponderación del tejido para tener en cuenta la radiosensibilidad del órgano.

La **dosis efectiva** es la magnitud resultante de la suma total de las dosis equivalentes, ponderadas con respecto a la radiosensibilidad de los órganos y tejidos, para todos los órganos y tejidos expuestos de un individuo. La **unidad de dosis equivalente y de dosis efectiva** es la misma que la de dosis absorbida, a saber, el joule por kilogramo, pero se le da el nombre de **sievert (Sv)**.

Cuando hay incorporación de radionucleidos en el organismo, la dosis resultante se recibe durante todo el tiempo que esos radionucleidos permanezcan en el cuerpo.

La **dosis comprometida** es la dosis total producida por los radionucleidos durante el período en que éstos permanecen en el cuerpo, y se define como la integral con respecto al tiempo de la tasa de dosis recibida. Toda restricción aplicable se impone a la dosis comprometida de la incorporación. La **unidad de dosis comprometida** resultante es el **sievert**.

El efecto total de la exposición a la radiación causada por una práctica o fuente determinada depende del número de personas expuestas y de la dosis que reciban.

En consecuencia se usa la **dosis colectiva**, definida como la suma de los productos de la dosis media de los diversos grupos de personas expuestas por el número de individuos de cada grupo, para caracterizar el impacto radiactivo de una práctica o fuente. La **unidad de dosis colectiva** es el **sievert-hombre**.

Para fines operativos, las NBS utilizan la **dosis equivalente ambiental** y la **dosis equivalente personal**. Estas son magnitudes definidas por la CIUMR con objeto de facilitar las actividades de medición y vigilancia sin dejar de aplicar las magnitudes básicas de protección radiológica.

Debido a los efectos de la radiación sobre la salud, las prácticas y las intervenciones han de someterse a determinadas normas de seguridad radiológica a fin de proteger a las personas fortuitamente expuestas. El objetivo de las NBS es armonizar a nivel internacional los requisitos básicos de protección de las personas contra la exposición indebida a la radiación en el curso de las prácticas y las intervenciones. (Véase el recuadro de la página 5.)

Objetivo de las NBS

El objetivo expreso de las NBS es evitar la aparición de efectos deterministas de la radiación y reducir la probabilidad de que aparezcan efectos estocásticos.

En el caso de una *práctica* justificada, ese objetivo se logra prescribiendo requisitos para la protección de los individuos expuestos y la seguridad de la fuente de exposición. Así,

- el riesgo de todos los individuos expuestos, independientemente de dónde o cuándo ocurra la exposición, se reduce manteniendo las dosis individuales por debajo de límites de dosis especificados; y
- la seguridad de la fuente de exposición se preserva, entre otras medidas, a) restringiendo las dosis que se sabe ha de producir, así como la probabilidad de que produzca otras dosis a causa de exposiciones (potenciales) que pueden ocurrir pero no es seguro que ocurran; b) reduciendo las dosis producidas, las probabilidades de que se reciban y el número de individuos expuestos al valor más bajo que razonablemente pueda alcanzarse en las circunstancias imperantes; c) aplicando a la fuente una serie de requisitos administrativos, técnicos y de gestión destinados a garantizar su seguridad.

En el caso de las *intervenciones* justificadas, el objetivo se logra:

- velando por que, en cualquier circunstancia previsible, las dosis individuales se mantengan por debajo de los niveles umbral correspondientes a los efectos deterministas;
- velando por que todas las dosis que se prevea evitar gracias a la intervención sean las más bajas que razonablemente puedan alcanzarse en las circunstancias imperantes.

Ámbito de las NBS

Exclusiones. Se excluye del ámbito de las NBS toda exposición a la radiación que no sea, por esencia, susceptible de control aplicando los requisitos por ellas prescritos. Como ejemplo cabe citar la exposición debida al potasio radiactivo natural normalmente presente en el cuerpo humano, la exposición a los rayos cósmicos en la superficie terrestre y, en general, otras exposiciones de origen natural.

Además, las NBS se aplican solamente a:

- los seres humanos (se estima que, si las normas de protección son apropiadas para este fin, también servirán para garantizar que ninguna otra especie se vea amenazada como población, aun cuando ciertos individuos de la especie puedan sufrir daños); y

Prácticas e intervenciones

Las actividades humanas planificadas que hacen aumentar la exposición normalmente recibida por las personas a causa de la radiación de fondo, o hacen que aumente la probabilidad de exposición, se denominan *prácticas*. Las actividades humanas destinadas a reducir el nivel existente de exposición a la radiación, o la probabilidad de sufrir una exposición, se denominan *intervenciones*.

Las NBS se aplican tanto al comienzo como a la continuación de las prácticas que entrañen o pudieran entrañar exposición a la radiación, así como a las situaciones existentes *de facto* en que la exposición o su probabilidad puede reducirse o suprimirse mediante algún tipo de intervención. En el caso de una práctica, se pueden tomar medidas de protección y seguridad radiológicas antes de que comience, y desde su inicio se pueden limitar las correspondientes exposiciones a la radiación así como la probabilidad de éstas. En el caso de una intervención, las circunstancias que dan lugar a la exposición o la probabilidad de ésta ya existen, y sólo se logrará reducirlas aplicando medidas reparadoras o protectoras.

En el siguiente cuadro, preparado por el UNSCEAR, se resume el impacto radiológico relativo de algunas prácticas y de accidentes graves que requirieron intervención. Los niveles de exposición a la radiación se expresan en forma de períodos equivalentes de exposición a las fuentes naturales.

Niveles de exposición a la radiación

Exposición causada por	Base	Período equivalente de exposición global a la radiación de fondo media
Los ensayos de armas nucleares	Todos los ensayos realizados	2,3 años
Los aparatos y sustancias utilizados en medicina	Un año de práctica al régimen actual	90 días
Los accidentes graves	Los accidentes ocurridos hasta la fecha	20 días
La generación de energía nucleoelectrica (en condiciones normales de explotación)	Total de la energía nucleoelectrica generada hasta la fecha.	10 días
	Un año de práctica al régimen actual	1 día
Las actividades ocupacionales	Un año de tales actividades al régimen actual	8 horas

- la radiación ionizante, a saber, los rayos gamma y rayos X, y las partículas alfa, beta y de otro tipo que pueden originar ionización; (las NBS no se aplican a la radiación no ionizante, ni tampoco al control de otros aspectos no radiológicos de salud y seguridad).

Con la salvedad de estas exclusiones, las NBS se aplican a todas las prácticas, incluidas las fuentes de radiación adscritas a esas prácticas, siempre que no estén *exentas* de los requisitos prescritos por las NBS, y a todas las intervenciones, incluidas todas las exposiciones conexas.

Prácticas. Las prácticas a las que se aplican las NBS son en particular:

- el uso de radiación o de sustancias radiactivas con fines médicos, industriales, agrícolas, educativos, de capacitación y de investigación; y

Justificación de las prácticas y las intervenciones

En la justificación de las prácticas e intervenciones intervienen muchos factores, entre ellos los aspectos sociales y políticos, y las consideraciones radiológicas normalmente desempeñan un papel secundario. A continuación se resumen algunas orientaciones de tipo práctico que brindan las NBS sobre la justificación de las prácticas e intervenciones.

Prácticas injustificadas. Las NBS ofrecen orientación sobre las prácticas injustificadas. Entre ellas figuran las que ocasionarían un aumento de la cantidad de sustancias radiactivas presentes en alimentos, bebidas, cosméticos u otros artículos o productos destinados a su ingestión, inhalación, o incorporación percutánea en seres humanos, o a su aplicación a los mismos (excepto con fines médicos); también figuran las prácticas que entrañen el uso frívolo de la radiación en artículos o productos como juguetes, joyas o adornos. Además, se consideran injustificadas determinadas exposiciones médicas: el examen radiológico con fines ocupacionales, jurídicos o de seguro médico, los exámenes radiológicos con el objetivo de detectar robos, la exposición de grupos de población con motivo de exámenes masivos, y la exposición de seres humanos con fines de investigación médica (a menos que se efectúe de conformidad con lo dispuesto en la Declaración de Helsinki, se observen las directrices establecidas al efecto por el Consejo de Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas y la OMS, y esté sujeta al asesoramiento de un comité de examen ético y a los reglamentos nacionales y locales aplicables).

Intervenciones. La intervención será justificada si se espera que cause más bien que mal, teniendo en cuenta los factores sanitarios, socia-

les y económicos. Las NBS establecen que casi siempre estará justificada la adopción de medidas protectoras si se espera que, en una situación de intervención, las dosis se acerquen a los valores indicados en el cuadro que figura a continuación. No obstante, los niveles reales de intervención deben optimizarse lo que, por lo general, conduce a dosis mucho más bajas (véase el cuadro de la página 10).

Niveles de dosis individual para los cuales será de esperar una intervención en cualesquier circunstancias

Exposiciones agudas

Órgano o tejido	Dosis absorbida proyectada al órgano o tejido en menos de dos días (Gy)
Todo el organismo	1
Pulmón	6
Piel	3
Tiroides	5
Cristalino	2
Gónadas	3

Exposiciones crónicas

Órgano o tejido	Tasa de dosis equivalente anual (Sv/año)
Gónadas	0,2
Cristalino	0,1
Médula ósea	0,4

● la generación de electricidad a partir de la energía nuclear, incluida cualquier actividad del ciclo del combustible nuclear que entrañe o pueda entrañar exposición a la radiación o a sustancias radiactivas.

Fuentes. Las NBS se aplican a todas las fuentes de radiación adscritas a una práctica, ya sean naturales o artificiales, a saber:

- a las sustancias radiactivas y dispositivos que contienen sustancias radiactivas o producen radiación, como productos de consumo, fuentes selladas, fuentes no selladas y generadores de radiación; y
- a las instalaciones que contienen sustancias radiactivas o dispositivos que producen radiación, como instalaciones de irradiación, minas y plantas de tratamiento de minerales radiactivos, instalaciones de tratamiento de sustancias radiactivas, instalaciones nucleares e instalaciones de gestión de desechos radiactivos. (Cuando una instalación puede originar vertidos de sustancias radiactivas o emisión de radiaciones al medio ambiente, se considera que en su totalidad constituye una fuente y las NBS se aplican a cada una de las fuentes de radiación situadas dentro de la instalación y a la instalación en su conjunto.)

Exención y dispensa. Las prácticas y las fuentes adscritas a una práctica pueden declararse *exentas* de los requisitos de las NBS si cumplen los criterios de exención establecidos. Dichos criterios dan la seguridad de que los riesgos individuales derivados de una fuente exenta son insignificantes y de que el efecto radiológico colectivo es tal que carece de objeto su reglamentación. Además, una fuente exenta debe ser intrínsecamente segura.

Los criterios de exención también se expresan en niveles de exención, es decir, niveles de [radi]actividad, o de concentración de la actividad en los materiales, por debajo de los cuales la exención es casi automática.

Los materiales y objetos resultantes de prácticas y fuentes ya sometidas a los requisitos de las NBS pueden declararse exentas de esos requisitos siempre que satisfagan niveles de *dispensa* que no sobrepasen los niveles de exención especificados.

Intervenciones. Las situaciones de intervención a las que se aplican las NBS incluyen toda situación *de facto* causante de exposición de las personas, que pueda reducirse aplicando medidas de intervención debidamente justificadas.

Son, entre otras:

- las situaciones de emergencia como las causadas por una contaminación ambiental a consecuencia de un accidente; y
- las situaciones crónicas como la exposición a fuentes naturales de radiación (por ejemplo, el radón en las viviendas) y a residuos radiactivos resultantes de sucesos y actividades anteriores (por ejemplo, contaminación ambiental crónica a causa de actividades pasadas).

Exposiciones. Las NBS se aplican a cualquier exposición debida a:

- toda práctica o fuente pertinente, incluidas las exposiciones normales (es decir, las que es seguro se produzcan), las exposiciones potenciales (es decir, las que pueden o no ocurrir), las exposiciones ocupacionales (es decir, las de los trabajadores), las exposiciones médicas (es decir, principalmente las de los pacientes) y las exposiciones públicas (es decir, los demás tipos de exposición).
- toda situación de intervención pertinente que entrañe una exposición de emergencia, incluidas las exposiciones que requieren una intervención rápida y otras exposiciones temporales, debidas a situaciones en las que se ha activado un plan o procedimientos de emergencia, o una exposición crónica, incluidas las exposiciones a las fuentes naturales de radiación, las exposiciones debidas a residuos radiactivos originados por sucesos pasados, y las exposiciones debidas a la contaminación radiactiva resultante de prácticas y fuentes que, por alguna razón, no han estado sometidas a control reglamentario.

Fuentes naturales. Según las NBS, la exposición a fuentes naturales se considerará normalmente una situación de exposición crónica y estará sujeta a los requisitos establecidos para la intervención. Las excepciones en este aspecto son las actividades que impliquen la presencia de fuentes naturales que aumenten la exposición del público debido a, por ejemplo, vertidos de sustancias radiactivas al medio ambiente, y determinadas exposiciones ocupacionales al radón, que estarán sujetas a los requisitos estipulados para las prácticas si con la intervención no se puede reducir dicha exposición a valores menores que los niveles de actuación establecidos por las NBS.

Obligaciones

Las NBS establecen obligaciones generales en relación con las prácticas y las intervenciones. A menos que la exposición esté excluida del ámbito de las NBS, las obligaciones son las siguientes:

- ninguna práctica deberá ser adoptada, introducida, realizada, interrumpida o suprimida y ninguna fuente adscrita a una práctica deberá ser, según el caso, extraída, preparada mecánicamente, tratada, diseñada, fabricada, construida, montada, comprada, importada, exportada, vendida, prestada, alquilada, recibida, emplazada, situada, puesta en servicio, poseída, usada, explotada, mantenida, reparada, transferida, clausurada, transportada, almacenada o evacuada, sino en conformidad con los requisitos prescritos por las Normas, a no ser que la práctica o la fuente esté exenta de tales requisitos; y

Limitación de la dosis individual

Los límites de dosis establecidos por las NBS tienen el fin de velar por que ningún individuo corra riesgos inaceptables debidos a la exposición a la radiación.

Límites de dosis para la exposición ocupacional

- una dosis efectiva de 20 mSv por año promediada con respecto a 5 años consecutivos;
- una dosis efectiva de 50 mSv en un solo año;
- una dosis equivalente en el cristalino de 150 mSv en un año; y
- una dosis equivalente en las extremidades (manos y pies) y en la piel de 500 mSv en un año.

(En circunstancias especiales, los trabajadores que realicen la intervención pueden estar expuestos a hasta 100 mSv en un solo año.)

Límites de dosis para los miembros del público

- una dosis efectiva de 1 mSv en un año;
- circunstancias especiales, una dosis efectiva de hasta 5 mSv en un solo año siempre que: la dosis media en cinco años consecutivos no sea superior a 1 mSv por año; y la dosis en circunstancias especiales sea expresamente autorizada por la autoridad reglamentadora;
- una dosis equivalente en el cristalino de 15 mSv en un año; y
- una dosis equivalente en la piel de 50 mSv en un año.

Aplicación de los límites de dosis

Los límites de dosis se aplican a la suma de las dosis correspondientes causadas por exposición externa en el período especificado, y a las dosis comprometidas correspondientes causadas por incorporación durante el mismo período (el período para el cálculo de la dosis comprometida será normalmente de 50 años para los adultos y 70 años para las incorporaciones en niños). El cumplimiento de este requisito puede asegurarse imponiendo la condición de que la dosis equivalente personal debida a la radiación penetrante durante el año, más la suma de las dosis comprometidas debidas a la incorporación de radionucleidos durante el año, arrojen un valor inferior al límite de que se trate.

- siempre que ello se justifique, las exposiciones *de facto* existentes se reducirán mediante una intervención, tomando medidas reparadoras o protectoras conforme a los requisitos prescritos por las NBS.

Además, las NBS establecen que las fuentes que contengan sustancias radiactivas se transportarán atendiendo a lo dispuesto en el *Reglamento del OIEA para el transporte seguro de materiales radiactivos* (Vol. N° 6 de la Colección Seguridad del OIEA, Viena (1991)), y en las convenciones internacionales aplicables.

Requisitos

Las NBS establecen los requisitos básicos de protección y seguridad necesarios para el cumplimiento de las obligaciones antes mencionadas.

En todas las actividades que entrañen exposición a la radiación estos requisitos se han de cumplir en virtud de la fuerza que emana de las disposiciones estatutarias de las organizaciones patrocinadoras. Los requisitos no suponen ninguna obligación por parte de los Estados de ajustar a ellos su legislación, ni es su fin sustituir las disposiciones de las leyes

Niveles orientativos para los procedimientos radiológicos de diagnóstico en un paciente adulto típico

Radiografía

Examen	Dosis de entrada en superficie por radiografía (mGy)	
Columna vertebral lumbar	AP	10
	LAT	30
	ASL	40
Abdomen, urografía intravenosa y colecistografía	AP	10
Pelvis	AP	10
Articulación de la cadera	AP	10
Tórax	PA	0,4
	LAT	1,5
Columna vertebral torácica	AP	7
	LAT	20
Dental	Periapical	7
Cráneo	AP	5
	PA	5
	LAT	3

PA = proyección posteroanterior; LAT = proyección lateral; ASL = proyección de la articulación sacrolumbar; AP = proyección anteroposterior.

Tomografía computarizada

Examen	Dosis absorbida media en cortes múltiples (mGy)
Cabeza	50
Columna vertebral lumbar	35
Abdomen	25

Mamografía

Dosis glandular media por proyección cráneo-caudal

1 mGy (sin rejilla)
3 mGy (con rejilla)

Fluoroscopia

Modo de funcionamiento	Tasa de dosis absorbida en superficie de entrada (mGy/min)
Normal	25
Alto nivel	100

o reglamentos nacionales, o las normas vigentes. Antes bien, al establecer principios básicos e indicar los diferentes aspectos que debe abarcar un programa eficaz de protección radiológica, su objetivo es servir de guía práctica a las autoridades y servicios públicos, los empleadores y los trabajadores, los organismos especializados de protección

radiológica y los comités encargados de la seguridad y protección de la salud.

Además, no se pretende que sean aplicados al pie de la letra en todos los países y regiones. Por el contrario, deben interpretarse teniendo en cuenta las circunstancias locales, los recursos técnicos y la magnitud de las instalaciones, factores que determinarán las posibilidades de aplicación. Como las NBS tienen por objeto una amplia gama de prácticas y fuentes, muchos requisitos se formulan en términos generales, de modo que quizás alguno de ellos tenga que cumplirse de forma distinta según el tipo de práctica y fuente o de intervención, la naturaleza de las operaciones y las posibilidades de exposición.

Requisitos relativos a las prácticas. Las NBS prescriben requisitos administrativos, de protección radiológica, de gestión, técnicos y de verificación:

Requisitos administrativos. Entre estos cabe mencionar la notificación del propósito de realizar prácticas, el registro de las fuentes o la concesión de licencias para éstas, la responsabilidad de los titulares registrados y los titulares licenciados, así como la exención y supresión del control (dispensa) de las fuentes.

Requisitos de protección radiológica. Entre estos figuran la justificación de las prácticas, la limitación de las dosis a los individuos, la optimización de la protección y seguridad, las restricciones de dosis para las fuentes y los niveles orientativos para la exposición médica. (Véanse los recuadros y los cuadros de las páginas 5, 6, 7, y 8.)

Requisitos de gestión. Entre éstos están los referentes a cultura de la seguridad, garantía de calidad, factores humanos y expertos cualificados. (Véase el recuadro de la página 9.)

Requisitos técnicos. Entre estos se incluyen los de seguridad, defensa en profundidad y buena práctica tecnológica. (Véase el recuadro de la página 9.)

Verificación. Comprende los requisitos de evaluación de la seguridad, verificación del cumplimiento y registros.

Requisitos sobre situaciones de intervención. Las NBS establecen requisitos administrativos y de protección radiológica para situaciones de intervención, a saber:

Requisitos administrativos. Entre estos figuran los relativos a las responsabilidades de las entidades intervinientes, los titulares registrados y los titulares licenciados, así como a la notificación de las situaciones que requieran acciones protectoras.

Requisitos de protección radiológica. Entre estos se incluyen los de justificación de una intervención así como los de optimización de la intervención y los niveles de actuación. (Véanse el recuadro y los cuadros de las páginas 6 y 10.)

Las NBS contienen apéndices que estipulan requisitos detallados sobre todos los tipos de exposición, a saber:

Sobre la exposición ocupacional: Responsabilidades de los empleadores, titulares registrados, titulares licenciados y trabajadores; condiciones de servicio (compensaciones especiales, trabajadoras embarazadas, empleo sustitutivo, condiciones relativas a los jóvenes), requisitos acerca de la clasificación de zonas, reglas y supervisión locales, equipo protector personal, cooperación entre los empleadores, los titulares registrados y los titulares licen-

Requisitos técnicos prescritos por las NBS

Las NBS establecen requisitos técnicos para los siguientes aspectos:

Seguridad de las fuentes. Las fuentes se mantendrán en condiciones de seguridad a fin de evitar robos o daños e impedir que personas no autorizadas realicen cualquiera de las actividades especificadas como obligaciones por las NBS, velando por que: ● no se abandone el control de una fuente sin cumplir antes todos los requisitos pertinentes estipulados en el registro o licencia de que se trate, ni sin que se comunique de inmediato a la autoridad reglamentadora y, cuando proceda, a la organización patrocinadora correspondiente, la información concerniente a la pérdida, el robo o la desaparición de una fuente; ● no se transfiera una fuente a menos que el destinatario posea una autorización válida; y ● se realice periódicamente un inventario de las fuentes, con la frecuencia apropiada para confirmar que se encuentran en los lugares asignados y en condiciones de seguridad.

Defensa en profundidad. Se aplicará a las fuentes un sistema de barreras múltiples de dispositivos de protección y seguridad que esté en consonancia con los riesgos radiológicos de que se trate, de manera que un fallo en una barrera sea compensado o corregido por las barreras siguientes, con el fin de: ● prevenir los accidentes que puedan causar exposición; ● atenuar las consecuencias de tales acci-

denes, si llegasen a ocurrir; y ● restablecer la seguridad de las fuentes tras un accidente de tal género.

Buena práctica tecnológica. El emplazamiento o la ubicación, diseño, construcción, montaje, puesta en servicio, explotación, mantenimiento y clausura, según el caso, de las fuentes adscritas a las prácticas han de fundarse en sólidos criterios tecnológicos, los cuales deberán, según corresponda: ● reflejar los códigos y normas aprobados, así como otros instrumentos debidamente documentados; ● estar respaldados por características fiables a nivel de gestión y organización, con objeto de garantizar la protección y seguridad durante toda la vida de las fuentes; ● prever suficientes márgenes de seguridad en el diseño y la construcción de las fuentes, y en las operaciones con ellas realizadas, de manera que se logre un comportamiento fiable en condiciones de explotación normal, cuenta habida de las cuestiones relativas a calidad, redundancia y facilidad de inspección, atendiendo en especial a la prevención de accidentes, a la atenuación de sus consecuencias y a la restricción de cualquier exposición futura; y ● tener en cuenta las innovaciones significativas en cuanto a criterios técnicos, así como los resultados de las investigaciones sobre protección y seguridad y las enseñanzas de la experiencia que sean de interés.

Requisitos de gestión prescritos por las NBS

Las NBS establecen una serie de requisitos de gestión para garantizar la seguridad radiológica. Tales requisitos se refieren a los siguientes aspectos:

Cultura de la seguridad. Se deberá establecer y mantener una cultura de la seguridad que estimule una actitud interrogante y deseosa de aprender en lo que respecta a la protección y seguridad, y desincentive la complacencia, velando por que: ● se adopten principios rectores y procedimientos que asignen la máxima prioridad a la protección y seguridad del público y los trabajadores; ● se detecten y corrijan rápidamente, de manera acorde con su importancia, los problemas que afecten a la protección y seguridad; ● se precise claramente la responsabilidad de cada individuo, incluso la del personal directivo superior, en materia de protección y seguridad, y cada persona tenga la capacitación y cualificación apropiadas; ● se constituyan estructuras jerárquicas definidas para la toma de decisiones en materia de protección y seguridad; y ● se adopten disposiciones organizativas y cauces de comunicación cuyo resultado sea la circulación expedita de la información sobre la protección y seguridad en los diferentes niveles de la entidad y entre dichos niveles.

Garantía de calidad (GC). Se establecerán, según proceda, programas de GC que permitan: ● cerciorarse adecuadamente de que se satisfacen los requisitos prescritos de protección y seguridad; y ● disponer de mecanismos y procedimientos de control de calidad para examinar y evaluar la efectividad general de las medidas de protección y seguridad.

Factores humanos. Se ha de prever lo necesario para reducir, hasta donde sea factible, la contribución del error

humano a los accidentes y otros sucesos que puedan originar exposiciones, velando por que: ● todo el personal del que dependan la protección y seguridad posea la capacitación y cualificación adecuadas para tener plena noción de su responsabilidad y desempeñar sus funciones con el discernimiento debido y según los procedimientos establecidos; ● se observen principios ergonómicos bien fundados, según proceda, al diseñar el equipo y los procedimientos de operación, a fin de facilitar la explotación o el uso del equipo en condiciones de seguridad, reducir al mínimo la posibilidad de errores de operación que provoquen accidentes, y disminuir la posibilidad de que se interpreten erróneamente las indicaciones de existencia de condiciones normales o anormales; ● se cuente con el equipo, los sistemas de seguridad y los requisitos de procedimiento apropiados y se adopten otras disposiciones para reducir, en todo lo posible, la posibilidad de un error humano que cause la exposición inadvertida o no intencionada de cualquier persona; ● se disponga de los medios necesarios para detectar los errores humanos y corregirlos o compensarlos, y ● se facilite la intervención en caso de fallo de los sistemas de seguridad o de otras medidas protectoras.

Expertos cualificados. Se deben designar expertos cualificados y disponer de sus servicios para que presten asesoramiento sobre la observancia de las NBS. Los titulares registrados y los titulares licenciados deben informar a la autoridad reglamentadora de las medidas tomadas a fin de disponer de los servicios de expertos necesarios para la observancia de las NBS. En esta información se señalará el alcance de las funciones de los expertos cualificados designados.

**Directrices sobre
los niveles de
intervención en
situaciones de
exposición de
emergencia**

Acciones protectoras urgentes		
Acción	Dosis evitable	
Permanencia en edificios	10 mSv por no más de dos días	
Profilaxis con yodo	100 mGy (dosis absorbida comprometida a la tiroides)	
Evacuación	50 mSv por no más de una semana	
Retirada y sustitución de alimentos (Tomado de los niveles orientativos de la Comisión del Codex Alimentarius para los radionucleidos contenidos en alimentos que son objeto de comercio internacional tras una contaminación accidental)		
Radionucleidos	Alimentos destinados al consumo general (kBq/kg)	Leche, alimentos para niños pequeños y agua potable (kBq/kg)
Cesio 134, Cesio 137, rutenio 103, rutenio 106, estroncio 89	1	1
Yodo 131		0,1
Estroncio 90		
Americio 241, plutonio 238, plutonio 239	0,01	0,001
Acciones a largo plazo		
Acción	Dosis evitable	
Comienzo del realojamiento temporal	30 mSv en un mes	
Terminación del realojamiento temporal	10 mSv en un mes	
Consideración del reasentamiento permanente	1 Sv en toda la vida	

ciados, vigilancia radiológica y evaluación de la exposición individuales, vigilancia de los puestos de trabajo, vigilancia médica, registros y limitación de dosis en circunstancias especiales.

Sobre la exposición médica: Responsabilidades, justificación de las exposiciones médicas, optimización de la protección relativa a las exposiciones médicas, niveles orientativos, restricciones de dosis, actividad máxima en pacientes sometidos a terapia al ser dados de alta en un hospital, investigación de exposiciones médicas accidentales, registros.

Sobre la exposición del público: Responsabilidades, control de los visitantes, fuentes de irradiación externa, contaminación radiactiva en los espacios cerrados, desechos radiactivos, vertido de sustancias radiactivas al medio ambiente, vigilancia radiológica y vigilancia radiológica ambiental, productos de consumo.

Sobre las exposiciones potenciales — seguridad de las fuentes: Responsabilidades, evaluación de la seguridad, requisitos de diseño, requisitos de explotación, garantía de calidad.

Sobre las situaciones de exposición de emergencia: Responsabilidades, planes de emergencia, intervención en las situaciones de exposición de emergencia, evaluación y vigilancia radiológica a raíz de accidentes; fin de la intervención tras un accidente,

protección de los trabajadores participantes en una intervención.

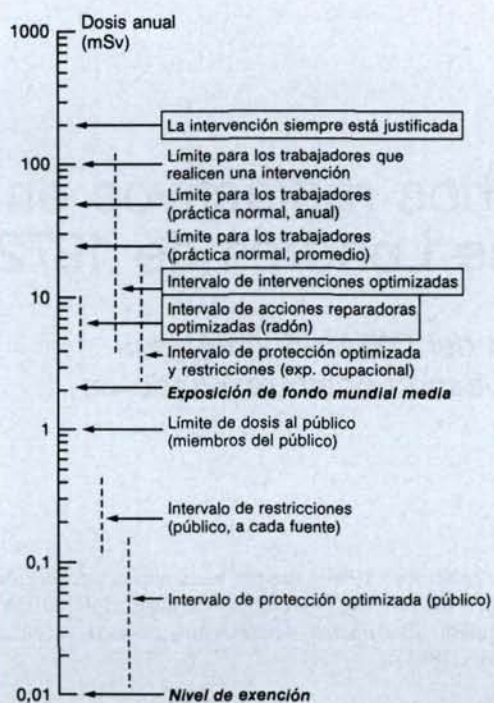
Sobre las situaciones de exposición crónica: Responsabilidades, planes de acciones reparadoras, niveles de actuación para las situaciones de exposición crónica.

Un esfuerzo internacional

Las NBS establecen una amplia serie de requisitos mutuamente relacionados cuyo objetivo es velar por la protección y la seguridad radiológicas. (Véase la figura de la página siguiente.) Si bien la mayoría de ellos son de carácter cualitativo, las NBS también establecen muchos requisitos cuantitativos en forma de restricciones u orientación sobre la dosis que pueden recibir las personas. Esta gama de dosis es amplia y abarca cuatro órdenes de magnitud: desde las dosis consideradas tan insignificantes que carece de objeto su reglamentación y es preferible declararlas exentas de los requisitos, hasta las dosis tan elevadas que hacen que la intervención sea casi obligatoria. (Véase la figura.)

