

Colección de Energía Nuclear del OIEA

Nº NW-G-1.1

**Principios
básicos**

Objetivos

Guías

**Informes
técnicos**

Políticas y estrategias para la gestión de desechos radiactivos



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

PUBLICACIONES DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA

ESTRUCTURA DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA

Conforme a lo establecido en los artículos III.A.3 y VIII.C de su Estatuto, el OIEA está autorizado a “alentar el intercambio de información científica y técnica en materia de utilización de la energía atómica con fines pacíficos”. Las publicaciones de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* presentan buenas prácticas y avances en la tecnología, así como ejemplos prácticos y experiencias en las esferas de los reactores nucleares, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura, y sobre cuestiones de interés para la energía nuclear. La estructura de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* consta de cuatro niveles:

- 1) En la publicación *Principios básicos de la energía nuclear* se describen el fundamento y la visión de los usos pacíficos de la energía nuclear.
- 2) En las publicaciones de la categoría “**Objetivos**” de la *Colección de Energía Nuclear* se describe lo que es preciso tener en cuenta y los objetivos específicos que han de alcanzarse en los ámbitos temáticos en las diferentes etapas de la aplicación.
- 3) En la categoría “**Guías y Metodologías**” de la *Colección de Energía Nuclear* se ofrece orientación o métodos de alto nivel sobre las formas de lograr los objetivos relativos a los diferentes temas y ámbitos relacionados con los usos pacíficos de la energía nuclear.
- 4) En los “**Informes Técnicos**” de la *Colección de Energía Nuclear* se ofrece información adicional y más detallada sobre las actividades relacionadas con los temas analizados en la *Colección de Energía Nuclear del OIEA*.

Los códigos de las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA* son los siguientes: **NG** (energía nuclear en general); **NR** (reactores nucleares —antiguamente **NP** - energía nucleoelectrónica—); **NF** (ciclo del combustible nuclear); **NW** (gestión de desechos radiactivos y clausura). Además, las publicaciones pueden consultarse en el sitio web del OIEA:

<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

Para más información, póngase en contacto con el OIEA en la dirección Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria.

Se invita a todos los lectores de las publicaciones de la *Colección de Energía Nuclear del OIEA* a que transmitan al OIEA sus experiencias a fin de garantizar que las publicaciones sigan satisfaciendo sus necesidades. La información podrá proporcionarse a través del sitio web del OIEA, por correo postal o por correo electrónico a la dirección Official.Mail@iaea.org.

POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS
PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS
RADIATIVOS

Los siguientes Estados son Miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica:

AFGANISTÁN	FILIPINAS	PAKISTÁN
ALBANIA	FINLANDIA	PALAU
ALEMANIA	FRANCIA	PANAMÁ
ANGOLA	GABÓN	PAPUA NUEVA GUINEA
ANTIGUA Y BARBUDA	GEORGIA	PARAGUAY
ARABIA SAUDITA	GHANA	PERÚ
ARGELIA	GRANADA	POLONIA
ARGENTINA	GRECIA	PORTUGAL
ARMENIA	GUATEMALA	QATAR
AUSTRALIA	GUYANA	REINO UNIDO DE
AUSTRIA	HAITÍ	GRAN BRETAÑA E
AZERBAIYÁN	HONDURAS	IRLANDA DEL NORTE
BAHAMAS	HUNGRÍA	REPÚBLICA ÁRABE SIRIA
BAHREIN	INDIA	REPÚBLICA
BANGLADESH	INDONESIA	CENTROAFRICANA
BARBADOS	IRÁN, REPÚBLICA	REPÚBLICA CHECA
BELARÚS	ISLÁMICA DEL	REPÚBLICA DE MOLDOVA
BÉLGICA	IRAQ	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA
BELICE	IRLANDA	DEL CONGO
BENIN	ISLANDIA	REPÚBLICA DEMOCRÁTICA
BOLIVIA, ESTADO	ISLAS MARSHALL	POPULAR LAO
PLURINACIONAL DE	ISRAEL	REPÚBLICA DOMINICANA
BOSNIA Y HERZEGOVINA	ITALIA	REPÚBLICA UNIDA
BOTSWANA	JAMAICA	DE TANZANÍA
BRASIL	JAPÓN	RUMANIA
BRUNEI DARUSSALAM	JORDANIA	RWANDA
BULGARIA	KAZAJSTÁN	SAMOA
BURKINA FASO	KENYA	SAN MARINO
BURUNDI	KIRGUISTÁN	SAN VICENTE Y
CAMBOYA	KUWAIT	LAS GRANADINAS
CAMERÚN	LESOTHO	SANTA LUCÍA
CANADÁ	LETONIA	SANTA SEDE
COLOMBIA	LÍBANO	SENEGAL
COMORAS	LIBERIA	SERBIA
CONGO	LIBIA	SEYCHELLES
COREA, REPÚBLICA DE	LIECHTENSTEIN	SIERRA LEONA
COSTA RICA	LITUANIA	SINGAPUR
CÔTE D'IVOIRE	LUXEMBURGO	SRI LANKA
CROACIA	MACEDONIA DEL NORTE	SUDÁFRICA
CUBA	MADAGASCAR	SUDÁN
CHAD	MALASIA	SUECIA
CHILE	MALAWI	SUIZA
CHINA	MALÍ	TAILANDIA
CHIPRE	MALTA	TAYIKISTÁN
DINAMARCA	MARRUECOS	TOGO
DJIBOUTI	MAURICIO	TRINIDAD Y TABAGO
DOMINICA	MAURITANIA	TÚNEZ
ECUADOR	MÉXICO	TURKMENISTÁN
EGIPTO	MÓNACO	TURQUÍA
EL SALVADOR	MONGOLIA	UCRANIA
EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	MONTENEGRO	UGANDA
ERITREA	MOZAMBIQUE	URUGUAY
ESLOVAQUIA	MYANMAR	UZBEKISTÁN
ESLOVENIA	NAMIBIA	VANUATU
ESPAÑA	NEPAL	VENEZUELA, REPÚBLICA
ESTADOS UNIDOS	NICARAGUA	BOLIVARIANA DE
DE AMÉRICA	NIGER	VIET NAM
ESTONIA	NIGERIA	YEMEN
ESWATINI	NORUEGA	ZAMBIA
ETIOPÍA	NUEVA ZELANDIA	ZIMBABWE
FEDERACIÓN DE RUSIA	OMÁN	
FIJI	PAÍSES BAJOS	

