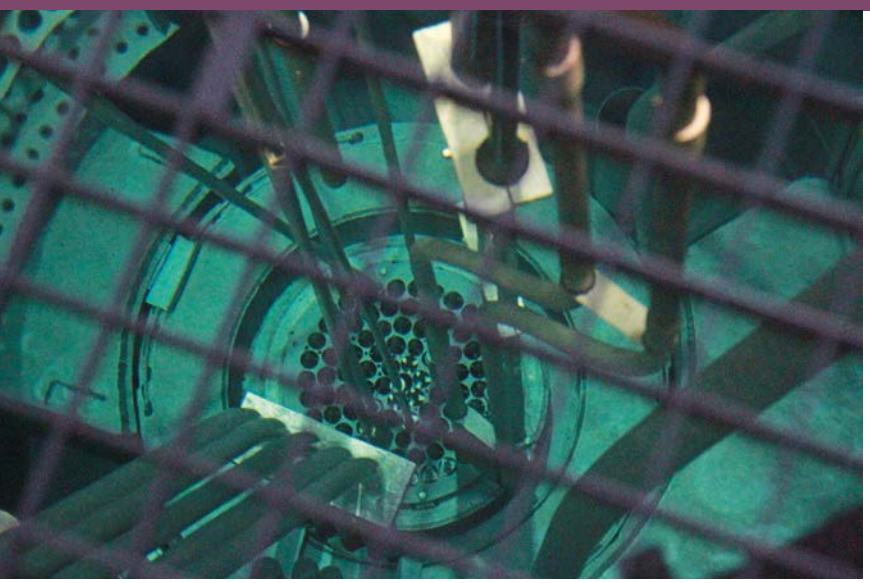
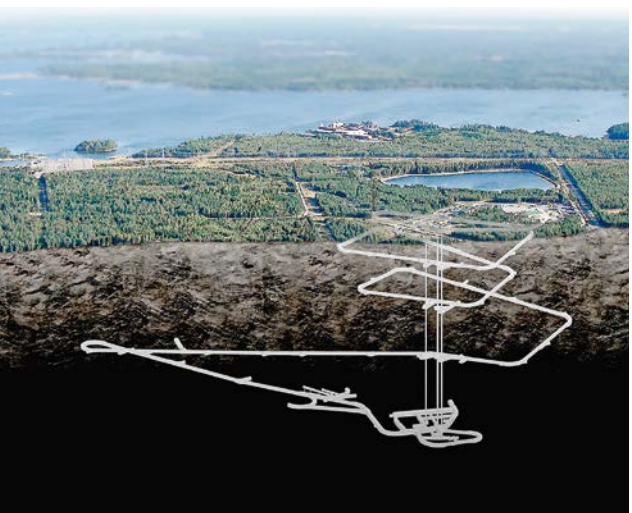
IAEA BULLETIN
Organismo Internacional de Energía Atómica
55–3 / Septiembre 2014 • www.iaea.org/bulletin

Desechos radiactivos: aceptar el reto





EL BOLETÍN DEL OIEA
es elaborado por la
Oficina de Información al Público y Comunicación
Organismo Internacional de energía Atómica
PO Box 100, 1400 Viena (Austria)
Teléfono: (43-1) 2600-21270
Fax: (43-1) 2600-29610
iaeabulletin@iaea.org

Editor: Aabha Dixit
Diseño y producción: Ritu Kenn

EL BOLETÍN DEL OIEA está disponible
› en línea, en el sitio **www.iaea.org/bulletin**
› como aplicación móvil **www.iaea.org/bulletinapp**

Podrá reproducirse libremente parte del material del OIEA contenido en el Boletín del OIEA siempre que se reconozca su fuente. Si en la atribución de un artículo se indica que el autor no es funcionario del OIEA, deberá solicitarse permiso para volver a publicar el material al autor o a la organización de origen, salvo cuando se trate de una reseña.

Las opiniones expresadas en cualesquiera de los artículos firmados que figuran en el Boletín del OIEA no representan necesariamente las del Organismo Internacional de Energía Atómica y el OIEA declina toda responsabilidad por ellas.

Cover:
La tecnología nuclear se utiliza en muchas esferas, como en la salud humana, la agricultura y la producción de electricidad. Para gestionar los desechos radiactivos que generan estas actividades hay disponibles tecnologías de almacenamiento y disposición final.
(Fotografías: OIEA; ANDRA; Posiva Oy; Photodisc)

Léalo en su iPad

IAEA

La misión del Organismo Internacional de Energía Atómica es evitar la propagación de las armas nucleares y ayudar a todos los países, especialmente en el mundo en desarrollo, a sacar provecho de los usos pacíficos y tecnológica y físicamente seguros de la ciencia y la tecnología nucleares.

El OIEA, establecido en 1957 como organización independiente de las Naciones Unidas, es la única organización del sistema de las Naciones Unidas que cuenta con conocimientos especializados en materia de tecnologías nucleares. El OIEA tiene laboratorios especializados de características singulares, que ayudan a transferir conocimientos y competencias técnicas a sus Estados Miembros en esferas tales como la salud humana, la alimentación, los recursos hídricos y el medio ambiente.

El OIEA es también la plataforma mundial para el fortalecimiento de la seguridad física nuclear. El OIEA ha creado la *Colección de Seguridad Física Nuclear*, integrada por publicaciones donde se proporcionan orientaciones sobre seguridad física nuclear aprobadas por consenso internacional. Su labor se centra igualmente en ayudar a minimizar el riesgo de que los materiales nucleares y otros materiales radiactivos caigan en manos de terroristas o de que las instalaciones nucleares sean objeto de actos dolosos.

Las normas de seguridad del OIEA proporcionan un sistema de principios fundamentales de seguridad y reflejan un consenso internacional sobre lo que representa un alto grado de seguridad para proteger a la población y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Estas normas se han elaborado en relación con todos los tipos de instalaciones y actividades nucleares destinadas a fines pacíficos, así como con las medidas protectoras encaminadas a reducir los riesgos radiológicos existentes.

El OIEA también verifica, mediante su sistema de inspecciones, que, conforme a los compromisos que han contraído en virtud del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares y de otros acuerdos de no proliferación, los Estados Miembros utilicen los materiales e instalaciones nucleares para fines pacíficos exclusivamente.

Su labor es multifacética y se lleva a cabo con la participación de una gran variedad de asociados en los planos nacional, regional e internacional. Los programas y presupuestos del OIEA se establecen mediante decisiones de sus órganos rectores: la Junta de Gobernadores, compuesta por 35 miembros, y la Conferencia General, que reúne a todos los Estados Miembros.

El OIEA tiene su sede en el Centro Internacional de Viena. También cuenta con oficinas sobre el terreno y de enlace en Ginebra, Nueva York, Tokio y Toronto. Además, tiene laboratorios científicos en Mónaco, Seibersdorf y Viena. Por otra parte, presta apoyo y proporciona recursos financieros al Centro Internacional de Física Teórica "Abdus Salam", en Trieste (Italia).

ÍNDICE

IAEA Bulletin 55-3-Septiembre 2014

La ciencia y la tecnología al servicio de la gestión segura y sostenible de los desechos radiactivos 2
Yukiya Amano, Director General del OIEA

¿Qué son los desechos radiactivos? 3
OIEA, División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos

Paso a paso: el ciclo completo de gestión de los desechos radiactivos 5
División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos, OIEA

El OIEA promueve la aplicación de normas de seguridad y prácticas óptimas en la gestión de los desechos radiactivos 8
División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos, OIEA

Gestión de los desechos radiactivos previa a la disposición final 10
División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos del OIEA

Consideraciones importantes sobre la cuestión del almacenamiento y la disposición final de los desechos 12
División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos del OIEA

Gestión integral de las fuentes radiactivas selladas en desuso en la región del Mediterráneo 16
Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

Curso interregional de capacitación del OIEA sobre el acondicionamiento de fuentes radiactivas en Montenegro 18
Louise Potterton, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, y Vilmos Friedrich, consultor internacional y conferenciante en el curso interregional de capacitación

El OIEA moviliza a la comunidad internacional en torno a la gestión de los desechos radiactivos 19
OIEA, Departamento de Seguridad Nuclear Tecnológica y Física y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos

El futuro: tecnologías innovadoras para el procesamiento y la disposición final de los desechos radiactivos 22
Alexander V. Bychkov, Jefe del Departamento de Energía Nuclear del OIEA

Aspectos jurídicos de la gestión de desechos radiactivos: instrumentos jurídicos internacionales pertinentes 24
Anthony Wetherall e Isabelle Robin, Oficina de Asuntos Jurídicos del OIEA

Regulación de la gestión de los desechos radiactivos a nivel nacional 26
División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA, y Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

Creación de capacidad en gestión de desechos radiactivos 27
Omar Yusuf, Departamento de Cooperación Técnica del OIEA

LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LA GESTIÓN SEGURA Y SOSTENIBLE DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

La tecnología nuclear reporta enormes beneficios en muchas esferas, como la salud humana, la agricultura y la producción de electricidad. La gestión de los desechos radiactivos generados en actividades de estas y otras esferas suele considerarse un problema. En realidad, las tecnologías de almacenamiento tienen un historial largo y satisfactorio, y también se pueden utilizar tecnologías de disposición final.

Una sólida base científica y tecnológica es un requisito indispensable para la gestión segura y sostenible de los desechos.

Una sólida base científica y tecnológica es un requisito indispensable para la gestión segura y sostenible de los desechos. La tecnología sigue avanzando, y una de las esferas que se están desarrollando es la disposición final geológica de los desechos de actividad alta y del combustible nuclear gastado.

Es preciso que existan marcos reguladores, gubernamentales y jurídicos adecuados.

Pero también es fundamental mantener plenamente informada a la población. No es casualidad que los países en que la seguridad de la tecnología nuclear suscita menos temores entre la población sean aquellos en que existe el mayor grado de apertura y transparencia.

Decidí dedicar el foro científico del OIEA de 2014 a las tecnologías para la gestión de los desechos radiactivos porque quería que los expertos de todo el mundo dispusiesen de una plataforma para examinar los desafíos y las soluciones, y para explicar la tecnología a un público más amplio.

Cada país que emplea tecnología nuclear debe garantizar la gestión y la disposición final de los desechos en condiciones de seguridad. Pero todos ellos pueden sacar gran provecho de las experiencias de los demás. Una de las principales funciones del OIEA es ofrecer un foro para el intercambio de experiencias y de las prácticas óptimas.

Desde el principio el OIEA ha ayudado activamente a los Estados Miembros a gestionar los desechos radiactivos de manera segura para proteger a las personas y al medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante. Formulamos normas y orientaciones de seguridad, publicamos informes técnicos y organizamos cursos de capacitación, talleres y reuniones técnicas para ayudar a los países a ejecutar sus programas de gestión de los desechos radiactivos de forma segura y sostenible.

En el Foro Científico, titulado *Desechos Radiactivos: Aceptar el Reto*, se evaluarán los avances tecnológicos relacionados con la gestión de todo tipo de desechos radiactivos. Se analizarán las soluciones existentes y las tecnologías nuevas, y expertos y organizaciones de prestigio intercambiarán sus conocimientos técnicos sobre la gestión de los desechos.

El presente número del Boletín del OIEA tiene por objeto dar a los lectores una visión clara de los distintos tipos de desechos radiactivos, de las medidas que es necesario aplicar para su gestión y disposición final en condiciones de seguridad y del apoyo que el OIEA ofrece a sus Estados Miembros.

Confío en que les resulte útil e informativo.