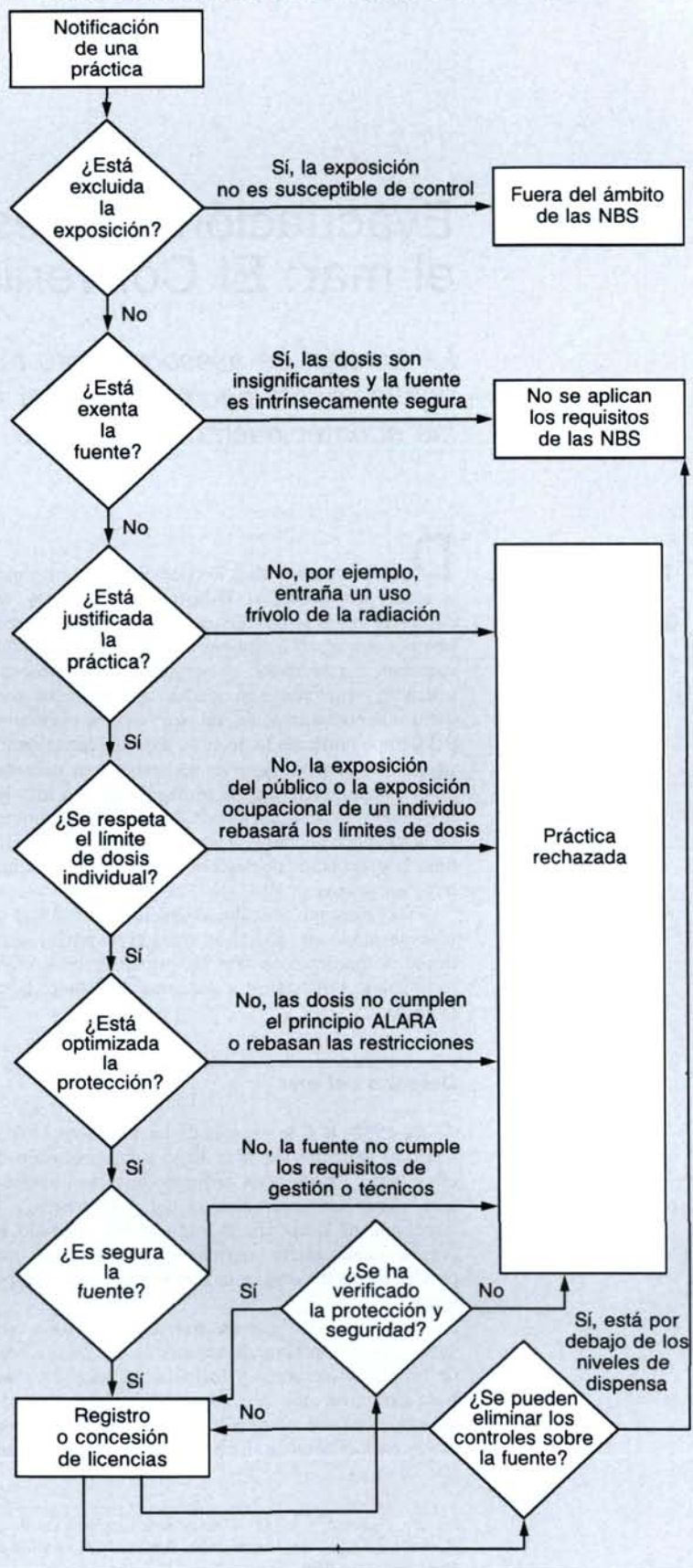
Las NBS constituyen la culminación de los esfuerzos que se han venido realizando en los últimos decenios para la armonización de las normas

Requisitos cuantitativos implícitos y orientación sobre las prácticas



Las NBS contienen un gran número de requisitos mutuamente relacionados que, en su totalidad, ofrecen protección y seguridad adecuadas. Por tanto, resulta imposible parafrasear estos requisitos sin que pierdan su esencia. No obstante, en la figura de la derecha se intenta ofrecer una descripción visual simplificada de cómo funcionan las NBS en relación con las prácticas. En el gráfico se da por sentado el cumplimiento de los requisitos administrativos de registro o concesión de licencia.

Cómo funcionan las NBS en relación con las prácticas



de protección y seguridad radiológicas a nivel internacional. Tras este esfuerzo internacional sin precedentes de redacción y revisión, las NBS fueron aprobadas en una reunión de Comité Técnico que se celebró en la sede del OIEA en Viena, en diciembre de 1993, a la que asistieron 127 expertos de 52 países y 11 organizaciones.

Se espera que la Junta de Gobernadores del Organismo apruebe las NBS en breve. Después, el OIEA las presentará en una publicación provisional (solamente en inglés). Una vez que las demás organizaciones patrocinadoras las hayan aprobado oficialmente, las Normas aparecerán como publicación definitiva de la Colección Seguridad del OIEA en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso.

Evacuación de desechos radiactivos en el mar: El Convenio de Londres de 1972

La función de asesoramiento técnico del OIEA en virtud del convenio internacional se está modificando como resultado de los acontecimientos mundiales

por Kirsti-Liisa
Sjöblom y
Gordon Linsley

Durante muchos años los océanos se usaron para evacuar los desechos industriales, incluidos los desechos radiactivos. En el decenio de 1970 esta práctica comenzó a regirse por un convenio internacional encaminado a normalizar los procedimientos y prevenir actividades que pudieran conducir a la contaminación del mar. Con el transcurso del tiempo aumentó la presión, especialmente de los países más pequeños que no realizaban evacuaciones en el océano, para que se restringieran aún más las actividades de evacuación de desechos. Por último, en noviembre de 1993 se adoptó la decisión de prohibir la evacuación de desechos industriales y radiactivos en el mar.

En el presente artículo se describe el historial de la evacuación de desechos radiactivos en el mar, desde el momento en que las organizaciones internacionales comenzaron a ocuparse del asunto hasta la fecha.

Derecho del mar

En 1958, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar llegó a la conclusión de que "todo Estado está obligado a tomar medidas para evitar la contaminación del mar debida a la inmersión de desperdicios radiactivos, teniendo en cuenta cualesquiera normas y reglamentos que puedan dictar los organismos internacionales competentes".

De conformidad con sus funciones, el OIEA creó sucesivamente grupos de científicos con la finalidad de brindar orientación y formular recomendaciones para garantizar que la evacuación de desechos radiactivos en el mar no se tradujera en peligros inaceptables para el hombre. La primera de estas reuniones

se celebró en 1957 y dio por resultado la publicación del Vol. N° 5 de la Colección Seguridad del OIEA, titulado *Evacuación de desechos radiactivos en el mar* (1961).

Convenio de Londres de 1972

A raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en 1972 en Estocolmo, en 1975 se estableció y entró en vigor el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias (Convenio de Londres de 1972, previamente denominado Convenio de Londres sobre Vertimiento)*. Se elaboraron una lista "negra" y otra "gris" para reglamentar los materiales que se habrían de evacuar en el medio marino. Se prohibió la evacuación de las sustancias que figuraban en la lista "negra" (Anexo I del Convenio) salvo cuando aparecieran como vestigios. Las sustancias comprendidas en la lista "gris" (Anexo II de la Convención) quedaron sujetas a medidas de "especial atención" a fin de garantizar que su evacuación —que debía efectuarse conforme a lo dispuesto en un "permiso especial"— no tuviese efectos nocivos sobre el medio marino.

En la lista "negra" se incluyeron los desechos radiactivos de actividad alta (DAA). Al OIEA —que fue reconocido por las Partes Contratantes en el

* A los efectos del Convenio, por "vertimiento" se entiende i) toda evacuación deliberada en el mar de desechos u otras materias efectuada desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar; todo hundimiento deliberado en el mar de buques, aeronaves, plataformas y otras construcciones en el mar; y por "desechos" u "otras materias" se entiende los materiales y sustancias de cualquier clase, forma y descripción. En el presente artículo, el término "desechos" sólo se utiliza conforme a esta definición.

La Sra. Sjöblom y el Sr. Linsley son funcionarios de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Gestión de Desechos del OIEA.

Convenio de Londres como el órgano internacional competente en cuestiones relacionadas con la evacuación de desechos radiactivos y la protección radiológica— se le confió la función de determinar los DAA inapropiados para ser vertidos en el mar.

A los desechos radiactivos y otras materias radiactivas que no figuraban en la lista "negra" (desechos radiactivos de actividad baja e intermedia) se les incluyó en la lista "gris". Se indicó a los países que, al expedir los permisos especiales para el vertimiento de estos tipos de desechos radiactivos, tuvieran en cuenta las recomendaciones del OIEA.

Novedades en la normalización de la evacuación de desechos radiactivos en el mar

En cumplimiento de sus funciones en virtud del Convenio de Londres, el OIEA formuló y periódicamente revisó su definición de DAA y sus recomendaciones a las autoridades nacionales relativas a la concesión de "permisos especiales" para el vertimiento de desechos radiactivos distintos de los DAA. En 1974, el OIEA presentó por primera vez, con carácter provisional, la definición y las recomendaciones previstas en el Convenio de Londres. La revisión más reciente, de 1986, fue publicada como Vol. N° 78 de la Colección Seguridad del OIEA.

Las recomendaciones del OIEA incluyen, entre otras, la prescripción de que los vertimientos se notifiquen previamente a la Secretaría del Convenio de Londres —la Organización Marítima Internacional (OMI), con sede en Londres— y que se lleven registros durante las operaciones de vertimiento. También incluyen criterios para la selección de los lugares de vertimiento y las directrices para llevar a cabo las evaluaciones del medio ambiente. Las revisiones de la definición y de las recomendaciones efectuadas entre 1974 y 1986 se prepararon teniendo en cuenta los progresos en la comprensión de la dispersión y el comportamiento de los radionucleidos en el medio marino y los nuevos criterios sobre protección radiológica.

Hasta 1977, la responsabilidad por el vertimiento de desechos radiactivos en el mar recayó exclusivamente en las autoridades nacionales. En esa fecha, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) estableció un "Mecanismo multilateral de consulta y vigilancia" encargado de coordinar las evacuaciones realizadas por sus Estados miembros en los océanos. Más tarde, la OCDE también creó un Programa Coordinado de Investigación y Vigilancia del Medio Ambiente (CRESP) a fin de brindar información adicional para evaluar la idoneidad del lugar de vertimiento que utilizaban los Estados miembros de la OCDE en el Atlántico nororiental.

Aunque en 1976 la antigua Unión Soviética se convirtió en Parte Contratante en el Convenio de Londres, dentro del contexto de sus reglamentaciones nacionales continuó vertiendo desechos radiactivos de actividad alta, intermedia y baja en los mares Árticos y en el Pacífico noroccidental sin informar a las Partes Contratantes. Las operaciones de vertimiento se llevaban a cabo en zonas de los océanos distintas de las aprobadas por el OIEA y a una profundidad menor que la recomendada. Con

posterioridad a la desintegración de la Unión Soviética en 1991, la Federación de Rusia siguió vertiendo desechos radiactivos de actividad baja.

Convenios regionales

Tras el establecimiento del Convenio de Londres, se suscribieron varios convenios regionales para la protección del mar, ya bien auspiciados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), o independientes.

Si bien muchos de éstos promovían los objetivos del Convenio de Londres, adoptaron métodos más restrictivos para la reglamentación del vertimiento. Así pues, se prohibió totalmente la evacuación de desechos radiactivos en el Mar Báltico (1974), en el Mar Mediterráneo (1976), en el Mar Negro (1992), en algunas zonas del Pacífico Meridional (1985) y en el Pacífico sudoriental (1989).

Moratoria temporal y examen intergubernamental

A principios del decenio de 1980, muchas de las Partes Contratantes en el Convenio de Londres experimentaban una inquietud creciente por la persistencia de los vertimientos en el mar de desechos radiactivos de actividad baja, y ello condujo a que en la Reunión Consultiva de 1983 sobre el Convenio, se propusiera la prohibición de todo tipo de vertimiento de desechos radiactivos en el mar. Tras la votación, la reunión aprobó una moratoria voluntaria sobre el vertimiento en el mar de todo tipo de desechos radiactivos, hasta tanto se conocieran los resultados del examen que realizaría un grupo independiente de expertos científicos sobre la seguridad de dicha práctica.

En 1985, un "grupo ampliado" de expertos arribó a la conclusión de que "al aplicar los principios de protección radiológica internacionalmente aceptados a la evacuación de desechos radiactivos, no hay fundamento científico o técnico alguno para tratar el vertimiento en el mar de una manera diferente a las otras opciones disponibles". En la novena Reunión Consultiva, de 1985, se convino en general que el informe científico no había demostrado que el vertimiento de desechos radiactivos de actividad baja en el mar fuese peligroso desde el punto de vista ambiental, pero tampoco había demostrado que fuese inofensivo. Ante esta situación, las Partes Contratantes decidieron examinar la cuestión de modo más integral reconociendo que, además de los aspectos puramente técnicos, entraña otros de índole política, jurídica, social y económica. Por ende, en la siguiente Reunión Consultiva (1986) se estableció un Grupo Intergubernamental de Expertos sobre la Evacuación de Desechos Radiactivos (IGPRAD) encargado de examinar los aspectos políticos, jurídicos, económicos y sociales más amplios del vertimiento de desechos de bajo nivel radiactivo en el mar. Por consiguiente, en espera del informe final del grupo, se prorrogó la moratoria voluntaria sobre el vertimiento de desechos radiactivos en el mar.

Evacuación de desechos radiactivos en el mar por diversos países (TBq)

	Fecha de la evacuación	Totales
Lugares en el Atlántico		
Alemania	1967	0,2
Bélgica	1960-1982	2 120,0
Estados Unidos	1949-1967	2 942,0
Francia	1967-1969	353,0
Italia	1969	0,2
Países Bajos	1967-1982	336,0
Reino Unido	1949-1982	35 078,0
Suecia	1969	3,2
Suiza	1969-1982	4 419,0
Total parcial		45 252,0
Lugares en el Pacífico		
Corea, República de	1968-1972	No se conoce
Estados Unidos	1946-1976	554,0
Federación de Rusia	1992-1993	1,4
Japón	1955-1969	15,0
Nueva Zelandia	1954-1976	1,0
Unión Soviética (antigua)	1966-1991	707,0
Total parcial		1 278,0
Lugares en el Artico		
Unión Soviética (antigua)	1960-1991	90 152,0
Total parcial		90 152,0
Todos los lugares		
Total		136 682,0

Distribución de la evacuación de desechos radiactivos entre los océanos (TBq)

	Atlántico	Pacífico	Artico	Totales
Reactores con combustible y sin combustible	1 000	4,3	88 800	89 804
Desechos sólidos de actividad baja	44 252	818,0	588	45 658
Desechos líquidos de actividad baja	< 0,001	456,0	764	1 220
Total	45 252	1 278,3	90 152	136 682

El IGPRAD se dividió en dos grupos de trabajo, uno encargado de examinar los aspectos políticos, jurídicos, económicos y sociales, y el otro de examinar las cuestiones científicas y técnicas. El OIEA elaboró varios documentos para apoyar la labor del IGPRAD y los presentó al grupo de trabajo sobre cuestiones científicas y técnicas. Los más importantes son los siguientes: *Estimation of Radiation Risk at Low Dose* (TECDOC-557, 1990), *Low-level Radioactive Waste Disposal: An Evaluation of Reports Comparing Ocean and Land Based Disposal Options* (TECDOC-562, 1990), y *Risk Comparisons Relevant to Sea Disposal of Low-Level Radioactive Waste* (TECDOC-725, 1993).

Operaciones de evacuación en el mar

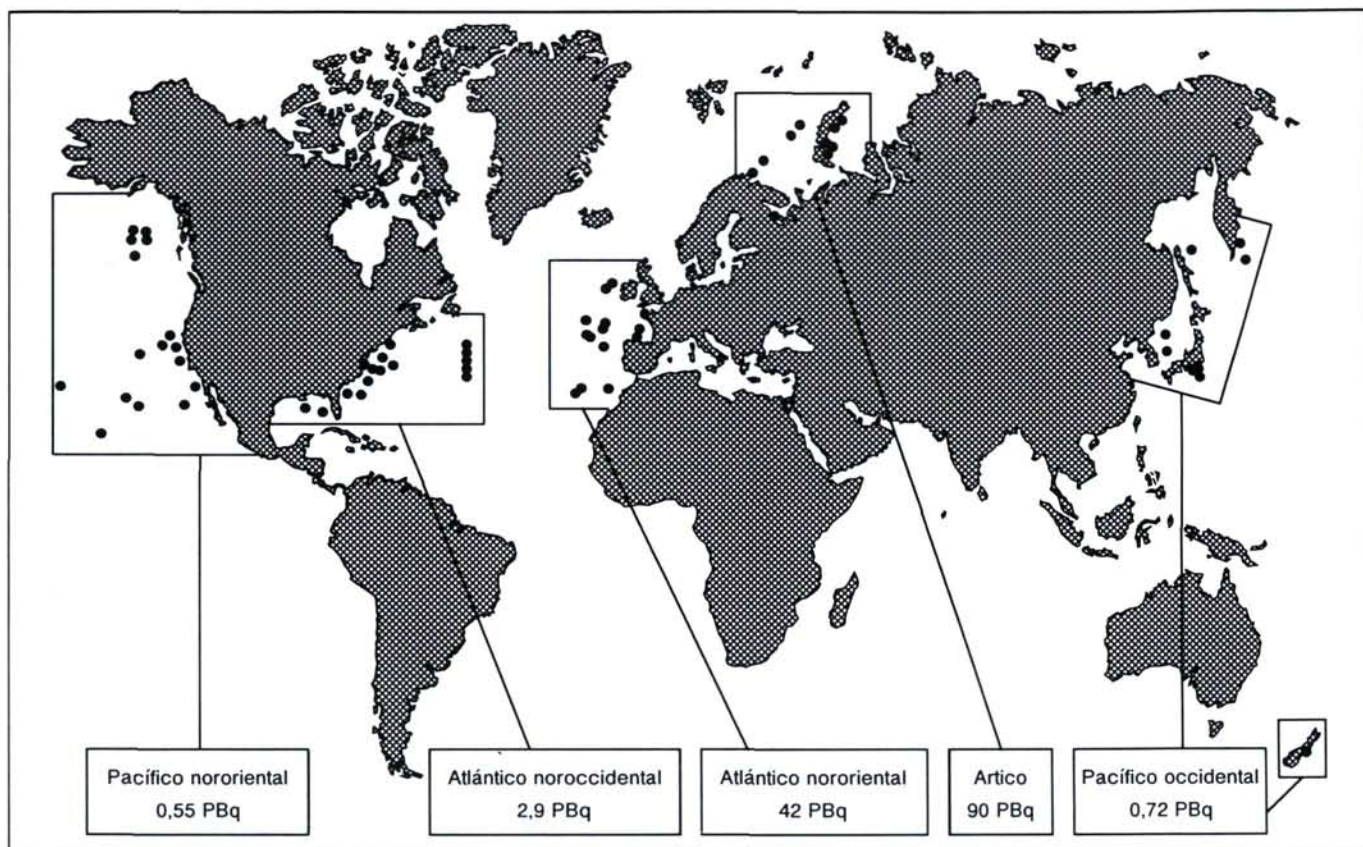
Las primeras operaciones de evacuación de desechos radiactivos en el mar tuvieron lugar en 1946 en el Pacífico nororiental, a unos 80 km de la costa de California. Durante el historial de 48 años de evacuación en el mar, 13 países han evacuado alrededor de 140 PBq (140×10^{15} Bq) de desechos radiactivos en los océanos. Los desechos pueden dividirse en tres categorías según su tipo: desechos líquidos de actividad baja; desechos sólidos de actividad baja, o bien embalados en contenedores o bien grandes objetos sin embalar; vasijas de reactores, sin combustible nuclear o que contienen combustible nuclear deteriorado.

Las operaciones de vertimiento de desechos radiactivos notificadas oficialmente pueden resumirse, en términos generales, de la manera siguiente: alrededor de las dos terceras partes de la radiactividad de los desechos evacuados se relaciona con seis reactores de submarinos y la armadura de blindaje del reactor de un rompehielos nuclear vertidos por la antigua Unión Soviética, junto con combustible deteriorado, en el Mar de Kara, en el Artico. La otra tercera parte está asociada a la evacuación de desechos sólidos de actividad baja embalados en los lugares de vertimiento del Atlántico nororiental, efectuada por ocho Estados europeos, principalmente el Reino Unido.

De menor importancia son, por una parte, el vertimiento de desechos líquidos y sólidos de actividad baja en el Océano Artico, que representa menos del 1% del total de la radiactividad vertida, y por otra parte, todo el vertimiento efectuado en el Océano Pacífico, que también constituye menos del 1% del total mundial.

El vertimiento en el emplazamiento del Atlántico nororiental se inició en 1950 en una escala muy pequeña, aumentó gradualmente y alcanzó la cantidad máxima de 5 a 7 PBq anuales a principios del decenio de 1980, antes de que se adoptara en 1983 la moratoria voluntaria sobre la evacuación de desechos radiactivos de actividad baja. Los lugares de vertimiento del Artico se usaron desde 1960 hasta 1992. Si bien los desechos de actividad alta fueron vertidos principalmente antes de 1972, fecha en que se suscribió el Convenio de Londres, en 1981 fue vertido un submarino con dos reactores que contenían combustible nuclear. Los emplazamientos del Pacífico se emplearon entre 1946 y 1993.

Muchos de los Estados que participaron en las operaciones de evacuación en el mar sólo vertieron cantidades pequeñas ocasionalmente. Otros países, en cambio, utilizaron el vertimiento en el mar regularmente como variante de la evacuación de desechos en tierra.



Conclusiones del grupo de expertos

El IGPRAD concluyó su labor en el verano de 1993. En las conclusiones sobre los aspectos jurídicos, políticos, sociales y económicos se afirmó que las comunidades nacionales e internacional eran cada vez más conscientes de que se requerían medidas nuevas y más eficaces para proteger el medio marino mundial, lo cual quedaba demostrado por los resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en 1992, y enunciado en el Programa 21. (Párrafo 5b) del Capítulo 22.)

El IGPRAD tomó nota de que, durante los últimos 20 años, el derecho internacional se había desarrollado de modo sostenido. En primer lugar se había orientado a la restricción y el control de la evacuación de desechos radiactivos en el mar y, en segundo lugar, a la prohibición de esa práctica a nivel regional. Después pasó a impugnar la legitimidad del uso por los Estados de la alta mar y los fondos oceánicos fuera de su jurisdicción nacional en actividades que pudiesen ocasionar la contaminación del medio marino.

La labor del grupo encargado de las cuestiones científicas y técnicas enfrentó numerosas dificultades en el transcurso de sus reuniones, principalmente debido a las posiciones inflexibles de muchos de los participantes, y sus conclusiones son ambiguas. En el debate que suscitó la presentación del informe del IGPRAD en la Reunión Consultiva celebrada en noviembre de 1993, diversas Partes Contratantes usaron el informe para apoyar posiciones diver-

gentes. En realidad, ninguna de las informaciones técnicas presentadas al grupo de trabajo del IGPRAD durante sus siete años de existencia, demostraba que hubiese habido o que pudiera haber efectos radiológicos significativos como resultado de la evacuación de desechos radiactivos sólidos de actividad baja en el mar realizada de conformidad con las recomendaciones del OIEA.

Prohibición del vertimiento de desechos radiactivos en el mar

La Reunión Consultiva de las Partes Contratantes celebrada en noviembre de 1993 se caracterizó por un intenso debate que se enardeció con los informes sobre el vertimiento ilícito de desechos radiactivos líquidos efectuados por la Federación de Rusia en el Mar del Japón en octubre de 1993. Por mayoría de votos, la Reunión aprobó la prohibición del vertimiento de todo tipo de desechos radiactivos, que entraría en vigor el 20 de febrero de 1994. También aprobó la prohibición del vertimiento de desechos industriales, con efecto a partir del 1 de enero de 1996.

Las prohibiciones se instituyeron mediante enmiendas de los Anexos del Convenio. Como resultado de dichas enmiendas, se han incluido en la lista "negra" (Anexo 1) todos los tipos de desechos radiactivos y materias radiactivas.

Si bien la Federación de Rusia formuló una declaración en el sentido de que no aceptaba las enmiendas relacionadas con el vertimiento de

Evacuación de desechos radiactivos en el mar

desechos radiactivos, manifestó que seguiría haciendo todo lo posible por garantizar que el mar no fuese contaminado por el vertimiento de desechos y otras materias. Para la Federación de Rusia aún siguen en vigor los antiguos Anexos del Convenio relativos a esta cuestión concreta, así como la definición y las recomendaciones del OIEA.

Descargas en zonas costeras

Tras el cese de la evacuación de desechos industriales y radiactivos sólidos en los océanos, la única vía por la que los desechos aún pueden penetrar legalmente en el medio marino es mediante descargas de efluentes en los ríos y desde lugares situados en las zonas costeras.

En la actualidad, las Directrices de Montreal para la protección del medio ambiente marino contra la contaminación procedente de fuentes terrestres (1985) son el principal documento internacional que se refiere a este asunto, aunque también se trata en varios convenios regionales. Al reconocer la vulnerabilidad potencial de los medios costeros a los contaminantes, las Directrices de Montreal recomiendan eliminar la contaminación, entendida como la introducción por el hombre de sustancias en el medio marino capaces de ocasionar daños a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos, y que constituyan un riesgo para la salud humana. Las sustancias radiactivas se incluyen dentro de esta categoría.

Las directrices no pretenden eliminar el vertimiento de sustancias nocivas en pequeñas cantidades, sino la contaminación provocada por cantidades ilimitadas. Además, las directrices no tienen carácter de convenio internacional, sino que más bien constituyen recomendaciones a los países. Como actividad complementaria de la CNUMAD, en 1995 se organizará una Conferencia Interguber-

namental sobre protección del medio marino contra las actividades terrestres.

Responsabilidades actuales del OIEA en virtud del Convenio de Londres de 1972

Como resultado de la enmienda de los Anexos, también se modificó el mandato del OIEA en virtud del Convenio de Londres. Si bien las Partes Contratantes lo siguen considerando el órgano internacional competente en la esfera de la gestión de desechos radiactivos en virtud del Convenio, ahora las funciones concretas del OIEA, enunciadas en los Anexos revisados del Convenio, se limitan a definir a los fines de ese instrumento los niveles de radiactividad exentos o *de minimis*. Ya está en marcha la labor relacionada con este nuevo mandato. Los principios para la exención figuran en el Vol. N° 89 de la Colección Seguridad del OIEA, titulado *Principios para la exención del control reglamentario de prácticas y fuentes de radiación*, y publicado en 1989.

En el caso de la evacuación en el mar, los principios de exención se aplican a los materiales, tales como lodos de aguas residuales y material de dragado, cuya evacuación no está prohibida, en principio, por el Convenio de Londres. Si bien usualmente estos materiales no han estado sujetos a control reglamentario, pueden contener radionucleidos procedentes de fuentes antropógenas terrestres o de descargas de zonas costeras. Ahora que el Convenio de Londres prohíbe la evacuación en el mar de toda materia radiactiva, parece necesario definir los niveles de exención cuantitativos (expresados en bequerelios por kilogramo o bequerelios por metro cúbico), es decir, los niveles por debajo de los cuales pueda considerarse que un material no es radiactivo en el contexto del Convenio.

Además, el OIEA sigue realizando otras actividades de apoyo al Convenio, por ejemplo, la administración del Proyecto internacional de evaluación de los mares árticos (IASAP). Los objetivos de este proyecto son evaluar los riesgos potenciales para la salud humana y para el medio ambiente asociados a los desechos radiactivos evacuados por la antigua Unión Soviética en los mares árticos, así como evaluar si se requiere y justifica la aplicación de medidas correctivas. El OIEA también está elaborando y enriqueciendo un inventario de los materiales radiactivos que penetran en el medio marino procedentes de todas las fuentes antropógenas.



Científicos del OIEA trabajan para ayudar a proteger el medio marino mediante diversos programas.

Normas de seguridad para la gestión de desechos radiactivos: Validación del consenso internacional

En el marco del programa RADWASS del OIEA se está preparando una colección especial de documentos sobre seguridad que abarcan seis esferas clave

La producción de energía nuclear y el uso de materiales radiactivos en la industria, la investigación, la medicina y otras esferas generan desechos radiactivos. Hace ya tiempo se reconoció la importancia de la gestión segura de esos desechos para la protección de la salud humana y el medio ambiente, y se ha acumulado una gran experiencia al respecto.

En los últimos años, el OIEA ha venido trabajando para probar la factibilidad de la gestión segura de los desechos radiactivos y para contribuir a demostrar una armonización de enfoque a nivel internacional. En el marco del programa de Normas de Seguridad para la Gestión de Desechos Radiactivos (RADWASS) del OIEA, que abarca todos los aspectos de la gestión de desechos radiactivos, se está preparando una colección especial de documentos sobre seguridad dedicada a esta esfera.

La finalidad del programa es validar el consenso internacional existente en materia de enfoques y metodologías relativos a la gestión segura de desechos radiactivos; crear un mecanismo para lograr consenso donde no exista; y poner a disposición de los Estados Miembros una colección amplia de documentos internacionalmente acordados que complementen las normas y criterios nacionales. En el presente artículo se ofrece un examen panorámico de la estructura y la situación del programa.

Estructura del programa

Las publicaciones RADWASS están organizadas según una estructura jerárquica que sigue la pauta general de los documentos de la Colección Seguridad del OIEA. (En concreto, se publicarán como documentos consultivos con el N° 111 de la Colección Seguridad del OIEA). La publicación principal es un documento individual, de Nociones fundamentales de seguridad, que establece los objetivos básicos de seguridad y los principios fundamentales que deben observarse en los programas nacionales de gestión de desechos.

Los documentos de las otras categorías —Normas de seguridad, Guías de seguridad y Prácticas de seguridad— se organizarán en seis esferas temáticas, a saber, planificación; etapa previa a la evacuación; evacuación cerca de la superficie; evacuación geológica; desechos provenientes de la extracción y el tratamiento del uranio y el torio, y clausura y rehabilitación ambiental. Para estas seis esferas se han establecido cinco Comités técnicos permanentes (CTP) encargados de examinar los respectivos documentos. (Un CTP se encarga de la evacuación cerca de la superficie y de la geológica.) Ello contribuirá a la aplicación de un enfoque coherente en la preparación de los documentos RADWASS y permitirá contar con los conocimientos especializados de los países participantes.

El Comité Asesor Internacional sobre Gestión de Desechos Radiactivos (INWAC), integrado por expertos superiores de Estados Miembros del OIEA seleccionados, fiscaliza todo el programa RADWASS. Específicamente le proporciona asesoramiento sobre el establecimiento del plan y el calen-

por Ernst
Warnecke y
Donald E. Saire

El Sr. Saire es Jefe de la Sección de Gestión de Desechos de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Gestión de Desechos del OIEA, y el Sr. Warnecke es coordinador del programa RADWASS en la misma Sección.