El Estatuto del Organismo fue aprobado el 23 de octubre de 1956 en la Conferencia sobre el Estatuto del OIEA celebrada en la Sede de las Naciones Unidas (Nueva York); entró en vigor el 29 de julio de 1957. El Organismo tiene la Sede en Viena. Su principal objetivo es “acelerar y aumentar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero”.

COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA
Nº NW-G-1.1

POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS
PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS
RADIATIVOS

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2022

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas en virtud de la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Berna) y revisada en 1972 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor, que ahora incluyen la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Para la utilización de textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, impresas o en formato electrónico, deberá obtenerse la correspondiente autorización y, por lo general, dicha utilización estará sujeta a un acuerdo de pago de regalías. Se aceptan propuestas relativas a la reproducción y traducción sin fines comerciales, que se examinarán individualmente. Las solicitudes de información deben dirigirse a la Sección Editorial del OIEA:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta
Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena, Austria
fax: +43 1 26007 22529
tel.: +43 1 2600 22417
correo electrónico: sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/es/publicaciones>

© OIEA, 2022

Impreso por el OIEA en Austria
Marzo de 2022
STI/PUB/1396

POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE
DESECHOS RADIATIVOS
OIEA, VIENA, 2022

STI/PUB/1396

ISBN 978-92-0-328120-1 (papel) | 978-92-0-328220-8 (PDF)
ISSN 2708-2016

PREFACIO

Para ayudar a sus Estados Miembros a gestionar el combustible gastado y los desechos radiactivos de manera segura y responsable, el OIEA elabora normas internacionales y difunde los enfoques técnicos de valor probado. Como parte de esos esfuerzos, el OIEA ofrece a los Estados Miembros orientaciones para el establecimiento de sus políticas nacionales de gestión de desechos radiactivos y las estrategias correspondientes; estas orientaciones se aplican también al combustible gastado declarado como desecho.

Cuando se introducen tecnologías nucleares, es necesario establecer alguna forma de gestión de los desechos. Sin embargo, en muchos Estados Miembros la gestión de los desechos no está organizada de modo sistemático. Lo ideal es que los países tengan una política nacional y una o varias estrategias técnicas para gestionar los desechos radiactivos. Estos dos componentes están vinculados entre sí: la política establece los principios que regirán la gestión de los desechos radiactivos y la estrategia expone los enfoques para su aplicación. Por este motivo, los dos componentes deberían elaborarse en estrecha coordinación.

El contenido de las políticas y estrategias de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, y su elaboración, son los temas centrales de esta publicación. El propósito es facilitar una planificación correcta y sistemática, y la ejecución de todas las actividades de gestión de desechos en condiciones de seguridad. Esta guía está destinada a los responsables de la planificación estratégica, los encargados de la gestión de desechos, los explotadores de instalaciones de gestión de desechos y los reguladores.