Yukiya Amano, Director General del OIEA

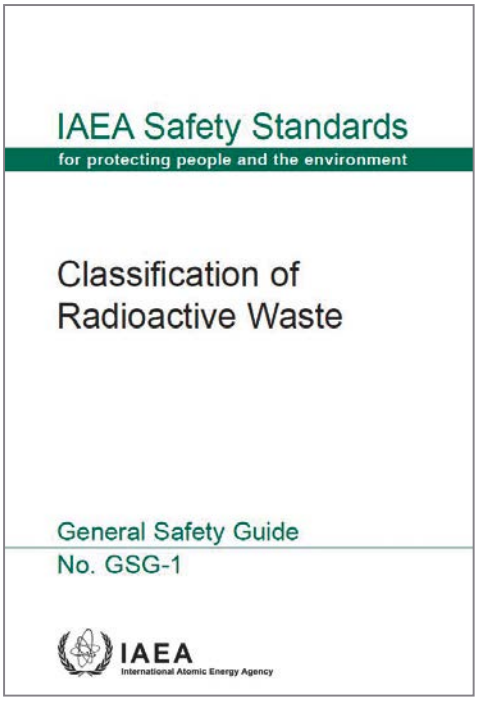
¿QUÉ SON LOS DESECHOS RADIACTIVOS?

La radiación y las sustancias radiactivas pueden encontrarse de forma natural en el medio ambiente o ser de origen artificial. Tienen una serie de aplicaciones beneficiosas, que van desde la producción de energía hasta los usos en la medicina, la industria y la agricultura. Estas actividades producen desechos radiactivos en forma gaseosa, líquida o sólida. Los desechos son radiactivos porque los átomos que contienen son inestables y emiten espontáneamente radiación ionizante en su proceso de transformación hasta que se vuelven estables. Esta radiación ionizante puede tener efectos nocivos. Así pues, para proteger a las personas y el medio ambiente y evitar que los desechos se conviertan en una carga para las generaciones futuras, es importante gestionarlos de forma segura.

La producción de electricidad en las centrales nucleares y las operaciones del ciclo del combustible nuclear, como la fabricación del combustible y otras actividades del ciclo, por ejemplo la extracción y el procesamiento de las menas de uranio y torio, generan desechos radiactivos. En algunos países, el combustible nuclear gastado se considera un desecho radiactivo, ya que no se prevé darle ninguna otra utilización. En otros, es un recurso que se destina al reprocesamiento. Este, a su vez, producirá desechos generadores de calor y muy radiactivos, que suelen acondicionarse en matrices de vidrio, además de otros tipos de desechos radiactivos, como las vainas de metal que se retiran de los elementos combustibles antes del tratamiento.

También se producen desechos radiactivos en una amplia gama de actividades de la industria, la medicina, la investigación y el desarrollo, y la agricultura. La mayor parte de este tipo de desechos consiste en fuentes radiactivas selladas en desuso. Estas fuentes se emplean en distintas aplicaciones; por ejemplo, las fuentes de cobalto de alta actividad se utilizan en el tratamiento del cáncer. Contienen material radiactivo sellado de forma permanente en una cápsula. Las fuentes se consideran desechos radiactivos cuando dejan de utilizarse o cuando ya no son aptas para el uso previsto. Asimismo, se producen desechos radiactivos en las actividades y los procesos en que el material radiactivo natural queda concentrado en el material de desecho. Es el caso, por ejemplo, del uranio empobrecido, un subproducto de la fabricación de combustible, que puede considerarse un desecho cuando no está previsto darle ningún otro uso.

La clausura de las instalaciones nucleares y la restauración de los emplazamientos contaminados también generan desechos radiactivos que hay que gestionar y, en última instancia, someter a alguna forma de disposición final. En estas actividades se emplearán muchas técnicas diferentes para reducir al mínimo el volumen de desechos radiactivos, pero aun así se generan cantidades variables de materiales estructurales como hormigón y elementos metálicos. La restauración de los emplazamientos conduce inevitablemente a la eliminación del suelo contaminado.



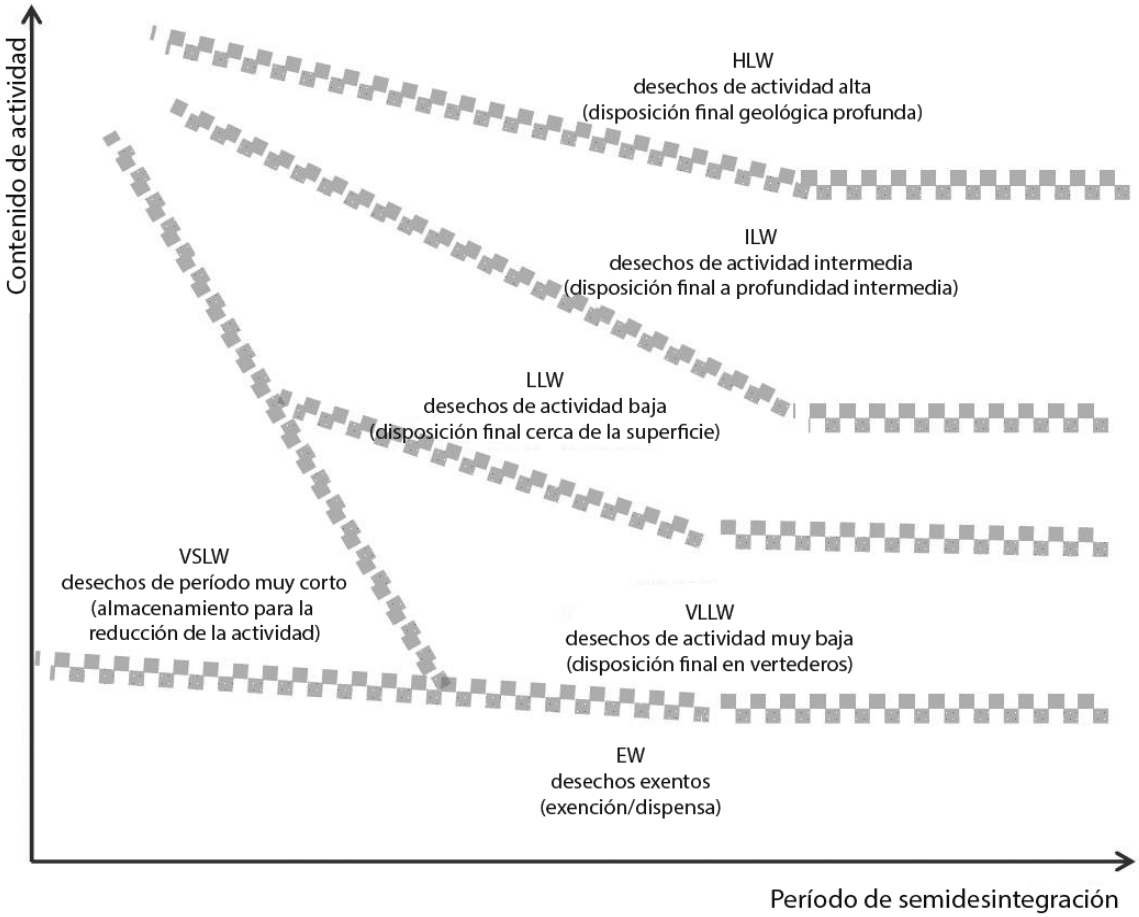
El OIEA elabora normas de seguridad para facilitar la gestión adecuada de los desechos radiactivos. Una de ellas es la guía de seguridad titulada Classification of Radioactive Waste, que contiene normas generales para clasificar los desechos radiactivos.

Los riesgos radiológicos que pueden entrañar los desechos radiactivos para los trabajadores, la población y el medio ambiente deben evaluarse y, de ser necesario, controlarse. Los desechos radiactivos varían no sólo en cuanto a su contenido radiactivo y a la concentración de la actividad, sino también en lo que respecta a sus propiedades físicas y químicas. Una característica común de todos los desechos radiactivos es que pueden representar un peligro para las personas y el medio ambiente. Ese peligro puede ser desde insignificante hasta grave.

Para reducir los riesgos asociados a esos peligros a niveles aceptables, la gestión y las opciones de disposición final de los desechos radiactivos deben tener en cuenta las distintas características y propiedades de esos desechos, y el abanico de peligros posibles. También han de tener en cuenta toda la cadena de manipulación de los desechos radiactivos, desde el punto en que se generan hasta la disposición final. Esto incluye el procesamiento de los flujos de desechos para obtener cuerpos de desechos sólidos y estables, de menor volumen e inmovilizados en la medida de lo posible, y su colocación en contenedores para facilitar el almacenamiento, el transporte y la disposición final. En algunos casos, los desechos radiactivos pueden suponer también una amenaza para la seguridad física, que habrá que tener en cuenta y atenuar adecuadamente como parte de la gestión.

A fin de que la manipulación se haga de forma adecuada, el OIEA elabora normas de seguridad para la gestión de los desechos radiactivos que comprenden guías para clasificar los desechos según sus propiedades físicas, químicas y radiológicas. Estas normas facilitan el empleo de enfoques de gestión adecuados y la selección de repositorios seguros para la disposición final.

Sistema de clasificación de desechos del OIEA , 2009



El OIEA establece normas de seguridad que tienen por objeto facilitar la gestión adecuada de los desechos radiactivos. Entre ellas cabe citar la guía de seguridad titulada *Classification of Radioactive Waste (Colección de Normas de Seguridad* Nº GSG-1), que contiene normas generales para clasificar los desechos radiactivos. Este sistema de clasificación se centra sobre todo en la seguridad a largo plazo, que requiere enfoques adecuados de gestión y disposición final de los distintos tipos de desechos. En ella se definen seis tipos de desechos: desechos exentos (EW), desechos de período muy corto (VSLW), desechos de actividad muy baja (VLLW), desechos de actividad baja (LLW), desechos de actividad intermedia (ILW) y desechos de actividad alta (HLW).

Los desechos de tipo VLLW, LLW, ILW y HLW se gestionan de forma sostenible y segura por medio de la disposición final. En la clasificación se indican las opciones de disposición final que, en principio, son adecuadas para las distintas clases de desechos. Debe demostrarse la idoneidad de la disposición final de un determinado tipo de desecho en un repositorio particular.

OIEA, División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos

PASO A PASO: EL CICLO COMPLETO DE GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

Los desechos radiactivos son un subproducto inevitable del uso de tecnologías nucleares para la producción de electricidad y para la aplicación de prácticas beneficiosas en la medicina, la agricultura, la investigación y la industria.

(Fotografía: Magdalena Ablanedo Alcalá)

Cuando la radiactividad de los desechos supera un determinado umbral, se requieren métodos especiales para su disposición final. Una extensa labor de investigación ha permitido elaborar normas y enfoques para preparar y gestionar de forma segura la disposición final de los desechos radiactivos.

En el proceso de transformación que experimentan desde su generación hasta su disposición final, los desechos radiactivos pasan por varias fases de tratamiento en que se les da una forma estable, segura y manejable, apta para el transporte, el almacenamiento y la disposición final.

El sistema PANDDA™ (Passive Active Neutron Differential Die-Away) de espectroscopia de rayos gamma de alta resolución para el control de los bidones.
(Fotografía: Pajarito Scientific Corporation (Estados Unidos de América))

Cajón de clasificación para la segregación de los desechos
(Fotografía: Dounreay Site Restoration Ltd y Autoridad de Clausura de Instalaciones Nucleares (NDA) del Reino Unido)

2 Caracterización

La caracterización es una técnica que proporciona información sobre las propiedades físicas, químicas y radiológicas de los desechos para determinar los requisitos de seguridad adecuados y las posibles opciones de tratamiento, y para asegurar que se cumplan los criterios de almacenamiento y disposición final aceptados. También se utilizan rayos X y otros métodos tomográficos para detectar o confirmar la presencia de materiales peligrosos o artículos prohibidos.

3 Tratamiento previo

Las actividades de tratamiento previo preparan los desechos para su procesamiento y pueden incluir la clasificación y separación de los diferentes tipos de desechos, así como la reducción de tamaño o trituración para optimizar el tratamiento y la disposición final. Las técnicas de descontaminación reducen el volumen de los desechos que requieren tratamiento, minimizando así los costos de la disposición final.