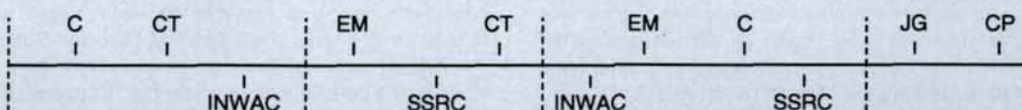
Examen panorámico de los documentos RADWASS

Nociones fundamentales de seguridad					
<i>Primera fase:</i> Principios de la gestión de desechos radiactivos					
Planificación	Etapas previas a la evacuación	Evacuación cerca de la superficie	Evacuación geológica	Extracción y tratamiento del uranio y el torio	Clausura/rehabilitación ambiental
Normas de seguridad					
<i>Primera fase:</i> Establecimiento de un régimen jurídico nacional para la gestión de desechos radiactivos	<i>Primera fase:</i> Gestión de la etapa previa a la evacuación de desechos radiactivos	<i>Primera fase:</i> Evacuación de desechos radiactivos cerca de la superficie	<i>Segunda fase:</i> Evacuación geológica de desechos radiactivos	<i>Segunda fase:</i> Gestión de desechos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales de uranio y torio	<i>Segunda y tercera fases:</i> Clausura de instalaciones nucleares (incluida la rehabilitación ambiental)
Guías de seguridad					
<i>Primera fase:</i> Clasificación de desechos radiactivos	<i>Segunda fase:</i> Reunión y tratamiento de desechos de actividad baja e intermedia procedentes de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear	<i>Primera fase:</i> Emplazamiento de las instalaciones de evacuación cerca de la superficie	<i>Primera fase:</i> Emplazamiento de las instalaciones de evacuación geológica	<i>Segunda fase:</i> Selección del emplazamiento, diseño, construcción y explotación de instalaciones para la gestión de desechos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales de uranio y torio	<i>Segunda fase:</i> Clausura de reactores nucleares de potencia y reactores de investigación de gran tamaño
<i>Segunda fase:</i> Planificación y ejecución de programas nacionales de gestión de desechos radiactivos	<i>Primera fase:</i> Gestión de la etapa previa a la evacuación de desechos radiactivos procedentes de la medicina, la industria y la investigación	<i>Segunda fase:</i> Diseño, construcción, explotación y clausura de repositorios cerca de la superficie	<i>Tercera fase:</i> Diseño, construcción, explotación y clausura de repositorios geológicos	<i>Segunda fase:</i> Clausura de instalaciones de superficie y cierre de minas, rocas de desecho, y colas de tratamiento procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales de uranio y torio	<i>Segunda fase:</i> Clausura de instalaciones médicas, industriales y de pequeñas instalaciones de investigación
<i>Segunda fase:</i> Concesión de licencias a instalaciones de gestión de desechos radiactivos	<i>Segunda fase:</i> Acondicionamiento y almacenamiento de desechos de actividad baja e intermedia procedentes de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear	<i>Segunda fase:</i> Evaluación de la seguridad en la evacuación cerca de la superficie	<i>Segunda fase:</i> Evaluación de la seguridad en la evacuación geológica	<i>Tercera fase:</i> Evaluación de la seguridad en la gestión de desechos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales de uranio y torio	<i>Segunda fase:</i> Clausura de instalaciones del ciclo del combustible nuclear
<i>Segunda fase:</i> Garantía de calidad en la gestión segura de desechos radiactivos	<i>Segunda fase:</i> Tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de desechos de actividad alta provenientes de la reelaboración				<i>Segunda fase:</i> Evaluación de la seguridad en la clausura de instalaciones nucleares
<i>Primera fase:</i> Niveles de eliminación de radionucleidos en materiales sólidos: Aplicación de principios de exención	<i>Segunda fase:</i> Preparación del combustible gastado para la evacuación				<i>Segunda fase:</i> Rehabilitación ambiental de zonas anteriormente utilizadas o accidentalmente contaminadas
<i>Tercera fase:</i> Derivación de los límites de descarga de las instalaciones de gestión de desechos	<i>Segunda fase:</i> Evaluación de la seguridad de instalaciones de gestión de desechos para la etapa previa a la evacuación				<i>Tercera fase:</i> Niveles de limpieza recomendados para regiones contaminadas
<i>Segunda fase:</i> Glosario sobre la gestión de desechos radiactivos					

Examen panorámico de los documentos RADWASS

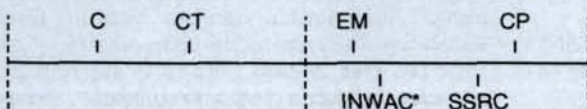
Planificación	Etapas previas a la evacuación	Evacuación cerca de la superficie	Evacuación geológica	Extracción y tratamiento del uranio y el torio	Clausura/rehabilitación ambiental
Prácticas de seguridad					
<i>Primera fase:</i> Aplicación de principios de exención al reciclado y la reutilización de materiales procedentes de instalaciones nucleares	<i>Tercera fase:</i> Tratamiento de gases residuales y sistemas de ventilación de aire en instalaciones nucleares	<i>Tercera fase:</i> Validación y verificación de modelos para la evaluación de la seguridad a largo plazo de las instalaciones de evacuación de desechos radiactivos		<i>Tercera fase:</i> Procedimientos para el cierre de minas, rocas de desecho y colas de tratamiento	<i>Tercera fase:</i> Técnicas para lograr y mantener el almacenamiento seguro en instalaciones nucleares
<i>Primera fase:</i> Aplicación de principios de exención a materiales resultantes del uso de radionucleidos en la medicina, la industria y la investigación	<i>Tercera fase:</i> Caracterización del desecho sin tratar	<i>Tercera fase:</i> Procedimientos de cierre de instalaciones de evacuación de desechos radiactivos		<i>Tercera fase:</i> Observación, vigilancia y mantenimiento operacional y post-operacional de instalaciones dedicadas a la gestión de desechos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales de uranio y torio	<i>Tercera fase:</i> Procedimientos y técnicas para la clausura de instalaciones nucleares
<i>Tercera fase:</i> Reunión de datos y mantenimiento de registros sobre la gestión de desechos radiactivos	<i>Tercera fase:</i> Control de los procesos de acondicionamiento de desechos	<i>Segunda fase:</i> Requisitos para la aceptación de desechos en la evacuación de desechos radiactivos cerca de la superficie	<i>Tercera fase:</i> Requisitos para la aceptación de desechos en la evacuación geológica de desechos radiactivos		<i>Segunda fase:</i> Métodos para derivar niveles de limpieza en regiones contaminadas
	<i>Tercera fase:</i> Análisis de bultos radiactivos	<i>Tercera fase:</i> Selección de escenarios para la evaluación de la seguridad de instalaciones de evacuación cerca de la superficie	<i>Tercera fase:</i> Selección de escenarios para la evaluación de la seguridad de instalaciones de evacuación geológica		<i>Tercera fase:</i> Vigilancia del cumplimiento de los niveles de limpieza
		<i>Tercera fase:</i> Sistemas de observación y vigilancia operacionales y posteriores a la clausura de instalaciones de evacuación cerca de la superficie			

Nociones fundamentales y Normas de seguridad



Tiempo de producción: 3,5 años

Guías y Prácticas de seguridad



(para información)

Tiempo de producción: 2 años

- JG = Junta de Gobernadores
 CM = Consultores
 INWAC = Comité Asesor Internacional sobre Gestión de Desechos Radiactivos
 EM = Examen de los Estados Miembros
 CP = Comité de Publicaciones
 SSRC = Comité de examen de la Colección Seguridad
 CT = Comité Técnico

Proceso para la preparación de los documentos RADWASS

dario de publicaciones. También se ocupa de examinar y aprobar las Nociones fundamentales de seguridad, las Normas de seguridad y el alcance de todos los demás documentos de la colección RADWASS. Por tanto, la cooperación estrecha e intensa entre los expertos superiores nacionales es un elemento importante en la elaboración de los documentos RADWASS.

Preparación y examen de los documentos

Tras su aprobación por la Junta de Gobernadores del OIEA en septiembre de 1990, el programa RADWASS se estableció en 1991 para proporcionar una colección de documentos que incorporara el consenso internacional sobre la gestión segura de desechos radiactivos. La primera fase del programa incluye 12 documentos de máxima prioridad que se publicarán a fines de 1994. La segunda fase se iniciará con la preparación de nuevos documentos en el período posterior a 1994.

A la sazón ya se tenía previsto realizar en 1993 un examen oficial del programa a fin de determinar las tasas de producción de publicaciones y los recursos necesarios para el período posterior a 1994. El INWAC efectuó en marzo de 1993 el examen previsto que tuvo como resultado la terminación y ampliación del programa de 24 a 55 documentos. (Véase el cuadro.) En particular, se definieron Prácticas de seguridad para las seis esferas temáticas y se añadieron 11 Guías de seguridad que abarcan aspectos como concesión de licencias, garantía de calidad, evaluaciones de la seguridad, definiciones y rehabilitación ambiental. Además, se introdujeron algunas modificaciones en la esfera de la clausura de instalaciones, la cual incluirá la rehabilitación ambiental.

En la preparación de cada uno de los documentos RADWASS se aplica un proceso estandarizado al cual se pueden añadir las etapas que sean necesarias. En la preparación de las Nociones fundamentales de seguridad y de las Normas de seguridad se sigue un proceso particularmente detallado, que refleja su alto nivel jerárquico y la importancia de lograr un consenso internacional sobre los documentos. Por ejemplo, antes de presentarlos a la Junta de Gobernadores del OIEA para su aprobación, los documentos se analizan en tres reuniones de consultores y en dos comités técnicos, son objeto de dos exámenes del INWAC y, por último, se someten a la consideración de todos los Estados Miembros del OIEA.

El plan de publicaciones RADWASS se divide en tres fases: la primera comprende hasta 1994; la segunda se extiende desde 1995 hasta 1998; y la tercera abarca el período posterior a 1998.

Situación de los documentos RADWASS

Se han preparado varios documentos RADWASS y muchos de ellos se encuentran ahora en proceso de examen.

El primer documento preparado en el marco del programa —*Application of Exemption Principles to the Recycle and Reuse of Materials from Nuclear Facilities*— se publicó en diciembre de 1992 como

Práctica de seguridad y en él se evalúan diversos escenarios relacionados con las exposiciones de las personas a los radionucleidos procedentes de esos materiales nucleares.

Se espera que en 1994 esté listo el proyecto revisado de las Nociones fundamentales de seguridad para presentarlo a la Junta de Gobernadores del OIEA. Los Estados Miembros y los consultores lo examinaron en reuniones celebradas a fines de 1993 y principios de 1994, y se sometió nuevamente a la consideración de los Estados Miembros en febrero de 1994.

Con miras a que sean examinados en breve, se han presentado o se están presentando algunos otros documentos a los Estados Miembros. Entre ellos figuran cuatro Normas de seguridad: *National Legal System for Radioactive Waste Management*; *Pre-disposal Management of Radioactive Waste*; *Near Surface Disposal of Radioactive Waste*; y *Decommissioning of Nuclear Facilities*.

Además, se han presentado para su publicación dos Guías de seguridad, a saber, *Classification of Radioactive Waste* y *Siting of Geological Disposal Facilities*. Internamente se ha aprobado una tercera Guía de seguridad titulada —*Siting of Near Surface Disposal Facilities*, mientras otra —*Clearance Levels for Radionuclides in Solid Materials*— está en proceso de examen interno. Se está preparando y deberá quedar terminada a finales de 1994, la Guía de seguridad titulada *Pre-disposal Management of Low and Intermediate Level Waste from Medicine, Industry and Research*.

Otro documento que está en preparación para su examen interno es la Práctica de seguridad titulada *Application of Exemption Principles to Materials Resulting from the Use of Radionuclides in Medicine, Industry, and Research*. Ya este documento había sido examinado por consultores y expertos nacionales participantes en reuniones técnicas y grupos consultivos.

Convención sobre la seguridad de la gestión de desechos radiactivos

En octubre de 1993, la Conferencia General del OIEA, al aprobar una resolución relativa al fortalecimiento de la seguridad nuclear mediante la pronta conclusión de una convención sobre seguridad nuclear, entre otras cosas pidió al Director General del OIEA que iniciara los preparativos para la elaboración de una convención sobre la seguridad de la gestión de desechos radiactivos. Los preparativos habrían de comenzar tan pronto como se llegara a un amplio acuerdo internacional en el marco del actual proceso de elaboración del documento *Nociones fundamentales de seguridad en relación con la gestión de desechos*.

Dicha convención sería un documento "independiente" jurídicamente vinculante para los Estados signatarios. Su preparación debe iniciarse y realizarse con gran cuidado tanto en lo que respecta al momento de hacerlo como a su contenido. Se espera que los Estados Miembros del OIEA proporcionen más orientación en estas esferas. Ahora parece haber acuerdo respecto de que la labor relativa a una convención sobre gestión de desechos puede iniciarse

tan pronto como la Junta de Gobernadores del OIEA haya aprobado las Nociones fundamentales de seguridad RADWASS, y posiblemente también la Norma de seguridad sobre el sistema nacional de gestión de desechos. Mediante un "proceso de integración" podrán identificarse los elementos de los documentos RADWASS que deban emplearse en la elaboración de la convención.

Cabe esperar que la celebración del seminario internacional "Requisitos para la gestión segura de desechos radiactivos", que el OIEA está organizando y que deberá efectuarse del 28 de agosto al 1° de septiembre de 1995, imprimirá un nuevo ímpetu a la convención. Será un foro en el que se podrán analizar los resultados obtenidos desde la primera fase del programa RADWASS, así como actualizar la experiencia nacional acumulada en la esfera de la gestión de desechos.

Principios y requisitos de seguridad

La gestión segura de desechos radiactivos supone que la tecnología y los recursos se utilicen de una manera integrada y regulada. El objetivo es controlar la exposición profesional y del público a la radiación ionizante y proteger el medio ambiente conforme a los reglamentos nacionales y las recomendaciones internacionales. A fin de promover estos objetivos, en la más reciente versión del proyecto de documento Nociones fundamentales de seguridad RADWASS, titulado *The Principles of Radioactive Waste Management*, se ha definido cierto número de principios de seguridad que deberán convenirse a nivel internacional. Esos principios son:

Principio 1: Protección de la sanidad humana. La gestión de desechos radiactivos se realizará de manera que se garantice un nivel aceptable de protección de la sanidad humana.

Principio 2: Protección del medio ambiente. La gestión de desechos radiactivos se realizará de manera que se proteja el medio ambiente.

Principio 3: Protección fuera de las fronteras nacionales. La gestión de desechos radiactivos se realizará de manera que se asegure que los posibles efectos sobre la sanidad humana y el medio ambiente fuera de las fronteras nacionales no rebasaran el nivel aceptable en el país de origen.

Principio 4: Protección de las generaciones futuras. La gestión de desechos radiactivos se realizará de manera que la repercusión pronosticada sobre la sanidad de las generaciones futuras no sobrepase los niveles pertinentes aceptables hoy día.

Principio 5: Cargas transmitidas a las generaciones futuras. La gestión de desechos radiactivos se realizará de manera que no imponga cargas excesivas sobre las generaciones futuras.

Principio 6: Marco jurídico. La gestión de desechos radiactivos se realizará dentro de un marco jurídico apropiado que incluya la atribución bien definida de responsabilidades y la previsión de funciones reglamentadoras independientes.

Principio 7: Control de la generación de desechos radiactivos. La generación de desechos radiactivos se mantendrá al más bajo nivel posible.

Principio 8: Generación de desechos radiactivos e interdependencia de la gestión. Se tendrá debida-

mente en cuenta la interdependencia de todas las etapas de la generación y gestión de desechos radiactivos.

Principio 9: Seguridad de las instalaciones. La seguridad de las instalaciones dedicadas a la gestión de desechos radiactivos se garantizará convenientemente durante la vida útil de éstas.

Para poner en práctica estos principios, los países deben establecer un sistema jurídico nacional para la gestión de desechos radiactivos. En dicho sistema deben especificarse los objetivos y requisitos de una estrategia nacional para la gestión de desechos radiactivos y las responsabilidades de las partes interesadas. También deben describirse otros aspectos esenciales como, por ejemplo, los procesos de concesión de licencias y las evaluaciones de la seguridad y el medio ambiente.

Los elementos de tal sistema se resumen en la versión más reciente del proyecto de Norma de seguridad RADWASS, titulada *Establishing a National Legal System for Radioactive Waste Management*, que es la publicación principal de la esfera temática "Planificación". En el documento se atribuyen 10 responsabilidades al Estado, al órgano reglamentador o a los explotadores.

Las responsabilidades del Estado son: 1) establecer y aplicar un marco jurídico; 2) crear un órgano reglamentador; 3) determinar las responsabilidades de los generadores de desechos y los explotadores; y 4) proporcionar los recursos necesarios.

Las responsabilidades del órgano reglamentador son: 1) aplicar y hacer cumplir los requisitos jurídicos; 2) poner en práctica el proceso de concesión de licencias; y 3) asesorar al gobierno.

Las responsabilidades de los explotadores son: 1) determinar un destino aceptable para los desechos radiactivos; 2) efectuar una gestión segura de los desechos radiactivos; y 3) cumplir los requisitos jurídicos.

El OIEA también está trabajando para formular como Normas de seguridad la definición de los requisitos técnicos de seguridad de cada una de las otras cinco esferas temáticas del programa RADWASS. Además esto ayudará a los países a aplicar los principios de seguridad esbozados en *The Principles of Radioactive Waste Management*.

Se ha acumulado una vasta experiencia en la gestión segura de desechos radiactivos. (Cortesía: BNFL)



Interfaz entre las salvaguardias nucleares y la evacuación de desechos radiactivos: Nuevos problemas

Expertos examinan requisitos y políticas para la aplicación de salvaguardias en repositorios geológicos de desechos y emplazamientos afines

por Gordon
Linsley y
Abdul Fattah

Al examinar la aplicación de medidas de salvaguardias a los desechos radiactivos, en particular en la fase de evacuación, surgen varios interrogantes.

La principal preocupación desde el punto de vista de la gestión de desechos es que las salvaguardias no perturben las disposiciones adoptadas para garantizar la seguridad a largo plazo de los desechos radiactivos contenidos en un repositorio geológico, incluido el combustible gastado. El requisito de salvaguardar determinados materiales nucleares tiene que cumplirse durante todo el ciclo del combustible nuclear, hasta la etapa en que los materiales puedan considerarse desechos desde el punto de vista económico. En el caso de materiales que se consideran que todavía representan un objetivo potencial de desviación con fines no declarados y no pacíficos, se deberán continuar aplicando las salvaguardias. En estas circunstancias, la necesidad de mantener las salvaguardias puede entrar en contradicción con los planes destinados a asegurar que la gestión y evacuación de los desechos tengan lugar en condiciones de seguridad a largo plazo.

En una reunión del subgrupo permanente del Comité Asesor Internacional sobre Gestión de Desechos Radiactivos (INWAC) sobre "Principios y criterios para la evacuación de desechos radiac-

tivos", celebrada en 1992, se debatieron cuestiones relacionadas con la interfaz entre las salvaguardias nucleares y la gestión de desechos radiactivos. Los debates sostenidos en esa reunión indicaron que la comunidad encargada de la gestión de desechos radiactivos no comprendía bien todas las consecuencias de la necesidad de aplicar salvaguardias nucleares. El subgrupo pidió que se elaborara un documento de trabajo en que se examinara la situación actual de las salvaguardias respecto de los desechos radiactivos, incluido el combustible gastado, desde la perspectiva de la gestión de desechos radiactivos. El presente artículo se basa en ese documento de trabajo*, que debería considerarse un aporte al diálogo entre las comunidades de gestión de desechos radiactivos y de salvaguardias nucleares.

Política de salvaguardias en relación con los desechos radiactivos y el combustible gastado

En los últimos años, el Departamento de Salvaguardias del OIEA ha trabajado en la definición de una política de salvaguardias para los desechos radiactivos y el combustible gastado. Una consideración fundamental en relación con los desechos radiactivos y el combustible gastado es la de si se pueden satisfacer las condiciones para la terminación de la aplicación de salvaguardias o si éstas deben continuarse aplicando indefinidamente. En los documentos INFCIRC/66/Rev. 2 e INFCIRC/153 del Organismo se declara que podía cesar la aplicación de salvaguardias cuando el Organismo determine que los materiales se han consumido o diluido de modo

El Sr. Linsley es funcionario de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y Gestión de Desechos del Departamento de Energía y Seguridad Nucleares del OIEA, y el Sr. Fattah es funcionario de la División de Conceptos y Planificación del Departamento de Salvaguardias del OIEA. El artículo se basa en un documento titulado: "The Interface Between Nuclear Safeguards and Radioactive Waste Disposal" presentado en el Simposio Internacional del OIEA sobre Salvaguardias, celebrado en marzo de 1994. Pueden solicitarse referencias completas a los autores.

* Los participantes en el grupo de trabajo fueron D. Gentsch, de Alemania; F. Gera, de Italia; S. Wingefors, de Suecia; y G. Linsley y A. Fattah del OIEA.

tal que no pueden ya utilizarse para ninguna actividad nuclear, o que son prácticamente irre recuperables. (Se indica que algunas autoridades regionales de salvaguardias, como la Euratom, no admiten en ninguna circunstancia la terminación de la aplicación de las salvaguardias.) Se ha sugerido que convendría definir mejor los criterios técnicos basados en los atributos "consumidos", "diluidos" o "prácticamente irre recuperables" aplicados a los materiales procedentes del ciclo del combustible nuclear.

En 1988, se convocó un grupo asesor para que examinara el tema de las salvaguardias en relación con la evacuación definitiva del material nuclear contenido en los desechos y en el combustible gastado. El grupo recomendó que el OIEA emprendiera, en consulta con los Estados Miembros, la definición de criterios específicos para la terminación de la aplicación de salvaguardias a desechos distintos del combustible gastado. Los criterios para determinar la condición de "prácticamente irre recuperable" deben incluir el tipo de material de desecho, la composición del material nuclear, la forma química y física y la calidad de los desechos (por ejemplo, la presencia o ausencia de productos de fisión). Deben considerarse asimismo la cantidad total, los parámetros técnicos específicos de la instalación y el método previsto de evacuación final.

En cuanto al combustible gastado, el grupo concluyó que no cumple los requisitos para ser considerado prácticamente irre recuperable en ningún momento anterior o posterior a su emplazamiento en una formación geológica conocida comúnmente como "repositorio permanente", y que en el caso del combustible gastado no debería cesar la aplicación de salvaguardias. Después de esa reunión el Departamento de Salvaguardias ha continuado trabajando en la definición de criterios para la terminación de la aplicación de salvaguardias a los desechos, y en la formulación de métodos para la aplicación de salvaguardias al combustible gastado evacuado en repositorios geológicos.

Principios de la gestión de desechos radiactivos

El objetivo principal de la gestión de desechos radiactivos es diseñar sistemas de manipulación, tratamiento y evacuación de esos desechos que garanticen la protección presente y futura de los seres humanos. La preocupación por el futuro obedece a la presencia de componentes radiactivos de período largo en algunos tipos de desechos, sobre todo en los de actividad alta y en el combustible nuclear gastado.

Esta preocupación por el futuro ha llevado al OIEA a formular principios como los siguientes:

"La gestión de los desechos radiactivos deberá realizarse de manera tal que los riesgos previstos para la salud de las futuras generaciones no sean superiores a los que resultan aceptables actualmente". Este principio se deriva de una preocupación ética por la salud de las generaciones futuras. Para cumplir este principio, es preciso que los desechos estén aislados del medio humano durante escalas cronológicas prolongadas y aunque no es posible garantizar la contención total indefinida-

mente, el propósito es que la entrada de los radionucleidos al medio ambiente no tenga consecuencias importantes. En los repositorios geológicos profundos se logrará el aislamiento mediante un sistema de barreras que rodeen a los desechos, algunas artificiales (el recipiente de los desechos, el material de relleno) y algunas naturales (la geosfera, la biosfera).

Otro principio es que:

"La gestión de desechos radiactivos debe realizarse de manera que se limite la carga transmitida a las futuras generaciones." Este principio ético se basa en la premisa de que la generación que produce los desechos es la que debe tener la responsabilidad de su gestión. Entre las responsabilidades de la generación presente está el desarrollo de la tecnología, la explotación de las instalaciones y la provisión de fondos para la gestión de los desechos radiactivos, que incluye los medios de evacuación. La gestión a largo plazo de los desechos radiactivos debe, según proceda, depender de la contención y no de arreglos institucionales a largo plazo como una característica necesaria de seguridad. Ello no excluye la posible utilización de arreglos institucionales de control como la vigilancia y los registros, pero, dadas las escalas cronológicas que intervienen, la principal garantía de seguridad no debe depender de tales medidas.

Problemas de la interfaz

La principal preocupación desde el punto de vista de la gestión de desechos es que la seguridad del sistema que se aplique a este efecto no debe verse menoscabada por ninguna medida de salvaguardia que se pretenda adoptar. Entre otros problemas no tratados en este artículo cabría incluir la consideración de los costos adicionales que entrañe la necesidad de aplicar medidas de salvaguardias.

En las secciones siguientes se analizan las inquietudes en materia de salvaguardias y gestión de desechos con respecto a los desechos radiactivos y al combustible gastado, en las diversas etapas hasta la evacuación definitiva.

Terminación de la aplicación de salvaguardias a los desechos

Tras las recomendaciones formuladas por el grupo asesor en 1988, en el período 1989-1990 prosiguió la labor de formulación de criterios para la terminación de la aplicación de salvaguardias a diferentes tipos de desechos, en el marco de reuniones celebradas en el OIEA. Se formularon un conjunto de criterios técnicos, aunque hubo opiniones divergentes en cuanto a los límites cuantitativos. La mayor parte de los desechos generados en el ciclo del combustible nuclear quedan enmarcados en estos criterios pero no ocurre así con otros. Con respecto a los de este último tipo que se acondicionan para aumentar su resistencia a la lixiviación, se ha propuesto considerar caso por caso la terminación de la aplicación de salvaguardias.

Según el tipo de desecho, los métodos de acondicionamiento vigentes incluyen la bituminización, la

cementación y la vitrificación. Se considera que el material de desecho por ser de calidad inferior, no resulta muy atractivo para fines de desviación y que una vez acondicionado utilizando uno de los métodos mencionados *supra*, sería muy difícil emplearlo como base para la generación de cantidades significativas de material nuclear. Cuando este tipo de desecho acondicionado se emplaza y sella en un repositorio geológico, disminuye aún más la posibilidad de que sea utilizado como fuente de material nuclear. Una opinión muy extendida entre los expertos en gestión de desechos es que la aplicación de salvaguardias debería terminar en este punto o antes. Por otra parte, cabe señalar que no existe forma física alguna de la cual no pueda recuperarse material nuclear si el costo no es importante. Tal vez las innovaciones tecnológicas proporcionen medios aún más fáciles y menos costosos de recuperar el material, y existiría entonces la posibilidad de utilizar esos medios con materiales a los que se hubiera dejado de aplicar salvaguardias.

Actualmente no existe consenso definido sobre estas últimas cuestiones y la posición oficial del Departamento de Salvaguardias es que éstas deberían mantenerse en el caso de determinados tipos de desechos, incluso después de su acondicionamiento y evacuación.

Acondicionamiento del combustible gastado

El acondicionamiento del combustible gastado supone la inmovilización o el acondicionamiento de los conjuntos combustibles en plantas situadas en el emplazamiento, o en otro lugar. Estas operaciones suelen llevarse a cabo en medios secos. Cuando el combustible gastado llega a la instalación de acondicionamiento, se transfiere a una celda caliente donde es desmontado. A continuación, los componentes desmontados se colocan en contenedores que cumplen con los requisitos de la evacuación definitiva. En algunos casos, quizá sea preciso fragmentar los componentes, aunque lo importante es garantizar que los conjuntos combustibles conserven su integridad al llegar a la instalación de acondicionamiento. El aspecto que más repercute en las salvaguardias es la pérdida de identidad del conjunto combustible como elemento independiente a los fines contables. El proceso de manipulación de los materiales, en el cual cambia el contenido del combustible gastado a consecuencia de este tipo de operaciones, debe ir seguido de medidas encaminadas a verificar el contenido de material nuclear. La eficacia de las salvaguardias depende de las prácticas contables para verificar el contenido y la composición del material que se somete a evacuación definitiva.

Se han propuesto diversas técnicas de salvaguardias para instalaciones de acondicionamiento de combustible gastado que, por lo general, son innovaciones de técnicas ya conocidas. Es poco probable que las técnicas propuestas provoquen problemas graves desde el punto de vista de la seguridad. No se prevé el empleo de técnicas de verificación destructivas. Por el contrario, un sistema de salvaguardias eficaces requeriría la manipulación cuidadosa del combustible propiamente dicho y de los paquetes de evacuación resultantes. Con todo, en el caso de

determinados contenedores puede requerirse especial atención para asegurar que las marcas hechas con fines de salvaguardia no surtan un efecto negativo en su resistencia a la corrosión a largo plazo.

Se señala que las salvaguardias previstas impondrán ciertos requisitos en materia de diseño y configuración de la instalación de acondicionamiento. Es preciso que las autoridades nacionales, los ejecutores y el Departamento de Salvaguardias del OIEA examinen esta cuestión.

Fase operacional de un repositorio

Un repositorio geológico es similar a una mina y consta de corredores de acceso y cavernas de evacuación, excavadas a gran profundidad dentro de la formación geológica. En la superficie del repositorio se construyen diversas instalaciones complementarias. Las galerías facilitan el acceso a las cavernas de evacuación (galerías horizontales). Se prevén como mínimo tres tipos diferentes de galerías para asegurar un uso óptimo, a saber, una galería para el transporte de los recipientes, una para el personal y la entrada de ventilación y otra para la salida del aire. Las instalaciones subterráneas del repositorio pueden diseñarse de manera que permitan la excavación de nuevas cavernas, la recepción y el transporte de combustible gastado, el confinamiento, y el relleno de las cavernas de evacuación. Las labores de minería pueden realizarse de forma continua. Tras la excavación de las cavernas, se abrirían galerías de acceso vertical y de confinamiento. El combustible gastado proveniente de la planta de acondicionamiento llegaría al repositorio en contenedores que se prepararían en las instalaciones situadas en la superficie para su evacuación definitiva. Luego los contenedores se harían descender por una galería hasta el nivel de evacuación, se trasladarían hacia la caverna de evacuación y se colocarían en las galerías de confinamiento. Se espera que todas las operaciones se realicen por telemando. Una vez confinado el recipiente, el espacio vacío se rellenaría con material de baja permeabilidad.

Cuando el repositorio se llenara a la capacidad prevista y la cámara se rellenara, se iniciaría el cierre definitivo con el relleno de todos los corredores y las aberturas al nivel de la mina. Se precintarían todas las galerías para que la integridad de la formación se asemejara a la que originalmente tenía.

En un repositorio es importante tener en cuenta los siguientes aspectos en materia de salvaguardias: identificar los distintos recipientes que entran en el repositorio y verificar que permanezcan allí hasta que se cierre la galería vertical y se precinte el repositorio.

Como la seguridad a largo plazo que proporciona el sistema de evacuación de desechos depende de que el sistema de barreras múltiples que rodea los desechos o el combustible gastado funcionen conforme a lo previsto en su diseño, es importante que ninguna de las medidas de salvaguardia adoptadas para identificar, localizar y verificar lesione el funcionamiento del sistema. Aún se trabaja en la formulación de métodos de salvaguardias idóneos para esta fase. Los métodos propuestos hacen hincapié en la iden-

tificación y contabilidad de los contenedores que entran en el repositorio, a la vez que mantienen un control constante de los movimientos en todas las vías de acceso al repositorio y en un conocimiento cabal permanente del diseño y de los cambios ocurridos en el repositorio geológico. Se ha señalado que no es importante conocer la ubicación exacta de los contenedores confinados en el repositorio, sino solamente poder verificar la entrada del contenedor de evacuación y su permanencia dentro de los límites del repositorio.