La presente publicación expone las opciones y los enfoques posibles para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, y presenta una visión unificada de los aspectos de una política y estrategia de gestión de desechos radiactivos. El OIEA desea expresar su agradecimiento a todas las personas que participaron en la preparación y publicación de esta guía, en particular a G. Linsley, del Reino Unido, que presidió las reuniones preparatorias y redactó y editó el texto.

Los funcionarios del OIEA que trabajaron en la preparación de esta publicación fueron L. Jova Sed, de la División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos, y Z. Drace y L. Nachmilner (oficial a cargo de la publicación), de la División del Ciclo del Combustible Nuclear y de Tecnología de los Desechos.

NOTA EDITORIAL

Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni el OIEA ni sus Estados Miembros asumen responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse de su uso.

El uso de determinadas denominaciones de países o territorios no implica juicio alguno por parte de la entidad editora, el OIEA, sobre la situación jurídica de esos países o territorios, sus autoridades e instituciones o la delimitación de sus fronteras.

La mención de nombres de empresas o productos específicos (se indiquen o no como registrados) no implica ninguna intención de violar derechos de propiedad ni debe interpretarse como una aprobación o recomendación por parte del OIEA.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Ámbito de aplicación	5
1.4. Estructura	5
2. DEFINICIONES	6
3. NECESIDAD DE UNA POLÍTICA Y ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS RADIACTIVOS	7
4. PRINCIPIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA POLÍTICA Y ESTRATEGIA	9
5. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA POLÍTICA	11
5.1. Marco jurídico nacional vigente	11
5.2. Estructura institucional vigente	11
5.3. Convenciones internacionales aplicables	11
5.4. Políticas y estrategias nacionales vigentes	12
5.5. Inventario del combustible gastado y los desechos radiactivos	12
5.6. Disponibilidad de recursos	12
5.7. Situación en otros países	12
5.8. Participación de las partes interesadas	12
6. ELEMENTOS TÍPICOS DE UNA POLÍTICA NACIONAL	12
6.1. Asignación de responsabilidades	14
6.2. Provisión de recursos	15
6.3. Objetivos de seguridad tecnológica y física	16
6.4. Minimización de los desechos	16
6.5. Exportación/importación de desechos radiactivos	16
6.6. Gestión del combustible gastado	17
6.7. Gestión de los desechos radiactivos	17

6.7.1.	Fuentes radiactivas selladas en desuso	17
6.7.2.	Otros tipos de desechos radiactivos	18
6.8.	Material radiactivo natural	18
6.9.	Información y participación del público	18
7.	ESTABLECIMIENTO Y APLICACIÓN DE UNA POLÍTICA NACIONAL	19
7.1.	Creación de una declaración de política nacional	19
7.2.	Aplicación de la política.	19
8.	REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA.	20
8.1.	Inventario del combustible gastado y los desechos radiactivos	21
8.2.	Clasificación de los desechos.	21
8.3.	Caracterización de los desechos.	21
8.4.	Estrategias de gestión de desechos en otros países	21
8.5.	Instalaciones de gestión de desechos existentes.	21
8.6.	Disponibilidad de recursos.	21
8.7.	Régimen reglamentario existente.	22
8.8.	Expectativas e intereses de las partes interesadas	22
9.	ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA: OPCIONES DISPONIBLES	22
9.1.	Aspectos generales	23
9.2.	Desechos de período muy corto	25
9.3.	Desechos de actividad muy baja	26
9.3.1.	Procesamiento de DAMB	26
9.3.2.	Almacenamiento de DAMB	26
9.3.3.	Disposición final de DAMB	26
9.4.	Desechos de actividad baja.	27
9.4.1.	Procesamiento de DAB	27
9.4.2.	Tratamiento de desechos sólidos.	27
9.4.3.	Tratamiento de DAB líquidos	28
9.4.4.	Acondicionamiento	28
9.4.5.	Almacenamiento de DAB.	29
9.4.6.	Disposición final de DAB	29
9.5.	Desechos de actividad intermedia	29
9.5.1.	Procesamiento de DAI	30