Supercompactador de bidones de desechos sólidos
(Fotografía: Teollisuuden Voima Oyj (TVO) (Finlandia))

Vainas de combustible de magnox encapsuladas en cemento en Sellafield
(Fotografía: Sellafield Ltd (Reino Unido))

4 Tratamiento

Las actividades de tratamiento se centran en reducir el volumen de los desechos, extraer de ellos determinados radionucleidos y, con frecuencia, modificar su composición física y química. Existen tecnologías para tratar los desechos líquidos y sólidos.

5 Acondicionamiento

En la fase de acondicionamiento se da a los desechos una forma segura, estable y manejable, apta para el transporte, el almacenamiento y la disposición final. Dos formas comunes de acondicionamiento de los desechos consisten en su encapsulamiento o solidificación en cemento, asfalto o vidrio. Las técnicas de acondicionamiento están diseñadas para reducir la tasa de emisión de radionucleidos del bulto de desechos radiactivos al medio ambiente durante la disposición final.

Instalación de almacenamiento a largo plazo para desechos de actividad baja
(Fotografía: Organización Central para los Desechos Radiactivos (COVRA) (Países Bajos))

6 Almacenamiento

Los desechos tratados y sin tratar deben almacenarse de forma segura, inocua y recuperable. Los requisitos del almacenamiento dependen del tipo de desecho de que se trate. El almacenamiento puede ser a corto plazo, mientras se desintegran los componentes radiactivos, o a largo plazo, hasta que los desechos puedan ser transportados en forma segura a un emplazamiento de disposición final adecuado.

Todas las instalaciones de almacenamiento de desechos deben tener un régimen de control de la integridad de los bultos para garantizar la seguridad y protección del medio ambiente.

Disposición final de desechos de actividad baja en la instalación del Centre de l'Aube
(Fotografía: Agencia Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos (Andra) (Francia))

Exploración subterránea para demostrar la viabilidad de la disposición final geológica profunda de desechos de actividad alta
(Fotografía: Posiva Oy (Finlandia))

7 Disposición final

La opción adecuada para la disposición final y el grado de aislamiento y contención requerido dependen de las propiedades de los desechos y del período de tiempo durante el cual seguirán siendo radiactivos.

La idoneidad de un determinado tipo de desecho para su disposición final en una instalación particular debe demostrarse mediante la justificación de la seguridad y la evaluación de la seguridad complementaria.

Texto: División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos, OIEA

EL OIEA PROMUEVE LA APLICACIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD Y PRÁCTICAS ÓPTIMAS EN LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

Al facilitar los usos pacíficos de la energía nuclear en todo el mundo, el OIEA promueve la consecución de un alto grado de seguridad en esos usos. El Estatuto del OIEA autoriza al Organismo a establecer o aprobar normas de seguridad con el fin de proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y los bienes, y a velar por la aplicación de esas normas. El Estatuto también confiere al OIEA el mandato de fomentar el intercambio de información científica y técnica para facilitar los usos pacíficos de la energía atómica.

Con ese fin, el OIEA elabora normas de seguridad sobre diferentes temas, entre ellos, el de la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos. Esas normas, publicadas en su *Colección de Normas de Seguridad*, reflejan el consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a la población de los efectos nocivos de la radiación ionizante y para proteger el medio ambiente.

El OIEA publica asimismo la Colección de Energía Nuclear, que tiene por objeto promover las prácticas óptimas en los usos pacíficos de la tecnología nuclear y, en particular, en la gestión de los desechos radiactivos. Estas dos colecciones se complementan mutuamente.

Colección de Normas de Seguridad del OIEA

La Colección de Normas de Seguridad del OIEA contiene los principios, requisitos y medidas de seguridad fundamentales para controlar la exposición de las personas a la radiación y las emisiones radiactivas al medio ambiente. Las normas se refieren a la prevención de los incidentes que pudieran conducir a la pérdida de control del núcleo de un reactor, de una reacción nuclear en cadena, de una fuente radiactiva o de cualquier otra fuente de radiación, y a las formas de mitigar las consecuencias de esos sucesos, si se llegasen a producir. Las normas de seguridad se aplican a las instalaciones y actividades que generan riesgos radiológicos, como las instalaciones nucleares, los usos de la radiación y de los materiales radiactivos, el transporte de esos materiales y la gestión de los desechos radiactivos. Las normas se dividen en tres categorías:

Las **Nociones Fundamentales de Seguridad (Principios Fundamentales de Seguridad)** presentan los objetivos y principios de seguridad fundamentales y los conceptos de protección y seguridad, y constituyen la base de los Requisitos de Seguridad.

Los **Requisitos de Seguridad** establecen las condiciones que se han de cumplir para garantizar la protección de la población y el medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro. Los requisitos se rigen por los objetivos y principios establecidos en las Nociones Fundamentales de Seguridad. Los requisitos son de cumplimiento obligatorio; si no se cumplen, deben adoptarse medidas para alcanzar o restablecer el grado de seguridad requerido.

Las **Guías de Seguridad** contienen recomendaciones y orientaciones sobre las formas de cumplir los requisitos de seguridad. Las Guías presentan las buenas prácticas internacionales y, en medida creciente, reflejan las prácticas óptimas, para ayudar a los usuarios a alcanzar niveles elevados de seguridad.

Las normas de seguridad del OIEA constituyen la base de los servicios de examen de la seguridad que el Organismo ofrece a los Estados Miembros. Además, el OIEA utiliza las normas para respaldar la creación de competencias, incluida la formulación de planes de estudios y cursos de capacitación.

El Estatuto del OIEA obliga al Organismo a cumplir esas normas de seguridad en sus operaciones, y exige también que los Estados Miembros respeten esas normas en las operaciones que realizan con la asistencia del OIEA. Las normas de seguridad del OIEA ayudan asimismo a los Estados a cumplir las obligaciones contraídas en virtud de convenciones internacionales que establecen requisitos vinculantes para las partes contratantes.

Colección de Energía Nuclear del OIEA

La Colección de Energía Nuclear del OIEA ofrece orientación e información sobre la energía nuclear, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de los desechos radiactivos y la clausura de las instalaciones, incluidos los aspectos generales que guardan relación con todos esos temas. La información proporcionada en esta colección se basa en los conocimientos especializados de los representantes de los Estados Miembros que participan en los grupos de trabajo técnicos. La colección tiene por objeto prestar asistencia a los Estados Miembros que planifican o ponen en marcha actividades nucleares, y está estructurada de la siguiente forma:

En la publicación **Principios básicos de la energía nuclear** se describe el fundamento y la visión de los usos pacíficos de la energía nuclear.

Los **Objetivos de la Colección de Energía Nuclear** explican las expectativas que se han de cumplir en las distintas esferas y en las diferentes etapas de la aplicación.

Las **Guías de la Colección de Energía Nuclear** ofrecen orientación de alto nivel sobre las formas de alcanzar los distintos objetivos relacionados con los usos pacíficos de la energía nuclear.

Los **Informes Técnicos de la Colección de Energía Nuclear** proporcionan información adicional y más detallada que complementa los temas tratados en otras publicaciones de la Colección de Energía Nuclear del OIEA.

La Colección de Energía Nuclear del OIEA ayuda también a los Estados Miembros en la labor de investigación y desarrollo, así como en las aplicaciones prácticas de la energía nuclear con fines pacíficos. Para ello publica ejemplos prácticos y enseñanzas que pueden ser de utilidad, entre otros, a las empresas de servicios públicos, los propietarios y explotadores de instalaciones, las organizaciones que prestan apoyo técnico, los investigadores y los funcionarios gubernamentales.

Las colecciones del OIEA como elementos de un todo

Estas dos colecciones del OIEA forman parte de un marco internacional de instrumentos jurídicos, normas y orientaciones internacionales, requisitos nacionales y normas de la industria que, en su conjunto, ofrecen un sistema completo de información para una gestión eficaz de la energía nuclear y de los desechos radiactivos que proteja a la población contra los efectos nocivos de la radiación ionizante y que proteja también el medio ambiente.

Entre los instrumentos jurídicos relacionados con la gestión de los desechos radiactivos destaca la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (la Convención Conjunta). Esta Convención es el único instrumento internacional que vincula jurídicamente a las Partes Contratantes en lo que respecta a la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos. El OIEA es el depositario de la Convención Conjunta y le presta servicios de secretaría científica. Los objetivos de la Convención son los siguientes:

i) lograr y mantener en todo el mundo un alto grado de seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos mediante la mejora de las medidas nacionales y de la cooperación internacional, incluida, cuando proceda, la cooperación técnica relacionada con la seguridad;

ii) asegurar que en todas las etapas de la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos haya defensas eficaces contra los posibles riesgos a fin de proteger a las personas, a la sociedad y al medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante, de manera que se satisfagan las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades;

iii) prevenir los accidentes con consecuencias radiológicas y mitigar esas consecuencias en caso de que se produzcan durante cualquier etapa de la gestión del combustible gastado o de los desechos radiactivos.

División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos, OIEA

GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS PREVIA A LA DISPOSICIÓN FINAL

El reconocimiento de la importancia de la gestión segura de los desechos radiactivos se traduce en que, a lo largo de los años, se han ido desarrollando técnicas bien establecidas y eficaces y la industria nuclear y los gobiernos han ido adquiriendo considerable experiencia en esa esfera.

La reducción de los desechos al mínimo es un principio fundamental en el que se basa el diseño y el funcionamiento de todas las operaciones nucleares, junto con la reutilización y el reciclaje de los desechos. Para los desechos radiactivos que pese a todo vayan a generarse, es indispensable que exista un plan bien definido (denominado vía para el tratamiento de desechos) a fin de asegurar la gestión segura y, en última instancia, la disposición final segura de los desechos radiactivos, y garantizar así la utilización a largo plazo y sostenible de las tecnologías nucleares.

La política de gestión de desechos nucleares y la reglamentación nacional del Estado influirán en su elección de la opción de tratamiento, pero la estrategia general es concentrar y contener los desechos radiactivos y aislarlos de las personas y el medio ambiente. Para poner en práctica esta estrategia, la entidad generadora de los desechos (el explotador de una central nuclear, una compañía minera, una instalación médica, etc.) precisa llevar a cabo algunas actividades de disposición final previa que podrían incluir la caracterización, el tratamiento previo, el tratamiento, el acondicionamiento y el almacenamiento.

Todas estas actividades las lleva a cabo personal capacitado siguiendo directrices estándares de protección radiológica y seguridad tecnológica y física. El OIEA ha establecido una rigurosa reglamentación para la gestión de los desechos radiactivos con objeto de asegurar que todas las operaciones cumplan estrictas normas de seguridad tecnológica y física.

Antes de elegir una estrategia o una tecnología de gestión de desechos, es imprescindible conocer y entender el origen de los desechos y la tasa de generación de desechos, así como las cantidades y características de estos. Ello permitirá seleccionar una estrategia de tratamiento adecuada que asegure que el cuerpo del desecho final sea compatible con la vía de disposición recuperable elegida.

Una vez entendidas las características es necesario transformar los desechos para que adquieran una forma adecuada para la disposición final. La primera etapa es la preparación de los desechos para su tratamiento. Éste puede incluir segregación (para separar los artículos contaminados de los no contaminados), reducción de tamaño o ajuste de las propiedades químicas (como el pH) para facilitar el procesamiento ulterior.

En las actividades previas al tratamiento también se podría emplear un proceso de descontaminación, por el cual se eliminan los radionucleidos de la superficie de edificios o componentes utilizando medios físicos (p. ej., limpieza con chorro de arena) o químicos (p. ej., lavado con una solución especial capaz de eliminar los radionucleidos de las superficies selectivamente).

Los desechos radiactivos suelen depositarse en bidones de 200 litros.

(Fotografía: Advanced Mixed Waste Treatment Project, Departamento de Energía (EE.UU.))

Mediante la supercompactación de alta fuerza, un bidón de 200 litros puede ser reducido a una altura inferior a 10 cm.