La mayoría de los métodos de salvaguardias propuestos no afectarían la integridad del contenedor de desechos ni el material circundante, aunque se ha sugerido que podrían emplearse técnicas geofísicas para localizar los paquetes en el interior del repositorio. Estos métodos no deben ser intrusivos ni perturbar las barreras geológicas naturales que contienen la migración de radionucleidos.

Fase posterior a la clausura de un repositorio

Los repositorios geológicos están diseñados para proporcionar un aislamiento a largo plazo de los desechos radiactivos. El aislamiento de los desechos se logra mediante una combinación de barreras artificiales y naturales. Los desechos radiactivos de período largo, incluido el combustible gastado, requieren un aislamiento casi total durante períodos de muchos miles de años. Como no se concibe que la sociedad humana pueda o desee mantener controles de los repositorios durante muchos miles de años, los sistemas de aislamiento están diseñados para que sean pasivos por naturaleza. En otras palabras, la seguridad de los sistemas depende de las propiedades intrínsecas de las barreras de aislamiento y no de la existencia de procedimientos de vigilancia y mantenimiento.

Por otra parte, generalmente se reconoce que la opinión pública exigirá que se mantenga algún tipo de vigilancia en los repositorios por un período indefinido. El objetivo de esos programas de vigilancia podría ser confirmar que el sistema funciona según lo previsto en la evaluación de la seguridad y que no están ocurriendo sucesos imprevistos. Ningún programa de esta índole debe incluir actividades capaces de reducir la eficiencia de las barreras de aislamiento. La perforación en busca de muestras profundas o la instalación de instrumentos en la zona de las barreras son ejemplos evidentes de actividades inaceptables. Como las actividades de vigilancia no son necesarias por razones técnicas y sólo responden a consideraciones sociales, es a todas luces imposible predecir su duración. Podemos suponer que en el futuro, como resultado de un análisis costo-beneficio, el programa de vigilancia se suspenderá intencionalmente o que algún trastorno social significativo lo hará innecesario. En cuanto a la evacuación a poca profundidad de desechos radiactivos de período corto —opción en la que el aislamiento seguro depende del mantenimiento de controles institucionales en el emplazamiento— existe el acuerdo general de que no sería razonable esperar que los controles institucionales se mantuvieran por más de unos cuantos cientos de años.

En relación con la salvaguardia de los repositorios geológicos cerrados que contienen combustible gastado, en 1988 el grupo asesor sobre salvaguardias consideró que no se podía suspender la aplicación de salvaguardias, ni siquiera después del cierre del repositorio. Esta posición plantea interrogantes, a saber, cómo diseñar un procedimiento de salvaguardias efectivo que no incida negativamente en la seguridad del sistema de evacuación; y durante cuánto tiempo habría que mantener las salvaguardias toda vez que el combustible gastado seguirá siendo una fuente potencial de material nuclear durante cientos de miles de años.

He aquí respuestas provisionales a esos interrogantes: el repositorio debe salvaguardarse sin comprometer las características de seguridad. Como la excavación de un repositorio sellado no podría realizarse en poco tiempo ni ser invisible, un método obvio sería el análisis de imágenes obtenidas por satélite periódicamente. Por otra parte, la superficie del repositorio antiguo podría someterse a inspecciones periódicas a cargo de inspectores internacionales. Cabe señalar además que este mecanismo de vigilancia de las salvaguardias aumentaría la seguridad del repositorio, ya que reduciría o eliminaría la posibilidad de intrusión inadvertida del hombre en el repositorio.

La salvaguardia de los materiales nucleares es una cuestión importante para las sociedades de hoy día y podría seguir siéndolo en el futuro. No obstante, la situación puede cambiar de manera impredecible. Es posible imaginar escenarios en que, a causa de la evolución de la sociedad, la cuestión de las salvaguardias deje de ser importante.

Hacia una estrecha cooperación

El objetivo principal de este análisis fue evaluar las consecuencias que tienen los requisitos de salvaguardia para la gestión de desechos radiactivos y el combustible gastado. En particular, se temía que hubiera incompatibilidad entre los requisitos de salvaguardia y el objetivo principal de la gestión de desechos, a saber, garantizar que las sustancias radiactivas presentes en los desechos permanezcan aisladas de la biosfera todo el tiempo que sea necesario para reducir a niveles aceptables sus consecuencias radiológicas.

Siempre que se cumplan algunas condiciones, la aplicación de salvaguardias a la gestión de desechos radiactivos y el combustible gastado puede realizarse sin efectos negativos para la seguridad. En primer lugar, cabe señalar que las medidas de gestión que se adoptan antes de la evacuación no parecen presentar ningún problema porque en esa etapa ya hay procedimientos de salvaguardias en vigor o pueden introducirse fácilmente. En cuanto a la evacuación, es preciso que se cumpla la condición fundamental de que los procedimientos de salvaguardias han de diseñarse teniendo en cuenta que la seguridad del sistema de aislamiento es una prioridad absoluta. En otras palabras, la integridad de las barreras artificiales situadas dentro del repositorio no puede ponerse en peligro como resultado de las medidas de vigilancia y control durante la explotación, el rellenado y el sellado de las zonas de evacuación, ni



Los expertos están estudiando requisitos de salvaguardia para los desechos radiactivos que han de evacuarse en repositorios geológicos artificiales.

(Cortesía: Departamento de Energía de los Estados Unidos de América)

puede verse amenazada la integridad de las barreras naturales por la aplicación de medidas de vigilancia y supervisión después del cierre del repositorio.

Se supone que los repositorios geológicos profundos en que se almacena material de desecho salvaguardado tienen que estar sometidos a salvaguardias durante la fase de explotación. Desde la perspectiva de la gestión de desechos, y suponiendo que se mantenga intacto el sistema de seguridad del repositorio planificado, la aplicación de salvaguardias basada en la vigilancia y el control de los accesos al repositorio ubicados en la superficie (galerías y/o rampas) no ocasionaría dificultades. Asimismo, serían aceptables las inspecciones visuales subterráneas. Sin embargo, es preciso evitar el uso de técnicas geofísicas —que pondrían en peligro las barreras de seguridad— para localizar los bultos de desechos en el interior del repositorio.

En la actualidad no existe una política de salvaguardias definida respecto de los repositorios cerrados que sólo contienen desechos. Por tanto, es preciso evaluar los requisitos de salvaguardia de este tipo de repositorios teniendo en cuenta las concentraciones relativamente bajas de los materiales nucleares contenidos en las diversas categorías de desechos radiactivos, así como las dificultades que entraña recuperar desechos acondicionados de las instalaciones de evacuación profunda cerradas, y extraer después el material nuclear.

La política del Departamento de Salvaguardias del OIEA para el combustible gastado emplazado en repositorios es la de continuar aplicando las salvaguardias después del cierre del repositorio. Las técnicas de vigilancia propuestas para el período posterior al cierre, como la combinación de imágenes de satélite e inspecciones, garantizarían la inte-

gridad permanente del repositorio y no menoscabarían su sistema de seguridad.

No es posible definir la duración prevista de la vigilancia de las salvaguardias en los emplazamientos de repositorios geológicos profundos que almacenen combustible nuclear gastado, pero, sobre la base de las composiciones del combustible gastado, los requisitos de salvaguardia podrían durar miles de años. La aceptación del requisito de vigilancia indefinida de los repositorios de combustible gastado plantea dos problemas: 1) la negación de uno de los objetivos de la gestión de desechos radiactivos, el de no imponer cargas a las generaciones futuras; y 2) la inquietante necesidad de destinar fondos a una actividad de duración desconocida y, por tanto, de un costo que no puede calcularse.

Los expertos en salvaguardias y evacuación de desechos deberían trabajar en estrecha cooperación para asegurar que los requisitos de salvaguardia se elaboren de forma compatible con los planes que incluyen el aislamiento a largo plazo de los desechos radiactivos.

Enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear: Se reducen las desigualdades

El OIEA hace más hincapié en la ayuda a las autoridades nacionales para que fortalezcan el desarrollo de sus recursos humanos

La enseñanza y la capacitación son indispensables para el desarrollo de los recursos humanos en todas las ramas de la industria a escala mundial. Por lo que respecta a la industria nuclear, durante los últimos años se han intensificado los esfuerzos en este sentido. En su plan de programas hasta el año 2000, el OIEA ha concedido mucha importancia al desarrollo de los recursos humanos en las esferas de la seguridad nuclear y radiológica, en correspondencia con su actual hincapié en la prestación de asistencia técnica con miras a fortalecer las infraestructuras nacionales y promover la utilización segura de tecnologías nucleares para aplicaciones con fines pacíficos en diversas esferas.

En septiembre de 1993, la Conferencia General del OIEA aprobó el programa de enseñanza y capacitación en materia de protección radiológica y seguridad nuclear para 1994-1998. En el presente artículo se ofrece un examen panorámico del programa dentro del contexto de los acontecimientos mundiales ocurridos en la esfera nuclear, las prioridades y necesidades nacionales y las normas de política.

El contexto de los acontecimientos

La búsqueda de la excelencia en materia de seguridad nuclear y radiológica exige la adopción de un enfoque integrado de la enseñanza y la capacitación. En términos generales, la protección radiológica y la seguridad nuclear son esferas multidiscipli-

plinarias que comprenden elementos conexos de la física aplicada, la química, la biología, la tecnología nuclear y otras esferas especializadas. Sin embargo, con respecto al desarrollo de los recursos humanos, existen importantes diferencias y necesidades y problemas específicos. Algunas diferencias y problemas emanan de la amplia diversidad y alcance de las aplicaciones nucleares y radiológicas.

Hoy día en todo el mundo se ha generalizado el uso de tecnologías de las radiaciones y fuentes radiactivas, principalmente en la medicina (radiología con fines de diagnóstico, radioterapia, medicina nuclear), la industria, la agricultura y la investigación.

Por ejemplo, se calcula que en el campo de la medicina:

- se utilizan anualmente más de 400 000 aparatos de rayos X para diagnóstico en alrededor de 1200 millones de exámenes radiográficos médicos;
- se realizan al año 320 millones de exámenes radiográficos dentales;
- hay instaladas en todo el mundo 10 000 cámaras gamma, que sustentan diversos procedimientos de medicina nuclear;
- se efectúan 22 millones de aplicaciones *in vivo* de radisótopos (medicina nuclear) todos los años;
- se aplica terapia de radiaciones a más de 4 millones de pacientes cada año; y
- se han establecido en más de 60 países programas médicos ordinarios que utilizan técnicas nucleares.

Hay indicios de que en todo el mundo aumentan las exposiciones de la población derivadas del uso de radiaciones ionizantes con fines terapéuticos y de diagnóstico. Gran parte de este aumento se puede explicar por razones clínicas, sobre todo en los países en desarrollo, donde aún no se dispone de servicios médicos suficientes. Según el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio

por Karol Skornik

El Sr. Skornik es funcionario de la División de Seguridad Nuclear del OIEA.

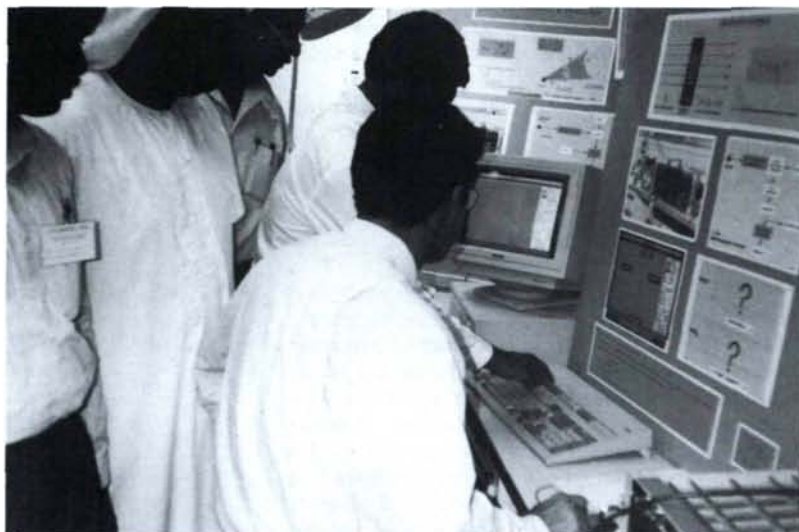
de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), en el año 2000, la dosis colectiva que recibirá la población mundial a causa de las radiaciones médicas probablemente habrá aumentado en el 50%, y en el 2025, puede ser más del doble.

En los dos últimos decenios el tratamiento por irradiación ha aumentado a un ritmo estable, del 10% al 15% anuales, sobre la base del número y la potencia nominal total de las fuentes de radiación instaladas. En 42 países se están explotando más de 135 irradiadores gamma industriales y unos 400 aparatos de haces electrónicos. Los productos tratados por irradiación incluyen alimentos, suministros médicos y hospitalarios, artículos sintéticos y de goma, y alambres y cablearía. El valor total de estos productos se calcula en más de 2000 millones de dólares anuales de los EE UU.

En los sectores industriales están muy difundidas las aplicaciones de radiaciones ionizantes, como por ejemplo, las técnicas que emplean radiotrazadores para medir el movimiento de fluidos o detectar fugas. La gammaradiografía, como parte del ensayo no destructivo de materiales, también se emplea ampliamente en la inspección de defectos de piezas fundidas, la detección de defectos de soldadura en tuberías y contenedores, y la optimización de los métodos de fundición de piezas antes de la producción en masa. Las industrias petrolera y de gas emplean habitualmente radionúcleos en la diagráfia de pozos, en la prospección de recursos naturales y en investigaciones geofísicas. Varios instrumentos de medición industriales y productos de consumo se basan en el uso de fuentes de radiación o están relacionados con ellas.

En lo tocante a la agricultura, a escala mundial se siembran, en varios millones de hectáreas, casi 1000 variedades de cultivos derivadas de mutaciones radioinducidas que rinden utilidades económicas calculadas en miles de millones de dólares. Además, el empleo de las técnicas de radiación en la lucha contra las plagas ha ayudado a combatir la merma de cultivos ocasionada por los insectos y la pérdida de ganado a causa de enfermedades difundidas por insectos.

Especialistas en un curso de capacitación del OIEA sobre protección radiológica.



Tal vez el más visible de los beneficios obtenidos de la radiación ionizante sean las 430 centrales nucleares que funcionan actualmente en el mundo, las cuales, en conjunto, representan más del 16% del total de la producción mundial de electricidad. Se están construyendo otros 55 reactores de potencia para satisfacer la demanda de energía eléctrica fiable. Al final de 1993, la experiencia operacional acumulada con reactores nucleares civiles a nivel mundial sobrepasó los 6500 años. En esa fecha también funcionaban en 59 países 301 reactores de investigación dedicados a apoyar estudios analíticos en muchas esferas científicas y a producir radionúcleos para la medicina, la industria y la agricultura. Entre estos figuran 51 reactores de 18 países que se utilizan con fines de capacitación.

Esa variedad de usos de las radiaciones ionizantes indica el alcance internacional de las necesidades de enseñanza y capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear. Los programas elaborados a este efecto deben tener en cuenta las prácticas que en un número cada vez mayor de instalaciones, laboratorios y lugares de trabajo utilizan radiaciones ionizantes, fuentes de radiación, o técnicas nucleares.

Aspectos infraestructurales. Existe un amplio conjunto de normas de seguridad radiológica y nuclear que incluye normas internacionales. Sin embargo, ello no es garantía de que se apliquen buenas prácticas de seguridad. Se requiere una infraestructura nacional adecuada para que la aplicación de las normas de seguridad alcance y mantenga el nivel deseado de protección y seguridad. Se considera que la infraestructura comprende, en esencia, los siguientes elementos principales:

- una legislación y un reglamento que establezcan requisitos jurídicos, técnicos y administrativos;
- un sistema de aplicación de la legislación por conducto de mecanismos reglamentadores, como por ejemplo, la notificación, el registro, la concesión de licencias, la inspección, y el asesoramiento sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad;
- recursos humanos y conocimientos especializados a todos los niveles, que abarquen desde un trabajo altamente calificado, incluida la formulación de políticas y la investigación y el desarrollo, pasando por esferas especializadas de aplicación, hasta el apoyo técnico para operaciones y servicios ordinarios;
- una base técnica competente para la prestación de diversos servicios de seguridad, tales como vigilancia radiológica (dosimetría del personal, calibración de instrumentos, vigilancia ambiental), mantenimiento del equipo y los componentes, y capacidades de respuesta a emergencias; y
- recursos para establecer y ejecutar el programa nacional de seguridad radiológica.

El alcance de la infraestructura nacional tiene que ser compatible con el nivel y el volumen de las actividades tecnológicas nucleares que exigen medidas de seguridad, las cuales abarcan desde la producción de electricidad en centrales nucleares hasta otras aplicaciones de la radiación ionizante.

Hay diferencias entre los Estados Miembros del OIEA en lo que respecta a la aplicación de tecnologías nucleares y a la existencia de infraestructuras de seguridad conexas, de ahí que también sean diferentes sus necesidades y capacidades para enseñar y

capacitar adecuadamente a los nacionales. La política del Organismo en materia de enseñanza y capacitación refleja estas diferencias. Los programas pertinentes se ajustan según los distintos grupos de países. Se hace hincapié en aquellas esferas de la protección radiológica y la seguridad nuclear que están en armonía con las necesidades y prioridades establecidas por esos países en sus programas nacionales de desarrollo de recursos humanos. En este contexto, el programa nacional de enseñanza y capacitación se considera parte esencial del sistema nacional destinado a dar a conocer a profesionales, técnicos y público en general los beneficios y los riesgos asociados al uso de la radiación ionizante.

Análisis de las necesidades

La protección radiológica y la seguridad nuclear son fundamentalmente una responsabilidad nacional. Todos los países que utilizan la radiación ionizante o están comprometidos con programas nucleoelectrónicos, realizan alguna actividad de enseñanza y capacitación en esas esferas. Con todo, para muchos países en desarrollo todavía resulta difícil instituir y/o ejecutar programas de esa índole debido a limitaciones presupuestarias, escasez de maestros calificados y otras deficiencias de infraestructura. De ahí que cada vez sean más conscientes de los beneficios que en tal sentido pueden reportar la cooperación y la armonización internacionales.

Al analizar las necesidades de sus Estados Miembros, el Organismo se ha servido de los conocimientos y experiencia adquiridos mediante su programa de cooperación técnica (específicamente en este caso, los servicios de seguridad y los proyectos interregionales, regionales y nacionales) y sus actividades ordinarias, como conferencias, simposios, seminarios y otras reuniones técnicas. Los servicios de seguridad del OIEA en la esfera de la protección radiológica y la seguridad nuclear incluyen los siguientes órganos: el Equipo de asesoramiento en protección radiológica (RAPAT); el Grupo de examen de la seguridad operacional (OSART); el Grupo de evaluación de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad (ASSET); el Grupo Internacional de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRT); la Evaluación Integrada de la Seguridad de Reactores de Investigación (INSARR); y el Servicio de examen de la seguridad técnica (ESRS).

Protección radiológica. El análisis de las conclusiones de las misiones RAPAT subraya la importancia de fortalecer la cooperación internacional en la esfera de la protección radiológica. Existen pruebas de que en más de la mitad de los Estados Miembros del OIEA los *mecanismos de control de la seguridad contra las radiaciones* son inadecuados. Muchos países sencillamente carecen de la infraestructura necesaria para aplicar una política de seguridad basada en las recomendaciones internacionales. En algunos países, las instalaciones nacionales de protección radiológica son inadecuadas; en otros, varias instituciones reclaman la responsabilidad; y en varios, incluidos los Estados Miembros de incorporación relativamente reciente al Organismo, aún no se han designado las autoridades nacionales com-

petentes. Es muy frecuente que no existan una legislación básica ni un reglamento actualizado de apoyo.

Varios accidentes radiológicos ocurridos fuera de la esfera de la energía nucleoelectrónica han destacado la importancia de los mecanismos de control de la seguridad. Por ejemplo, un examen internacional efectuado por el OIEA a raíz de un grave accidente radiológico ocurrido en una instalación industrial de irradiación de San Salvador en 1989 reveló que el accidente podría haberse evitado si hubiera existido un sistema de protección radiológica adecuado. Incluso en países donde existe un reglamento nacional adecuado, con frecuencia escasean los nacionales debidamente educados y capacitados para establecer sistemas efectivos de seguridad radiológica que incluyan la concesión de licencias, la inspección y los servicios técnicos de apoyo.

En 1991 la Comisión Internacional de Protección Radiológica publicó sus recomendaciones revisadas (CIPR 60), que constituyen la base de la versión revisada de las *Normas básicas de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*. Estas normas internacionales serán publicadas conjuntamente por el OIEA, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Habrá que prestar diversos tipos de asistencia a muchos países en desarrollo, que necesitarán ayuda para incorporar las normas internacionales en reglamentos nacionales detallados para la protección radiológica; designar las autoridades encargadas de supervisar la aplicación de esos reglamentos; y mejorar el desempeño de esas autoridades. La asistencia que el OIEA preste en relación con el uso de materiales radiactivos y otras fuentes de radiación entrañará obligatoriamente la enseñanza y la capacitación en protección radiológica para grupos de profesionales.

Un aspecto que continuará recibiendo mucha atención es el mejoramiento de la seguridad radiológica del personal nuclear en el lugar de trabajo, esfera en la que persiste una gran demanda de capacitación. Cada categoría de trabajadores tiene sus necesidades específicas según la ocupación de que se trate. Los trabajadores expuestos o los trabajadores con probabilidades de exposición pueden agruparse en diversas esferas: la industria nuclear y el transporte de materiales radiactivos; los hospitales y otras instituciones médicas (centros de radioterapia, radiología con fines de diagnóstico y medicina nuclear); plantas y proyectos industriales que utilizan fuentes de radiación; universidades y centros de investigación; instituciones y grupos que participan en operaciones de emergencia (por ejemplo, servicios médicos, defensa civil y policía local).

En la industria, la mayor cantidad posible de trabajadores tiene que tener acceso a la capacitación y ésta debe basarse en un equilibrio entre el nivel de conocimientos que necesitan para su trabajo y el requerido para la protección radiológica.

En el ámbito de la enseñanza y las investigaciones médicas, es necesario proporcionar capacitación a grupos de profesionales que posean una educación

científica sólida pero cuyos conocimientos sobre protección radiológica sean insuficientes. En todo el mundo crece particularmente la demanda de capacitación de funcionarios encargados de la seguridad radiológica (especialistas en radiofísica sanitaria) y personal médico, incluidos doctores en medicina, en departamentos de radioterapia, radiología con fines de diagnóstico y medicina nuclear. Este grupo necesita recibir periódicamente cursos de repaso a fin de mantener al personal actualizado en cuanto a los requisitos de la seguridad radiológica. Ha de prestarse atención a las enfermeras, grupo que tiene mucha influencia en la percepción del público sobre el riesgo radiológico.

La capacitación en protección radiológica de integrantes de equipos de emergencia debe considerarse parte del plan nacional para hacer frente a los accidentes nucleares y las emergencias radiológicas. Se mantiene la necesidad de esa clase de capacitación a todos los niveles en muchos países de todas las regiones. La capacitación y la recalificación en protección radiológica atañe, pues, a una amplia diversidad de grupos con distintos niveles de conocimientos. La armonización debe ser un objetivo dirigido primeramente a los encargados de adoptar las decisiones, los maestros y los especialistas, y después a todos los trabajadores profesionalmente expuestos.

En cuanto a la enseñanza general, cabe señalar que en la mayoría de los países suelen pasarse por alto las esferas de la salud y la seguridad en relación con las radiaciones, y que la protección radiológica casi nunca se estudia en la enseñanza secundaria. Generalmente, la capacitación en esta esfera no tiene una base en que sustentarse. La enseñanza, si la hay, varía mucho de un país a otro. Muchos países aún no han logrado tener una cantidad adecuada de educadores y capacitadores locales versados en seguridad radiológica que sean capaces de transmitir sus conocimientos.

Seguridad nuclear. Al analizar las necesidades de enseñanza y capacitación en seguridad nuclear, es necesario hacer una clasificación detallada de los países. El programa del OIEA se está concentrando en tres grupos: a) países en desarrollo y/o en reestructuración con programas en curso que entrañan la explotación o construcción de centrales nucleares o reactores de investigación; b) países en que la opción nuclear se considera un medio de satisfacer las crecientes demandas de electricidad, y que ejecutan programas de reactores de investigación/capacitación; y c) países en que no existe programa nucleoelectrico y el uso de tecnologías relacionadas con la seguridad nuclear se limita a reactores de investigación/capacitación.

Mundialmente se reconoce la necesidad de enseñanza general en cuestiones de seguridad nuclear, incluida la seguridad de los futuros reactores, junto con la protección radiológica. Los equipos de seguridad del OIEA han identificado una serie de temas generales y grupos de trabajadores que constituyen esferas prioritarias, algunas de las cuales tienen que ver con la formulación, organización y administración de programas de capacitación para distintos grupos de personas.

Las dificultades con que se tropieza para lograr coherencia en los niveles de las normas de seguridad

son bastante obvias. El poderío económico, las tradiciones industriales, los marcos legislativos y las políticas comerciales varían mucho. Las organizaciones reglamentadoras tienen que hacer cumplir las normas nacionales según sus circunstancias, y esas normas repercuten en la creación de buenas culturas nacionales de seguridad. Las orientaciones del OIEA están incorporadas en las Normas de Seguridad Nuclear (NUSS), una colección de documentos que contienen recomendaciones sobre concesión de licencias, cuestiones técnicas y cuestiones de organización relacionadas con la seguridad de los reactores nucleares de potencia y de investigación. Estas recomendaciones pueden usarse para apoyar las actividades nacionales y en ellas se basa la asistencia que presta el Organismo en materia de seguridad. La capacitación de reglamentadores nacionales continuará desempeñando un papel importante en este proceso.

Las actividades de capacitación también serán decisivas para mejorar los niveles de seguridad de las centrales nucleares, y, en cierta medida, de los reactores de investigación, que se construyeron según normas de seguridad antiguas, así como de plantas que afrontan problemas debido a diversos procesos de envejecimiento.

Algunos problemas se relacionan en particular con los reactores nucleares de potencia WWER 440/230 que se explotan en los países de la antigua URSS y de Europa central y oriental. Por otra parte, las cuestiones relativas al envejecimiento de las instalaciones nucleares tienen una importancia mundial y el OIEA ha observado una creciente demanda de programas de capacitación a este respecto. Ello obedece a la comprensión de que el conocimiento de los procesos físicos fundamentales potencialmente asociados al envejecimiento gradual de una central nuclear o un reactor de investigación puede mejorar la capacidad de los explotadores para responder a los transitorios de plantas y otros sucesos. Además, como la comprensión de los fenómenos del envejecimiento se traduce en cambios operacionales en las instalaciones de reactores, será necesario capacitar al personal de la central en los nuevos procedimientos.

Políticas y programas del OIEA

El programa de enseñanza y capacitación del Organismo sobre protección radiológica y seguridad nuclear se basa en los objetivos siguientes:

- el logro de la autosuficiencia nacional en programas de enseñanza y capacitación;
- el fortalecimiento de las infraestructuras nacionales de protección radiológica y seguridad nuclear; y
- la satisfacción de las necesidades nacionales inmediatas de los Estados que solicitan asistencia.

El programa subraya la planificación estratégica a corto y largo plazos, con miras a asegurar el más alto nivel posible en los programas de enseñanza y capacitación y evitar los problemas de los enfoques individualizados especiales. Las directrices fundamentales para la planificación presentan dos características independientes: la concentración, que se refiere a la cooperación con los Estados Miembros para organizar, con la asistencia del OIEA, activi-

dades de capacitación sobre temas cuidadosamente seleccionados que reflejen las necesidades más permanentes, y la normalización de los esfuerzos, es decir las actividades que realiza el OIEA para preparar programas tipo para la enseñanza general y cursos de capacitación especializados.

En general, el programa se caracteriza por varias modalidades y mecanismos.

Enseñanza. Los cursos de enseñanza de postgrado están destinados a satisfacer los requisitos de enseñanza y capacitación inicial de profesionales jóvenes de nivel universitario que ocupan o van a ocupar cargos relacionados con la protección radiológica (incluida la radiofísica sanitaria) o la seguridad nuclear. El público a que están dirigidos incluye a profesionales jóvenes que necesitan adquirir una base sólida en estas esferas para llegar a ser —con el tiempo— capacitadores en sus países de origen. Además del curso ya establecido de enseñanza de postgrado en protección radiológica y seguridad nuclear que se brinda en español, en centros de enseñanza y capacitación seleccionados a nivel interregional o regional se ofrecerán nuevos cursos en inglés y francés (protección radiológica), y posiblemente en ruso (protección radiológica y seguridad nuclear). Los cursos de protección radiológica pertinentes se basarán en un programa tipo preparado por el OIEA. Se prevé distribuir este programa a los Estados Miembros para facilitar la integración de los cursos de enseñanza sobre protección radiológica en los programas de estudios de sus principales instituciones educacionales.

Cursos de capacitación especializados. Se ofrecen cursos de capacitación para personas interesadas en especializarse en determinadas esferas de la protección radiológica y la seguridad nuclear. Generalmente un curso dura de 3 a 8 semanas y en ese período los participantes tienen la oportunidad de actualizar y aumentar sus conocimientos teóricos y prácticos.

Los cursos interregionales reflejan necesidades de capacitación especializada comunes a Estados Miembros de más de una región, y requieren instalaciones y conocimientos especiales a los que generalmente no hay acceso durante la capacitación práctica. Su objetivo principal es capacitar a personas que posteriormente ocuparán cargos directivos o técnicos de categoría superior y tendrán, además, la responsabilidad de capacitar a otros. Con este enfoque de "capacitación de capacitadores", el OIEA seguirá alentando a los países a que designen candidatos que, después de recibir personalmente la capacitación, estén dispuestos a hacer su aporte a los programas nacionales de desarrollo de personal en sus respectivos países y puedan hacerlo. También se ofrecen cursos de capacitación regionales que abarcan una amplia diversidad de temas y en los que participan varias instituciones anfitrionas de los Estados Miembros, así como cursos nacionales que organizan los países como parte de sus programas nacionales de desarrollo de recursos humanos, con frecuencia en relación con proyectos de cooperación técnica del OIEA.

Talleres de capacitación. En los talleres, concebidos para mejorar la pericia de las personas que trabajan en las dos importantes esferas, la capacitación es intensiva y más breve (1 a 2 semanas). El

énfasis recae siempre en los elementos prácticos de la capacitación y en el mejoramiento de la experiencia práctica. En general, se trabaja mucho en el laboratorio, con ayuda de computadoras o sobre el terreno. Además de facilitar servicios de expertos, material de capacitación y juegos de demostración, el OIEA proporciona equipo o instrumentos de laboratorio para aumentar las capacidades nacionales de capacitación.