9.5.2.	Almacenamiento de DAI	30
9.5.3.	Disposición final de DAI	30
9.6.	Combustible gastado y desechos de actividad alta.	30
9.6.1.	Procesamiento de DAA	31
9.6.2.	Almacenamiento de combustible gastado y DAA	31
9.6.3.	Disposición final de combustible gastado y DAA	31
9.7.	Fuentes radiactivas selladas en desuso.	32
9.7.1.	Procesamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso	32
9.7.2.	Almacenamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso	32
9.7.3.	Disposición final de fuentes radiactivas selladas en desuso	32
9.8.	Material radiactivo natural	33
9.8.1.	Procesamiento del material radiactivo natural	33
9.8.2.	Disposición final del material radiactivo natural	33
10.	CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA.	34
10.1.	Enfoques estratégicos.	34
10.2.	Cumplimiento de la política	35
10.3.	Enfoque graduado.	36
10.4.	Recursos	36
10.4.1.	Recursos financieros	37
10.4.2.	Recursos humanos.	38
10.4.3.	Recursos técnicos	38
10.5.	Opciones técnicas genéricas.	39
10.5.1.	Instalaciones compartidas	39
10.5.2.	Instalaciones centralizadas	40
10.5.3.	Instalaciones de procesamiento móviles	40
10.6.	Aspectos específicos de cada país	41
10.6.1.	Restricciones nucleares	41
10.6.2.	Restricciones de otro tipo	41
10.7.	Sensibilidad pública	42
10.8.	Incertidumbres	42
11.	FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA	42
11.1.	Paso 1: examen de la situación	43
11.2.	Paso 2: definición de los puntos finales	43

11.3.	Paso 3: determinación de las opciones técnicas.....	43
11.4.	Paso 4: determinación de la estrategia óptima.....	45
11.5.	Paso 5: asignación de las responsabilidades	45
11.6.	Paso 6: supervisión de la aplicación.....	46
11.7.	Paso 7: planificación a largo plazo.....	46
12.	ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA Y LA ESTRATEGIA ...	46
12.1.	Experiencia adquirida.....	47
12.2.	Circunstancias nacionales nuevas	47
12.3.	Acuerdos internacionales nuevos.....	48
12.4.	Actualización de la política y la estrategia.....	48
	REFERENCIAS.....	49
	BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXO I:	POLÍTICA Y ESTRATEGIA TÍPICAS DE UN PAÍS CON UNA CANTIDAD PEQUEÑA DE DESECHOS RADIATIVOS	55
ANEXO II:	59
	COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN.....	81
	ESTRUCTURA DE LA COLECCIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR DEL OIEA.....	82

RESUMEN

Una política de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos debería incluir un conjunto de objetivos o requisitos que garanticen la gestión segura y eficiente de esos materiales en el país. Su establecimiento compete principalmente al gobierno nacional, después de lo cual podría codificarse en el ordenamiento jurídico nacional. La estrategia de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, por su parte, expone los medios para alcanzar los objetivos y requisitos establecidos en la política nacional. Normalmente es elaborada por el propietario de desechos o explotador de una instalación nuclear interesado, o por el gobierno (en el caso de los desechos institucionales). Por consiguiente, la política nacional puede dar lugar a una estrategia con varios componentes diferentes. Para gestionar sus desechos radiactivos de forma segura, técnicamente óptima y eficaz en relación con el costo, los países necesitan políticas y estrategias adecuadas.

Una política típica debería incluir los siguientes elementos: la definición de los objetivos de seguridad tecnológica y física, arreglos referentes a la provisión de recursos para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, la determinación de los principales enfoques para la gestión de las categorías nacionales de combustible gastado y desechos radiactivos, la política de exportación/importación de desechos radiactivos, y disposiciones para la información y participación del público. Además, la política debería definir las funciones y responsabilidades respecto de la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos a nivel nacional. Para formular una política eficaz, es necesario tener suficiente información sobre la situación del país, por ejemplo sobre el marco jurídico nacional, las estructuras institucionales, las obligaciones internacionales aplicables, otras políticas y estrategias nacionales pertinentes, los inventarios indicativos de los desechos y el combustible gastado, la disponibilidad de recursos, la situación en otros países y las preferencias de las principales partes interesadas.

La estrategia refleja y trata con más detalle los objetivos y requisitos establecidos en la declaración de política. Para su formulación, se requiere información pormenorizada sobre la situación (institucional, técnica y legislativa) existente en el país en ese momento y sobre las necesidades y los desechos que se generarán en el futuro. Los procedimientos técnicos que se propongan para los tipos de desechos del país deberían ser política, técnica y económicamente viables. Cuando se seleccione un conjunto de procedimientos tecnológicos, deberá definirse un punto final apropiado, que por lo general será una opción de disposición final adecuada. Los pasos de la formulación y aplicación de la estrategia incluyen la selección de los procedimientos tecnológicos, la asignación

de la responsabilidad de ejecutarlos, el establecimiento de mecanismos de supervisión y el desarrollo de planes de aplicación.