(Fotografía: Dounreay Site Restoration Ltd y Autoridad de Clausura de Instalaciones Nucleares (Reino Unido))

La vitrificación es una opción práctica y eficaz para acondicionar desechos radiactivos y desechos químicos peligrosos.

(Fotografías: Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste (EE.UU.))

Las técnicas de descontaminación son especialmente útiles cuando la contaminación radiactiva está distribuida de manera irregular en un área de gran superficie, como suelos o tuberías, porque la aplicación de estas técnicas reduce sustancialmente el volumen de los desechos que requerirán tratamiento.

Una vez preparados convenientemente los desechos, el siguiente paso es el tratamiento. En general, los procesos de tratamiento tienden a reducir el volumen de desechos radiactivos para aumentar la seguridad o a reducir el costo de las otras fases de la gestión, como el almacenamiento o la disposición final.

El tratamiento normalmente da como resultado la producción de dos corrientes: una corriente de pequeño volumen que contiene la mayoría de los radionucleidos y que volverá a ser acondicionada para su almacenamiento y disposición final, y una corriente descontaminada de mayor volumen que será descargada o sometida a disposición final como desechos no radiactivos.

Hay diversas técnicas de procesamiento aplicables al tratamiento de desechos que pueden utilizarse en función de la naturaleza de los desechos y los requisitos con respecto al cuerpo del desecho del emplazamiento de disposición final elegido.

La incineración de desechos sólidos y la evaporación de desechos líquidos son dos ejemplos comunes. La incineración reduce el volumen de los desechos sólidos mediante la concentración de la radiactividad en un volumen pequeño de ceniza, mientras que la evaporación de los desechos líquidos da como resultado un volumen pequeño de concentrado líquido radiactivo. En un paso de acondicionamiento posterior, se procesan la ceniza o el concentrado líquido para convertirlos de modo que adquieran una forma en la que la radiactividad esté efectivamente inmovilizada. Este paso se denomina acondicionamiento.

El acondicionamiento reduce el riesgo asociado a los desechos y los prepara para su posterior manipulación, transporte, almacenamiento y disposición final. Las más de las veces esto se consigue mezclando los desechos con cemento en polvo y agua y dejando fraguar la mezcla en un contenedor adecuado para obtener un bloque sólido.

Otras técnicas de acondicionamiento son, por ejemplo, la inmovilización de los radionucleidos en vidrio, asfalto, un polímero o una matriz mineral. Todas estas técnicas tienen el efecto de reducir la posible migración de radionucleidos al medio ambiente o su dispersión en él. El producto final de este procesamiento es un paquete de desechos radiactivos, que es un contenedor con desechos inmovilizados en su interior.

División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos del OIEA

CONSIDERACIONES IMPORTANTES SOBRE LA CUESTIÓN DEL ALMACENAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS

Instalación de almacenamiento HABOG, Organización Central para los Desechos Radiactivos (COVRA), Países Bajos

(Fotografía: COVRA (Países Bajos))

Cuando la gente habla de la adopción de la tecnología nuclear y el uso de material radiactivo, una de las cuestiones más polémicas es su disposición final definitiva.

El periodo de tiempo necesario para que los desechos radiactivos y el combustible nuclear gastado declarado como desecho dejen de suponer un peligro potencial para la salud humana o el medio ambiente presenta variaciones considerables. Puede oscilar desde unos cuantos meses o años para algunos tipos de desechos radiactivos hasta varios milenios para los desechos de actividad alta y cientos de miles de años para el combustible gastado, de modo que los gobiernos y los ciudadanos tienen una preocupación legítima por la seguridad a corto y a largo plazo.

La seguridad a largo plazo se consigue por medio de la disposición final, y hasta que se cuente con la instalación adecuada, es el almacenamiento el que garantiza una gestión inocua. Si bien se han aplicado o se están elaborando soluciones seguras y sostenibles en todo el mundo, nunca basta con limitarse a reproducir la misma solución en otro lugar. Hay que evaluar la seguridad tecnológica en el caso de cada instalación, y la autoridad competente tiene que examinar una solicitud de licencia fundamentada en una justificación de la seguridad. Este procedimiento garantiza que se tengan plenamente en cuenta las legítimas preocupaciones de gobiernos y ciudadanos, y que se vele por la protección de la población y del medio ambiente. La concesión de la licencia para un repositorio suele ser un proceso muy prolongado, por lo que es necesario a corto plazo almacenar de modo seguro los desechos en espera de su disposición final.

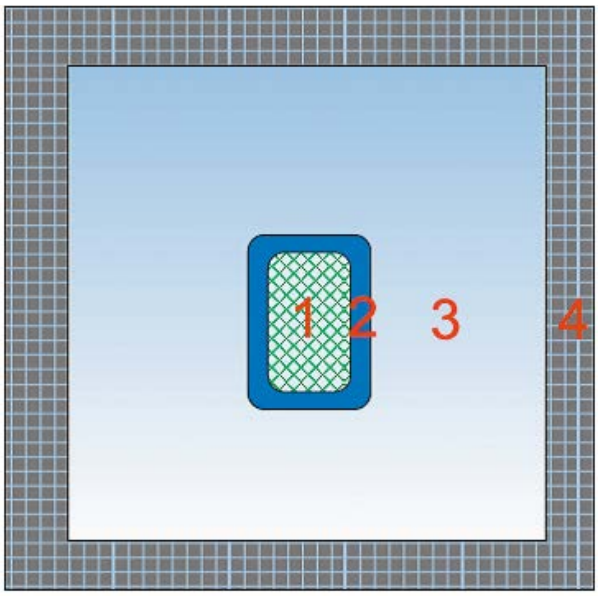
Almacenamiento de desechos

El almacenamiento puede ser necesario en cualquier fase del proceso de gestión de desechos y puede tener varias finalidades, por ejemplo, permitir el decaimiento de los radionucleidos de periodo corto, la disipación del calor o que pase tiempo para que se acumulen desechos suficientes para un procesamiento eficiente, o bien adoptar medidas para la contención de los desechos y su aislamiento hasta que se cuente con la vía adecuada para la disposición final.

El almacenamiento se define como la colocación de fuentes radiactivas, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su contención, con la intención de recuperarlos. Así pues, el almacenamiento es por definición una medida provisional.

Para contar con un almacenamiento fiable, recuperable, verificable y seguro, que garantice la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente, se precisa un sistema de almacenamiento que consta de dos componentes primarios: el bulto de desechos y la propia instalación. Estos dos componentes guardan una estrecha relación entre sí, ya que las propiedades y el comportamiento de cada uno influyen mucho en el diseño del otro. Ambos deben ser tratados adecuadamente para asegurarse de que el sistema cumple los requisitos necesarios en materia de seguridad tecnológica y de reglamentación. La figura que aparece a continuación presenta una ilustración esquemática del sistema de almacenamiento.

Representación esquemática de un sistema de almacenamiento



Almacenamiento de desechos embalados - capas de protección física y medioambiental

1. El cuerpo de desecho acondicionado constituye la barrera primaria.

2. El contenedor de desechos es la barrera secundaria.

3. El control del entorno es importante para mantener la integridad del cuerpo de desecho y del contenedor.

4. La estructura del almacén es la capa final de protección del bulto de desechos frente a la meteorología/la atmósfera y es también un elemento importante de la seguridad física de los desechos.

Imagen: Industry Guidance, noviembre de 2012: Almacenamiento provisional de bultos de desechos de actividad más alta - enfoque integrado, Autoridad de Clausura de Instalaciones Nucleares (NDA), Reino Unido

El bulto de desechos consta del cuerpo y el contenedor. El cuerpo de desechos preferible es un producto sólido estable, que puede producirse por medio de una técnica adecuada de acondicionamiento, como el hormigonado o la vitrificación. El contenedor garantiza la contención segura de los materiales radiactivos para el periodo de almacenamiento necesario y para la disposición final, y ha de comprender elementos para la manipulación y el apilamiento en el almacén. En la ilustración de la derecha pueden verse algunos contenedores que se usan habitualmente.

La instalación de almacenamiento proporciona un entorno en el que los bultos de desechos no se degradan durante el periodo de almacenamiento y permanecen seguros hasta su recuperación y traslado a la instalación de disposición final. El tipo de edificio que sirve de almacén y su disposición interior guardan relación, por consiguiente, con el tipo y la clasificación de los desechos almacenados.

Los desechos de actividad baja, almacenados por lo común en bidones de acero de 200 l o contenedores de metal, que probablemente se envíen en breve a la disposición final, requieren unas disposiciones sencillas para su almacenamiento, ya que no hace falta blindaje. La estructura adecuada puede ser un edificio de tipo industrial apto para proteger del clima local, con una capa firme de hormigón y puertas de acceso para vehículos y personal, junto con medios de monitorización e inspección; también puede ser necesario controlar la humedad.

El almacenamiento de desechos vitrificados de actividad alta y período largo o del combustible nuclear gastado precisa una instalación minuciosamente diseñada y muy tecnificada que ofrezca manipulación a distancia, blindaje, refrigeración y un entorno seguro para el periodo de almacenamiento requerido. Una instalación así ha de ofrecer también seguridad física suficiente y, en el caso del combustible nuclear gastado, salvaguardar el material fisible.

En estos últimos años, sobre todo por falta de instalaciones autorizadas de disposición final, algunos países están considerando el almacenamiento a largo plazo (por ejemplo, hasta 100 años) como una medida de atenuación de los riesgos si se produjeran demoras en la disponibilidad de una

Desde arriba a la izquierda: bidón de acero de 200 litros, cajas de hormigón y contenedores de acero inoxidable para desechos de actividad alta (HLW)

(Fotos desde arriba a la izquierda: OIEA; Magnox Limited, Reino Unido; y Sellafield Ltd (Reino Unido))

Zanja para la disposición final de desechos de actividad muy baja en la instalación de disposición final del CIRES (Francia)

(Fotografía: Agencia Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos (Andra) (Francia))

instalación para la disposición final definitiva. El almacenamiento a tan largo plazo conlleva algunas medidas adicionales para garantizar un control y una protección constantemente satisfactorios de los bultos de desechos y de la propia instalación, y para demostrar, aun teniendo en cuenta el envejecimiento de los materiales y de la estructura, que la seguridad tecnológica y física de la instalación está asegurada durante todo el periodo previsto, así como la concesión de la licencia correspondiente.

La instalación HABOG en los Países Bajos es un ejemplo de moderna instalación de almacenamiento a largo plazo de desechos vitrificados de actividad alta procedentes del reprocesamiento y combustible gastado de reactores de investigación. Incluso en este ejemplo, solo cabe considerar el almacenamiento como una solución temporal, aplicada con la intención y la necesidad de recuperar en su día los desechos para su gestión ulterior. La disposición final es la única solución permanente para los desechos radiactivos que puede proporcionar una seguridad pasiva a largo plazo.

Disposición final de desechos

Para la disposición final existen diferentes soluciones, que en términos generales pueden clasificarse en:

- Instalaciones de disposición final cerca de la superficie, adecuadas para los desechos de actividad baja y muy baja, y
- repositorios geológicos, adecuados para los desechos de actividad alta e intermedia y el combustible nuclear gastado declarado como desecho.

Los desechos de actividad muy baja y baja presentan un riesgo potencial durante periodos no superiores a unos pocos siglos y pueden depositarse de modo seguro en una instalación cerca de la superficie. Existen en todo el mundo unas 140 instalaciones de este tipo, que han resultado satisfactorias y funcionan o incluso algunas han sido ya cerradas. Para los desechos de actividad muy baja, las zanjas superficiales de tipo vertedero con un sistema limitado de barrera resultan soluciones eficientes de disposición final. Las soluciones para los desechos de actividad baja se basan en una combinación de las propiedades del emplazamiento y barreras artificiales, como revestimientos estancos, cámaras acorazadas de hormigón y cubiertas con elementos alternados de impermeabilidad y desviación del agua para proporcionar la necesaria protección.

