

Transferencia de tecnología para la gestión segura de desechos radiactivos: Adaptación de los enfoques

En respuesta a una amplia gama de necesidades, el OIEA ha desarrollado paquetes e instrumentos estandarizados para prestar asistencia a los países en esferas específicas

por Donald Saire,
Curt Bergman,
Candace Chan
y Vladimir
Tsyplenkov

La mayoría de los países del mundo no posee centrales nucleares. Por ejemplo, alrededor del 75% de los 121 Estados Miembros del OIEA está comprendido dentro de esta categoría. Estos países aplican tecnologías nucleares principalmente con fines médicos, industriales, de investigación y de otra índole. Desde el punto de vista de la gestión de desechos radiactivos, esta amplia gama de aplicaciones nucleares, así como el nivel de infraestructura de cada país y su etapa de desarrollo, plantean un variado conjunto de problemas.

La asistencia que el OIEA presta a los países por intermedio de su programa de gestión de desechos radiactivos, incluye la transferencia directa e indirecta de diversos tipos de tecnologías y servicios. Su objetivo es ayudar a los países a proteger eficazmente la salud de las personas y el medio ambiente, ahora y en el futuro, del peligro radiológico que representan los desechos radiactivos. El programa del OIEA, que comprende proyectos de transferencia de tecnología concebidos especialmente para atender a tipos de requisitos específicos, refleja la diversidad de necesidades e intereses nacionales. En el presente artículo se examinan los elementos y las estrategias fundamentales de ese programa.

Identificación de necesidades y estrategias

Para comprender mejor la situación general de los países, el OIEA ha establecido una clasificación interna que agrupa a los países por el tipo y la cantidad de desechos radiactivos generados. (Véanse el cuadro y los recuadros de la página 48.) El Programa de Asesoramiento sobre Gestión de Desechos Radiactivos (WAMAP) del OIEA y otras misiones de expertos han señalado claramente que los países tienen que atender una serie de necesidades para solucionar los problemas específicos de la gestión de desechos.

El Sr. Saire es Jefe de la Sección de Gestión de Desechos de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y Gestión de Desechos del OIEA y el Sr. Bergman, la Sra. Chan y el Sr. Tsyplenkov, son funcionarios de esa Sección.

En la actualidad, sólo algunos países en desarrollo pueden cumplir íntegramente los requisitos que plantea una gestión de desechos adecuada y segura. En la mayoría de los países en desarrollo, la situación varía desde el incumplimiento hasta el cuasicumplimiento. Entre los requisitos que han de satisfacer está la creación de una infraestructura amplia de gestión de desechos. La infraestructura abarca elementos tales como el marco jurídico, el órgano reglamentador, las entidades explotadoras, los recursos y el personal capacitado. Por conducto del programa de Normas de seguridad para la gestión de desechos radiactivos (RADWASS) del Organismo, se está documentando el consenso internacional logrado en éstas y en otras esferas.

El OIEA ejecuta diversos programas de gestión de desechos radiactivos que, en conjunto, tienen por objeto lograr un nivel mínimo de cumplimiento en todos los países y crear los elementos necesarios para sustentar un sistema. Este es un proceso largo que requerirá tiempo, pero permitirá alcanzar un nivel de seguridad adecuado para los trabajadores y el público.

Anteriormente, el medio de prestación de asistencia era el de transferir tecnología de gestión de desechos ya probada en países industrializados. Aunque es muy importante contar con una maestría tecnológica adecuada, la experiencia ha demostrado que no basta, porque la tecnología no es más que uno de los elementos componentes necesarios de la infraestructura requerida. No puede sustentarse ni explotarse sin los demás componentes de la infraestructura de apoyo. Aun cuando el OIEA no tiene autoridad para asegurar que un país cuente con la infraestructura adecuada ni la responsabilidad jurídica en ese sentido, sí tiene alguna responsabilidad moral, especialmente en los casos en que proporciona tecnología nuclear y equipo, o el propio material radiactivo.