Las políticas y estrategias pueden tener que actualizarse debido a circunstancias nacionales nuevas (modificaciones legislativas, planes de construcción de nuevas instalaciones nucleares), nuevos acuerdos internacionales y/o la experiencia adquirida en relación con la política y estrategia originales. La iniciativa de introducir los cambios debería ser puesta en marcha y dirigida por los órganos que formularon inicialmente la política (el gobierno) y la estrategia (la organización de gestión de desechos), pero todas las partes pertinentes del país deberían ser consultadas e integradas en ese proceso.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Cada país debería tener alguna forma de política y estrategia para gestionar su combustible gastado y sus desechos radiactivos. Estas políticas y estrategias son importantes; establecen la postura y los planes acordados a nivel nacional para la gestión de esos materiales, y son la prueba visible de la preocupación y el propósito del gobierno y las organizaciones nacionales pertinentes de garantizar el debido tratamiento del combustible gastado y los desechos radiactivos. La formulación de una política y estrategia nacional es particularmente importante en el caso de los países que introducen por primera vez la energía nucleoelectrónica, siendo, de hecho, uno de los requisitos indispensables para la puesta en marcha de esos proyectos.

Los términos ‘política’ y ‘estrategia’ se utilizan a menudo de forma intercambiable. Esto se observa tanto en los informes nacionales presentados a la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos (Convención Conjunta) [1, 2] como en documentos internacionales sobre el tema. En la presente publicación, se hace una distinción: la política se refiere a los objetivos o requisitos particulares establecidos para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos, mientras que la estrategia comprende los medios y métodos que se emplearán para aplicar la política.

En la Convención Conjunta [2] está implícito que los Estados deberían tener políticas para la gestión del combustible nuclear gastado y los desechos radiactivos. El artículo 32 dispone que las Partes Contratantes deberán tratar los siguientes temas en los informes nacionales que presenten a las reuniones de revisión de la Convención:

- la política de gestión del combustible gastado;
- las prácticas de gestión del combustible gastado;
- la política de gestión de los desechos radiactivos;
- las prácticas de gestión de los desechos radiactivos;
- los criterios aplicados para definir y categorizar los desechos radiactivos.

Las políticas y estrategias nacionales se mencionan en varias publicaciones del OIEA [3, 4], pero ninguna de ellas describe con suficiente detalle el contenido de una política o estrategia nacional.

Los distintos países pueden tener tipos y cantidades de desechos radiactivos muy diferentes; por ello, sus estrategias de aplicación de las políticas son a

veces diferentes, pese a que los elementos principales de las políticas suelen ser similares.

En algunos países, las políticas y estrategias están bien establecidas y documentadas, mientras que en otros, aunque existen, no están recogidas en declaraciones explícitas y tienen que deducirse del contenido de leyes, reglamentos y directrices. Esto se debe, por lo general, a que la política y la estrategia se fueron elaborando a lo largo del tiempo e incorporando gradualmente en la legislación. Pero esta ausencia de políticas y estrategias explícitas puede acarrear una falta de transparencia con respecto a la política y estrategia real sobre determinados aspectos; por ello, cuando es posible, conviene tener declaraciones explícitas de la política y estrategia nacionales. Otra razón por la que es deseable que existan esas declaraciones explícitas se relaciona con la velocidad relativa a la que pueden ocurrir cambios políticos que afecten a las políticas y estrategias de un país. Por lo general, el contenido de las leyes y reglamentos no se puede modificar con rapidez, mientras que la revisión de las declaraciones sobre las políticas y estrategias nacionales suele ser menos difícil.

La presente guía tiene por objeto ayudar a elaborar o mejorar el contenido de las políticas y estrategias nacionales para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Un aspecto importante de las estrategias en que se hace particular hincapié es el de los medios para alcanzar los puntos finales adecuados en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, como la dispensa, la descarga y la disposición final. Esta guía está destinada a las personas que preparan y redactan las políticas y estrategias nacionales, o sus actualizaciones, y debería ser de utilidad a todos los países que tengan combustible gastado y/o desechos radiactivos que gestionar, pero en particular a aquellos que aún no hayan establecido sus políticas y estrategias nacionales. La determinación de los elementos de las políticas y estrategias se basó, entre otras cosas, en las normas de seguridad y los informes técnicos del OIEA, así como en los informes nacionales de las Partes Contratantes a las reuniones de revisión de la Convención Conjunta [2].