Los desechos de actividad intermedia y alta y el combustible gastado declarado como desecho pueden presentar riesgo durante períodos superiores a cientos de miles de años, de modo que requieren una disposición final en un medio geológico estable, capaz de garantizar la seguridad a largo plazo sin intervención humana durante varios miles de años (por lo que respecta a los desechos de actividad intermedia) o varios cientos de miles (en el caso de los de actividad alta y el combustible gastado).

La disposición final de los desechos de actividad intermedia y alta está comprobada, y funcionan en todo el mundo varios repositorios geológicos para este tipo de desechos.

Unos cuantos países (Suecia, Finlandia y Francia) están muy adelantados en el desarrollo de instalaciones geológicas de disposición final para desechos de actividad alta, comprendido el combustible gastado, y se espera que esas instalaciones se encuentren operacionales en 2025.

Pese a estos éxitos, la ejecución de las estrategias de disposición final sigue representando una de las mayores dificultades actuales en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos en numerosos Estados Miembros.

Desde el punto de vista técnico y de la seguridad, la disposición final geológica es viable. Se ha descubierto que distintos tipos de roca huésped son adecuados para la disposición final geológica segura, y se han elaborado justificaciones de la seguridad para la disposición final en roca cristalina (por ejemplo, en Finlandia, Suecia), en roca sedimentaria (esto es, arcilla — por ejemplo, en Francia) y en evaporitas (por ejemplo, de sal — en Alemania).

Inicialmente se evalúa la idoneidad de un emplazamiento, analizando, por ejemplo, el riesgo de actividad sísmica o volcánica o si la existencia de recursos naturales impide la creación de un repositorio geológico. Al ir avanzando la investigación, el emplazamiento se caracteriza hasta llegar a una fase en la que las características y los procesos naturales principales se entienden con seguridad, en particular por lo que respecta a su contribución a contener y aislar los radionucleidos presentes en los desechos y el combustible gastado y, por consiguiente, a la seguridad a largo plazo.

Además de estas propiedades naturales de un emplazamiento, también se analizan y se tienen en cuenta elementos artificiales, como el cuerpo del desecho, el bulto de desechos y todos los materiales de sellado y precintos que puedan colocarse y que contribuyen también a la contención y, por ende, a la seguridad a largo plazo. Los desechos son procesados para convertirlos en cuerpos que limitan la emisión a largo plazo (por ejemplo, de una matriz de vidrio en el caso de los desechos de actividad alta). Además, se acondicionan en bultos para la disposición final que impiden todo contacto con el agua durante períodos predeterminados (por ejemplo, varios cientos de miles de años por lo que respecta a los contenedores de cobre en el diseño de los repositorios geológicos suecos y finlandeses).

División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos del OIEA

Parte superior: Instalación de disposición final geológica SFR para desechos de centrales nucleares operacionales en Suecia

(Fotografía: Compañía Sueca de Gestión del Combustible y los Desechos Nucleares (Suecia))

Abajo: Formación receptora de repositorio geológico profundo del inventario finlandés de combustible nuclear gastado

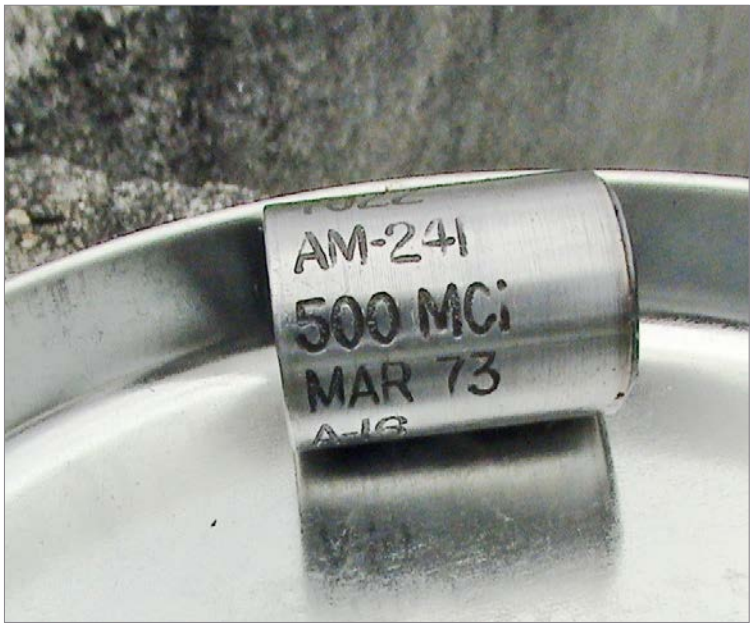
(Fotografía: Posiva Oy (Finlandia))

GESTIÓN INTEGRAL DE LAS FUENTES RADIACTIVAS SEL

1 Algunos países de la región del Mediterráneo carecen de instalaciones adecuadas para la gestión o la disposición final de desechos radiactivos tales como las fuentes radiactivas en desuso en condiciones de seguridad. Las fuentes radiactivas en desuso podrían extraviarse, o ser sustraídas o abandonadas, y quedar así fuera del control reglamentario.

2 Esta pérdida de control de las fuentes en desuso supone un riesgo importante para las personas y el medio ambiente.

3 En respuesta a una solicitud de los países de la región del Mediterráneo, el Departamento de Cooperación Técnica del OIEA está ayudando a esos países a hacer frente a este problema, y a reducir el riesgo de daños, por medio de un proyecto cuatrienal que comenzó en 2012. El proyecto cuenta también con el apoyo de la Comisión Europea, España y los Estados Unidos de América, que han aportado conocimientos técnicos y fondos.



4 Las fuentes radiactivas selladas, o "fuentes selladas", son materiales radiactivos que han sido aislados/sellados en cápsulas metálicas como esta. Esas fuentes se utilizan en muchos ámbitos, por ejemplo en el diagnóstico y el tratamiento médicos, el control de procesos industriales y la esterilización de alimentos y de productos médicos.

LADAS EN DESUSO EN LA REGIÓN DEL MEDITERRÁNEO

5 Las fuentes radiactivas que han dejado de utilizarse siguen siendo nocivas debido a que emiten radiación. De ahí que uno de los pasos más importantes en el esfuerzo por eliminar los peligros radiológicos para la población sea encontrar soluciones para una gestión de las fuentes en desuso que garantice la seguridad tecnológica y física a largo plazo.

6 Mediante talleres, capacitación individual y demostraciones con fuentes reales, el proyecto de cooperación técnica interregional del OIEA ha ayudado a 15 países del Mediterráneo a elaborar y aplicar estrategias de control de las fuentes selladas que van desde la distribución hasta la disposición final, pasando por la instalación, el uso, y la puesta fuera de servicio, sin olvidar el almacenamiento y el transporte. Esto se denomina gestión integral.

7 El proyecto aborda también los aspectos reglamentarios y gubernamentales de la gestión de las fuentes, al ayudar a los países a formular políticas, reglamentos y orientaciones nacionales acordes con las normas de seguridad del OIEA y a garantizar la seguridad nuclear y radiológica global.

8 Cuando concluya, en 2016, el proyecto habrá contribuido a fortalecer el control de las fuentes radiactivas selladas en desuso en las costas del Mediterráneo, protegiendo así a la población y el medio ambiente.

Texto: Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA
Fotografías: Mohamed Maalami, Centro Nacional de Energía, Ciencias y Tecnologías Nucleares (CNESTEN), Marruecos

El proyecto INT/9/176, titulado "Fortalecimiento del control de las fuentes radiactivas durante toda su vida útil en la región del Mediterráneo", se lleva a cabo con financiación de la Unión Europea y el OIEA.

CURSO INTERREGIONAL DE CAPACITACIÓN DEL OIEA SOBRE EL ACONDICIONAMIENTO DE FUENTES RADIACTIVAS EN MONTENEGRO

1 Del 24 al 26 de junio de 2014 se celebró en Podgorica (Montenegro) un curso interregional de capacitación en el que se presentó a 26 participantes de 15 países una visión global de las opciones para la gestión segura de las fuentes radiactivas selladas en desuso de las categorías 3 a 5. Entre los temas examinados figuraban el ciclo de vida de las fuentes, la categorización y los procedimientos técnicos para el acondicionamiento.

2 El segundo día del curso los participantes presenciaron una verdadera operación de acondicionamiento llevada a cabo en la instalación nacional de almacenamiento de desechos de Montenegro, donde se almacenan los dispositivos con fuentes radiactivas selladas en desuso procedentes de todo el país, a la espera de su gestión ulterior.

3 En la instalación, expertos croatas en gestión de desechos radiactivos contratados por el OIEA demostraron el proceso de acondicionamiento ante los asistentes, que trabajaban en los programas de gestión de desechos radiactivos de sus respectivos países.

4 El curso de capacitación ofreció también a los participantes la ocasión de plantear preguntas a los expertos y de intercambiar experiencias. El OIEA organiza regularmente este tipo de cursos en sus Estados Miembros, por conducto de su programa de cooperación técnica.

Fotografías y texto: Louise Potterton, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, y Vilmos Friedrich, consultor internacional y conferenciante en el curso interregional de capacitación

EL OIEA MOVILIZA A LA COMUNIDAD INTERNACIONAL EN TORNO A LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

La gestión segura de los desechos radiactivos para proteger a la población y el medio ambiente se considera importante desde hace ya mucho tiempo, y se ha adquirido una experiencia considerable en la definición de los objetivos, el establecimiento de normas de seguridad y el desarrollo de tecnologías y de mecanismos para determinar las prácticas óptimas con vistas al cumplimiento de los requisitos de seguridad. Este aspecto reviste un interés fundamental para la industria nuclear mundial y para el uso creciente de la energía nuclear.

Las normas de seguridad del OIEA reflejan el consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a la población de los efectos nocivos de la radiación ionizante y para proteger también el medio ambiente. Este consenso permite determinar y poner de relieve las cuestiones de seguridad que suscitan preocupación general y ayuda a proporcionar a los Estados Miembros una base acordada para la aplicación armonizada de las normas.

Las normas de seguridad se elaboran aunando los conocimientos especializados y la experiencia de las organizaciones de los Estados Miembros. Este proceso forma parte de la colaboración internacional que mantiene el OIEA con el fin de establecer "normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y los bienes", de conformidad con lo dispuesto en su Estatuto.

Para garantizar la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, la comunidad nuclear internacional cuenta con un marco de seguridad nuclear mundial compuesto por varios elementos, que incluyen el fortalecimiento de la seguridad nuclear, la facilitación de la aplicación mundial de las normas de seguridad, y la puesta en práctica de instrumentos internacionales tales como convenciones y códigos de conducta.

En 1995, el OIEA estableció cuatro comités sobre normas de seguridad dedicados a temas específicos y la Comisión sobre Normas de Seguridad, que supervisan la elaboración de las normas e intercambian experiencias para reforzar el marco de seguridad nuclear mundial.

Comités sobre normas de seguridad

El Comité sobre Normas de Seguridad de los Desechos (WASSC), uno de los cuatro comités mencionados, es un órgano consultivo internacional de carácter permanente compuesto por expertos de alto nivel en los distintos aspectos de la seguridad de los desechos. Este Comité examina y aprueba las propuestas referentes a la elaboración de normas que se publicarán en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* y, cuando se le solicita, formula observaciones sobre las propuestas pertinentes relativas a la preparación de publicaciones de la Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA.

Las normas de seguridad del OIEA reflejan el consenso internacional sobre lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas de los efectos nocivos de la radiación ionizante y para proteger también el medio ambiente.

El WASSC se encarga de examinar y aprobar los proyectos de normas sobre seguridad de los desechos que se presentan a los Estados Miembros para que formulen sus observaciones antes de que se apruebe su publicación. La seguridad de los desechos se trata en un amplio conjunto de normas de seguridad internacionalmente acordadas, que se han establecido con la activa participación de los Estados Miembros y bajo la supervisión del WASSC y de los otros comités pertinentes, que también asesoran sobre la orientación y la asistencia que se han de prestar a los Estados Miembros para la aplicación de esas normas.