Estrategia del OIEA para la transferencia de tecnología

Muchas de las solicitudes de prestación de asistencia técnica en gestión de desechos radiactivos que se reciben de países en desarrollo son similares

en alcance y objetivos. También suelen ser bastante similares los volúmenes, las características y los niveles de actividad de los desechos generados o que se prevé generar.

Teniendo esto en cuenta, el OIEA empezó a aplicar una estrategia para prestar asistencia técnica en forma de paquetes estandarizados de instalaciones centralizadas de gestión de desechos, y de instrumentos de apoyo, técnicas y procedimientos que pueden modificarse con facilidad para satisfacer las necesidades específicas de cada país. Estos paquetes e instrumentos estandarizados incluyen lo siguiente:

- el Registro de Fuentes de Radiación Selladas (SRS);
- un diseño de una Instalación de Fuentes Selladas Gastadas (SSSF);
- un diseño de una Instalación Centralizada de Tratamiento y Almacenamiento de Desechos (WPSF);
- una colección de Manuales Técnicos para el tratamiento y almacenamiento de desechos radiactivos generados en aplicaciones nucleares.

El Registro de SRS. Esta base de datos computarizada se está desarrollando en el marco de un programa de fuentes selladas gastadas del OIEA. El objetivo principal del proyecto de registro es crear un instrumento básico de gestión que los países podrían utilizar en sus actividades de control y registro de la información sobre fuentes de radiación selladas a nivel nacional, regional o local.

Se establecieron varios requisitos prácticos que ha de cumplir el sistema de registro. Debe contener información sobre toda la vida de una fuente —desde su origen hasta su desaparición (o su devolución al proveedor); debe ser utilizable por una amplia gama de organizaciones, por ejemplo, entidades reguladoras, explotadores, laboratorios, y otras; debe ser fácil de usar y mantener; y no debe requerirse el empleo de un soporte lógico especial ni de equipo avanzado.

El registro tiene dos funciones básicas. En primer lugar, reúne información sobre las características esenciales de una fuente de radiación sellada, como el nombre del radionucleido, la actividad, la serie de la fuente u otros números de identificación, la ubicación física, la entidad usuaria, el propietario de la fuente, su proveedor, su uso previsto o real y cualquier tipo de contenedor o equipo conexo. En segundo lugar, el registro permite conservar información pertinente sobre la fuente cuando termina su vida útil (o sea, cuando se gasta) de manera que se puedan determinar acertadamente los procesos o las decisiones. También debe proporcionar capacidades de archivo integrales.

Se hizo llegar una versión del registro a algunos Estados Miembros del OIEA para realizar un ensayo sobre el terreno que concluyó en junio de 1994. Las observaciones recibidas hasta el momento durante la fase de ensayo han sido muy positivas. Ya varios Estados Miembros han solicitado la base de datos para usarla de inmediato, pese a que se encuentra en la fase de desarrollo. Aducen que tener un registro casi completo es mejor que no tener ninguno. Se prevé que en enero de 1995 estará disponible la versión definitiva del registro.

El paquete de SSSF. En 1993, en respuesta a la creciente necesidad de manipular, acondicionar y almacenar en condiciones de seguridad las fuentes radiactivas gastadas antes de su evacuación, el OIEA comenzó a elaborar un diseño estándar de instalación en la que todas las operaciones previas a la evacuación se realizaran en una sola dependencia. Esas instalaciones son necesarias pero faltan en muchos países en desarrollo, sobre todo en aquellos donde los radionucleidos sólo se emplean en algunos hospitales o institutos de investigación. El diseño de una SSSF incorpora requisitos específicos tales como tecnología sencilla, mantenimiento fácil, flexibilidad, economía y seguridad. La instalación estándar consiste en un edificio de una sola planta dividida en varias salas y zonas en las que las fuentes gastadas pueden recibirse, vigilarse, almacenarse hasta su desintegración o acondicionamiento, inmovilizarse si fuera necesario y prepararse para su traslado a un almacenamiento provisional.