1.2. OBJETIVO

El objetivo de la presente guía es exponer los principales elementos de una política y estrategia nacional para la gestión segura de los desechos radiactivos y del combustible gastado declarado como desecho, reconociendo que las políticas y estrategias varían considerablemente en función, entre otras cosas, de la naturaleza y escala de las aplicaciones de materiales radiactivos existentes en cada país. Las estrategias adoptadas pueden depender también de la disponibilidad nacional de competencias, instalaciones y tecnología para

la gestión de desechos. Esta publicación pretende ser una ayuda, un recurso y una referencia para quienes deban elaborar o actualizar las políticas y estrategias nacionales de gestión de desechos radiactivos.

1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente guía trata solo sobre las políticas y estrategias relacionadas con la gestión de desechos radiactivos, aunque muchos de los principios y conceptos que se examinan tienen una aplicación más amplia. También es válida para la gestión del combustible gastado que ha sido declarado como desecho. La guía se ocupa del contenido de las políticas y estrategias, sin abordar el ámbito de la elaboración de leyes, reglamentos y directrices nacionales, aunque esa labor estará claramente relacionada con el contenido de la política y estrategia nacionales. Esta publicación ofrece una indicación de lo que podría incluirse en las políticas y estrategias nacionales, pero no prescribe un contenido determinado, ya que este deberá decidirse a nivel nacional, teniendo en cuenta las prioridades y circunstancias de cada país.

1.4. ESTRUCTURA

Las definiciones más importantes que rigen en la presente guía figuran en la sección 2. En las secciones 3 y 4 se describen, a modo de trasfondo para el establecimiento del contenido de las políticas y estrategias, las razones por las que estos instrumentos son necesarios y los principios en que se sustentan. En la sección 5 se resumen los requisitos para la elaboración de una política nacional. Las secciones 6 y 7 describen los elementos que deben tomarse en consideración para establecer una política nacional, y los pasos que comprende su aplicación. En las secciones 8 y 9 se exponen los requisitos para la elaboración de una estrategia y las opciones técnicas para su aplicación, respectivamente. La sección 10 trata sobre los factores que deben tenerse en cuenta al elaborar una estrategia nacional, y la sección 11 describe los pasos de su formulación y aplicación. La sección 12 está dedicada a la actualización de las políticas y estrategias nacionales. Por último, un anexo presenta, a título de ejemplo, una política y estrategia para un país con una cantidad pequeña de desechos radiactivos.

2. DEFINICIONES

A los efectos de la presente guía, se aplicarán las siguientes definiciones:

- Por **política** se entiende un conjunto de objetivos o requisitos establecidos para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos; normalmente, la política define las funciones y responsabilidades a nivel nacional. Por consiguiente, su establecimiento compete principalmente al gobierno nacional, aunque puede codificarse también en el ordenamiento jurídico del país.
- La **estrategia** es el medio para alcanzar los objetivos y requisitos establecidos en la política nacional de gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos. El establecimiento de una estrategia compete normalmente al propietario de desechos o explotador interesado, que puede ser un organismo gubernamental o una entidad privada. La política nacional puede dar lugar a varias estrategias diferentes, relativas a distintos tipos de desechos (como los desechos de los reactores o de las clausuras y los desechos institucionales) o a desechos pertenecientes a diferentes propietarios.

La línea divisoria entre una política y una estrategia no siempre es nítida, y a veces no está claro si una cuestión debería tratarse en la política o en la estrategia. Por ejemplo, algunos responsables de la formulación de políticas incluirán en la política pertinente solo el requisito de la gestión segura de los desechos radiactivos, dejando en manos de los encargados de formular la estrategia la decisión sobre el método que se empleará para cumplirlo. Otros incluirán directamente en la política nacional el requisito de aplicar un determinado método de gestión. Algunos países pueden no distinguir entre los dos conceptos y tener un plan nacional que, de hecho, sea una combinación de una política y una estrategia.

Los vínculos entre las declaraciones de política nacionales, la aplicación de la política y el establecimiento de las estrategias pertinentes se ilustran en la figura 1.