La Comisión sobre Normas de Seguridad, un órgano permanente integrado por altos funcionarios gubernamentales, refrenda los textos de las Nociones Fundamentales de Seguridad y los Requisitos de Seguridad antes de que se presenten a la aprobación de la Junta de Gobernadores, y asesora también sobre la idoneidad de las Guías de Seguridad, que se publican bajo la autoridad del Director General del OIEA.

Con la asistencia de la Comisión, el OIEA trabaja para promover la aceptación y utilización mundial de sus normas de seguridad. De conformidad con el mandato del OIEA, la Comisión ayuda a articular una visión de la aplicación futura de las normas, políticas y estrategias de seguridad, y de las correspondientes funciones y responsabilidades.

El Comité Técnico Internacional sobre Desechos Radiactivos, un grupo de trabajo de expertos internacionales de alto nivel, asesora al OIEA sobre las actividades y directivas del programa de gestión de los desechos radiactivos y presta apoyo en su ejecución. El Comité elabora y examina algunas publicaciones de la Colección de Energía Nuclear del OIEA, determina las lagunas y asesora sobre la preparación de nuevas publicaciones correspondientes a su ámbito de responsabilidad.

Los participantes en un taller de capacitación organizado por el OIEA en Varsovia (Polonia) en noviembre de 2012 examinan un estudio monográfico relativo a la intervención de los distintos interesados en la disposición final de los desechos radiactivos
(Fotografía: A. Izumo, OIEA)

Las redes de cooperación en el ámbito nuclear

El OIEA es el centro mundial para la cooperación en el ámbito nuclear. Desde 2001, ha abogado en favor del concepto y el uso de redes profesionales (comunidades de práctica) para promover las prácticas óptimas en la gestión de los conocimientos nucleares, la aplicación de la tecnología nuclear, la gestión de los desechos radiactivos, la clausura y la restauración ambiental. Las comunidades de práctica tienen la finalidad de mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las prácticas e instalaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología nucleares, y de servir de foro internacional para el aprendizaje y el aumento de la competencia en la gestión de los conocimientos nucleares, así como para la creación de redes de educación en la materia. El OIEA ha elaborado instrumentos y servicios para mejorar el intercambio de los conocimientos existentes y el acceso a ellos por los científicos y expertos del ámbito nuclear.

En la actualidad, cinco redes de ese tipo trabajan en esferas de especialización concretas relacionadas con la energía nuclear.

1. Red de Gestión y Restauración del Medio Ambiente (ENVIRONET)

El objetivo de ENVIRONET es mejorar la aplicación de medidas de restauración, así como la protección de la población y del medio ambiente y la vigilancia de los emplazamientos. La base de esta red se ha establecido en la última década, con el desarrollo de varios métodos de restauración para el saneamiento ambiental de los emplazamientos contaminados con elementos radiactivos.

2. Red Internacional de Clausura (IDN)

La IDN tiene por objeto reunir las iniciativas relacionadas con la clausura que existen dentro y fuera del OIEA para aumentar la cooperación y coordinación entre ellas. Esta red fue puesta en marcha en 2007 con el fin de brindar un foro permanente para el intercambio de experiencias prácticas en la clausura de instalaciones entre los Estados Miembros, en respuesta a las necesidades expresadas en la Conferencia Internacional sobre las Enseñanzas Extraídas de la Clausura de Instalaciones Nucleares y la Cesación de Actividades Nucleares en Condiciones de Seguridad, celebrada en Atenas (Grecia) en 2006.

3. Red Internacional de Laboratorios para la Caracterización de Desechos Nucleares (LABONET)

LABONET es una red de centros de laboratorio que tiene por objetivo mejorar el intercambio de la experiencia internacional en la aplicación de prácticas de probado valor y de calidad garantizada para la caracterización de desechos y bultos de desechos radiactivos de actividad baja e intermedia, y facilitar la reducción de los riesgos y la restauración del patrimonio ambiental.

4. Red Internacional sobre Disposición Final de Desechos de Actividad Baja (DISPONET)

DISPONET reúne a los responsables de la planificación, el desarrollo y la explotación de instalaciones de disposición final que desean mejorar las prácticas y los enfoques internacionales para la gestión de los desechos de actividad baja.

5. Red de Instalaciones Subterráneas de Investigación (Red URF)

La Red URF ofrece una plataforma para el aprendizaje sobre la disposición final geológica de los desechos radiactivos. Bajo los auspicios del OIEA, diversos Estados Miembros están ofreciendo sus instalaciones subterráneas de investigación y los laboratorios conexos que se ocupan de la disposición final geológica de los desechos radiactivos para actividades de capacitación y demostración sobre las tecnologías de disposición final.

Estas redes dedicadas a los diferentes aspectos de la gestión de los desechos radiactivos reportan beneficios a los Estados Miembros. Les brindan un foro para el intercambio y la difusión de información y mejoran también la cooperación entre los expertos de programas avanzados y menos avanzados. Ese intercambio permite al OIEA ayudar a los Estados Miembros que solicitan asistencia en relación con la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos.

Proyectos internacionales que examinan la aplicación y el uso de las normas de seguridad de los desechos

El OIEA ha desarrollado proyectos de intercomparación y armonización que examinan la aplicación y el uso de sus normas de seguridad de los desechos, con vistas a mejorar su eficacia y a armonizar los métodos para la gestión de los desechos radiactivos en condiciones de seguridad.

Proyecto Internacional para la demostración de la seguridad operacional y a largo plazo de las instalaciones de disposición final geológica de desechos radiactivos (GEOSAF Parte II)

Este proyecto ofrece un foro para intercambiar ideas y experiencias relativas a la elaboración y el examen de la justificación de la seguridad — definida como el conjunto de argumentos que demuestran la seguridad de las instalaciones y actividades — respecto de las instalaciones de disposición final geológica. También tiene por objeto proporcionar una plataforma para el intercambio de conocimientos. En vista del aumento de los países que están considerando la posibilidad de iniciar un programa nucleoeléctrico, así como de los países que tienen esos programas y que están procurando definir políticas y estrategias nacionales que abarquen todos los elementos del ciclo del combustible, esa plataforma se considera no solo pertinente, sino también apropiada. Además, es necesario mantener las bases de conocimientos ya existentes.

El proyecto inicial (2008-2011) se centró en la elaboración por el explotador, y el examen por los reguladores, de la justificación de la seguridad de las instalaciones de disposición final geológica, concepto que ha adquirido recientemente una importancia considerable en el ámbito de la gestión de desechos y que se aborda en varias normas sobre la seguridad de los desechos.

La parte II del proyecto GEOSAF se inició en 2012, con el objetivo de llegar a un entendimiento común y de avanzar en la armonización de los puntos de vista y las expectativas respecto de la seguridad de la fase operacional de la disposición final geológica y de la seguridad después del cierre.

Ilustración y utilización prácticas del concepto de la justificación de la seguridad en la gestión de la disposición final cerca de la superficie (PRISM)

El proyecto PRISM se centra en la naturaleza y el uso de la justificación de la seguridad durante la vida útil de una instalación de disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie. El objetivo de este proyecto es compartir las experiencias y los conocimientos especializados con respecto a la facilitación de las buenas prácticas en la disposición final segura de los desechos radiactivos.

Este proyecto ofrece orientación sobre la demostración de la seguridad, mediante la elaboración de una justificación de la seguridad, para la adopción de decisiones, como parte del proceso de concesión de licencias, acerca del desarrollo de instalaciones de disposición final cerca de la superficie. En la subsiguiente Aplicación del proyecto de ilustración y utilización prácticas del concepto de la justificación de la seguridad en la gestión de la disposición final cerca de la superficie (PRISMA), se elaborará un modelo de justificación de la seguridad basado en los instrumentos y la metodología establecidos en el marco del proyecto.

Proyecto Internacional sobre intrusión humana en el contexto de la disposición final de desechos radiactivos (HIDRA)

HIDRA es un proyecto de dos años de duración que comenzó en 2012. Su objetivo es ofrecer orientación sobre las formas de tener en cuenta los aspectos de la posible intrusión humana en la demostración de la seguridad de las instalaciones de disposición final de desechos radiactivos. Los resultados del proyecto contribuirán, como parte del desarrollo de instalaciones de disposición final de desechos radiactivos, a optimizar los criterios para la selección del emplazamiento, el diseño y la aceptación de desechos.

El OIEA organiza y administra redes y grupos de trabajo internacionales con el fin de prestar asistencia a los Estados Miembros en la utilización y aplicación de las normas de seguridad, las orientaciones técnicas y las prácticas óptimas para la gestión segura de todos los tipos de desecho radiactivo. Esa asistencia se complementa con otros instrumentos, como las misiones de examen por homólogos, los seminarios y talleres, y las actividades de educación y capacitación.

OIEA, Departamento de Seguridad Nuclear Tecnológica y Física y División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos

EL FUTURO: TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA EL PROCESAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS

Unos ciclos seguros, resistentes a la proliferación y económicamente eficientes del combustible nuclear, que reduzcan al mínimo la generación de desechos y los efectos en el medio ambiente, son esenciales para conseguir la sostenibilidad de la energía nuclear. La tecnología y los enfoques innovadores podría reducir considerablemente la radiotoxicidad o el peligro que suponen las sustancias radiactivas para los seres humanos, así como los desechos producidos. Reducir el volumen de estos, la carga térmica y el periodo durante el cual los desechos han de permanecer aislados de la biosfera simplificarán en gran medida los conceptos de su disposición final.

El reciclaje y la reutilización reducen al mínimo el volumen de los desechos. Este concepto, junto con un uso óptimo de los recursos naturales, constituye la base del "ciclo cerrado del combustible", en el que las partes reutilizables del combustible gastado se reciclan y no se consideran como desecho.

El combustible nuclear gastado puede procesarse para separarlo y/o convertir los elementos radiactivos de periodo largo en formas de periodo más corto y menos peligrosas. Este proceso, que se conoce como "separación y transmutación", da lugar a un volumen menor de desechos, con mucha menos radiotoxicidad.

El reciclaje y la reutilización reducen al mínimo el volumen de los desechos. Este concepto, junto con un uso óptimo de los recursos naturales, constituye la base del "ciclo cerrado del combustible", en el que se reciclan las partes reutilizables del combustible gastado y no se consideran como desecho.

Separación y transmutación

El combustible nuclear gastado descargado de un reactor nuclear es sumamente radiotóxico debido a tres grupos de elementos que contiene: actínidos principales, que son el uranio y el plutonio; actínidos menores, a saber el neptunio, el americio y el curio; y productos de fisión. A causa de los actínidos de periodo largo y los productos de fisión, que generan calor, el combustible gastado se considera desecho de actividad alta y ha de ser contenido y aislado de la biosfera en un repositorio geológico profundo durante cientos de miles de años.

Los actínidos de periodo largo son los que más contribuyen a la radiotoxicidad a largo plazo. Los productos de fisión, aunque generan calor, son de periodo corto y únicamente contribuyen a la radiotoxicidad durante los primeros 100 años.

En el proceso de separación y transmutación, el plutonio y los actínidos menores se extraen del combustible gastado mediante separación química. A la extracción sigue la transmutación, en la que los elementos transuránicos (neptunio, plutonio, americio y curio) se destruyen por fisión en un reactor nuclear especialmente diseñado. Gracias al método de separación y transmutación es posible mejorar la eficiencia de la gestión de los desechos radiactivos, ya que la disminución de su volumen permite modelos de gestión más rentables.