En el paquete de diseño se recomienda el empleo de una gama de equipo y artículos de consumo necesarios para manipular e inmovilizar las fuentes selladas gastadas. La instalación de almacenamiento provisional puede colindar con la SSSF, compartir el mismo emplazamiento o estar en un emplazamiento alejado que requiera transporte. Hay tres tipos de diseño de construcción para satisfacer las necesidades de climas cálidos áridos, cálidos húmedos o fríos.

El paquete de WPSF. Este paquete es un diseño de referencia elaborado específicamente para facilitar el tratamiento de lotes de desechos radiactivos diferentes con distintas actividades, propiedades físicas y composición química, provenientes de múltiples aplicaciones de radisótopos y de su producción.

Al elaborar el diseño de referencia, y con el objetivo de definir sus requisitos, el OIEA estudió cuidadosamente las técnicas de gestión de desechos radiactivos empleadas en el mundo. En primer lugar,

Vista de un curso de capacitación del OIEA sobre gestión de desechos radiactivos. (Cortesía: C. Chan, OIEA)



Generación de desechos radiactivos

La explotación de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear no es la única fuente de desechos radiactivos; éstos también se generan en diversas actividades que incluyen:

Centros de investigaciones nucleares. En los reactores de investigación se producen radisótopos con diversos propósitos mediante la irradiación de objetivos especiales, o en un acelerador de partículas, de donde se extraen después los isótopos deseados o se procesan en celdas calientes o en laboratorios cercanos. Algunas instalaciones están situadas en un centro de investigaciones nucleares donde también se usan y manipulan radisótopos. No es probable que sea grande el volumen de desechos radiactivos líquidos y sólidos que producen los usuarios individuales de materiales radiactivos del centro. La mayor parte de los desechos radiactivos, sólidos y líquidos, están contaminados con radisótopos de período corto y son candidatos al almacenamiento hasta su desintegración y descarga ulterior, o a la evacuación como desechos no radiactivos. Los desechos que contienen productos de fisión de período largo, incluidos los nucleidos transuránicos, se generan exclusivamente en algunos laboratorios de países en desarrollo. Sólo una parte muy pequeña de los desechos radiactivos está contaminada con radisótopos de período largo.

Hospitales. El uso de materiales radiactivos en la medicina para fines de diagnóstico y terapia es extremadamente importante y está en constante expansión. En muchos casos no se dispone de métodos alternativos. Las principales esferas de aplicación son el radioinmunoanálisis, las técnicas de diagnóstico *in vivo* e *in vitro*, la radioterapia y las investigaciones médicas. Estas actividades entrañan no sólo el uso de fuentes no selladas, sino también de fuentes selladas de elevada concentración alojadas en conjuntos blindados.

Industria. Determinadas industrias usan material radiactivo, principalmente en forma de fuentes selladas, para análisis o ensayos no destructivos, control de calidad, la evaluación del comportamiento de las instalaciones y el desarrollo de productos. Las cantidades de materiales radiactivos empleados dependen en gran medida del desarrollo y el nivel de la tecnología nacional.

Universidades y otros institutos de investigaciones. Los centros de investigaciones y las universidades son las instituciones que más comúnmente participan en la vigilancia de rutas metabólicas o ambientales asociadas a materiales tan diversos como los medicamentos, los plaguicidas, los fertilizantes y los minerales. Normalmente la gama de radionucleidos útiles es limitada y el contenido de actividad de los compuestos marcados suele ser bajo. Sin embargo, algunos centros de investigaciones pueden usar radionucleidos bastante exóticos. Los radionucleidos más comúnmente empleados en los estudios de toxicología de muchos compuestos químicos y de sus rutas metabólicas asociadas son el carbono 14 y el tritio, dado que pueden incorporarse en moléculas complejas con notable uniformidad. El yodo 125 ha resultado ser muy útil para la marcación de proteínas. Se dispone de un amplio espectro de radionucleidos para la experimentación y la investigación.