Otros mecanismos. Las becas se utilizan primordialmente para capacitar en el empleo a personas procedentes de países en desarrollo. El programa del Organismo hace hincapié en la selección de candidatos que, después de su pasantía, puedan, a su vez, contribuir a los programas nacionales de desarrollo de recursos humanos. También se organizan visitas científicas para el personal directivo que pueda intervenir en el fortalecimiento de las infraestructuras de protección radiológica y seguridad nuclear de sus países.

El programa para 1994-1998 incluye además una serie de seminarios regionales destinados a fomentar la enseñanza y la capacitación en protección radiológica y seguridad nuclear. Esos encuentros sirven de foro apropiado para que determinados grupos de especialistas con intereses comunes intercambien información y sostengan debates relativos a la enseñanza. En general, brindan oportunidades para el intercambio de ideas y experiencias entre personas que realizan un trabajo similar (por ejemplo, educadores, especialistas en radiofísica sanitaria, especialistas en seguridad de los reactores). También sirven de centros de coordinación que permiten al OIEA ampliar una nueva actividad o servicio para el cual resulta indispensable la participación activa de los Estados Miembros, como el Sistema de Respuesta a Emergencias del Organismo.

Todas estas actividades se apoyan en materiales de referencia, que incluyen básicamente las publicaciones del Organismo relativas a la seguridad (normas, guías, colección de capacitación, manuales de seguridad radiológica, etc.) y otros materiales de información específicamente preparados para cursos de enseñanza y capacitación.

Se reducen las desigualdades

Aunque los problemas están más generalizados en los países en desarrollo, hasta los países más adelantados necesitan especialistas capaces de reducir las desigualdades cruciales que están obstaculizando la comprensión y la comunicación en algunos aspectos de la protección radiológica y la seguridad nuclear.

Desde una perspectiva internacional, el problema puede abordarse más fácilmente mediante un enfoque integrado de la enseñanza sobre protección radiológica y seguridad nuclear, la armonización del contenido de los cursos y la prestación de asistencia para capacitar a capacitadores. Se puede otorgar prioridad a una mayor difusión de la experiencia y los conocimientos disponibles, y al mejoramiento de la coordinación de los mecanismos de apoyo. Por intermedio de su programa, el OIEA trabajará en los años venideros para ayudar a los países a encarar estos desafíos.

El radón en el medio humano: Evaluación de la situación

Más de 50 países participan en un programa de investigación OIEA/CCE sobre el radón, que se prevé concluir este año

por Jasimuddin
U. Ahmed

Hasta fines del decenio de 1970, las radiaciones del radón y sus nucleidos hijos se consideraban un peligro para la salud que sólo se presentaba en la extracción y el tratamiento del uranio. Este concepto cambió radicalmente al detectarse en muchas partes del mundo niveles generalizados de radón en interiores. Por ejemplo, se ha observado un aumento de las concentraciones de radón en viviendas de países de las regiones templadas donde a causa de medidas estrictas de ahorro de energía las personas cierran herméticamente puertas y ventanas, sobre todo durante los meses fríos. Además, cada vez son más evidentes los problemas ocasionados por el radón en muchas minas subterráneas no uraníferas o en lugares de trabajo situados bajo tierra con escasa ventilación.

Por lo tanto, en todo el mundo se ha venido prestando mayor atención al problema de la exposición al radón y a los riesgos inherentes para la salud. Según evaluaciones efectuadas por el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), el radón presente en el medio natural constituye alrededor del 53% de la exposición del hombre a la radiación natural.

En la extracción subterránea, fundamentalmente en la extracción del uranio, se ha observado una elevada incidencia de cáncer de pulmón en los Estados Unidos (Colorado), la República Checa y el Canadá (Ontario), y lo mismo ha ocurrido con los

mineros de los yacimientos subterráneos de espato flúor y de mineral de hierro en Suecia. Actualmente los círculos científicos aceptan que la elevada incidencia de cáncer de pulmón entre los mineros que trabajan bajo tierra guarda relación con la exposición al radón y sus nucleidos.

Por otra parte, poco se conoce acerca de los efectos sanitarios potenciales de la exposición al radón en las viviendas. No es razonable tratar de comprender los riesgos potenciales para la salud de la población utilizando la relación entre la elevada incidencia de cáncer de pulmón entre los mineros que trabajan bajo tierra y la exposición al radón, puesto que el nivel de exposición en las viviendas es muy inferior al de las minas. Hay quienes opinan que la gran incidencia de cáncer de pulmón entre los primeros trabajadores de las minas de uranio podría deberse a los efectos sinérgicos del hábito de fumar empedernidamente, al polvo del mineral, los gases tóxicos y otros factores, unidos a un nivel de exposición al radón muy elevado. Con todo, los datos sobre los mineros podrían resultar útiles siempre que se tomen en cuenta las diferencias existentes entre los efectos de la exposición para los dos grupos de poblaciones en dos situaciones diferentes.

A fines del decenio de 1980, el OIEA y la Comisión de las Comunidades Europeas emprendieron un programa coordinado de investigación (PCI) quinquenal sobre el radón en el medio ambiente humano. En estos momentos más de 50 países tienen proyectos en curso, lo que indica el gran interés que suscita el tema. El PCI terminará este año. En el presente artículo se ofrecen resultados seleccionados de los estudios sobre el radón efectuados en algunos países y se describe el marco internacional en que proseguirán las investigaciones coordinadas en esta esfera.

El Sr. Ahmed fue funcionario superior de la División de Seguridad Nuclear del OIEA. Todas las referencias utilizadas para el presente artículo se pueden solicitar al autor.

Origen del radón

El suelo es la fuente principal de radón 222, un nucleido hijo del radio 226 que pertenece a la cadena de desintegración del uranio 238. El torón (radón 220) se obtiene mediante la desintegración alfa del radón 224, que pertenece a la cadena de desintegración del torio 232. El radón y el torón son gases nobles que pueden migrar del suelo, ya sea por difusión molecular o por convección, y entrar en la atmósfera. La distribución del radón en el aire depende de las condiciones meteorológicas. Los nucleidos hijos del radón y el torón son isótopos de metales pesados, se pueden adherir fácilmente a las partículas de aerosol suspendidas en el aire y se desintegran por medio de emisiones alfa y/o betagamma. El depósito seco, o la lluvia y otros procesos de precipitación, eliminan del aire los aerosoles cargados con los nucleidos del radón y el torón.

El período de semidesintegración del radón es de 3,8 días, mientras que el del torón, que es de período muy corto, sólo dura 55 segundos. Entre los nucleidos hijos, algunos son de período corto y otros de período largo. Los nucleidos hijos de período corto representan la fracción más elevada de la concentración de radiactividad al nivel del suelo entre todos los contaminantes radiactivos naturales o artificiales que se encuentran en el aire. (Véase el cuadro.)

Los materiales de construcción como el granito, la toba volcánica italiana y el hormigón ligero de esquisto alambroso pueden contener concentraciones muy elevadas de radón 226 y constituir así una fuente de migraciones de este gas hacia el aire en interiores. El aire exterior puede desempeñar un papel importante en la entrada del radón en los edificios por puertas y ventanas abiertas, ventilación mecánica e infiltración, así como por filtraciones de aire no controladas a través de grietas en los edificios. Además, una parte del radón contenido en el agua y el gas natural que se utilizan en las viviendas puede pasar al aire de las habitaciones.

Algunos de los principales estudios sobre el radón en interiores

En el decenio pasado la presencia de radón en las viviendas fue objeto de una atención enorme en casi todos los países de Europa y América del Norte y en muchos países de Europa oriental. A nivel nacional se emprendieron estudios para determinar los niveles de radón en las viviendas y evaluar los riesgos consiguientes de cáncer de pulmón. Muchos países de zonas templadas, entre ellos China y el Japón, han iniciado amplios programas sobre la presencia de radón en viviendas y lugares de trabajo. En los países tropicales se ha observado un gran interés al respecto y se han emprendido programas de estudios de diversa magnitud sobre el radón.

El gran interés que ha despertado el radón se puede apreciar también en las publicaciones científicas. En el Simposio Internacional sobre el Medio Ambiente de Radiación Natural (NRE IV), celebrado en Lisboa, Portugal, en 1987, el 65% de las 110 ponencias publicadas versaban sobre el radón solamente. De modo análogo, en el NRE V, celebrado en Salzburgo, Austria, en 1991, cerca del 70%

	Radionucleido	Período de semidesintegración	Concentración de la actividad (milibecquerelio por metro cúbico)
Natural	Tritio	12,3 años	≈ 20
	Carbono 14	5736 años	≈ 40
	Berilio 7	53,6 días	1-7
	Nucleidos hijos del radón*	164 μs-26,8 minutos	1000-5000
	Plomo 210	22,3 años	0,2-1,0
	Polonio 210	138,4 días	0,03-0,3
Artificial	Plomo 212	10,6 horas	20-1000
	Bismuto 212	60,6 minutos	10-700
	Yodo 131	8,04 días	< 0,0001 (4000**)
	Cesio 137	30,1 años	0,0005-0,005 (4000**)
	Rutenio 106	386,2 días	0,0001-0,002 (2000**)

* Los nucleidos hijos del radón son: polonio 218, plomo 214, bismuto 214 y polonio 214.

** Tras el accidente nuclear de Chernobyl, el valor máximo registrado en Göttingen, Alemania, los días 2 y 3 de mayo de 1986.

Fuente: J. Porstendorfer, *Properties and Behaviour of Radon and Thoron and Their Decay Products in the Air*. Actas del Fifth International Symposium on the Natural Radiation Environment Tutorial Session, publicadas por la Comisión de las Comunidades Europeas, Oficina de Luxemburgo, 1993, ISBN92-826-5604-7.

de las 163 ponencias trataban sobre temas relacionados con el radón.

Además, como se señaló anteriormente, unos 55 países participan en el programa coordinado de investigación OIEA/CCE sobre el radón. Si bien no es posible presentar los resultados de los estudios sobre el radón de tantos países, algunos en particular son dignos de mención.

Estados Unidos de América. En un estudio realizado a fines del decenio de 1980 por el Organismo para la Protección del Medio Ambiente (EPA) de los Estados Unidos y dado a conocer por el Servicio de Salud Pública de ese país, se señaló que en los Estados Unidos los problemas del radón en interiores eran más graves y estaban más difundidos de lo que se había sospechado anteriormente. Según el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, se calcula que unos 5000 casos anuales de cáncer de pulmón entre no fumadores se deben totalmente a la exposición al radón en interiores; entre los fumadores, la exposición al radón en interiores incidió en las 15 000 muertes por esa enfermedad. Algunas estimaciones posteriores indican cifras incluso más altas. Según ese Servicio estadounidense, las estadísticas muestran que el número de víctimas del radón en interiores "probablemente sea diez veces el que ocasiona la contaminación del aire exterior". La recomendación del EPA de que se realizara otro estudio a fin de examinar un mayor número de viviendas recibió el apoyo del Inspector General de Sanidad de los Estados Unidos, la American Medical Association, la American Lung Association y otras organizaciones de salud.

En un programa nacional de estudios sobre el radón en las viviendas, ejecutado por el EPA de 1989 a 1991, se calculó la distribución de la frecuencia de

Intervalos de concentración de radionucleidos naturales y artificiales en el aire

El Programa Internacional de Metrología del Radón

Se ha establecido un sistema de laboratorios de referencia, apoyo técnico y coordinación regional, para ayudar a asegurar la comparabilidad de las mediciones del radón obtenidas por diferentes instituciones de todo el mundo. Dicho sistema, denominado Programa Internacional de Metrología del Radón (IRMP), es coordinado por el OIEA y la Comisión de las Comunidades Europeas, y la Universidad de Salzburgo actúa como secretaria científica. Los laboratorios asumen las siguientes responsabilidades:

- Los laboratorios de referencia brindan orientación sobre temas científicos relacionados con la metrología del radón (radón 222), el torón (radón 220) y sus productos de desintegración, particularmente en las esferas de calibración de los dispositivos de medición en laboratorio y en el terreno, muestreo en el terreno y métodos de estudio y procedimientos analíticos. Se ha designado laboratorios de este tipo para tres regiones: en Europa, la Junta Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido; en América del Norte, el Departamento del Interior, la Oficina de Minas y el Laboratorio de Mediciones Ambientales, de los Estados Unidos; y en Asia y el Pacífico, el Laboratorio de Radiaciones de Australia.

- Los laboratorios de apoyo técnico brindan ese apoyo en forma de cámaras de exposición calibradas que se utilizan para realizar ejercicios de intercomparación con el radón 222, el torón y sus productos de desintegración en condiciones de laboratorio definidas. Se han designado tres laboratorios de apoyo técnico para el IRMP, a saber, dos oficinas del Organismo para la

Protección del Medio Ambiente en Montgomery y Las Vegas, Estados Unidos de América, para el radón 222; y CANMET, en Elliot Lake, Canadá, para el torón.

- Los laboratorios de coordinación regional prestarán asistencia logística en la coordinación y realización de actividades regionales relacionadas con los programas de garantía de calidad para el radón 222, el torón y sus productos de desintegración. Estos laboratorios, designados para cuatro regiones específicas, son el Instituto de Protección Radiológica del Brasil para América del Sur; el Laboratorio de Radiaciones de Australia para Asia y el Pacífico; la Comisión de Energía Atómica de Ghana para África; el Instituto de Epidemiología de la República Checa para Europa y el Oriente Medio; y el Instituto de Extracción del Uranio, en Hengyang, China, para Asia.

El programa de operaciones funciona de la siguiente manera. Los usuarios finales que solicitan la calibración de detectores pasivos los envían a sus laboratorios nacionales. Estos laboratorios nacionales pueden calibrar los detectores o remitirlos al laboratorio de coordinación regional para su calibración en el laboratorio de apoyo técnico, que realizará ejercicios periódicos de calibración e intercomparará sus técnicas de medición con los laboratorios de referencia. Todos los laboratorios, cualquiera que sea su nivel, pueden calibrar sus equipos utilizando las fuentes de gas radón proporcionadas por laboratorios nacionales de normalización, como el Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos y el Laboratorio Nacional de Física del Reino Unido.

las concentraciones medias anuales de radón en viviendas habitadas de 50 estados. En un cuestionario de 22 páginas se recogió información sobre diversos factores. Los resultados indicaron que la concentración media aritmética anual de radón era de 46 ± 2 bequerelios por m^3 , así como que unos 6 millones de viviendas sobrepasaban el nivel de acción de 150 bequerelios por m^3 .

En otro estudio estadounidense se compilaron los resultados de las mediciones de fuentes disponibles como el EPA, la Universidad de Pittsburgh y organismos de diversos estados. Dicho estudio incluyó mediciones de radón en viviendas de 1730 condados, cifra que representa mucho más de la mitad de todos los condados del país y abarca cerca del 90% de la población estadounidense.

Bernard Cohen realizó un análisis de los efectos sanitarios de la exposición al radón en interiores a los niveles bajos observados. Sorprendentemente, descubrió que la teoría del no umbral lineal de la carcinogénesis de las radiaciones sobreestimaba mucho los riesgos de las radiaciones de bajo nivel. En este análisis, publicado en 1992, se concluyó además que, incluso de ser cierta la teoría del no umbral lineal, el temor del público a las radiaciones de bajo nivel era demasiado exagerado.

Reino Unido. De acuerdo con una estimación hecha por la Junta Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido (NRPB) en 1989 sobre la incidencia de cáncer de pulmón por exposición al radón en interiores en el país, "de un total de 4100 casos de cáncer de pulmón al año", el radón podría ser la causa en hasta 2500 casos o más. El radón en interiores representa la mitad de la exposición media de la población del Reino Unido a las radiaciones ionizantes.

Hasta el verano de 1991 se efectuaron mediciones del radón en 58 000 viviendas con miras a realizar estudios epidemiológicos complementarios, y aplicar además medidas correctivas y preventivas. Ya el Gobierno admite que la exposición al radón en las viviendas constituye un riesgo para la salud. Hasta el momento, en el Reino Unido se han encontrado concentraciones de radón superiores al nivel de acción de 200 bequerelios por m^3 en alrededor del 10% de las viviendas. Pese a este buen comienzo, aún falta por determinar la presencia de radón en el 90% de las viviendas posiblemente afectadas.

China. En 1972 se inició una investigación epidemiológica en zonas con altos niveles de radiación de fondo cerca de Yangjiang, China. Se seleccionó una zona de alta radiación de fondo en que se

registraban niveles de radiación natural tres veces mayores que en una zona de control cercana. En cada zona se estudiaron unos 80 000 habitantes cuyas familias habían vivido en el lugar durante dos o más generaciones. La dosis equivalente efectiva media anual fue de 5,4 mSv en la zona de alta radiación de fondo y de 2 mSv en la zona de control como resultado de una exposición combinada a la radiación gamma externa y al radón y sus nucleidos hijos. Se estudiaron carcinógenos y mutágenos ambientales, distintos de la radiación natural, así como factores mixtos del hospedero. La investigación abarcó un millón de años-persona de observación para determinar la mortalidad por cáncer en ambas zonas.

Los resultados del estudio no arrojaron incremento alguno de la mortalidad por cáncer en la zona de alta radiación de fondo en comparación con la zona de control. Por el contrario, se observó que la mortalidad por cáncer tendía a ser inferior en la primera. La incidencia de enfermedades hereditarias y defectos congénitos fue similar en ambas zonas. La frecuencia de aberraciones cromosómicas en los linfocitos circulantes era mayor en la zona de alta radiación de fondo que en la de control.

Niveles de acción nacionales e internacionales

Con el transcurso de los años, los gobiernos y las organizaciones internacionales han establecido "niveles de acción" para las exposiciones al radón. Según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), estos niveles están destinados a iniciar la intervención en el sentido de ayudar a decidir cuándo es necesario exigir o aconsejar la adopción de medidas correctivas en las viviendas. La selección del nivel de acción es una labor compleja porque depende no sólo del nivel de exposición, sino también del alcance probable de la acción, lo cual tiene repercusiones económicas para la comunidad y los individuos. Tal vez lo más acertado sea elegir un nivel de acción que defina un número importante, pero no inabarcable, de viviendas necesitadas de trabajo correctivo. Por tanto, no cabe esperar que el mismo nivel de acción resulte apropiado en todos los países.

Los niveles de acción adoptados son disímiles. Análogamente, el confin superior de las concentraciones de radón para los nuevos edificios difiere de un país a otro. (Véase el cuadro.)

En la actual versión revisada de las Normas básicas de seguridad, el OIEA recomienda un nivel de acción de 200 bequerelios de radón 222 por m³ para las viviendas y de 1000 bequerelios por m³ para los lugares de trabajo.

Programa del OIEA sobre el radón

En el decenio de 1980, el OIEA, en respuesta a las preocupaciones de sus Estados Miembros, decidió evaluar la situación de la exposición al radón en las viviendas y los lugares de trabajo. Uno de los objetivos que perseguía era determinar el tipo de orientación que se requeriría para establecer

	Nivel de acción (Bq por m ³)	Confin superior (Bq por m ³)	Año de establecido
Alemania	250	250	1988
Australia	200	NI	NI
Canadá	800	NI	1989
China	200	100	NI
Estados Unidos de América	150	NI	1988
Irlanda	200	200	1991
Luxemburgo	250	250	1988
Noruega	200	< 60-70	1990
Reino Unido	200	200	1990
RFCE (antigua)	200	100	1991
Suecia	200	70	1990
URSS (antigua)	200	100	1990
CCE	400	200	1988
CIPR	200-600	—	1993
Países Nórdicos	400	100	1986
OMS	100	100	1985

CCE = Comisión de las Comunidades Europeas; CIPR = Comisión Internacional de Protección Radiológica; Países Nórdicos = Suecia, Finlandia, Noruega y Dinamarca; OMS = Organización Mundial de la Salud; NI = No informado todavía al OIEA.

cualesquiera medidas de control necesarias. En 1988 el Organismo emprendió junto con la CCE un programa coordinado de investigación (PCI) sobre el radón en el medio ambiente humano que se puso en práctica a fines de 1989. Se recibieron unas 140 propuestas de 55 países, es decir, una muestra de interés extraordinaria.

Tras examinar las propuestas, el OIEA concedió 14 contratos de investigación y 37 acuerdos de investigación para un total de 51 proyectos. Además, la CCE ofreció 25 contratos de investigación que concedió a sus Estados Miembros.

Posteriormente, el antiguo Programa Internacional de Intercomparación e Intercalibración (IIIP), que estaba a cargo de unos pocos laboratorios especializados en el radón, pasó a formar parte del PCI conjunto sin costo alguno para el OIEA. El programa adquirió así una nueva dimensión al brindar a muchos países en desarrollo la oportunidad de participar casi gratuitamente en los ejercicios de intercomparación e intercalibración y facilitarles acceso a todos los datos. Recientemente el IIIP pasó a denominarse Programa Internacional de Metrología del Radón (IRPM). (Véase el recuadro.) Este programa sigue siendo parte del PCI.

El trabajo realizado en el marco del PCI ha sido satisfactorio, ya que se han terminado muchos proyectos y otros están a punto de concluir. Los resultados se darán a conocer en la reunión final de coordinación de las investigaciones, que se prevé celebrar en el otoño de 1994. Después, dado el alto grado de interés que persiste, es probable que las investigaciones realizadas por conducto del PCI del OIEA se centren en la atenuación de las exposiciones al radón.

Valores nacionales e internacionales de los niveles de acción y los confines superiores para el radón en viviendas

Investigación radioecológica del Mar Negro: Informe de Rumania

Especialistas en ciencias del mar de Rumania participan en diversos proyectos nacionales e internacionales de vigilancia del medio marino

por Alexandru
Bologa

El Mar Negro, una cuenca semicerrada y sin mareas que está bordeada por seis países, se considera un "unicum hydrobiologicum" debido a sus peculiaridades físicas, químicas y biológicas. A diferencia de cualquier otro mar, el Mar Negro se mantiene permanentemente anóxico, o sea, con deficiencia de oxígeno, por debajo de los 150 a 200 metros de profundidad.

Los niveles de radiactividad del Mar Negro han sido objeto de rigurosas investigaciones en los países ribereños y entre organizaciones que han participado en diversos cruceros oceanográficos internacionales. Tras el accidente ocurrido en Chernobil en 1986, en Rumania, al igual que en varios otros países, aumentó el interés por las investigaciones radioecológicas del Mar Negro. Se han realizado estudios sobre la radiactividad de los compuestos abióticos y bióticos, así como experimentos sobre la biocinética de los radionucleidos en el medio marino.

Esta labor ha revestido particular importancia en Rumania. La necesidad de vigilar los niveles de radiactividad obedece fundamentalmente a las precipitaciones radiactivas permanentes, la presencia del río Danubio y las perspectivas de empleo de la energía nuclear para generar electricidad. El Danubio es el principal depósito de desechos radiactivos procedentes de siete países ribereños, que van a parar a sus aguas antes de que éstas desemboken en el Mar Negro; este importante caudal de aguas fluviales (el 80% de toda el agua dulce que desemboca en ese Mar) podría contribuir también a la radiocontaminación del ecosistema marino. El uso de la energía nuclear en el futuro, una vez terminada la central

nuclear de Cernavoda en Rumania, será otra fuente de desechos radiactivos que podría repercutir sobre el medio ambiente, pese a todas las garantías ofrecidas en contrario.

En el presente artículo se destacan las investigaciones sobre el medio marino realizadas por Rumania en el Mar Negro y la participación del país en proyectos regionales e internacionales conexos.

Actividades de investigación a nivel nacional

Desde 1962 se han realizado esporádicamente en diversos laboratorios estudios de radiactividad con algunos componentes ambientales del sector rumano del Mar Negro. A partir de 1978, el Instituto de Investigaciones Marinas de Rumania (IIMR) comenzó a estudiar sistemáticamente la radiactividad marina empleando una red de estaciones permanentes ubicadas entre las desembocaduras del Danubio, en el extremo meridional del litoral rumano y, en ocasiones, en alta mar a una distancia de hasta 90 millas náuticas. Hasta 1983 el Instituto trabajó con el Laboratorio de Radiobiología del Hospital Fundeni y, posteriormente, en estrecha colaboración con el Laboratorio de Investigaciones de Radiactividad Ambiental del Instituto de Meteorología e Hidrología. El programa de vigilancia ha permitido obtener una base de datos bastante amplia que abarca más de 10 años.

La labor de vigilancia obedece a diversas razones. Uno de los objetivos es definir los niveles de radiactividad en el medio marino como elemento de referencia antes de que la nueva central nuclear comience a funcionar. Otro objetivo es determinar los bioindicadores que se emplearán para estudiar la radiocontaminación del ecosistema marino y determinar, a título experimental, los niveles de acumulación que podrían alcanzar los radionucleidos críticos

El Sr. Bologa es biólogo y Subdirector Científico del Instituto de Investigaciones Marinas de Rumania, B-dul Mamaia, Nr. 300, Constantza 3, Rumania RO-8700.

en la biota marina y en los sistemas biológicos, y que influirían directa o indirectamente en el medio ambiente y en la salud humana.

Entre las principales actividades de investigación cabe mencionar la terminación de la base de datos sobre los niveles de radiactividad marina. Los datos se emplearán en un estudio sistemático de los coeficientes de distribución de los sedimentos marinos y el agua de mar, y de los factores de concentración de las especies locales pertinentes. También se están evaluando las dosis individuales y colectivas, externas e internas, procedentes de la radiactividad marina y recibidas mediante la inmersión en el agua de mar, el consumo de alimentos o ambas cosas.

Se ha venido recogiendo de modo sistemático, mensual, trimestral y semestralmente, muestras de sedimentos, agua de mar y biota (macrofitos, moluscos y peces bentónicos y pelágicos). En el caso de las muestras de agua de mar también se han medido algunos parámetros físico-químicos como la temperatura, la salinidad, el pH y la concentración de O_2 . Este trabajo ha permitido a los investigadores determinar la actividad beta bruta; la radiactividad gamma de los sedimentos, el agua de mar y la biota; los coeficientes de distribución de algunos radionucleidos entre el agua de mar y los sedimentos; y los factores de concentración en la biota marina.

Los estudios revelaron elevados factores de concentración de radionucleidos de las series de uranio-radio y torio en algunas algas. También se observaron concentraciones de productos de fisión (originadas por anteriores ensayos nucleares en la atmósfera y por la contaminación ambiental tras el accidente de Chernobyl) en diferentes componentes marinos vivos y no vivos.

Dada su importancia, se prestó especial atención al cesio 134 y al cesio 137, elementos para los que las organizaciones internacionales establecieron límites máximos permisibles en los productos alimenticios tras el accidente de Chernobyl de 1986. Por consiguiente, los estudios rumanos se concentraron particularmente en calcular las concentraciones de cesio 137 en los sedimentos y el agua de mar en el sector predanúbico del Mar Negro.

Asimismo, se estimaron los factores de concentración ambiental del cesio 137 en diferentes biotas del Mar Negro. En el sector rumano, los valores máximos de cesio 137 en el agua de mar y en los peces se observaron en 1987, en macrofitos y moluscos en 1988, y en sedimentos en 1990 y 1991.

Los valores de razón isotópica del cesio 137 y el cesio 134 en los sedimentos y el agua de mar demostraron que el accidente de Chernobyl fue una fuente de contaminación radiactiva a lo largo de la costa rumana. Además, en ese sector el contenido de radionucleidos gamma artificiales disminuyó continuamente en todos los componentes (sedimentos, agua de mar y biota) en comparación con 1986. Esta disminución fue más gradual durante 1990-1991 que en el año anterior. La disminución relativamente lenta de las concentraciones de cesio 137 en los sedimentos en comparación con el agua de mar confirmó la capacidad de los sedimentos para concentrar radionucleidos.

La concentración más alta de cesio 134 y cesio 137 observada en la biota marina comestible (peces y moluscos) de este sector fue inferior al nivel

máximo permisible en los alimentos establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en 1987 y años siguientes.

Del análisis de los datos que se siguen registrando sobre la radiactividad gamma en el sector marino rumano se desprende que es necesario seguir estudiando y vigilando los radionucleidos críticos en el Mar Negro, labor que ayudará a comprender el ciclo biogeoquímico de esos elementos y su importancia radiológica para la salud humana.

A título experimental, se derivaron los factores de concentración del hierro 54, el cobalto 60, el zinc 65, el estroncio 85 y el estroncio 89, el yodo 131 y/o el cesio 134 en relación con la biota del ecosistema del litoral rumano del Mar Negro. Esta biota proporcionó bioindicadores potenciales de contaminación marina ocasionada por uno o varios radionucleidos, a saber, la *Enteromorpha linza* para el hierro 59 y el zinc 65; la *Cystoseira barbata* para el estroncio 89 y el yodo 131; y la *Mytilus galloprovincialis* y la *Mya arenaria* para el hierro 59 y el zinc 65. En las tres especies de bivalvos se observan típicamente factores bajos de concentración de la contaminación por cobalto 60.

Participación internacional

Pese a las enormes dificultades que ha tenido Rumania para mantener contactos internacionales, en especial durante el pasado decenio, el IIMR ha conservado estrechos vínculos con el OIEA en esferas de las ciencias marinas. Entre 1987 y 1992, conforme a un contrato de investigación del OIEA, el Instituto trabajó en la vigilancia de la radiactividad del agua de mar, los sedimentos y la biota en muestras tomadas en el sector rumano del Mar Negro, utilizando la espectrometría gamma. Este contrato permitió la difusión internacional de los resultados de las investigaciones sobre la concentración de algunos radionucleidos naturales y artificiales en componentes abióticos (sedimentos y agua de mar) y bióticos (algas, moluscos y peces) del sector occidental del Mar Negro.

En todas las muestras recogidas, desde 1987 hasta 1992 se mantuvo la presencia de cesio 137 y, en la mayoría de ellas, de cesio 134, lo que permitió,

Concentraciones de cesio 137 en muestras ambientales tomadas en el sector rumano del Mar Negro

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Sedimento emergido	18,9	11,5	15,5	13,3	21,5	10,7
Sedimento sumergido	247,0	25,2	—	55,0	24,2	—
Agua de mar	0,13	0,10	0,09	0,07	0,08	0,06
Macrofitos	4,6	7,1	5,2	3,4	1,9	1,4
Moluscos	3,2	3,3	2,8	1,3	1,5	1,2
Peces	11,0	4,3	5,1	4,0	3,9	3,5

Notas: Los valores de los sedimentos están expresados en bequerelios por kilogramo, en estado seco; los valores del agua de mar, en bequerelios por litro; y los valores de los macrofitos, moluscos y peces, en bequerelios por kilogramo de peso al momento de la captura.

por ejemplo, conocer los cambios temporales en las concentraciones de cesio 137. (Véase el cuadro.)