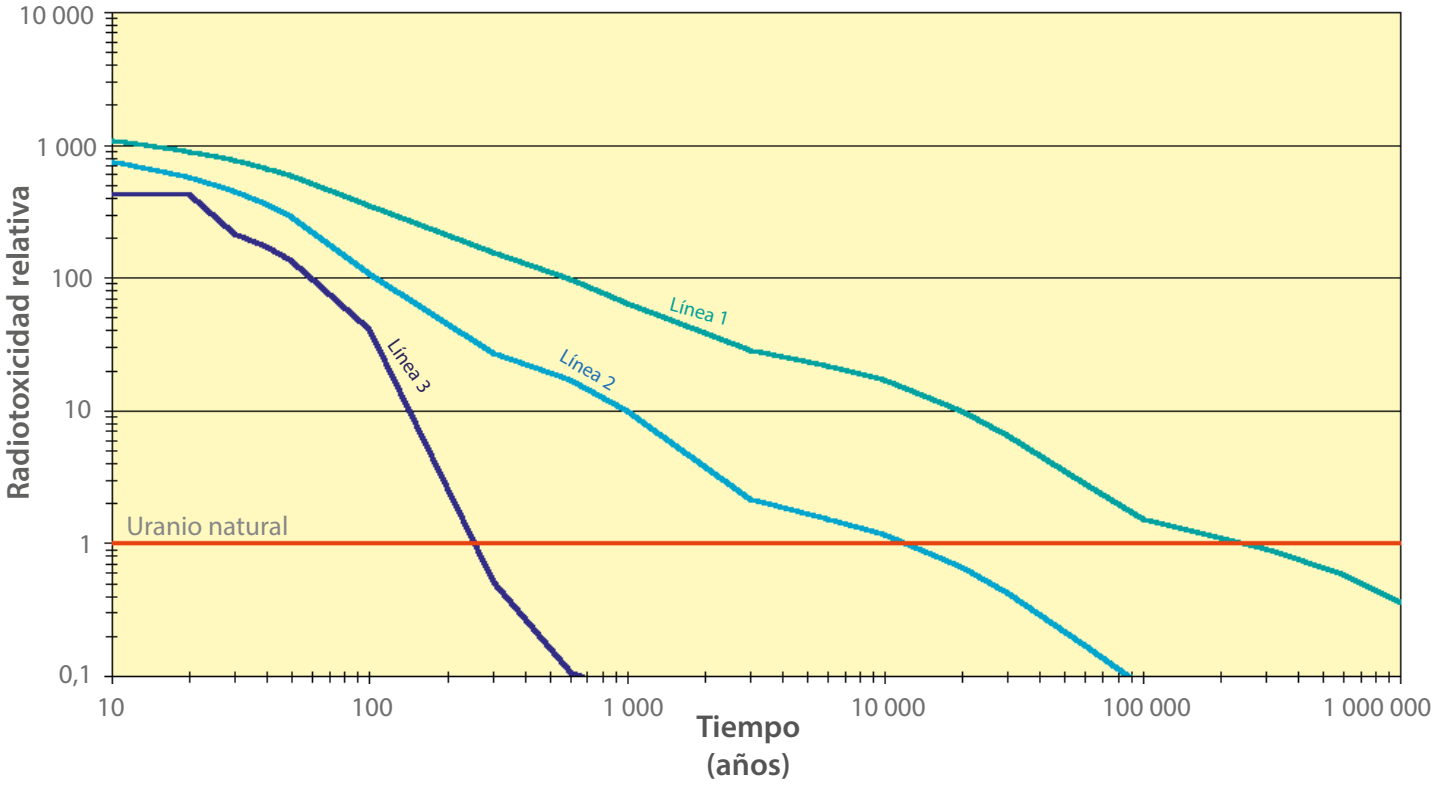
Los sistemas de neutrones rápidos son en la actualidad la tecnología de transmutación más estudiada para destruir los elementos de actínidos de periodo largo. Es posible efectuar la transmutación en otros reactores, como los reactores de agua a presión, pero en ellos la fisión es menos eficiente.

Otra ventaja es que cuando se usan reactores rápidos en combinación con nuevas tecnologías del ciclo del combustible es posible reciclar los actínidos principales y menores sin necesidad de proceder a una purificación extrema, como se hace en las centrales de reprocesamiento que existen en la Federación de Rusia, Francia, la India y el Japón. Este sistema es muy resistente a la proliferación, ya que no es necesario separar el plutonio de los demás actínidos. En la actualidad se está desarrollando y demostrando en la Federación de Rusia , la India y la Unión Europea la combinación de reactores rápidos (o la utilización del espectro de neutrones rápidos) con el piroprocesamiento avanzado del combustible gastado.

El reciclaje de los actínidos en reactores rápidos permite una reducción considerable del volumen de los desechos, la carga térmica y el tiempo necesario para que desciendan los niveles de radiotoxicidad al del mineral de uranio natural que se emplea para el combustible de los reactores de agua ligera. La investigación y desarrollo (I+D) actuales demuestran que es técnicamente posible generar desechos radiactivos que, tras su disposición final, decaerán a esos niveles naturales en un plazo de 300 a 400 años, en lugar de los 250 000 años que han de transcurrir si se procede directamente a la disposición

Radiotoxicidad de los desechos nucleares

a lo largo del tiempo para distintos ciclos del combustible



Línea 1: Los desechos de combustible gastado en disposición final directa contienen Pu + MA + FP

Línea 2: Los desechos del reciclaje de plutonio contienen AM + PF

Línea: Los desechos del reciclaje de Pu + AM contienen PF

PF = productos de fisión AM = actínidos menores Pu = plutonio

La tecnología de neutrones rápidos puede reducir la radiotoxicidad de los desechos al nivel del uranio natural en unos 400 años en vez de cientos de miles de años.

final del combustible gastado. O, simplemente, el desarrollo de una central nuclear moderna reduciría drásticamente la carga de desechos para las generaciones futuras.

Se trata, no obstante, de una tarea compleja, y es necesario perfeccionar las tecnologías de reprocesamiento y reciclaje: mejorar la eficiencia de la separación de los actínidos, reducir el volumen de los desechos secundarios y evitar los problemas de proliferación. Los estudios del OIEA en la esfera del desarrollo de reactores rápidos y ciclos del combustible innovadores demuestran que estos problemas se pueden resolver y que la industria nuclear podría llegar a un ciclo nuevo, más sostenible, del combustible.

Hay también esfuerzos importantes por parte de la I+D centrados en el uso de torio en lugar de uranio y en una mayor utilización de familias de reactores con un mayor quemado de combustible, como los reactores de alta temperatura refrigerados con gas y los reactores de sales fundidas. El objetivo que persiguen esos esfuerzos es reducir las cantidades de elementos transuránicos, produciendo a la vez la misma cantidad de electricidad.

Alexander V. Bychkov, Director General Adjunto, Jefe del Departamento de Energía Nuclear del OIEA

ASPECTOS JURÍDICOS DE LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS: INSTRUMENTOS JURÍDICOS INTERNACIONALES PERTINENTES*

La utilización responsable de la tecnología nuclear requiere una gestión segura e inocua para el medio ambiente de los desechos radiactivos, para los cuales los países han de contar con estrictas medidas técnicas, administrativas y jurídicas.

Los aspectos jurídicos de la gestión de desechos radiactivos se encuentran en una gran variedad de instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes y no vinculantes. El panorama general que presenta este artículo se centra en los más importantes, en particular los relacionados con la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad física, las salvaguardias y la responsabilidad civil por daños nucleares. También se mencionan algunos instrumentos regionales pertinentes relativos a cuestiones ambientales, sobre todo en lo que se refiere a evaluaciones ambientales estratégicas, evaluaciones del impacto ambiental (EIA), el acceso del público a la información y la participación en la adopción de decisiones, y el acceso a la justicia.

Los aspectos jurídicos de la gestión de desechos radiactivos se encuentran en una gran variedad de instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes y no vinculantes. El panorama general que presenta este artículo se centra en los más importantes, en particular los relacionados con la seguridad tecnológica nuclear, la seguridad física, las salvaguardias y la responsabilidad civil por daños nucleares.

En la esfera de la gestión de desechos radiactivos, el tratado más pertinente es la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (Convención Conjunta). Esta convención es aplicable a la seguridad de la gestión de los desechos radiactivos cuando estos proceden de aplicaciones civiles, comprendidos las fuentes selladas en desuso, la extracción de uranio, los desechos del tratamiento de minerales y las descargas de actividades reglamentadas. Por ejemplo, según la Convención Conjunta, las Partes Contratantes que participen en el movimiento transfronterizo de desechos radiactivos han de adoptar las medidas apropiadas para garantizar que ese movimiento se lleva a cabo de manera coherente con sus disposiciones y otros instrumentos internacionales vinculantes pertinentes. Hay que señalar también que los desechos radiactivos procedentes del funcionamiento de las centrales nucleares están cubiertos tanto por la Convención Conjunta como por la Convención de 1994 sobre Seguridad Nuclear.

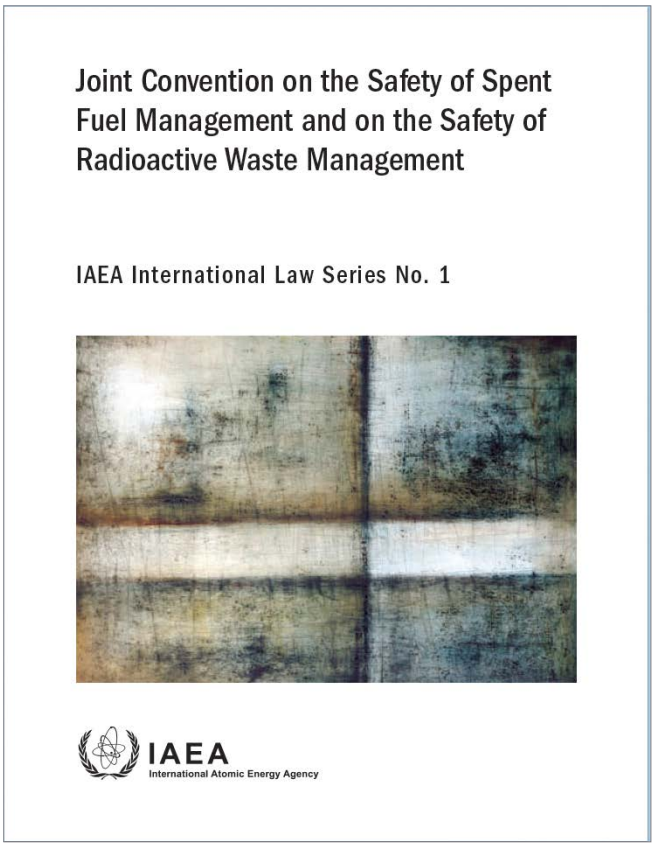
En la esfera de la seguridad nuclear, las disposiciones del Código de Conducta del OIEA sobre la seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas son también pertinentes por lo que se refiere a las fuentes radiactivas selladas en desuso que se gestionan como desechos radiactivos.

Como fundamento de estos instrumentos jurídicos están las normas de seguridad del OIEA, en particular las Nociones Fundamentales de Seguridad, así como los requisitos y las guías de seguridad que versan sobre el marco gubernamental, jurídico y regulador; la disposición final de desechos radiactivos; el transporte seguro de los desechos radiactivos; y el control de las fuentes huérfanas y otras materiales radiactivos en las industrias de reciclaje y producción de metal.

En materia de seguridad física nuclear, la Convención de 1980 sobre la protección física de los materiales nucleares (CPFMN), modificada en 2005, versa sobre la protección física de los materiales nucleares (comprendidos los desechos radiactivos) utilizados con fines pacíficos mientras se encuentran en transporte internacional y en su utilización, almacenamiento y transporte internos. La CPFMN es el único instrumento jurídicamente vinculante a escala internacional en lo que respecta a la protección física de los materiales nucleares.