Orientación y asistencia técnica del OIEA

En una nueva colección de documentos técnicos del OIEA sobre esferas de la gestión de desechos radiactivos, se han publicado (sólo en inglés) nueve documentos sobre los temas siguientes:

- *Minimación y segregación de desechos radiactivos*
- *Almacenamiento de desechos radiactivos*
- *Manipulación, acondicionamiento y evacuación de fuentes selladas gastadas*
- *Manipulación y tratamiento de desechos radiactivos acuosos*
- *Manipulación, tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de desechos radiactivos biológicos*
- *Tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos sólidos*
- *Tratamiento y acondicionamiento de líquidos orgánicos radiactivos*
- *Tratamiento y acondicionamiento de resinas gastadas de intercambio iónico provenientes de reactores de investigación, todos producidos por precipitaciones y otros concentrados radiactivos*
- *Diseño de una instalación de tratamiento y almacenamiento centralizados de desechos*

Clasificación de los Estados Miembros del OIEA por tipos y cantidades de desechos radiactivos

Para conocer mejor la situación general de los países, y determinar el tipo de paquete de asistencia que mejor conviene a sus necesidades, el OIEA ha agrupado a los países atendiendo a los tipos y las cantidades de desechos radiactivos que generan. Los primeros tres grupos son el centro de interés del presente artículo.

Grupo A: Países que destinan los radionucleidos a un solo propósito en hospitales y otras instituciones.

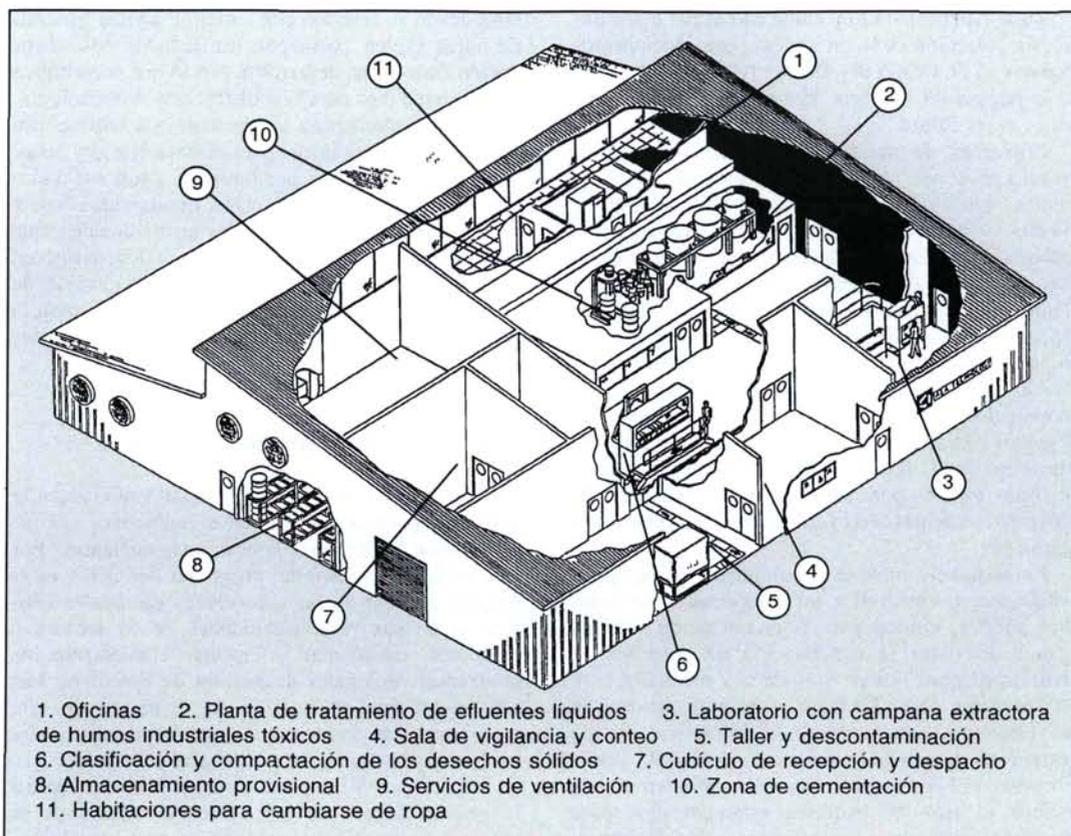
Grupo B: Países que destinan los radionucleidos a varios propósitos en hospitales y otras instituciones.