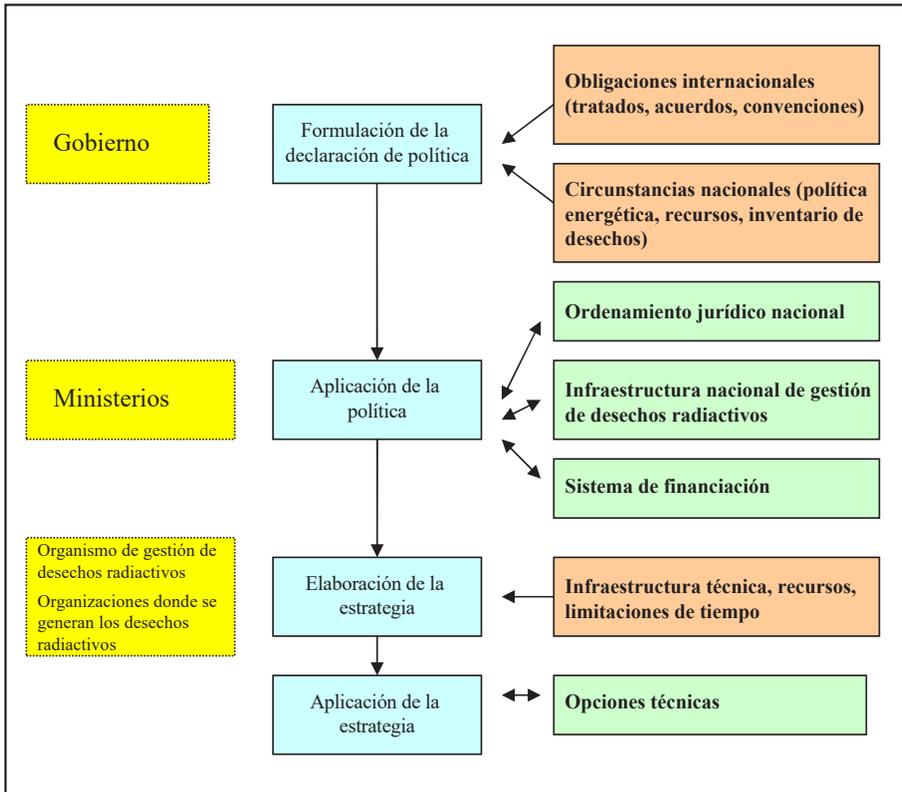


Fig.1. Principales pasos de la elaboración y aplicación de una política y estrategia de gestión de desechos radiactivos.

3. NECESIDAD DE UNA POLÍTICA Y ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS RADIATIVOS

La existencia de una política de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, con objetivos y requisitos definidos, es necesaria por los siguientes motivos:

- como base para la preparación, el examen o la revisión de la legislación conexas;

- para definir las funciones y responsabilidades respecto de la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos;
- como punto de partida para la elaboración de programas (estrategias) nacionales de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos;
- como punto de partida para seguir mejorando y modificando las prácticas nacionales existentes;
- para garantizar la seguridad y sostenibilidad de la gestión de los desechos radiactivos por generaciones, y la adecuada asignación de los recursos financieros y humanos a lo largo del tiempo;
- para fomentar la confianza pública en relación con la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos.

El conjunto de objetivos y requisitos nacionales declarados para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos debe plasmarse en una estrategia, es decir en una forma más práctica y operacional de asegurar su aplicación. Las estrategias son necesarias para:

- precisar el modo en que las organizaciones responsables aplicarán la política nacional de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos con las medidas técnicas y los recursos financieros disponibles;
- definir cómo y cuándo se cumplirán los objetivos y requisitos establecidos;
- determinar las competencias necesarias para alcanzar los objetivos y cómo se proporcionarán;
- elaborar las formas de gestionar los distintos tipos de desechos radiactivos del país, incluido, cuando proceda, el combustible gastado, durante todas las fases del ciclo de vida de esos desechos (el enfoque “de principio a fin”);
- fomentar la confianza pública en relación con la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos.

Una política bien definida y las estrategias correspondientes ayudan a promover una visión coherente de los aspectos importantes y de la dirección en todos los sectores que intervienen en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Sin una política y una estrategia, puede haber confusión, o falta de coordinación y dirección.

En algunos casos, una política y/o una estrategia pueden evitar la inacción en un aspecto particular de la gestión de desechos, o ayudar a salir de un punto muerto.

4. PRINCIPIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA POLÍTICA Y ESTRATEGIA

Según los Principios fundamentales de seguridad del OIEA [4], el objetivo de la gestión de los desechos radiactivos es tratar estos desechos de un modo que proteja la salud humana y el medio ambiente en el presente y en el futuro, sin imponer una carga indebida a las generaciones futuras.

Con los años han surgido una serie de principios que influyen en la manera de pensar de los responsables de formular las políticas sobre la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. La mayoría de esos principios se consideran válidos en todo el mundo, y algunos han dimanado de la necesidad de los países de convivir e interactuar entre sí. Estos principios inciden en la política, las leyes, los reglamentos y las orientaciones nacionales, así como en la estrategia para gestionar los desechos radiactivos.