Además, las salvaguardias del OIEA en el marco de los acuerdos de salvaguardias amplias (ASA) se aplican a todos los materiales nucleares** dentro del territorio de los Estados que tienen un ASA en vigor, bajo su jurisdicción o transportados a cualquier lugar bajo su control. Están comprendidos aquí los materiales nucleares contenidos en los desechos retenidos con la finalidad exclusiva de verificar que ese material no se desvía para fabricar armas nucleares u otros dispositivos nucleares explosivos. Además, en virtud de protocolos adicionales concertados por Estados con ASA, el OIEA verifica la información proporcionada por ellos en cuanto al lugar o el procesamiento ulterior de los desechos de

*Conviene referirse también al artículo titulado *Régimen jurídico internacional en expansión: Protección ambiental y gestión de desechos radiactivos* por Wolfram Tonhauser (Jefe, Sección de Derecho Nuclear y de los Tratados del OIEA, Oficina de Asuntos Jurídicos del OIEA) y Gordon Linsley (ex Jefe, Sección de Seguridad de los Desechos del OIEA), artículo publicado en el volumen 42, número 3, 2000, del Boletín del OIEA.



actividad intermedia o alta que contienen plutonio, uranio muy enriquecido o uranio 233.

Por lo que respecta a la responsabilidad nuclear, los instrumentos jurídicos internacionales son la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, el Protocolo de enmienda de 1997 de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares y la Convención de 1997 sobre indemnización suplementaria por daños nucleares. Estos instrumentos brindan la base para la indemnización a terceras partes por daños nucleares provocados por un incidente nuclear durante el transporte de desechos radiactivos o un incidente en una instalación nuclear, por ejemplo, una instalación de almacenamiento de desechos radiactivos, un reactor en régimen de parada, una instalación en proceso de clausura o una instalación de disposición final de desechos radiactivos.

Por último, revisten particular importancia para las instalaciones diseñadas para el procesamiento, el almacenamiento y la disposición final de los desechos radiactivos, los instrumentos regionales relativos a cuestiones ambientales. Estos tratados, aprobados bajo los auspicios de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), se refieren a las evaluaciones del impacto ambiental (EIA), las evaluaciones ambientales estratégicas, el acceso del público a la información, la participación pública en la adopción de decisiones y el acceso público a la justicia. Son el Convenio de 1991 sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo (Convenio de Espoo), el Protocolo de 2003 de Evaluación Ambiental Estratégica y la Convención de 1998 sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales (Convención de Aarhus).

Por lo que respecta a la responsabilidad nuclear, los instrumentos jurídicos internacionales son la Convención de Viena de 1963 sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, el Protocolo de enmienda de 1997 de la Convención de Viena sobre Responsabilidad Civil por Daños Nucleares y la Convención de 1997 sobre indemnización suplementaria por daños nucleares.

Anthony Christian Wetherall e Isabelle Robin,Oficina de Asuntos Jurídicos del OIEA

**Los materiales nucleares sometidos a salvaguardias en virtud de acuerdos de salvaguardias amplias son uranio, plutonio y torio.

REGULACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIACTIVOS A NIVEL NACIONAL

Los gobiernos nacionales y locales formulan y aplican normas para el transporte, tratamiento, almacenamiento y disposición final seguros de los desechos radiactivos y para su clasificación. Esas normas tienen por objeto proteger a la población y el medio ambiente, y proporcionar un marco jurídico y regulador que permita planificar la gestión de los desechos radiactivos y llevarla a cabo de manera segura.

Los reglamentos sobre los desechos radiactivos establecen también "quién" es responsable de "qué" en cada fase del proceso de gestión, y definen el proceso óptimo de adopción de decisiones en las diferentes etapas del ciclo de vida de la instalación que contiene los desechos, con inclusión del desarrollo, la explotación y el cierre o la clausura.

Los reglamentos, creados y aplicados por una entidad gubernamental nacional o local independiente, establecen también las formas en que la instalación está autorizada a obtener financiación, el modo en que ha de contratar a su personal, la manera y el grado en que pueden participar partes externas, los lugares en que pueden construirse las instalaciones y las medidas que deben adoptarse para proteger a sus trabajadores.

La función del OIEA consiste principalmente en ofrecer asesoramiento y orientación cuando se le solicita.

Muchos de los 162 Estados Miembros del OIEA utilizan las normas de seguridad del Organismo sobre los desechos radiactivos como modelo para crear sus propios reglamentos jurídicamente vinculantes. Esas normas son revisadas por expertos y se basan en las prácticas óptimas a nivel mundial.

Los reglamentos sobre la gestión de los desechos radiactivos difieren de un país a otro, en función de la estructura jurídica nacional de cada Estado Miembro y de la complejidad y el alcance de sus instalaciones, actividades e inventarios de desechos radiactivos. Por ejemplo, los reglamentos sobre la gestión de los desechos radiactivos de los países con programas amplios que incluyen el ciclo del combustible y reactores serán diferentes de los de aquellos que solo tienen inventarios limitados de fuentes radiactivas en desuso.

División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA, y Sasha Henriques, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA

CREACIÓN DE CAPACIDAD EN GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

El programa de Cooperación Técnica (CT) del OIEA, como mecanismo principal de prestación de servicios del Organismo, tiene una participación muy considerable en el apoyo a la gestión de los desechos radiactivos en el mundo, contribuyendo a difundir información sobre el tema y capacitando a personal en el tratamiento adecuado y la disposición final de los desechos radiactivos. El programa de CT apoya la elaboración de políticas y estrategias, la evaluación y la mejora (en caso necesario) de las instalaciones existentes, y la puesta en marcha de nuevas instalaciones de gestión, en particular para la disposición final cerca de la superficie. El programa contribuye también a desarrollar la competencia en materia de disposición final geológica para los Estados Miembros que explotan centrales nucleares. En este artículo se presentan unos cuantos ejemplos para ilustrar el alcance del programa.

Centro de Almacenamiento de Desechos de Tanzanía

(Foto: Comisión de Energía Atómica de Tanzanía)

En África, las principales dificultades que afrontan los Estados Miembros en materia de desechos radiactivos guardan relación con la falta de una infraestructura nacional adecuada y de personal debidamente capacitado. Por medio del programa de CT, el OIEA ayuda a los Estados Miembros africanos a mejorar sus capacidades en la gestión de desechos radiactivos y a adquirir experiencia por conducto de programas amplios y adaptados de creación de capacidad que apoyan la transferencia de conocimientos y tecnología.

Por ejemplo, la Comisión de Energía Atómica de Tanzanía explota una instalación central de gestión de desechos radiactivos que se creó con la ayuda del programa de CT del OIEA. Las fuentes radiactivas en desuso se recogen en diversos lugares de todo el país y se depositan en la instalación para su almacenamiento seguro a largo plazo. La República Unida de Tanzanía ha recibido también asistencia sobre los aspectos técnicos y relacionados con la seguridad tecnológica del almacenamiento provisional de desechos radiactivos, la gestión, la monitorización, el control y la manipulación. Gracias a ello se han instaurado medidas de control de la exposición del público, junto con una estrategia de gestión de los desechos radiactivos y un marco jurídico nacional para estos. En la actualidad, los desechos radiactivos de todo tipo se gestionan en la República Unida de Tanzanía adecuadamente, empleando para ello la tecnología apropiada y de conformidad con las normas internacionales de seguridad.

La República Unida de Tanzanía está participando también actualmente en un proyecto regional de CT para mejorar la infraestructura de la gestión de desechos en África. Entre otros temas, este proyecto se centra en mejorar el inventario de fuentes radiactivas, su gestión integral y la aplicación de tecnologías de gestión de desechos y restauración en las industrias de material radiactivo natural (NORM).

En Asia y el Pacífico, más de 90 expertos procedentes de 22 Estados Miembros están participando en otro proyecto regional de CT para establecer una infraestructura de gestión de los desechos radiactivos. El proyecto se centra en el diseño modular de instalaciones de procesamiento y almacenamiento para pequeños volúmenes de desechos radiactivos de actividad baja e intermedia, comprendidas las fuentes radiactivas selladas en desuso, por medio del concepto del OIEA de disposición final en pozos barrenados y la gestión integral de fuentes, y la gestión de desechos de NORM.

La gestión de desechos radiactivos se rige por políticas y estrategias nacionales para las que

El programa de cooperación técnica del OIEA proporciona a los Estados Miembros habilidades y capacidades para la gestión de desechos radiactivos. Se presentan aquí unas estadísticas de la ayuda prestada en el decenio pasado.

Proyectos de cooperación técnica	122
Becarios	130
Visitantes científicos	397
Participantes no locales en cursos de capacitación	740
Participantes en reuniones	1567

también el OIEA presta un apoyo importante. En el marco del mismo proyecto, Bangladesh, Omán, Tailandia y Viet Nam han recibido apoyo en la formulación de políticas y estrategias nacionales para la gestión de desechos radiactivos y fuentes en desuso. Indonesia ha recibido ayuda para la caracterización de desechos radiactivos sólidos y la selección de opciones de disposición final de desechos radiactivos y fuentes selladas en desuso. Se ha ayudado a la República Islámica del Irán a evaluar su inventario y sus capacidades nacionales, y a formular un plan de acción para la gestión de las fuentes selladas en desuso.

Las interacciones entre países con niveles distintos de experiencia en la ciencia y la tecnología nucleares respaldan unas mejores prácticas de gestión de los desechos.

Un ejemplo procedente de Europa es la ayuda prestada por conducto del programa de CT en la evaluación de la política y la estrategia de Rumania para la gestión de los desechos radiactivos, que comprendía una revisión de documentos y el asesoramiento sobre las directrices del OIEA, las mejores prácticas internacionales y orientaciones reglamentarias sobre gestión de materiales radiactivos. Este proyecto ha facilitado el diálogo nacional y fortalecido en gran medida la capacidad de la Agencia Nuclear y de Desechos Radiactivos de Rumania para tratar los problemas de gestión del combustible nuclear y los desechos radiactivos.

Por último, en América Latina, algunos proyectos regionales han reforzado la infraestructura nacional y los marcos reguladores para el control de la exposición del público y la gestión segura de los desechos radiactivos en la región. Los países han recibido asistencia para crear políticas nacionales de gestión de los desechos radiactivos de conformidad con recomendaciones internacionales, y se impartió capacitación para el personal responsable de las actividades de reglamentación y para los gestores de desechos radiactivos.

Las interacciones entre países con niveles distintos de experiencia en la ciencia y la tecnología nucleares respaldan unas mejores prácticas de gestión de los desechos. El OIEA ha establecido varias redes de conocimiento en diferentes esferas de la gestión de los desechos radiactivos. La Red de Gestión y Restauración del Medio Ambiente contiene documentos relacionados con la restauración ambiental, en tanto que la Red Internacional sobre Disposición Final de Desechos ofrece información sobre la disposición final de desechos cerca de la superficie, y la Red Internacional de Laboratorios para la Caracterización de Desechos Nucleares presta ayuda para una caracterización precisa y de calidad del inventario de radionucleidos, que es esencial para las decisiones relacionadas con las opciones de gestión de desechos. Estas redes representan un foro para el intercambio y la difusión de la información entre los Estados Miembros del OIEA, fortaleciendo su capacidad para gestionar de modo seguro todos los desechos radiactivos.

Omar Yusuf, Departamento de Cooperación Técnica del OIEA

COLABORADORES

Yukiya Amano

Gerard Bruno

Alexander V. Bychkov

Eleanor Cody

Aabha Dixit

Ayhan Evrensel

Jiri Faltejsek

Denis Flory

Vilmos Friedrich

Pil-Soo Hahn

Sasha Henriques

Nicole Jawerth

Bruna Lecossois

Juan Carlos Lentijo

Susanna Loof

Stefan Joerg Mayer

Vladimir Michal

Stefano Monti

Ruth Ellen Morgart

Kai Moeller

Michael Ojovan

Peter Ormai

Louise Potterton

Rodolfo Quevenco

Isabelle Robin

Rebecca Ann Robbins

Susanta Kumar Samanta

Anthony Wetherall

Omar Yusuf

International Atomic Energy Agency Scientific Forum

RADIOACTIVE WASTE: MEETING THE CHALLENGE

Science and Technology for Safe and Sustainable Solutions

23–24 September 2014, Vienna, Austria

Boardroom D, C Building, 4th Floor

IAEA
International Atomic Energy Agency