Grupo C: Países que usan ampliamente los radionucleidos y que cuentan con un centro (o más) de investigaciones nucleares capaz de producir nacionalmente varios radisótopos (en reactores de investigación o aceleradores de partículas).

Grupo D: Países que usan ampliamente radionucleidos y que tienen centrales nucleares planificadas o en explotación.

Grupo E: Países que poseen centrales nucleares y que realizan operaciones del ciclo del combustible.

Esquema del edificio de tratamiento de desechos de una WPSF



los procesos que se incluyeran en el diseño de referencia tenían que estar bien probados y establecidos, y permitir cambios en la alimentación de desechos. El equipo seleccionado tenía que ser sólido, de diseño sencillo y fácil de explotar y mantener. El diseño también tenía que incluir medios de protección radiológica adecuados para asegurar un funcionamiento seguro. (Véase en el esquema el tipo de instalación que se construiría con el diseño de referencia.)

Los tratamientos de desechos que se recomiendan en el diseño incluyen la precipitación de desechos líquidos, la compactación de desechos sólidos y la cementación de lodos. El diseño abarca todo el equipo y los servicios de apoyo necesarios para explotar con seguridad la planta de tratamiento. El almacén de desechos independiente consiste en un edificio grande y sencillo que no tiene más características que el alumbrado.

Ventajas de los paquetes de diseño de referencia. Estos paquetes ofrecen al OIEA y a sus Estados Miembros dos importantes ventajas. En primer lugar, el servicio promueve la disponibilidad de diseños de instalaciones que pueden modificarse de acuerdo con las necesidades nacionales. En segundo lugar, como los recursos para la prestación de asistencia técnica a los países en desarrollo son limitados, resulta muy conveniente formular una aplicación o un concepto que satisfaga las necesidades de varios países y que pueda usarse reiteradamente.

Además los paquetes apoyan los programas de asistencia técnica del OIEA en las esferas de la

manipulación, el tratamiento y el almacenamiento de desechos de actividad baja e intermedia. Los expertos que visiten los países en desarrollo podrán usarlos como base para proporcionar un enfoque técnico y económico eficaz de solución de los problemas. Apoyo técnico y capacitación

Apoyo Técnico y capacitación

Manuales técnicos. Durante más de tres decenios el OIEA ha venido publicando informes técnicos y documentos sobre seguridad en la gestión de desechos radiactivos. Estos documentos han puesto a disposición de los Estados Miembros material de referencia básico y estudios amplios sobre las tecnologías modernas.

Recientemente se empezó a publicar (sólo en inglés) una nueva colección de documentos técnicos con la finalidad de ayudar a los países que necesitan soluciones sencillas y de bajo costo para resolver los problemas de la gestión de desechos. Esta colección —titulada *Technical Manuals for the Management of Low- and Intermediate-Level Wastes Generated at Small Nuclear Research Centres and by Radioisotope Users in Medicine, Research and Industry*— se concibió para 1) proporcionar orientación sobre la optimización del uso viable de recursos autóctonos; 2) ofrecer procedimientos progresivos para la aplicación eficaz de la tecnología; y 3) formular recomendaciones sobre procedimientos tecnológicos que puedan integrarse en un programa general nacional de gestión de desechos.

Ya se han preparado y publicado nueve manuales de esta colección (sólo en inglés) como documentos técnicos (TECDOC) del OIEA. (*Véase el recuadro de la página 48.*) Cabría determinar e incluir otros temas en el futuro.

Proyectos de asistencia técnica. También se presta apoyo por medio de proyectos de asistencia técnica, los cuales permiten proporcionar conocimientos especializados, tecnología, capacitación individual y equipo para atender necesidades específicas de gestión de desechos. Su objetivo es brindar el apoyo necesario a la adquisición de conocimientos especializados que permitan alcanzar autosuficiencia en la gestión segura de los desechos radiactivos. Desde 1976 el OIEA ha apoyado 60 proyectos de cooperación técnica en materia de gestión de desechos radiactivos en 42 países. Actualmente, 36 países reciben diferentes tipos de asistencia técnica de esta índole por intermedio de más de 40 proyectos. Además, están en marcha cinco proyectos regionales.