Algunos resultados de este trabajo también coadyuvaron a que Rumania participara en un programa coordinado de investigación del Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL), ubicado en Mónaco. Este programa se concentró en las fuentes de radiactividad presentes en el medio marino y en su relativa contribución a la evolución general de la dosis ocasionada por la radiactividad marina. Se emplearon en el programa los datos recopilados por Rumania en su labor de vigilancia de las concentraciones anuales de radionucleidos emisores de rayos gamma en el agua de mar y en la biota marina comestible, para evaluar la dosis individual y colectiva, externa e interna, provocada por la inmersión en el agua de mar y/o el consumo de pescado en el Mar Negro. En 1986 se obtuvieron dosis externas totales no mayores de 2,5 microsievert por año (cuerpo entero) y de 93,6 microsievert por año (piel) por inmersión en el agua de mar (durante 100 horas). En 1987 y 1988, los valores correspondientes fueron inferiores en un orden de magnitud. Las dosis internas se estimaron por métodos directos e indirectos; todas las dosis internas fueron inferiores a los límites recomendados por el OIEA.

Rumania también está participando en varios programas regionales e internacionales, como por ejemplo, el Inventario Mundial de Radiactividad en el Mar Mediterráneo (GIRMED) de la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mar Mediterráneo (ICSEM). Este Inventario se inició en 1988 e incluye investigaciones sobre el Mar Negro. Además, Rumania está trabajando conjuntamente con el Programa de Cooperación en Ciencias Marinas para el Mar Negro (CoMSBlack), creado en 1991 como organización no gubernamental. Como todos los países ribereños del Mar Negro tienen un programa nacional de cierta magnitud, uno de los objetivos fundamentales del CoMSBlack es coordinar estos proyectos, según se requiera, a fin de aprovechar al máximo los limitados recursos y establecer normas comunes para la investigación. Desde esta perspectiva regional, el CoMSBlack podrá diseñar dispositivos de vigilancia más eficaces con la participación de todos los países que bordean el Mar Negro sin preocuparse de restricciones en cuanto a las fronteras marítimas.

En el marco de este programa, en agosto de 1992 especialistas rumanos en ciencias del mar del IIMR participaron en un crucero de investigaciones a bordo del buque *Professor Vodyanitsky*. El Instituto de Biología de los Mares del Sur, de Sebastopol, Ucrania; el Instituto Oceanográfico Woods Hole, de los Estados Unidos; y el Organismo para la Protección del Medio Ambiente, de los Estados Unidos, organizaron el crucero por el sector noroccidental del Mar Negro, cuyo principal objetivo fue realizar estudios oceanográficos y radioecológicos en las aguas noroccidentales del Mar Negro cerca de las desembocaduras del Dniéper y el Danubio. Los investigadores analizaron las escurrientías de estos ríos, la migración vertical de los radionucleidos y la acumulación de radionucleidos de período largo (fundamentalmente el estroncio 90 y el cesio 137) en los sedimentos y la biota. Se prestó especial atención

a los ejercicios de intercalibración entre los laboratorios participantes en cuanto a las mediciones de estos radionucleidos en las muestras de sedimentos y de agua. También se proporcionó asistencia técnica y capacitación.

Técnicas de trazadores en los estudios del Mar Negro

El IIMR también está trabajando con el IAEA-MEL en un programa de investigaciones sobre la aplicación de técnicas de trazadores en el estudio de los procesos y la contaminación en el Mar Negro. El objetivo científico del programa es lograr una mayor comprensión general de las modalidades de circulación en el Mar Negro, y de los diversos procesos físicos, químicos y biológicos que influyen en el transporte y destino de los contaminantes. También se investigará la forma en que pueden emplearse las mediciones de isótopos ambientales para evaluar las fuentes, las tendencias y los efectos de la contaminación marina en el medio ambiente del Mar Negro.

Las técnicas nucleares ofrecen un método excepcional para estudiar la circulación física de las masas de agua, brindar información sobre la dinámica del transporte y vigilar el cambio ambiental. Se están incorporando a esta labor diversos trazadores radiactivos con diferentes períodos de semidesintegración, reactividad química y funciones de fuente. Se medirán varios tipos diferentes de trazadores químicos, según se disponga de la instrumentación y los conocimientos idóneos. Ejemplos típicos de trazadores químicos que podrían emplearse en el Mar Negro son los radionucleidos derivados de Chernobyl, los radionucleidos de origen natural de las series de desintegración del torio y el uranio, los isótopos estables de carbono, hidrógeno y oxígeno, los análogos químicos de elementos transuránicos (por ejemplo, elementos de tierras raras) y otros trazadores químicos nuevos. Los datos obtenidos proporcionarán un marco cronológico para evaluar y predecir el efecto de la contaminación marina en el Mar Negro y elaborar modelos al respecto, por lo que sentarán las bases para mejorar la ordenación ambiental a nivel regional.

Esos resultados también podrían emplearse en el marco del programa internacional previsto sobre Ordenación y Protección del Medio Ambiente del Mar Negro. El programa cuenta con el auspicio del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, establecido en 1992 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Mundial durante un simposio celebrado en Constantza, Rumania. Su objetivo es respaldar análisis y actividades relacionados con la ordenación integral de la zona costera, y en ese contexto prestar una atención directa a la conservación de la naturaleza, la protección de la salud humana, la agricultura, la pesca y el turismo.

Para Rumania y otros países ribereños de la región, el proyecto constituirá una importante contribución a las investigaciones marinas del Mar Negro.

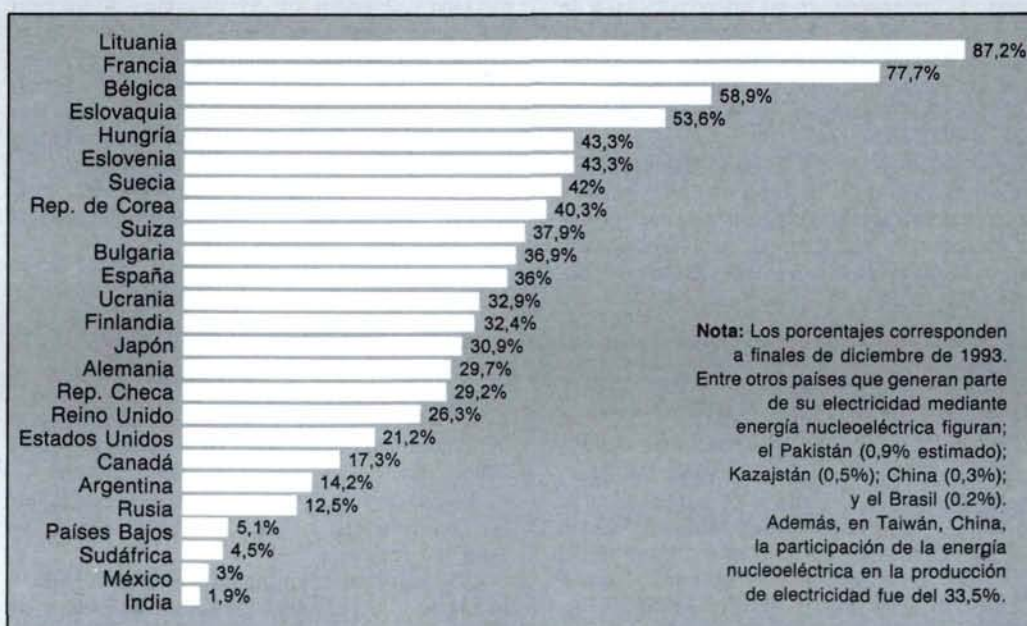
DATOS ESTADISTICOS INTERNACIONALES

Reactores de energía nucleoelectrica en el mundo

	En funcionamiento		En construcción	
	Nº de unidades	MW(e) totales netos	Nº de unidades	MW(e) totales netos
Alemania	21	22 559		
Argentina	2	935	1	692
Bélgica	7	5 527		
Brasil	1	626	1	1 245
Bulgaria	6	3 538		
Canadá	22	15 755		881
China	2	1 194	1	906
Corea, República de	9	7 220	7	5 770
Cuba			2	816
Eslovaquia	4	1 632	4	1 552
Eslovenia	1	632		
España	9	7 101		
Estados Unidos de América	109	98 784	2	2 330
Finlandia	4	2 310		
Francia	57	59 033	4	5 815
Hungría	4	1 729		
India	9	1 593	5	1 010
Irán, Rep. Islámica del			2	2 392
Japón	48	38 029	6	5 645
Kazajstán	1	70		
Lituania	2	2 370		
México	1	654	1	654
Países Bajos	2	504		
Pakistán	1	125	1	300
Reino Unido	35	11 901	1	1 188
República Checa	4	1 648	2	1 824
Rumanía			5	3 155
Rusia, Federación de	29	19 843	4	3 375
Sudáfrica	2	1 842		
Suecia	12	10 002		
Suiza	5	2 952		
Ucrania	15	12 679	6	5 700
Total mundial*	430	337 718	55	44 369

* El total incluye a Taiwán, China, donde hay seis reactores en funcionamiento con una capacidad total de 4890 MWe.

Notas: Los datos, que reflejan la situación al final de 1993 según fue notificada al OIEA, son preliminares y están sujetos a cambio.



Participación de la energía nucleoelectrica en la generación de electricidad en países seleccionados

Junta de Gobernadores del OIEA

Las inspecciones de salvaguardias del OIEA en la República Popular Democrática de Corea (RPDC) figuraron entre los temas que examinó la Junta de Gobernadores del OIEA en sus reuniones de junio de 1994 en Viena. En el orden del día provisional de la Junta se incluyeron otros temas relacionados con la aplicación de las salvaguardias del OIEA en 1993; medidas para fortalecer la eficacia y la eficiencia del sistema de salvaguardias; las actividades de asistencia y cooperación técnicas del Organismo; el proyecto de *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación*; los acontecimientos registrados a nivel mundial en la esfera de la seguridad nuclear y la protección radiológica; aspectos de la gestión internacional de desechos radiactivos; el uso de la hidrología isotópica en la gestión de las aguas subterráneas; y aspectos vinculados al trigésimo octavo período ordinario de sesiones de la Conferencia General del OIEA, que se celebrará en Viena del 19 al 23 de septiembre de 1994.

Asimismo, la Junta recibió de su Comité de Asuntos Administrativos y Presupuestarios, que se reunió a mediados de mayo, un informe sobre el

cumplimiento del programa y el presupuesto del Organismo.

Respecto de la aplicación de salvaguardias en la RPDC, en junio de 1994 el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, dio cuenta al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y a la Junta de Gobernadores del Organismo de los acontecimientos más recientes en ese sentido y, entre otras cosas, notificó que sobre la base de los informes de las inspecciones de salvaguardias realizadas por el OIEA en la RPDC, el Organismo ha llegado a la conclusión de que la descarga del combustible gastado procedente de una central nuclear experimental de 5 megavatios no permite en la actualidad seleccionar barras de combustible para realizar mediciones posteriores que demostrarían si se ha producido algún desvío de combustible procedente de ese reactor en los últimos años. El Director General insistió en que para que el OIEA pueda verificar que no se ha producido desvío alguno en la RPDC, es indispensable que tenga acceso a todos los lugares e informaciones pertinentes relativos a las salvaguardias. Para lograr esto, dijo, es decisiva la plena cooperación de la RPDC. (Véase un artículo conexo en la página 49.)

Convención internacional sobre seguridad nuclear

Delegados gubernamentales se reunieron en Viena del 14 al 17 de junio en una conferencia diplomática que tuvo por objeto aprobar una convención internacional sobre seguridad nuclear. El proyecto de convención, redactado en el transcurso de una serie de reuniones de expertos celebradas desde 1991, abarca las centrales nucleares civiles emplazadas en tierra. Se considera que, al establecer parámetros internacionales que los Estados puedan aceptar, la convención es un importante paso de avance que contribuye a maximizar la seguridad de las centrales nucleares, de las cuales hay actualmente 430 en explotación en todo el mundo. (Véase la sección *Datos estadísticos internacionales del presente número*.)

La convención tiene por objeto lograr y mantener un elevado nivel de seguridad nuclear en el mundo mediante la adopción de medidas nacionales y la cooperación internacional; establecer y mantener en las instalaciones nucleares defensas efica-

ces contra posibles riesgos radiológicos a fin de proteger a las personas, la sociedad y el medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante proveniente de dichas instalaciones; y evitar accidentes que tenga consecuencias radiológicas o mitigarlas en caso de que ocurran.

Las obligaciones que contraen las Partes Contratantes se basan en principios fundamentales de seguridad nuclear que reflejan un consenso internacional y comprenden, por ejemplo, la selección del emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación, la disponibilidad de suficientes recursos financieros y humanos, la evaluación y verificación de la seguridad, la garantía de calidad y la preparación para casos de emergencia. Las Partes Contratantes también contraen la obligación de presentar informes sobre la aplicación del "examen por homólogos" en las reuniones ordinarias que celebrarán en la sede del OIEA.

Conversaciones técnicas sobre la vigilancia a largo plazo en el Iraq

Los días 9 y 10 de mayo de 1994, el OIEA y el Iraq celebraron en Viena conversaciones técnicas de alto nivel sobre la ejecución del plan del OIEA para la supervisión y verificación continuas en el Iraq. El Sr. Tariq Aziz, Primer Ministro Adjunto del Iraq, se reunió con el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, y el profesor Maurizio Zifferero, Jefe del Equipo de Acción del OIEA. Esas conversaciones constituyeron una continua-

ción del proceso iniciado en julio de 1993, durante la visita a Bagdad del Presidente Ejecutivo de la Comisión Especial de las Naciones Unidas.

En una declaración conjunta emitida al concluir las conversaciones, ambas partes señalaron los aspectos siguientes:

"Se examinaron las medidas adoptadas hasta el momento para introducir gradualmente muchos de los elementos del plan del OIEA para la super-

visión y la verificación continuas. Durante los últimos meses, el Iraq ha prestado al OIEA una amplia cooperación y ambas partes coincidieron en que ello había contribuido considerablemente a la introducción gradual de esos elementos. Se expresó confianza en que la cooperación continua contribuiría igualmente a la aplicación de los elementos restantes, en el marco del calendario previsto durante las conversaciones de marzo de 1994.

“Ambas partes destacaron la importancia de establecer en el Oriente Medio una zona libre de armas de destrucción en masa, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 14 de la resolución 687 (1991) del Consejo de Seguridad. El Director General señaló que el OIEA estaba haciendo todo lo posible por asesorar a los Estados que probablemente negociarían ese acuerdo acerca de la

experiencia del Organismo en la esfera de la verificación y los métodos de verificación que podrían emplearse.

“Se examinó el estado de la cooperación técnica en las esferas de las aplicaciones médicas y agrícolas de la radiación y los isótopos radiactivos, y el OIEA se comprometió a reevaluar el grado de cooperación técnica que sería apropiado mantener en dichas esferas, en el contexto de las resoluciones pertinentes del Consejo de Seguridad.

“Se llevaron a cabo también deliberaciones complementarias más detalladas con miras a resolver cuestiones concretas que habían quedado pendientes. La parte iraquí reiteró que estaba dispuesta a prestar asistencia al OIEA a ese respecto.”

El Premio Científico Philip Morris de biogeoquímica de 1994 fue conferido a un programa de investigaciones que recibe el apoyo del Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL) en Mónaco. El programa, conocido como DYFAMED, gira en torno al ciclo biogeoquímico del carbono y elementos asociados en el Mar Mediterráneo. El premio Philip Morris se otorga cada año a proyectos de investigación que tienen aplicaciones en la vida cotidiana.

El programa de investigaciones se inició en 1986 y es parte de la contribución de Francia a un importante proyecto internacional en ciencias marinas conocido como Estudios Conjuntos sobre el Flujo Oceánico Mundial. La contribución del IAEA-MEL al programa ha sido la medición permanente del flujo de sedimentación de las partículas y el carbono a través de la columna de agua en el Mediterráneo noroccidental y la evaluación de la función que desempeñan los organismos marinos en el transporte del carbono. Asimismo, ha contribuido a la evaluación de los flujos de

radionucleidos naturales y antropógenos y, en 1986, suministró las primeras mediciones de la radiactividad en las aguas del Mediterráneo después del accidente de Chernobil.

Para comprender la biosfera es imprescindible conocer el ciclo del carbono. El dióxido de carbono representa entre el 50% y el 60% de los gases de efecto de invernadero, que aprisionan la energía solar y elevan la temperatura de la atmósfera. Debido a su capacidad para actuar como posible sumidero del dióxido de carbono antropógeno, los océanos pueden desempeñar un importante papel en la modulación del clima mundial. Uno de los principales objetivos de DYFAMED consiste en determinar si las variaciones observadas en el medio ambiente (aumento del dióxido de carbono atmosférico) se pueden regular mediante cambios en la producción primaria oceánica (conocida como la “bomba biológica”). El programa recibió el Premio Científico en una ceremonia celebrada el 16 de mayo en París.

**El IAEA-MEL
comparte
premio
científico**

Los científicos del Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (IAEA-MEL) en Mónaco analizarán grandes muestras de agua de mar tomadas en zonas próximas a la República de Corea y el Japón, donde la antigua Unión Soviética y la Federación de Rusia han vertido desechos procedentes de actividades nucleares. El trabajo forma parte de las actividades analíticas que complementan la recientemente concluida expedición marítima conjunta destinada a evaluar los niveles de radiactividad en esas aguas internacionales. La misión, que tuvo lugar del 18 de marzo al 16 de abril de 1994, estuvo integrada por científicos de la Federación de Rusia, el Japón, la República de Corea y el IAEA-MEL. Se tomaron muestras de agua de mar, sedimentos y biota, y se realizaron medi-

ciones espectrométricas preliminares a bordo del barco de investigaciones “Okean”, empleado en la misión.

Durante la expedición se compararon las técnicas empleadas por las partes participantes, y los resultados fueron satisfactorios. Se observó que si bien las concentraciones de cesio 137, uno de los radionucleidos más importantes presentes en el agua de mar y los sedimentos, eran muy bajas y no diferían de los niveles de fondo de la precipitación radiactiva global en el Océano Pacífico noroccidental, los resultados de las mediciones realizadas a bordo son sólo preliminares. El análisis detallado de las muestras de agua de mar, sedimentos del fondo marino, zooplancton y bentos se realizará en tierra en laboratorios de la Federación de Rusia, el

**Expedición
marítima a lugar
de vertimiento
de desechos**

Japón, la República de Corea y el OIEA, y sus resultados se intercambiarán, evaluarán y publicarán en el transcurso del próximo año. Se están trasladando unas tres toneladas de muestras de agua

al IAEA-MEL para analizarla detalladamente. Se prevé realizar nuevos estudios de colaboración sobre otras zonas marinas en las que se sabe que se han producido vertimientos similares.

Energía y ecología

En la conferencia anual del Foro Industrial Atómico Japonés, celebrada en Hiroshima el 13 de abril, el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, afirmó que en la esfera energética la realidad y la retórica parecían moverse en direcciones opuestas. Observó que a pesar del objetivo acordado en 1992 por los gobiernos del mundo en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de estabilizar las concentraciones de los gases de efecto de invernadero en niveles que no pusieran en peligro nuestro clima, incluso las proyecciones energéticas mundiales más optimistas hasta el año 2020 muestran un aumento del uso de los combustibles fósiles con el consiguiente incremento de las emisiones de dióxido de carbono. Al quemar hoy combustibles fósiles para satisfacer más de las tres cuartas partes de nuestras necesidades energéticas, dijo, estamos poniendo en peligro el equilibrio ecológico de la Tierra.

El Dr. Blix señaló que la energía nucleoelectrica debe, ante todo, competir con otras fuentes de energía eléctrica sobre la base de sus propias ventajas económicas, de seguridad y de fiabilidad. La

rápida difusión de la energía nucleoelectrica en Asia oriental, y su lento pero sostenido crecimiento en algunos otros países, como Francia, demuestran que es posible entablar dicha competencia. No obstante, agregó que en la actualidad es indispensable que al comparar las distintas fuentes de energía se tengan también en cuenta sus respectivas repercusiones para la salud y el medio ambiente. Esa necesidad debe conducir a un renovado interés por la energía nucleoelectrica. Es más, el cambio climático mundial que se vislumbra como resultado de las emisiones excesivas de los llamados gases de efecto de invernadero, principalmente el dióxido de carbono y el metano, parecería resaltar la importancia crucial de que la energía nucleoelectrica renazca cuanto antes. El Dr. Blix dijo que le extrañaba que sólo algunos de los tantos gobiernos, autoridades internacionales y grupos no gubernamentales que trabajan activamente en la cuestión del calentamiento global, hubiesen destacado este aspecto. Se pueden obtener copias de la intervención del Director General solicitándolas a la División de Información Pública del OIEA.

Seguridad nuclear en Chernobil

Expertos internacionales reunidos en abril en la sede del OIEA calificaron de compleja y difícil de resolver la situación de la seguridad en la central nuclear de Chernobil habida cuenta de las condiciones energéticas y económicas imperantes. En la reunión participaron representantes de Ucrania y de una docena de países con el propósito de examinar las medidas que podrían adoptarse para modificar la situación actual. La reunión se celebró después de que una misión de expertos del OIEA determinó en marzo de 1994 que existían graves deficiencias en materia de seguridad en la central. Allí se siguen explotando dos unidades, y el reactor destruido en el accidente de 1986 (la unidad 4) se halla encerrado en un recinto protector que se está deteriorando. Con posterioridad, el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, informó al Presidente de Ucrania de que en el emplazamiento de Chernobil no se estaban cumpliendo los niveles de seguridad internacionales.

Al inaugurar la reunión, el Dr. Blix recordó a los participantes que los gobiernos nacionales son los encargados de velar por la seguridad de las instalaciones situadas en sus territorios. No obstante, expresó, existe una justificada preocupación internacional por el mantenimiento de la seguridad de las instalaciones nucleares, dondequiera que se

encuentren. Sería preciso examinar los aspectos técnicos de la seguridad y las medidas que cabría adoptar a la luz de otros factores que influyen en la situación actual, como, por ejemplo, las circunstancias energéticas y económicas generales de Ucrania. El Viceprimer Ministro ucraniano, Sr. Valeri Shmarov, y el Presidente del Comité Estatal sobre la Utilización de la Energía Nucleoelectrica, Sr. M.P. Umanets, analizaron las condiciones energéticas y económicas y la situación actual de la seguridad en Chernobil. En la reunión también se escuchó el criterio del Banco Europeo de Reconstrucción y Fomento, y un informe sobre los resultados de la misión de seguridad del OIEA.

Los funcionarios ucranianos puntualizaron algunos aspectos: el uso de la energía ha disminuido en los últimos tiempos debido a la depresión económica transitoria, pero se espera que aumente considerablemente a medida que vaya mejorando la economía; el consumo de energía *per capita* es excesivamente alto, pero para disminuirlo sería necesario rehabilitar por completo toda la infraestructura, lo que demoraría decenas de años; el país ya depende mucho de costosas fuentes de gas y petróleo externas y potencialmente poco confiables; la extracción del carbón se dificulta cada vez más y, en todo caso, el incremento de su uso

depende de la introducción, a un costo elevado, de tecnologías modernas de combustión; y Ucrania debe ver en la energía nuclear una importante fuente permanente para satisfacer sus necesidades energéticas. En su opinión, la central de Chernobil podría mejorarse hasta alcanzar un nivel de seguridad equivalente al de otros reactores del mismo tipo (RBMK) que se explotan actualmente. Adujeron que si bien ahora Chernobil está a la zaga en la introducción de mejoras de seguridad con respecto a otros RBMK, el ritmo de esa introducción podría acelerarse si se dispusiera de los recursos necesarios. Sin embargo, hasta la fecha la comunidad internacional no ha brindado ninguna ayuda financiera para mejorar la situación de la seguridad en Chernobil.

Todos los asistentes a la reunión coincidieron en que la situación se complica por los múltiples factores que intervienen y en que no es posible resolver todos los problemas de una sola vez.

Algunos participantes propusieron una evaluación técnica constante que podría realizarse en el marco de las actividades del OIEA. Una clara mayoría expresó su deseo de que se interrumpieran las operaciones en Chernobil tan pronto las condiciones lo permitieran.

En sus palabras de clausura, el Director General Adjunto de Seguridad Nuclear del OIEA, Dr. Morris Rosen, calificó de singular y grave la situación de Chernobil. La pérdida de gran cantidad de personal altamente calificado, unida a la magnitud de las mejoras de seguridad necesarias, significa que durante años la central de Chernobil seguirá funcionando a niveles de seguridad inferiores a los de otras centrales similares. Señaló además que el recinto protector que aísla al reactor destruido se está deteriorando y las unidades restantes funcionarán en un medio de elevados niveles de radiación.

El OIEA y la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE) publicaron nuevamente su estudio conjunto bianual *World Uranium Resources, Production and Demand*. En el estudio, conocido comúnmente como el Libro Rojo, se destaca que el aspecto más significativo de la oferta y la demanda de uranio en el período 1991-1992 fue la sobresaturación del mercado, con un evidente déficit entre la producción de uranio no irradiado y el consumo de uranio.

Las evaluaciones contenidas en el estudio se basan en datos oficiales, mapas de yacimientos, análisis de expertos, y pronósticos de la oferta y la demanda de uranio en más de 50 países, incluida la nueva información presentada sobre Eslovaquia, Eslovenia, Kazajistán, Lituania, Mongolia, la República Checa, Rusia, Ucrania y Uzbekistán.

Según el informe, la demanda de uranio a corto plazo es bastante previsible, pero en cuanto a la oferta, la incertidumbre radica fundamentalmente en las fuentes de suministros y la cantidad de

uranio de origen militar que pueda entrar en el mercado comercial. Se espera que la continua presión descendente sobre los precios, el vencimiento de costosos contratos a largo plazo, y la disponibilidad de nuevas fuentes de suministros, persistan hasta mediados del presente decenio, lo que reduce las perspectivas de recuperación del mercado a corto plazo. En términos generales se considera que a más largo plazo se alcance un mayor equilibrio entre las necesidades de los reactores y la producción de uranio cuando los inventarios decrezcan a los niveles deseados. Se prevé que a principios del próximo siglo, los tres factores que repercutirán más sobre el equilibrio entre la oferta y la demanda sean la tasa de solicitudes para la creación de nuevas capacidades nucleares, el ritmo de erosión de la actual base de reactores y determinados adelantos tecnológicos. Se puede obtener más información solicitándola a AEN/OCDE, Le Seine St-Germain, 12 boulevard des Iles, 92130 Issy-les-Moulineaux, Francia.

**Oferta
y demanda
de uranio**

Representantes de 14 equipos científicos de 13 países que participan en un nuevo proyecto de investigaciones del OIEA examinaron recientemente el papel decisivo que pueden desempeñar las metodologías isotópicas para comprender las pautas históricas del cambio climático mundial. El proyecto del OIEA, que se ejecuta en el marco de su programa coordinado de investigaciones (PCI), está centrado en el uso de las técnicas isotópicas y nucleares en la paleoclimatología, específicamente para la reconstrucción de los cam-

bios climáticos ocurridos en los continentes durante los últimos miles de años.

La primera reunión del proyecto se celebró en la sede del OIEA del 19 al 22 de abril. Además de los miembros de los equipos científicos participantes, en la reunión estuvieron presentes observadores de Alemania, Canadá, España, Israel, Polonia, Rusia y Suiza. En su intervención ante la reunión, el profesor Hans Oeschger, director de un proyecto denominado PAGES (en inglés, acrónimo de cambios climáticos del pasado) del Programa

**Los isótopos
en los estudios
sobre el
clima mundial**

Internacional sobre la Geosfera y la Biosfera, hizo hincapié en la contribución científica que el OIEA podría hacer a PAGES por conducto de su Departamento de Investigaciones e Isótopos. El OIEA posee una amplia gama de conocimientos técnicos en la aplicación de metodologías isotópicas.

Por ejemplo, en el ámbito de los estudios sobre el cambio climático se puede lograr la reconstrucción de alta resolución de condiciones climáticas y ambientales del pasado por medio de investiga-

ciones isotópicas de las paleoaguas, los sedimentos lacustres, los carbonatos de agua potable, la materia orgánica muy antigua, los glaciares continentales, el permafrost y otras fuentes continentales. Se considera que tales estudios son un requisito previo indispensable para todo pronóstico significativo de un calentamiento global futuro provocado por emisiones de gases de efecto de invernadero.

Material nuclear japonés salvaguardado

En respuesta a informes de prensa erróneos sobre la aplicación de salvaguardias en el Japón, el 25 de mayo de 1994 el OIEA emitió la declaración siguiente:

"En informes recientes se ha expresado, incorrectamente, que en la planta de fabricación de combustible nuclear de Tokai en el Japón, hay una cantidad considerable de material nuclear no contabilizado. Se trata de una instalación altamente automatizada que dispone del sistema de control contable de material nuclear más avanzado que existe, el cual suministra información al OIEA sobre el movimiento y las cantidades de material nuclear casi sobre una base de tiempo real. Además, y como sucede con todas las instalaciones sometidas a las salvaguardias del OIEA, se mide y se verifica todo el material nuclear que entra en la instalación y sale de ella.

"Desde que se iniciaron las operaciones de la planta hace cinco años, el material se ha ido acumulando en forma de polvo sobre superficies expuestas de varias zonas de las cámaras de manipulación con guantes en que se procesa el material nuclear. Para reducir al mínimo la exposi-

ción del personal de mantenimiento a las radiaciones, hasta ahora el explotador ha decidido dejar en el lugar el material depositado, al que se conoce como "remanente".

El OIEA siempre ha estado muy al tanto de la existencia de este material, que ha sido declarado en su totalidad por el explotador como remanente y que el Organismo mide cada mes utilizando un sistema especialmente diseñado a tal efecto (sistema de análisis de la cámara de manipulación con guantes). Con el propósito de mejorar la calidad de las mediciones para el análisis, en ocasiones anteriores el OIEA ha señalado al explotador que es necesario limpiar las cámaras de manipulación con guantes y reunir el material remanente. Las autoridades japonesas y el OIEA están examinando un programa propuesto por el explotador japonés a este efecto.

"De lo anterior se desprende que el material nuclear retenido en las cámaras de manipulación con guantes de la planta de fabricación de combustible nuclear de Tokai no ha sido desviado, que permanece sometido a salvaguardias totales y que ha sido declarado."

Próximas reuniones del OIEA

Entre las próximas reuniones internacionales del OIEA figuran las siguientes:

Conferencia sobre la opción nucleoelectrónica.

El principal tema de esta conferencia, que se celebrará del 5 al 9 de septiembre en Viena, Austria, será las políticas y programas nucleoelectrónicos nacionales, en previsión de un posible nuevo aumento de la demanda de electricidad de origen nuclear. Se espera que a largo plazo aumente la demanda mundial de electricidad en la medida en que crezca la población y se extienda la industrialización. Se espera asimismo que habrán de construirse centrales alimentadas con combustible fósil y centrales nucleares, de acuerdo con las condiciones locales. Por su parte, la industria nuclear tiene que estar preparada para satisfacer la demanda cuando confluyan las condiciones

económicas, técnicas y políticas adecuadas. La conferencia tiene el propósito de evitar los problemas que surgirían de no existir la debida preparación. Asimismo, examinará la experiencia colectiva que existe en la actual etapa de construcción, concesión de licencias y explotación de centrales nucleares.

Investigaciones en materia de fusión nuclear.