La asistencia incluye el suministro de equipo e instalaciones, entre ellos un compactador de desechos sólidos, equipo para la precipitación química y unidades para la cementación de desechos, y diversos dispositivos de vigilancia y medición.

Proyectos tipo. También se está ejecutando un proyecto tipo para mejorar la infraestructura de gestión de desechos en países en desarrollo seleccionados. El proyecto comenzó recientemente e incluye el uso de paquetes estandarizados para mejorar los diferentes componentes de la infraestructura de gestión de desechos.

Capacitación. Numerosos científicos y técnicos han recibido capacitación por conducto de los proyectos de asistencia técnica del OIEA en países que han creado programas para la gestión de desechos. Además, durante los últimos cuatro años se han celebrado nueve cursos regionales de capacitación y tres interregionales que han contado con un total de 300 participantes procedentes de 60 países. Los ejercicios prácticos y las demostraciones técnicas de los cursos incluyeron sesiones sobre precipitación química de desechos líquidos; compactación de desechos sólidos; acondicionamiento de fuentes selladas gastadas; y descontaminación de superficies.

Reuniones internacionales. Las reuniones científicas son otro instrumento para el intercambio de conocimientos técnicos. En octubre de 1994, el OIEA organizó en Beijing, China, un seminario titulado Prácticas y cuestiones relacionadas con la gestión de desechos radiactivos en los países en desarrollo, que fue concebido específicamente para los países en desarrollo y se centró en las prácticas y tecnologías de gestión de desechos procedentes de operaciones no relacionadas con el ciclo del combustible nuclear. El OIEA también presta apoyo financiero a expertos seleccionados de los países en desarrollo, para que participen en conferencias y simposios internacionales auspiciados por organizaciones profesionales y comerciales.

Apoyo a las investigaciones. Aunque el OIEA no realiza por sí mismo investigaciones en la esfera de la gestión de desechos radiactivos, sus programas coordinados de investigación (PCI) las fomentan y

promueven en relación con temas de interés general. En ellas suelen participar los Estados Miembros desarrollados y en desarrollo, por lo que constituyen un excelente foro para la transferencia de tecnología.

En estos momentos, se ejecutan PCI sobre el uso de sorbentes inorgánicos para el tratamiento y acondicionamiento de desechos líquidos, y sobre tecnologías de tratamiento de desechos de actividad baja e intermedia generados en fuentes institucionales, que revisten particular importancia para los países en desarrollo. Los estudios incluyen la adaptación de tecnologías de tratamiento bien establecidas para la gestión de desechos específicos en los diferentes países y para otras condiciones locales.

Conciencia de las responsabilidades

El uso del átomo tiene que estar vinculado a la gestión segura de los desechos radiactivos que se generan en las diversas aplicaciones nucleares. Por eso, un aspecto clave del programa del OIEA es el dirigido a crear en las autoridades nacionales conciencia de sus responsabilidades en lo tocante a planificar, desarrollar y ejecutar eficazmente los programas nacionales de gestión de desechos. Las actividades que se realizan en el marco de este programa están ayudando a crear la infraestructura necesaria y a transferir tecnologías adecuadas.

Para que el OIEA pueda contribuir eficazmente a la gestión segura de los desechos radiactivos es preciso realizar una evaluación constante de las necesidades nacionales para asegurar que los recursos se asignen y las actividades se lleven a cabo de manera equilibrada, a fin de optimizar los beneficios y los resultados. Se trata de un proceso dinámico. En estos momentos se están elaborando nuevos proyectos tipo para mejorar la situación de la gestión de desechos en países seleccionados. Esos proyectos se ejecutarán y evaluarán para determinar si sus componentes ofrecen la combinación correcta de paquetes para la creación de infraestructuras y la transferencia de tecnologías, con el objetivo de que sean aplicables a las necesidades de un amplio número de países.