Como parte de los esfuerzos por estimular entre las naciones el intercambio de información científico-técnica sobre las investigaciones relativas a la fusión, el OIEA está organizando la Decimoquinta Conferencia Internacional sobre investigaciones en materia de física del plasma y fusión nuclear controlada. La conferencia, que se celebrará del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1994 en Madrid, España, examinará los resultados obtenidos en grandes dispositivos experimentales que

están en funcionamiento y en construcción, los adelantos registrados en el conocimiento de la física del plasma, y las actividades de diseño técnico de dispositivos experimentales de fusión que puedan conducir en breve a la demostración del punto de "equilibrio científico".

Técnicas nucleares en estudios suelo/planta.

Para los días 17 a 21 de octubre de 1994, el OIEA y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) han organizado conjuntamente un Simposio Internacional sobre técnicas nucleares y conexas en los estudios suelo-planta relacionados con la agricultura sostenible y la conservación del medio ambiente. El objetivo del simposio es servir de foro para que los científicos intercambien los resultados de sus investigaciones en el marco de estudios suelo-planta, y en él se abordarán, entre otros temas, la fertilidad del suelo, la nutrición vegetal, la ordenación de los recursos hídricos y la producción de cultivos en la agricultura sostenible, esferas en que

se han empleado técnicas isotópicas y otras técnicas nucleares conexas. También se tratarán aspectos ambientales relacionados con la ordenación de los nutrientes y las aguas en la producción de cultivos.

Conferencia internacional sobre radiación, salud y sociedad: Comprensión de los riesgos radiológicos. Esta conferencia, que se celebrará del 24 al 28 de octubre de 1994 en París, Francia, tiene por objeto propiciar un mejor conocimiento de los riesgos atribuidos a la exposición a las radiaciones ionizantes. Durante sus sesiones se tratarán diversos temas, incluidas las evaluaciones de los niveles de exposición a las radiaciones y los efectos de las radiaciones para la salud; las repercusiones de las radiaciones en el medio ambiente; las maneras en que se interpreta el riesgo radiológico; los aspectos de gestión y comunicación de los riesgos radiológicos; la presencia del radón en los hogares, la evacuación de desechos radiactivos y el medio ambiente; y estudios de caso radiológicos.

Delegaciones de las cuatro partes en el proyecto de Reactor Termonuclear Experimental Internacional (ITER) se reunieron en Viena el 21 de marzo para firmar el Segundo Protocolo de las actividades de diseño técnico (EDA) del ITER, en virtud del cual las partes elaborarán un diseño técnico del ITER con miras a demostrar la viabilidad científica y tecnológica de la energía de fusión con fines pacíficos. La información obtenida en el transcurso de las actividades de diseño técnico servirá de base para futuras decisiones sobre la construcción del ITER. Este protocolo abarca concretamente la

labor técnica detallada que han de realizar las partes hasta la conclusión del acuerdo el 21 de julio de 1998.

Las partes en el ITER son la Comunidad Europea, los Estados Unidos de América, el Japón y Rusia. Las delegaciones estuvieron encabezadas por el Embajador Corrado Pirzio-Biroli, Jefe de la delegación de la CCE en Viena; el Embajador Kunisada Kume, Representante Residente del Japón ante el OIEA; el Dr. Nicolai S. Cheverev, Director Administrativo de los Programas de Fusión del Ministerio de Energía Atómica de

Proyecto de investigaciones sobre fusión nuclear



Firma del Protocolo del ITER (de izquierda a derecha): Embajador Pirzio-Biroli, de la CCE; Dr. Cheverev, de Rusia; Dr. Blix, Director General del OIEA; Embajador Kunisada Kume, del Japón; y Embajador Ritch III, de los Estados Unidos.
(Cortesía: Pavlicek, OIEA)

RESUMEN INTERNACIONAL DE NOTICIAS

Rusia; y el Embajador John B. Ritch III, Representante Residente de los Estados Unidos ante el OIEA.

El Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, presidió la ceremonia de la firma.

Simposio Internacional sobre salvaguardias

Las tecnologías y los enfoques que se vienen elaborando y empleando para la verificación de los usos de la energía nuclear con fines pacíficos fueron los principales temas de debate en un Simposio Internacional del OIEA sobre salvaguardias celebrado a mediados de marzo de 1994.

Más de 400 especialistas en salvaguardias de los sectores públicos e industrial de 42 países participaron en las sesiones, que abarcaron una amplia gama de esferas técnicas e incluyeron, por ejemplo, exposiciones sobre la aplicación de salvaguardias en las repúblicas de la antigua URSS; la experiencia del OIEA en materia de verificación en Sudáfrica; la futura aplicación de salvaguardias en el Brasil y la Argentina; y las medidas que se están evaluando para el fortalecimiento ulterior del sistema de salvaguardias del OIEA, que durante los últimos 30 años se ha convertido en un elemento primordial del régimen mundial de no proliferación nuclear. El simposio, que duró una

semana, incluyó una mesa redonda presidida por el Dr. Bruno Pellaud, Director General Adjunto de Salvaguardias del OIEA, sobre las futuras direcciones de las salvaguardias internacionales en la que participaron el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix; el Embajador K. Bakshi, de la India; y el Sr. David A. V. Fischer, un experto internacional en salvaguardias y no proliferación nuclear que ocupó varios cargos de importancia en el OIEA durante su carrera. Los debates giraron fundamentalmente en torno a la evolución de las salvaguardias desde el punto de vista jurídico, financiero y de política.

El simposio fue organizado por el OIEA en cooperación con la American Nuclear Society (ANS), la Asociación Europea de Investigación y Desarrollo en Materia de Salvaguardias (AEIDMS), el Instituto de Gestión del Material Nuclear (INMM) y la Sociedad Nuclear Rusa. Las actas serán publicadas por el OIEA.

A POSITION EXISTS IN A COMPANY INVOLVED IN THE SUPPLY OF PRODUCTS, FOR A PERSON WITH KNOWLEDGE IN THE FOLLOWING AREAS:

RADIATION SAFETY

ISOTOPES

IONIZING RADIATION

ALL INDUSTRIAL APPLICATIONS RELATED

PERSONS WITH KNOWLEDGE OF THE ABOVE AREAS AND CAPABLE OF ASSESSING PROJECTS NEED APPLY.

SUITABLE FINANCIAL PACKAGE FOR QUALIFIED PERSON.

**P.O. Box 382
Wolverhampton
United Kingdom
WV10 7DQ**

SITUACION DE LAS CENTRALES NUCLEARES.

Según los datos notificados al Sistema de Información sobre Reactores de Potencia (PIRS) del OIEA, en 1993 entraron en funcionamiento nueve nuevas centrales nucleares cuya capacidad total es de 8988 megavatios. Los países que enlazaron centrales nucleares con sus redes eléctricas fueron: Canadá (1), China (1), Estados Unidos (1), Francia (1), Japón (4) y Rusia (1). En 1993 también se iniciaron las labores de construcción de seis centrales en Japón (1), Pakistán (1), República de Corea (2) y Rusia (2). A nivel mundial, al terminar ese año se hallaban en funcionamiento 430 reactores nucleares y otros 55 estaban en fase de construcción. La participación de la energía nucleoelectrica en la generación de electricidad fue de 21% o más en 18 países, mientras que ocho países generaron cerca de la mitad o más de su electricidad mediante centrales nucleares. (Véase también la sección *Datos estadísticos internacionales*.)

Sudáfrica: Obsequio al OIEA

Sudáfrica obsequió una escultura al OIEA como símbolo de su adhesión a la causa de la no proliferación y para animar a otros Estados a seguir el mismo camino. El Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, recibió el obsequio el 7 de abril en Viena de manos del entonces Ministro de Relaciones Exteriores de Sudáfrica Sr. R.F. "Pik" Botha.

La escultura es una miniatura en metal de una reja de arado hecha con material no radiactivo procedente de uno de los antiguos dispositivos nucleares sudafricanos. En su dedicatoria se lee: "Esta escultura, hecha de material no radiactivo procedente de una instalación nuclear desmantelada, simboliza la consagración de la República de Sudáfrica a la no proliferación de las armas nucleares." Y termina con estas palabras: "De las espadas forjarán arados; de las lanzas, podaderas. No alzará la espada pueblo contra pueblo, no se adiestrarán para la guerra."

Al aceptar el obsequio, el Dr. Blix expresó la esperanza de que "más armas de guerra se puedan convertir en instrumentos de paz". Afirmó que cada vez es mayor el número de países comprometidos con la causa de la no proliferación y que aceptan la verificación total del cumplimiento de ese compromiso. Al referirse específicamente a los acontecimientos positivos que han tenido lugar en Sudáfrica, el Director General dijo que no está lejos el día en que "se abra el camino" hacia la pronta conclusión de un tratado sobre el establecimiento de una zona libre de armas nucleares en África, habida cuenta de la adhesión de Sudáfrica al Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares y de que decidió poner fin a su antiguo programa de fabricación de ese tipo de armas.

Finlandia: Examen del WATRP

Expertos de Alemania, Bélgica, Canadá, Suiza y el OIEA culminaron el examen de un año de duración del programa de gestión de desechos radiactivos de Finlandia. El examen se llevó a cabo en el marco del Programa de evaluación y examen técnico de la gestión de desechos (WATRP) del Organismo en respuesta a una solicitud del gobierno finlandés, y abarcó el trabajo que se está realizando para la selección del emplazamiento de una instalación de acondicionamiento de combustible nuclear gastado y su construcción; la selección del emplazamiento de un repositorio y su construcción; y los planes y actividades de acondicionamiento y evacuación de los desechos procedentes de la clausura de reactores en ese país cuando esto sea necesario en el futuro.

El equipo de examen observó que si bien el programa nucleoelectrico finlandés estaba todavía



en ciernes en comparación con el de muchos países, Finlandia había tenido mucho éxito en el desarrollo de sus tecnologías de gestión de desechos radiactivos y sus capacidades para aplicar un programa completo y seguro de almacenamiento y evacuación. Destacó que los científicos finlandeses participan en muchos grupos de trabajo y comités internacionales, lo que contribuye a la comprensión internacional del tema y a la adquisición de conocimientos que pueden aplicar en su propio programa nacional. En general, los expertos quedaron impresionados con la alta calidad del trabajo que se está realizando. Sus recomendaciones estuvieron dirigidas a varias esferas técnicas: la fabricación y prueba de prototipos de recipientes de cobre destinados al repositorio de combustible gastado, para poder identificar cualquier posible dificultad desde el inicio del programa; la prueba en gran escala del método microbiológico propuesto para el tratamiento de desechos orgánicos en la central nuclear de Loviisa; el mantenimiento y posible incremento de los recursos del órgano reglamentador; y la continuación del trabajo encaminado a proporcionar una orientación detallada sobre los criterios que se aplicarían para otorgar permisos de evacuación del combustible gastado.

La República Checa y Eslovaquia solicitaron también los servicios WATRP: el examen checo está casi concluido y ya se inició el eslovaco. El WATRP es un servicio de examen de la gestión de desechos radiactivos a cargo de homólogos que ofrece el OIEA en respuesta a solicitudes concretas de los Estados Miembros. Tales exámenes proporcionan al Estado Miembro u organización que los solicita opiniones y asesoramiento independientes de reconocidos expertos internacionales, lo que aumenta la confianza en el sistema planificado o en funcionamiento.

En ocasión de la entrega del obsequio de Sudáfrica (de izquierda a derecha): el Embajador de Sudáfrica Johannes P. Roux; Sr. Pik Botha; Sr. Godfrey Hetisani, miembro del Consejo Ejecutivo de Transición de Sudáfrica; y el Dr. Blix.

(Cortesía: Quevenco, OIEA)

Irán: Debate del concepto de zona libre de armas nucleares

El Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, y un asesor superior del Organismo visitaron Teherán a mediados de abril con el objetivo principal de debatir el concepto de una zona libre de armas nucleares en el Oriente Medio y la cuestión de la verificación y las salvaguardias en dicha zona. La Conferencia General del OIEA encargó al Dr. Blix que realizara una indagación al respecto, y ya el Director General ha visitado otros países de la región para conocer sus puntos de vista. En esta ocasión examinó además cuestiones relativas a la cooperación técnica, incluido el posible uso de técnicas de radisótopos para investigar el aumento del nivel del Mar Caspio.

Durante la visita, el Dr. Blix sostuvo conversaciones con el Ministro de Relaciones Exteriores del Irán, Dr. Ali A. Velayati; el Presidente de la Comisión de Energía Atómica, Dr. Reza Amrollahi; el Primer Vicepresidente de la República Islámica del Irán, Dr. Hassan Habibi; el Vicepresidente del Majlis, Dr. Hassan Rouhani; y varios miembros del parlamento.

China: Examen de la situación reglamentaria nuclear

El proceso de reglamentación nacional que rige las actividades nucleoelectricas en China se examinó en mayo en el marco del programa del Grupo Internacional de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRT). El equipo, integrado por siete expertos en seguridad procedentes del OIEA y cinco países, encontró un sistema de reglamentación similar a los que se están aplicando en todo el mundo, dotado de un órgano reglamentador independiente y ajeno a las actividades de promoción de la energía nucleoelectrica.

El reglamento nacional de China se basa en los códigos y guías de seguridad elaborados por el OIEA, lo que asegura su compatibilidad con las prácticas internacionales comúnmente aceptadas.

El equipo de examen llevó a cabo su misión a solicitud del Gobierno chino y su Administración Nacional de Seguridad Nuclear (NNSA), lo que indica la importancia que el país concede a la cooperación internacional en materia de seguridad nuclear. China tiene de tres centrales nucleares en explotación, dos de diseño francés en Daya Bay, cerca de Hong Kong, y una de diseño nacional en Qinshan, cerca de Shanghai. Se prevé la construcción de nuevas centrales en ambos emplazamientos.

El equipo hizo varias observaciones y recomendaciones al concluir su misión, efectuada del 23 de abril al 10 de mayo de 1994, y quedó impresionado por el nivel de competencia general del personal de la NNSA, el cual, si bien carece de una vasta

experiencia práctica, se mostró deseoso de aprender y aplicar las prácticas internacionales. El personal de las oficinas centrales cuenta con el respaldo de la organización de apoyo técnico afiliada, el Centro de Seguridad Nuclear de Beijing. Existen oficinas regionales en Shanghai y Guangdong, así como una en Chengdu que se ocupa de los reactores de investigación y de las instalaciones del ciclo del combustible.

El equipo observó que el método de concesión de licencias y de examen aplicado en el caso de la unidad de Daya Bay se ajusta a las buenas prácticas internacionales.

Las recomendaciones del equipo estuvieron dirigidas a aumentar la eficacia del proceso de reglamentación. Una esfera que no ha recibido todavía suficiente atención de la NNSA es el análisis de la información procedente de la experiencia operacional acumulada en la prevención de accidentes. Dicho análisis, común hoy día en todo el mundo, permite identificar los precursores de sucesos operacionales y adoptar medidas preventivas.

Se hicieron algunas otras recomendaciones relativas a la planificación para casos de emergencia, la respuesta a emergencias y los procedimientos de inspección durante el funcionamiento de la central y las paradas para recarga de combustible. Otra importante esfera en que se debe trabajar es la de la creación de una sólida cultura de seguridad en la NNSA y en toda la comunidad nuclear china.

En el discurso que pronunció al concluir la misión, el Dr. Morris Rosen, Director General Adjunto de Seguridad Nuclear del OIEA, se refirió a la participación de China en importantes acuerdos y sistemas de seguridad internacionales elaborados en el OIEA, incluida la futura Convención Internacional sobre Seguridad Nuclear. China ha coadyuvado a la preparación de la convención y los resultados obtenidos por el equipo de examen demuestran que está dispuesta a cumplir todas sus obligaciones.

Reino Unido: Misión de los OSART

En el marco del programa de los Grupos de examen de la seguridad operacional (OSART) del OIEA, un equipo de expertos visitó la central nuclear Hunterston-B del Reino Unido del 11 al 29 de abril de 1994. El equipo estuvo integrado por expertos de Alemania, Bélgica, Estados Unidos, Francia, Hungría, Japón y Suecia, así como por observadores de Eslovenia, la India y Ucrania.

El equipo determinó que el comportamiento general de la central y su seguridad son elevados, e hizo varias propuestas a la administración destinadas a mejorar aún más la seguridad operacional. Esta es la tercera misión OSART que visita una central nuclear del Reino Unido. Las anteriores visitaron las centrales Oldbury y Sizewell-B.

RPDC: Acontecimientos en materia de salvaguardias

En junio de 1994, el Director General del OIEA, Dr. Hans Blix, informó al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y a la Junta de Gobernadores del Organismo acerca de los acontecimientos que en materia de salvaguardias habían tenido lugar en la República Popular Democrática de Corea (RPDC) en relación con la recarga del reactor nuclear de potencia de 5 megavatios (MWe) de ese país. Sobre la base de los informes presentados por los inspectores de salvaguardias que habían visitado la RPDC, a principios de junio el OIEA llegó a la conclusión de que la descarga del combustible gastado de un reactor de potencia experimental de 5 megavatios había hecho imposible actualmente seleccionar barras de combustible para realizar mediciones posteriores que demostrarían si en los últimos años se había producido algún desvío del combustible del reactor.

Esta conclusión estuvo precedida de una serie de acontecimientos ocurridos en mayo que se mencionan en declaraciones recientes emitidas por el OIEA.

En un comunicado de prensa de 21 de mayo, el OIEA declaró:

"El 19 de abril, la RPDC notificó al OIEA su intención de realizar 'en fecha temprana' la recarga del Reactor Nuclear Experimental de 5 MWe. El Organismo ha explicado claramente a la RPDC que en el momento de efectuar la recarga es indispensable realizar actividades de salvaguardias específicas relacionadas con la selección, separación y conservación de determinadas barras de combustible. Ello se hace con el fin de que el OIEA pueda verificar, mediante mediciones posteriores, que con anterioridad no se ha desviado combustible del reactor. El Organismo necesita comprobar que el combustible descargado es el primer núcleo del reactor, como ha declarado la RPDC.

"El Organismo ha aclarado a la RPDC que si estas actividades de inspección no se realizan durante la descarga del núcleo, cualquier medición ulterior carecería de valor y se perdería irremediablemente la información que necesita el OIEA para verificar que con anterioridad no se produjo desvío alguno de material nuclear. Por consiguiente, el Organismo instó a la RPDC a que no iniciara las actividades de descarga del núcleo sin antes permitir a los inspectores del Organismo que adoptaran las medidas propuestas.

"El 12 de mayo la RPDC informó al OIEA de que ya había iniciado las actividades de recarga. Un equipo de inspección del Organismo que se encuentra actualmente en la RPDC ha confirmado el inicio de la descarga del núcleo y ha informado de cuánto se ha avanzado en dicho proceso. El Organismo ha llegado a la conclusión de que otra descarga de barras de combustible pondría en peligro la posibilidad de que el Organismo aplicara las medidas de salvaguardias necesarias para verifi-

car si en el pasado se ha desviado algún combustible.

"En un télex de 19 de mayo el OIEA reiteró a la RPDC que la descarga de combustible sin la adopción de las medidas de salvaguardias pedidas por el OIEA constituía una grave violación del acuerdo de salvaguardias y que como tal se había notificado a la Junta de Gobernadores del OIEA y al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas. El Organismo ha solicitado a la RPDC que realice a la brevedad arreglos para la adopción de las medidas de salvaguardias prescritas y ha instado a que se aplase cualquier otra descarga de combustible mientras éstas no se apliquen.

"Hasta el día de hoy (19 de mayo de 1994) parece que todavía es posible poner en práctica las medidas de salvaguardias requeridas. Si la RPDC continúa la operación de descarga sin adoptar estas medidas, el Organismo quedará irremediablemente imposibilitado de verificar si todo el material nuclear sujeto a salvaguardias en la RPDC está realmente salvaguardado y que no se ha desviado una parte de éste.

"En vista de lo anterior, el Organismo ha propuesto enviar de inmediato un equipo de funcionarios a la RPDC con el objetivo de acordar los arreglos necesarios para la puesta en práctica de las medidas de salvaguardia requeridas para la operación de descarga."

El 21 de mayo el OIEA recibió un télex de la RPDC en que se expresaba la disposición de recibir a un equipo de consulta del OIEA. El 24 de mayo de 1994 llegó a la RPDC un equipo de funcionarios superiores de salvaguardias del Organismo para celebrar conversaciones.

En un comunicado de prensa de 28 de mayo, el OIEA manifestó lo siguiente:

"El 27 de mayo de 1994 un equipo de funcionarios del OIEA finalizó sus consultas en la RPDC sobre cómo proceder con la aplicación de las medidas de salvaguardia requeridas para la recarga del Reactor de Potencia Experimental.

"Lamentablemente, no se llegó a ningún acuerdo. La RPDC rechazó todas las propuestas que el OIEA había hecho con la intención de preservar su capacidad para seleccionar, separar y conservar barras de combustible destinadas a mediciones posteriores que permitieran verificar el historial del núcleo del reactor. La RPDC siguió aduciendo que debido a su 'situación singular' no podía aceptar las medidas de verificación propuestas por el OIEA. Al propio tiempo presentó una propuesta que fue imposible aceptar, porque no permitiría al OIEA verificar el historial del núcleo del reactor.

"El equipo regresa a Viena hoy (28 de mayo). Dos inspectores permanecen en la RPDC para que informen de los nuevos acontecimientos que tengan lugar. La Secretaría del OIEA ha presentado a su Junta de Gobernadores y al Consejo de Seguridad un informe sobre los resultados de las conversaciones."

NUEVOS NOMBRAMIENTOS EN EL OIEA.

Se han anunciado varios nuevos nombramientos en el OIEA. El Sr. Abraham Espino, de Panamá, ha sido nombrado Director de la División de Presupuesto y Finanzas en sustitución del Sr. André Gue, de Francia. El Sr. Slimane Cherif, de Argelia, y el Sr. David Sinden, del Canadá, han sido nombrados Asistentes Especiales del Despacho del Director General.

CRECIMIENTO DE LA ENERGIA ELECTRICA: UNA MIRADA AL ASIA.

De acuerdo con un informe del Utility Data Institute (UDI) con sede en los Estados Unidos, se calcula que la capacidad de energía eléctrica mundial habrá de incrementarse en unos 550 gigavatios, 45% de los cuales corresponderá al Asia. El UDI calcula que en el período de 1993-2002 la nueva capacidad estará distribuida de la manera siguiente: 25% generada con carbón; 21% generada con gas; 22% hidroeléctrica; 13% nuclear y 8% generada con petróleo. Alrededor de la mitad de la nueva capacidad proyectada no está aún en construcción. El UDI es una dependencia de publicación de directorios y bases de datos de la McGraw-Hill, Inc.. Sus estimaciones recientes aparecen publicadas en su *World Directory of New Electric Power Plants*. Se puede obtener más información solicitándola a UDI, 1200 G Street NW, Suite 250, Washington, DC 20005, EE UU.

EL USO DE LA ENERGIA Y EL CO₂.

La Administración de Información Energética (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos ha publicado un examen panorámico del uso mundial de la energía y las emisiones de carbono asociadas. Bajo el título de *Energy Use and Carbon Emissions: Some International Comparisons*, el estudio examina las modalidades y tendencias internacionales en el uso de la energía, y las emisiones de carbono asociadas a éste desde 1970. Una de sus conclusiones fundamentales es que la proporción mundial de fuentes de energía no emisoras de carbono aumentó durante los últimos veinte años, sobre todo en los países industrializados, donde llegó al 17% en 1991 en comparación con el 7% en 1970. La mayor parte de ese aumento se debió al incremento de la generación de energía nucleoelectrónica. Se puede obtener más información dirigiéndose a EIA, National Energy Information Center, Forrestal Building, Room IF-048, Washington, DC 20585, EE UU.

PROTECCION RADIOLOGICA. Dos órganos de protección radiológica, de los Estados Unidos y el Reino Unido, publicaron recientemente informes sobre los riesgos y los controles radiológicos. En los Estados Unidos, el National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) publicó *Risk Estimates for Radiation Protection*, un examen crítico de la información sobre los riesgos de la exposición a las radiaciones ionizantes que se centra fundamentalmente en los efectos estocás-

ticos, a saber, el cáncer y los efectos genéticos. En el Reino Unido, la National Radiological Protection Board (NRPB) publicó *Guidance on Restrictions on Food and Water Following a Radiological Accident*, en que se ofrece asesoramiento revisado a la luz de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica y del Reglamento del Consejo de las Comunidades Europeas al respecto. Puede obtenerse más información sobre el particular dirigiéndose, respectivamente, a NCRP, 7910 Woodmont Ave., Suite 800, Bethesda, Maryland 20814-3095, EE UU; y a NRPB, Chilton, Didcot, Oxon OX11 0RQ, Reino Unido.

LOS MATERIALES RADIATIVOS Y LA ECONOMIA.

Según el informe basado en un estudio reciente del Nuclear Energy Institute (NEI), en los Estados Unidos el uso de materiales radiactivos en la medicina y otras esferas genera millones de empleos y dólares en la actividad económica. El estudio demuestra que en 1991 correspondieron a los materiales radiactivos 257 000 millones de dólares del total de las ventas brutas de la industria; 3,7 millones de empleos; 11 000 millones de dólares en utilidades de empresas privadas; y 45 000 millones de dólares por concepto de ingresos fiscales de gobiernos locales, estatales y federal. Las cifras no incluyen el uso de la energía nuclear para generar electricidad, que produce unos 73 000 millones de dólares del producto interno bruto anual y 417 000 empleos en los Estados Unidos. Puede obtenerse más información solicitándola a NEI, 1776 Eye Street NW, Washington, DC 20006-3708, EE UU.

LA NO PROLIFERACION, LAS SALVAGUARDIAS Y EL TNP.

El Sr. David A.V. Fischer, experto en salvaguardias y no proliferación nuclear, ha escrito un autorizado y extenso libro sobre los intentos realizados en el mundo por limitar la proliferación de las armas nucleares. Bajo el título de *Towards 1995: The Prospects for Ending the Proliferation of Nuclear Weapons*, en el libro se examina la proliferación de las armas nucleares, las medidas que se han adoptado para limitarla y las perspectivas de detenerla en lo que queda de siglo. Se dedica especial atención a la conferencia de 1995 de las partes en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares (TNP), en la cual se decidirá el futuro de ese tratado. El libro ha sido publicado por Dartmouth Publishing Company Ltd., Gower House, Croft Road, Aldershot, Hants GU11 3HR, Reino Unido.

Informes y actas

Use of Irradiation to Control Infectivity of Food-borne Parasites, Panel Proceedings Series No. 933, 400 Austrian schillings, ISBN 92-0-103193-9

Measurement Assurance in Dosimetry, Proceedings Series No. 930, 1900 Austrian schillings, ISBN 92-0-100194-0

Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Series No. 112, 360 Austrian schillings, ISBN 92-0-100394-3

Uranium Extraction Technology, Technical Reports Series No. 359, 1100 Austrian schillings, ISBN 92-0-103593-4

Status of Technology for Volume Reduction and Treatment of Low and Intermediate Level Solid Radioactive Waste, Technical Reports Series No. 360, 360 Austrian schillings, ISBN 92-0-100494-X

Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research 1992, Vols. 1, 2, 3 and 4; ISBN 92-0-101093-1, 2200 Austrian Schillings, ISBN 92-0-101193-8, 1900 Austrian schillings; ISBN 92-0-101293-4, 1560 Austrian schillings, ISBN 92-0-101393-0, 240 Austrian schillings

Management of Insect Pests: Nuclear and Related Molecular and Genetic Techniques, Proceeding Series, 1900 Austrian schillings, ISBN 92-0-000293-5
Strengthening Radiation and Nuclear Safety Infrastructures in Countries of the Former USSR, 300 Austrian schillings, ISBN 92-0-102793-1

Libros de referencia/estadísticas

IAEA Yearbook 1993, 500 Austrian schillings, ISBN 92-0-102493-2
Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates up to 2010, Reference Data Series No. 1, ISBN 92-0-102193-3 (IAEA-RDS-1/13)

Nuclear Power Reactors in the World, Reference Data Series No. 2, ISBN 92-0-101593-3 (IAEA-RDS-2/13))

Nuclear Research Reactors in the World, Reference Data Series No. 3, ISBN 92-0-103793-7

Radioactive Waste Management Glossary, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-103493-8
The Law and Practices of the International Atomic Energy Agency 1970-1980, Supplement 1 to the 1970 edition of Legal Series No. 7, Legal Series No. 7-S1, 2000 Austrian schillings, ISBN 92-0-103693-0
Agreements Registered with the International Atomic Energy Agency, 11th edition, STI/PUB No. 954, 800 Austrian schillings, ISBN 92-0-100994-1

LUGARES DE VENTA DE LAS PUBLICACIONES DEL OIEA

Los libros, informes y otras publicaciones del OIEA se pueden adquirir en las librerías o agentes de venta que se señalan seguidamente o a través de las principales librerías del país.

ALEMANIA

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH,
Dag Hammarskjöld-Haus,
Poppelsdorfer Allee 55,
D-53115 Bonn

ARGENTINA

Comisión Nacional de Energía Atómica,
Avenida del Libertador 8250
RA-1429 Buenos Aires

AUSTRALIA

Hunter Publications, 58A Gipps Street,
Collingwood, Victoria 3066

BELGICA

Service Courrier UNESCO,
202, Avenue du Roi, B-1060 Bruselas

CHILE

Comisión Chilena de Energía Nuclear,
Venta de Publicaciones,
Amunátegui 95, Casilla 188-D,
Santiago

CHINA

Publicaciones del OIEA en chino:
China Nuclear Energy Industry Corporation,
Translation Section,
P.O. Box 2103, Beijing
Publicaciones del OIEA en otros idiomas:
China National Publications Import
& Export Corporation,
Deutsche Abteilung, P.O. Box 88, Beijing

ESLOVAQUIA

Alfa, Publishers, Hurbanovo námestie 3,
815 89 Bratislava

ESPAÑA

Díaz de Santos, Lagasca 95,
E-28006 Madrid
Díaz de Santos, Balmes 417,
E-08022 Barcelona

FEDERACION DE RUSIA

Mezhdunarodnaya Kniga, Sovinkniga-EA,
Dimitrova 39, SU-113 095 Moscú

FRANCIA

Office International de Documentation
et Librairie, 48 rue Gay-Lussac,
F-75240 Paris Cedex 05

HUNGRIA

Librotrade Ltd., Book Import,
P.O. Box 126, H-1656 Budapest

INDIA

Oxford Book and Stationery Co.,
17 Park Street, Calcuta-700 016
Oxford Book and Stationery Co.,
Scindia House, Nueva Delhi-110 001

ISRAEL

YOZMOT Literature Ltd.,
P.O. Box 56055, IL-61560 Tel Aviv

ITALIA

Libreria Scientifica,
Dott. Lucio di Biasio "AEIOU",
Via Coronelli 6, I-20146 Milán

JAPON

Maruzen Company, Ltd., P.O. Box 5050,
100-31 Tokyo International

MEXICO

Instituto Nacional de Investigaciones
Nucleares (ININ), Centro de Información
Nuclear, Apdo. Postal 18-1027, Km. 36,5
Carretera México-Toluca, Salazar

PAISES BAJOS

Martinus Nijhoff International,
P.O. Box 269, NL-2501 AX La Haya
Swets and Zeitlinger b.v.,
P.O. Box 830, NL-2610 SZ Lisse

PAKISTAN

Mirza Book Agency,
65 Shahrah Quaid-e-Azam,
P.O. Box 729, Lahore-3

POLONIA

Ars Polona, Foreign Trade Enterprise,
Krakowskie Przedmieście 7,
PL-00-068 Varsovia

REINO UNIDO

HMSO, Publications Centre,
Agency Section, 51 Nine Elms Lane,
Londres SW8 5DR

RUMANIA

Ilexim,
P.O. Box 136-137, Bucarest

SUDAFRICA

Van Schaik Bookstore (Pty) Ltd.,
P.O. Box 724, Pretoria 0001

SUECIA

AB Fritzes Kungl. Hovbokhandel,
Fredsgatan 2, P.O. Box 16356,
S-103 27 Estocolmo

YUGOSLAVIA

Jugoslavenska Knjiga,
Terazije 27, P.O. Box 36, YU-11001
Belgrado

Igualmente pueden hacerse pedidos y consultas directamente a:

Division de Publicaciones
Organismo Internacional de Energía Atómica
Wagramerstrasse 6, Apartado 100,
A-1400 Viena (Austria)

BASES DE DATOS EN LINEA

DEL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA



Nombre de la base de datos
Sistema de Información
sobre Reactores de Potencia

Tipo de base de datos
Fáctica

Productor
Organismo Internacional
de Energía Atómica
en cooperación con
29 Estados Miembros del OIEA

Contacto con el OIEA
OIEA, Sección de
Ingeniería Nucleoeléctrica
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)
Teléfono (43) (1) 2360, Télex (1)-12645
Facsimil +43 1 234564
Correo electrónico
vía EARN/BITNET-
INTERNET a ID:
NES@IAE1.IAEA.OR.AT

Ambito
Información del mundo entero sobre
reactores de potencia en explotación,
en construcción, programados
o parados, y datos sobre experiencia
operacional de las centrales nucleares
en los Estados Miembros del OIEA.

Materias abarcadas
Situación, nombre, ubicación, tipo y
proveedor de los reactores; proveedor
del generador de turbina; propietario
y explotador de la central; potencia
térmica; energía eléctrica bruta y neta;
fecha de inicio de la construcción,
primera criticidad, primera sincroni-
zación con la red, explotación comercial,
parada y datos sobre las características
del núcleo del reactor y sistemas
de la central; energía producida;
pérdidas previstas e imprevistas
de energía; factores de disponibilidad
y de no disponibilidad energética;
factor de explotación y factor de carga.



Nombre de la base de datos
Sistema Internacional de Información
para la Ciencia y la Tecnología Agrícolas

Tipo de base de datos
Bibliográfica

Productor
Organización de las
Naciones Unidas para la Agricultura
y la Alimentación (FAO)
en cooperación con
172 centros nacionales, regionales e
internacionales del AGRIS

Contacto con el OIEA
Dependencia de Preparación del AGRIS
a/c OIEA, P.O. Box 100,
A-1400 Viena (Austria)
Teléfono (43) (1) 2360, Télex (1)-12645
Facsimil +43 1 234564
Correo electrónico
vía EARN/BITNET-
INTERNET a ID:
FAS@IAE1.IAEA.OR.AT

Cantidad de registros en línea
desde enero de 1993 hasta la fecha
más de 130 000

Ambito
Información del mundo entero sobre
ciencias y tecnología agrícolas,
incluidos bosques, pesca y nutrición.

Materias abarcadas
Agricultura en general; geografía
e historia; educación, extensión
e información; administración y
legislación; economía agrícola;
desarrollo y sociología rural; ciencia
y producción vegetal y animal;
protección de las plantas; tecnología
posterior a la cosecha; pesca y
acuicultura; maquinaria e ingeniería
agrícolas; recursos naturales;
procesamiento de productos agrícolas;
nutrición humana; contaminación;
metodología.



Nombre de la base de datos
Sistema de Información
sobre Datos Nucleares

Tipo de base de datos
Numérica y bibliográfica

Productor
Organismo Internacional
de Energía Atómica en cooperación
con el Centro Nacional de Datos Nucleares
de los Estados Unidos del Laboratorio
Nacional de Brookhaven, el Banco de
Datos Nucleares de la Agencia para
la Energía Nuclear, Organización de
Cooperación y Desarrollo Económicos
en París (Francia) y una red de otros
22 centros de datos nucleares
de todo el mundo

Contacto con el OIEA
OIEA, Sección de Datos Nucleares
P.O. Box 100, A-1400 Viena, Austria
Teléfono (43) (1) 2360, Télex (1)-12645
Facsimil +43 1 234564
Correo electrónico
vía EARN/BITNET-
INTERNET a ID:
RNDIS@IAE1.IAEA.OR.AT

Ambito
Ficheros de datos numéricos sobre física
nuclear que describen la interacción
de las radiaciones con la materia,
y datos bibliográficos conexos.

Tipos de datos
Datos evaluados de reacciones neutrónicas
en el formato ENDF; datos de reacciones
nucleares experimentales en el formato
EXFOR, para reacciones inducidas por
neutrones, partículas cargadas o fotones;
períodos de semidesintegración nuclear
y datos de desintegración radiactiva
en los sistemas NUDAT y ENSDF;
información bibliográfica conexa de las bases
de datos CINDA y NSR del OIEA;
varios otros tipos de datos.

*Nota: Las recuperaciones de datos fuera
de línea del NDIS pueden obtenerse también
del productor en cinta magnética.*



Nombre de la base de datos
Sistema de Información de Datos
Atómicos y Moleculares

Tipo de base de datos
Numérica y bibliográfica

Productor
Organismo Internacional
de Energía Atómica en cooperación
con la red del Centro
de Datos Atómicos y Moleculares,
un grupo de 16 centros nacionales de datos
de diversos países

Contacto con el OIEA
OIEA, Dependencia de
Datos Atómicos y Moleculares,
Sección de Datos Nucleares
Correo electrónico
vía BITNET a: RNDIS@IAEA1;
vía INTERNET a ID:
PSM@RIOCSO1.IAEA.OR.AT

Ambito
Datos sobre la interacción de los átomos,
las moléculas y el plasma con
la superficie, y las propiedades
de los materiales de interés para
la investigación y tecnología de la fusión.

Tipos de datos
Incluye datos formateados ALADDIN
sobre la estructura y los espectros
atómicos (niveles energéticos, longitudes
de onda, y probabilidades de transición);
choque de los electrones y
las partículas pesadas con los átomos,
iones y moléculas (secciones eficaces y/o
coeficientes de velocidad, incluida,
en la mayoría de los casos,
el ajuste analítico de los datos);
extracción de las superficies por
la acción de los componentes básicos
del plasma y la autoextracción;
reflexión de las partículas en
las superficies; propiedades termofísicas y
termomecánicas del berilio y
los grafitos pirrolíticos.

*Nota: Las recuperaciones de datos fuera
de línea y de datos bibliográficos,
así como el soporte lógico y
el manual de ALADDIN podrán obtenerse
también del productor en disquetes,
cinta magnética o copia impresa.*

Para acceder a estas bases de datos, se ruega tomar contacto con los productores.
Las informaciones de estas bases de datos también pueden comprarse al OIEA en forma impresa.
Las de INIS y AGRIS se pueden obtener además en CD-ROM.



Nombre de la base de datos
Sistema Internacional de Documentación Nuclear

Tipo de base de datos
Bibliográfica

Productor
Organismo Internacional de Energía Atómica en cooperación con 87 Estados Miembros del OIEA y otras 16 organizaciones internacionales miembros

Contacto con el OIEA
OIEA, Sección del INIS
P.O. Box 100, A-1400 Viena (Austria)
Teléfono (43) (1) 2360, Télex (1)-12645
Facsimil +43 1 234564
Correo electrónico
vía EARN/BITNET-
INTERNET a ID:
NIS@IAE1.IAEA.OR.AT

Cantidad de registros en línea
desde enero de 1976 hasta la fecha
más de 1 500 millones

Ambito
Información del mundo entero sobre la utilización de la ciencia y tecnología nucleares con fines pacíficos, y los aspectos económico y ambiental de otras fuentes de energía.

Materias abarcadas
Reactores nucleares, seguridad de los reactores, fusión nuclear, aplicaciones de las radiaciones o los isótopos en la medicina, la agricultura, la industria y la lucha contra las plagas, así como en otras esferas conexas como la química nuclear, la física nuclear y la ciencia de los materiales.
Se ha hecho especial hincapié en las consecuencias de la energía nuclear para el medio ambiente, la economía y la salud, así como en los aspectos económico y ambiental de otras fuentes no nucleares de energía. Abarca también los aspectos jurídicos y sociales vinculados a la energía nuclear.

INIS

ON CD-ROM



The IAEA's
nuclear science
and
technology
database on
CD-ROM

5000 JOURNALS

1.5 MILLION RECORDS

6 COMPACT DISCS

CD-ROM means

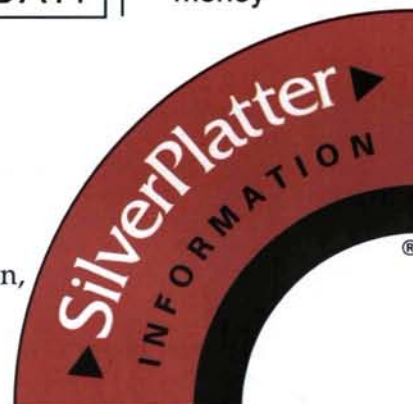
- ◆ unlimited easy access
- ◆ fast, dynamic searching
- ◆ fixed annual cost
- ◆ flexible downloading and printing
- ◆ desktop access
- ◆ easy storage
- ◆ saving time, space and money

INIS (the International Nuclear Information System) is a multi-disciplinary, bibliographic database covering all aspects of the peaceful uses of nuclear science and technology. INIS on CD-ROM combines the worldwide coverage of the nuclear literature with all the advantages of compact disc technology.

Call +44 (0)81 995 8242 TODAY!

*for further information
and details of your local distributor*

or write to
SilverPlatter Information Ltd.
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,
W4 4PH, U.K.
Tel: 0800 262 096 +44 (0)81 995 8242
Fax: +44 (0)81 995 5159



POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

RADIATION PROTECTION OFFICER (94-031), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires a master's degree in one of the physical sciences, with 10 years experience in radiation safety or associated disciplines. Also required is experience in producing documents and preparing material for training purposes, and experience carrying out complex technical projects. Applicants must have oral and written command of English, and the ability to draft technical reports in English. *Closing date: 7 October 1994.*

PRINTED MEDIA SPECIALIST (94-032), Department of Administration. This P-3 post requires a university degree with at least 6 years of experience in the field of public information at the national or international level, and with some scientific background. Also required is familiarity with electronic publishing systems. *Closing date: 7 October 1994.*

SAFEGUARDS ANALYST (94-033), Department of Safeguards. This P-4 post requires an advanced university degree or equivalent in nuclear engineering or industrial engineering with more than 10 years of experience in the nuclear energy field, preferably in safeguards or nuclear material control. *Closing date: 7 October 1994.*

TRANSPORT SAFETY SPECIALIST (94-034), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-5 post requires a Ph.D. or equivalent in a field of science or engineering appropriate to the duties of the post with at least 15 years of experience in work related to the management of transportation of radioactive materials, and with adequate experience in a senior supervisory position. Also required is practical knowledge of the development and application of the Agency's transport regulations and supporting documents at the national and international level. *Closing date: 7 October 1994.*

IAEA SAFEGUARDS INSPECTOR (94/SGO-4), Department of Safeguards. This P-4 post requires a university degree in chemistry, physics, engineering or electronics/instrumentation or equivalent with at least 10 years relevant experience with the nuclear fuel cycle, processing of nuclear materials, material accounting or non-destructive analysis, preferably under plant operation conditions. Also required is national or international safeguards experience, demonstrated experience in the use of personal computers, and proven supervisory ability. *Closing date: 31 December 1994.*

IAEA SAFEGUARDS INSPECTOR (several positions) (94/SGO-3), Department of Safeguards. These P-3 posts require a univer-

sity degree or equivalent with emphasis in a nuclear discipline, and at least 6 years of relevant experience in the nuclear field, preferably in the operation of nuclear facilities. Also required is demonstrated experience in the use of personal computers. *Closing date: 31 December 1994.*

WEST ASIAN SECTION HEAD (94-035), Department of Technical Co-operation. This P-5 post requires an advanced university degree in science and technology and basic knowledge of the various peaceful applications of nuclear energy. At least 15 years of managerial and administrative experience in programming, formulation and implementation of scientific/technical projects, and ability to lead a diverse team of professional and support staff also required. *Closing date: 28 October 1994.*

SENIOR FRENCH TRANSLATOR (94-036), Department of Administration. This P-4 post requires a university degree or equivalent. Applicants must have French as their mother tongue or principal language of education and be able to write clearly and concisely. They should have at least 10 years experience and acquired mastery of the terminology of several areas in the atomic energy field. *Closing date: 28 October 1994.*

SECTION HEAD (94-037), Department of Safeguards. This P-5 post requires an advanced university degree in informatics, nuclear technology or related field. At least 15 years experience in the nuclear industry, nuclear research, nuclear-related international or governmental service or informatic field. This experience must include experience in nuclear material accountancy, computerized data processing and supervisory or management assignments. *Closing date: 28 October 1994.*

HEAD, ISOTOPE HYDROLOGY LABORATORY (94-038), Department of Research and Isotopes. This P-4 post requires a Ph.D. or equivalent in physics, physical chemistry or analytical chemistry, with at least 10 years experience in mass spectrometric analysis of environmental stable isotopes and also low-level counting of radioactive isotopes. Also required is research experience in interpretation of isotope data in hydrological and environmental studies. *Closing date: 28 October 1994.*

PLASMA PHYSICIST (94-039), Department of Research and Isotopes. This P-4 post requires a Ph.D. or equivalent in physics, with 10 years extensive experience in the field of plasma physics and controlled thermonuclear fusion research. Also required is experience in either theoretical or experimental research in the field

of plasma physics and controlled thermonuclear fusion and a broad knowledge of worldwide activities in this field. *Closing date: 7 November 1994.*

MATHEMATICIAN (94-703), Department of Research and Isotopes. This P-4 post requires a Ph.D. in mathematics, familiarity with the major areas of mathematics, and at least 10 years experience in research and training at a national and international level. Extensive experience and involvement in the development of research in mathematics in developing countries; significant research contributions of a high level; and ability to communicate with and provide guidance to mathematicians are other essential qualifications. *Closing date: 7 November 1994.*

READER'S NOTE:

The *IAEA Bulletin* publishes short summaries of vacancy notices as a service to readers interested in the types of professional positions required by the IAEA. They are *not* the official notices and remain subject to change. On a frequent basis, the IAEA sends vacancy notices to governmental bodies and organizations in the Agency's Member States (typically the foreign ministry and atomic energy authority), as well as to United Nations offices and information centres. Prospective applicants are advised to maintain contact with them. Applications are invited from suitably qualified women as well as men. More specific information about employment opportunities at the IAEA may be obtained by writing the Division of Personnel, Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

ON-LINE COMPUTER SERVICES. IAEA vacancy notices for professional positions, as well as application forms, now are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet Services. The vacancy notices are located in a public directory accessible via the normal Internet file transfer services. To use the service, connect to the IAEA's Internet address NE-SIRS01.IAEA.ORG.AT (161.5.64.10), and then log on using the identification *anonymous* and your user password. The vacancy notices are in the directory called *pub/vacancy_posts*. A *README* file contains general information, and an *INDEX* file contains a short description of each vacancy notice. Other information, in the form of files that may be copied, includes an application form and conditions of employment. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel.



ENC '94

ENC '94 ENS – ANS – FORATOM

International Nuclear Congress + World Exhibition Atoms for Energy

A dialogue with the industry's young generation
on nuclear's future

Lyon, France, October 2–6, 1994

**ENC '94 – the unique combination of the world's major nuclear science & industry Expo
with the largest international nuclear congress.**

European Nuclear Society – ENS; American Nuclear Society – ANS; European Nuclear Forum – FORATOM

Co-sponsored by: Canadian Nuclear Society; Chinese Nuclear Society
Japan Atomic Industrial Forum; Korea Atomic Industrial Forum

Conference: streamlined, modern approach with the world's nuclear leaders and young executives and researchers addressing the key nuclear issues. Embedded Meetings for radiation protection experts and women communicators. Over a dozen Suppliers Seminars. Panels moderated by star journalists.

World Nuclear Exhibition with more than 300 companies from 23 countries, including for the first time Argentina, China and Taiwan (China), on 15 000 m² (gross), with musical animation and special nuclear art show.

More Culture with Camerata Nucleare concert and social tours to the region's most fascinating sights. Cooking lessons under patronage of Paul Bocuse.

Technical Tours through France's most important nuclear facilities.

ENC is a multiple package event with great choices for everybody.

Please mail me _____ **copies of the Preliminary Program**
_____ **copies of the Invitation to Exhibit**



Family name: _____ First name: _____

Company / organization: _____ Job position: _____

Address: _____

Telephone: _____ Telex: _____ Telefax: _____

Please return to: ENC '94, c/o European Nuclear Society, Belpstrasse 23, P.O. Box 5032
CH-3001 Berne / Switzerland, Telefax ++41 31 382 44 66



Recopilación y clasificación de datos de fiabilidad humana para su utilización en evaluaciones probabilistas de la seguridad

Permitir un intercambio de experiencia operacional en materia de investigación y análisis de las causas fundamentales de los sucesos relacionados con el comportamiento humano con el fin de evitar su repetición, aumentando de este modo la seguridad de las centrales y estimulando el intercambio de métodos y experiencias relativos a la recopilación y clasificación de datos sobre el comportamiento humano para incluirlos en las evaluaciones probabilistas de la seguridad.

Caracterización y evaluación de técnicas de dosimetría de dosis alta para garantía de calidad en procesamiento mediante radiaciones

Comprender los efectos de diversos parámetros en el comportamiento de varios dosímetros corrientes actualmente en uso. Facilitar la ampliación del Servicio Internacional de Garantía de Dosis del Organismo (IDAS) a los haces electrónicos y fuentes de rayos X de baja energía (< 4 MeV).

La normalización del tratamiento con yodo 131 del hipertiroidismo con el propósito de optimizar la dosis de radiación y la respuesta al tratamiento

Normalizar el tratamiento con yodo 131 del hipertiroidismo (bocio tóxico difuso) con el propósito de optimizar la dosis de radiación y la respuesta al tratamiento, e investigar factores importantes que influyen sobre el resultado del tratamiento.

Técnicas nucleares para el diagnóstico de infecciones bacterianas y virales (región de África)

Desarrollar los conocimientos técnicos, en la región de África, acerca de la aplicación de la hibridación de sondas de DNA y métodos de amplificación de reacción en cadena de la polimerasa en el diagnóstico de enfermedades tales como el SIDA, la hepatitis viral y la tuberculosis, y evaluar moléculas generadoras y sondas que den el mejor resultado para detectar las cepas patógenas de la región.

Aplicación clínica de radiosensibilizadores en radioterapia del cáncer

Acrecentar la ganancia terapéutica inducida por la radiación mediante la introducción del radiosensibilizador eficaz de las células hipóxicas en la gestión del tratamiento.

Elaboración de una librería de parámetros de entrada de referencia para los cálculos de modelos nucleares de datos nucleares (Fase I: fichero de arranque)

Elaborar un fichero de arranque para la librería de parámetros de entrada. Este fichero tiene por finalidad suministrar los datos necesarios para cálculos de modelos de reacciones nucleares de datos nucleares para energías incidentes de hasta aproximadamente 30 MeV.

Tasas de enfriamiento radiactivo de impurezas en plasma de fusión

Elaborar una base de datos amplia recomendada para las pérdidas de potencia radiativa de las impurezas más importantes del plasma en el ámbito de los parámetros del plasma pertinentes a los dispositivos de fusión actualmente en funcionamiento y aquellos de la próxima generación.

Validación de metodologías de análisis de accidentes y seguridad

Fomentar la investigación y el intercambio de información sobre la validación de metodologías de análisis de validación de accidentes y seguridad que abarquen los aspectos de los accidentes base de diseño y aquellos que los superen (accidentes llamados graves).

SEPTIEMBRE DE 1994

15ª Conferencia Internacional sobre investigaciones en materia de física del plasma y fusión nuclear controlada, **Sevilla, España** (26 de septiembre a 1 de octubre)

OCTUBRE DE 1994

Seminario sobre prácticas y cuestiones relacionadas con la gestión de desechos radiactivos en países en desarrollo, **Beijing, China** (10 a 14 de octubre)

Simposio Internacional sobre almacenamiento de combustible gastado: Aspectos técnicos, ambientales y de seguridad, **Viena, Austria** (10 a 14 de octubre)

Simposio Internacional FAO/OIEA sobre técnicas nucleares y conexas en los estudios suelo/planta relacionados con la agricultura sostenible y la conservación del medio ambiente, **Viena, Austria** (17 a 21 de octubre)

Conferencia Internacional sobre radiación, salud y sociedad: Comprensión de los riesgos radiológicos, **París, Francia** (24 a 28 de octubre)

ENERO DE 1995

Simposio sobre bases de datos y metodologías de evaluación comparada en materia de electricidad, salud y medio ambiente, **Viena, Austria** (Preliminar)

FEBRERO DE 1995

Simposio sobre empleo de técnicas isotópicas para el aprovechamiento de recursos hídricos, **Viena, Austria** (20 a 24 de marzo)

MAYO DE 1995

Seminario sobre gestión de reactores de investigación en vías de envejecimiento, **Hamburgo, Alemania** (8 a 12 de mayo)

JUNIO DE 1995

Simposio sobre inducción de mutaciones y uso de técnicas moleculares en fitogenética para el mejoramiento de cultivos, **Viena, Austria** (19 a 23 de junio)

CONFERENCIA GENERAL

Conferencia General del OIEA: Trigésima octava reunión ordinaria, **Viena, Austria** (19 a 23 de septiembre de 1994)

Información preliminar sujeta a cambios. Para obtener información más completa acerca de las reuniones del OIEA se ruega dirigirse a la Sección de Servicios de Conferencia del OIEA en la Sede del Organismo en Viena, o consultar la publicación trimestral del OIEA *Meetings on Atomic Energy* (véase la sección Publicaciones para información acerca de la manera de encargar las publicaciones). Para obtener más detalles sobre los programas coordinados de investigaciones del OIEA, dirigirse a la Sección de Administración de Contratos de Investigación en la Sede del OIEA. Los programas están encaminados a facilitar la cooperación a escala global en temas científicos y técnicos en diversas esferas, que van desde las aplicaciones de las radiaciones en la medicina, la agricultura y la industria hasta la tecnología nucleoelectrónica y la seguridad nuclear.





Publicado trimestralmente por la División de Información Pública del Organismo Internacional de Energía Atómica, Apartado de Correos 100, A-1400 Viena (Austria).

Tel. (43-1) 2360-1270
Facsimil (43-1) 2360-234564

DIRECTOR GENERAL: Dr. Hans Blix
DIRECTORES GENERALES ADJUNTOS:
Sr. David Waller, Sr. Bruno Pellaud,
Sr. Boris Semenov, Sr. Sueo Machi,
Sr. Jihui Qian

DIRECTOR DE LA DIVISION DE INFORMACION
PUBLICA: Sr. David Kyd

REDACTOR-JEFE: Sr. Lothar H. Wedekind
AYUDANTES DE REDACCION:
Sr. Rodolfo Quevenco, Sra. Juanita Pérez,
Sra. Brenda Blann
COMPOSICION/DISEÑO:
Sra. Hannelore Wilczek
COLABORADORES DE LOS DEPARTAMENTOS:
Sra. S. Dallalah, Sra. L. Diebold, Sra. A.B. de
Reynaud, Sra. R. Spiegelberg
APOYO PARA LA PRODUCCION: Sr. G. Dreger,
Sr. R. Kelleher, Sra. I. Emge, Sra. H. Bacher,
Sra. A. Primes, Sra. A. Diesner-Küpfer,
Sr. W. Kreutzer, Sr. G. Demal, Sr. A. Adler,
Sr. R. Luttenfeldner, Sr. F. Prochaska,
Sr. P. Patak, Sr. L. Nimetzki

Ediciones en diversos idiomas

APOYO PARA LA TRADUCCION: Sr. J. Rivals,
Sra. E. Fritz

EDICION EN FRANCES:

Sr. S. Drège, traducción; Sra. V. Laugier-
Yamashita, auxiliar de edición

EDICION EN ESPAÑOL: Equipo de Servicios
de Traductores e Intérpretes (ESTI), La
Habana (Cuba), traducción; Sr. L. Herrero,
edición

EDICION EN CHINO: Servicio de Traducciones
de la Corporación de la Industria de la Ener-
gía Nuclear de China, Beijing, traducción,
impresión, distribución.

El Boletín del OIEA se distribuye gratuita-
mente a un número limitado de lectores
interesados en el OIEA y en la utilización de
la energía nuclear con fines pacíficos. Las
solicitudes por escrito deben dirigirse al
Redactor-jefe. Pueden citarse libremente
extractos de los textos del OIEA contenidos
en este Boletín del OIEA, siempre que se
mencione su origen. Cuando en un artículo
se indique que su autor no es funcionario del
OIEA, deberá solicitarse a ese autor o a la
organización a que pertenezca permiso para
la reimpresión del material, a menos que se
trate de reseñas.

Las opiniones expresadas en los artícu-
los firmados o en los anuncios de este
Boletín no representan necesariamente
las del Organismo Internacional de Ener-
gía Atómica, que declina toda respon-
sabilidad por las mismas.

Publicidad

La correspondencia relativa a la publicidad
debe dirigirse a la División de Publicaciones
del OIEA, Dependencia de Promoción
y Venta de Publicaciones, Apartado de
Correos 100, A-1400, Viena (Austria).

1957

Afganistán
Albania
Alemania
Argentina
Australia
Austria
Belarús
Brasil
Bulgaria
Canadá
Cuba
Dinamarca
Egipto
El Salvador
España
Estados Unidos de América
Etiopía
Federación Rusa
Francia
Grecia
Guatemala
Haití
Hungría
India
Indonesia
Islandia
Israel
Italia
Japón
Marruecos
Mónaco
Myanmar
Noruega
Nueva Zelandia
Países Bajos
Pakistán
Paraguay
Perú
Polonia
Portugal
Reino Unido
de Gran Bretaña
e Irlanda del Norte
República de Corea
República Dominicana
Rumania
Santa Sede
Sri Lanka
Sudáfrica
Suecia
Suiza
Tailandia
Túnez
Turquía
Ucrania
Venezuela

Viet Nam
Yugoslavia

1958

Bélgica
Camboya
Ecuador
Filipinas
Finlandia
Irán, República Islámica del
Luxemburgo
México
Sudán

1959

Iraq

1960

Colombia
Chile
Ghana
Senegal

1961

Líbano
Mali
Zaire

1962

Liberia
Arabia Saudita

1963

Argelia
Bolivia
Côte d'Ivoire
Jamahiriya Árabe Libia
República Árabe Siria
Uruguay

1964

Camerún
Gabón
Kuwait
Nigeria

1965

Costa Rica
Chipre
Jamaica
Kenya
Madagascar

1966

Jordania
Panamá

1967

Sierra Leona
Singapur
Uganda

1968

Liechtenstein

1969

Malasia
Niger
Zambia

1970

Irlanda

1972

Bangladesh

1973

Mongolia

1974

Mauricio
República Popular Democrática
de Corea

1976

Emiratos Árabes Unidos
Qatar
República Unida de Tanzania

1977

Nicaragua

1983

Namibia

1984

China

1986

Zimbabue

1991

Letonia
Lituania
Yemen, República del

1992

Croacia
Eslovenia
Estonia
Uzbekistán

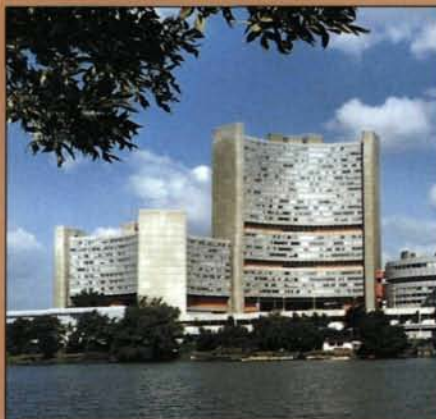
1993

Armenia
Eslovaquia
Ex República Yugoslava
de Macedonia
Islas Marshall
Kazajistán
República Checa

Para la entrada en vigor del Estatuto del OIEA se requería la ratificación de dieciocho Estados. Al 29 de julio de 1957, los Estados que figuran en negrilla habían ratificado el Estatuto.

El año indica el año de ingreso como Estado Miembro. Los nombres de los Estados no corresponden necesariamente a su designación histórica.

El ingreso de los países que figuran en cursivas ha sido aprobado por la Conferencia General del OIEA y entrará en vigor una vez depositados los instrumentos jurídicos pertinentes.



El Organismo Internacional de Energía Atómica, creado el 29 de julio de 1957, es una organización intergubernamental independiente dentro del sistema de las Naciones Unidas. El Organismo, que tiene su Sede en Viena (Austria), cuenta actualmente con más de 100 Estados Miembros que mancomunan sus esfuerzos para realizar los objetivos principales del Estatuto del OIEA: acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero, y asegurar en la medida que le sea posible que la asistencia que preste, o la que se preste a petición suya, o bajo su dirección o control, no sea utilizada de modo que contribuya a fines militares.

La sede del OIEA, en el Centro Internacional de Viena.

Until now, one of the biggest problems with reading personal exposure doses has been the size of the monitoring equipment. Which is precisely why we're introducing the Electronic Pocket Dosimeter (EPD) "MY DOSE mini™" PDM-Series.

These high-performance

dosimeters combine an easy-to-read digital display with a wide measuring range suiting a wide range of needs.

But the big news is how very small and lightweight they've become. Able to fit into any pocket and weighing just 50~90 grams,

the Aloka EPDs can go anywhere you go. Which may prove to be quite a sizable improvement, indeed.

SCIENCE AND HUMANITY

ALOKA

ALOKA CO., LTD.

6-22-1 Mure, Mitaka-shi, Tokyo 181, Japan

Telephone: (0422) 45-5111

Facsimile: (0422) 45-4058

Telex: 02822-344

To: 3rd Export Section
Overseas Marketing Dept.
Attn: N. Odaka

Model	Energy	Range	Application
PDM-101	60 keV ~	0.01 ~ 99.99 μ Sv	High sensitivity, photon
PDM-102	40 keV ~	1 ~ 9,999 μ Sv	General use, photon
PDM-173	40 keV ~	0.01 ~ 99.99 mSv	General use, photon
PDM-107	20 keV ~	1 ~ 9,999 μ Sv	Low energy, photon
PDM-303	thermal ~ fast	0.01 ~ 99.99 mSv	Neutron
ADM-102	40 keV ~	0.001 ~ 99.99 mSv	With vibration & sound alarm, photon



Safety, convenience and a variety of styles to choose from.



PDM-107



PDM-102



PDM-173



PDM-101



PDM-303



ADM-102