En 1995, el OIEA formuló los *Principios para la gestión de desechos radiactivos*,¹ que representaron la base técnica de la Convención Conjunta [2]. En 2006, esta publicación fue sustituida por un documento de alto nivel de carácter más general, titulado *Principios fundamentales de seguridad* [5], que establece los principios para todo el ámbito de la seguridad nuclear. Este documento [5] examina los principios formulados en la publicación de 1995, pero de un modo más general, menos centrado en la gestión de los desechos radiactivos. En particular, esos principios incluyen lo siguiente:

- *Responsabilidad de la seguridad*: la responsabilidad primordial de la seguridad debe recaer en la persona u organización a cargo de las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones;
- *Función del gobierno*: debe establecerse y mantenerse un marco de seguridad jurídico y gubernamental eficaz, que incluya un órgano regulador independiente;
- *Gestión de la seguridad*: debe establecerse y mantenerse una gestión eficaz de la seguridad en las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones;
- *Justificación de las instalaciones y actividades*: las instalaciones y actividades que generan riesgos asociados a las radiaciones deben reportar un beneficio general;

¹ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Principios para la gestión de desechos radiactivos*, Colección Seguridad del OIEA N° 111-F, OIEA, Viena (1996).

- *Optimización de la protección*: la protección debe optimizarse para proporcionar el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar;
- *Limitación de los riesgos para las personas*: las medidas de control de los riesgos asociados a las radiaciones deben garantizar que ninguna persona se vea expuesta a un riesgo de daños inaceptable;
- *Protección de las generaciones presentes y futuras*: deben protegerse contra los riesgos asociados a las radiaciones las personas y el medio ambiente del presente y del futuro;
- *Prevención de accidentes*: deben desplegarse todos los esfuerzos posibles para prevenir los accidentes nucleares o radiológicos;
- *Preparación y respuesta en casos de emergencia*: deben adoptarse disposiciones de preparación y respuesta para casos de incidentes nucleares o radiológicos;
- *Medidas protectoras para reducir los riesgos asociados a las radiaciones existentes o no reglamentados*: estas medidas deben justificarse y optimizarse.

Otras consideraciones pertinentes son las siguientes:

- *Participación del público en la adopción de decisiones*: las decisiones que puedan tener repercusiones sanitarias, sociales o ambientales deberían adoptarse en consulta con las personas que puedan resultar afectadas (Convención regional de Aarhus [6]);
- *Desarrollo sostenible*: dados los largos períodos de tiempo durante los cuales puede ser necesario mantener una gestión segura de los desechos radiactivos y el combustible gastado, las consideraciones relativas a la sostenibilidad son importantes. Por consiguiente, la atención debería centrarse en dar respuesta a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades [7].

Los principios y consideraciones aquí señalados pueden no estar enunciados explícitamente en la política nacional, pero por lo general habrán influido en ella, así como en las leyes, reglamentos y orientaciones nacionales que de ella dimanen. Estos principios y consideraciones representan una base común que orienta todas las actividades relacionadas con la gestión segura de los desechos radiactivos.

5. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA POLÍTICA

Como paso previo a la elaboración o actualización de una política sobre el combustible gastado y los desechos radiactivos, es preciso que las personas que participen en su preparación se familiaricen con la situación existente en el país. Entre otras cosas, deberían tener un conocimiento adecuado de los temas que se enumeran a continuación.

5.1. MARCO JURÍDICO NACIONAL VIGENTE

La estructura jurídica y el marco regulador existentes en el país, y su idoneidad para la aplicación de políticas de gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos.

5.2. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL VIGENTE

La estructura institucional (el órgano regulador, la organización de gestión de desechos radiactivos y las instalaciones) existente en el país para la gestión de los desechos radiactivos y el combustible gastado.

5.3. CONVENCIONES INTERNACIONALES APLICABLES

Los instrumentos internacionales aplicables y las obligaciones que imponen al país. La Convención Conjunta [1] es claramente aplicable a este respecto, pero otros tratados, como el Convenio de Londres, de 1972 [8] (en lo que respecta el vertimiento de desechos radiactivos en el mar), el Convenio Oskar [9] (en lo que respecta a la descarga de materiales radiactivos en el Atlántico Nordeste) y otros² también pueden ser pertinentes en el caso de algunos países.

² Convenio sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, Espoo (Finlandia), 25 de febrero de 1991, y Protocolo de Evaluación Ambiental Estratégica, Kiev, 2003; Convenio relativo a la Responsabilidad Civil en la Esfera del Transporte Marítimo de Materiales Nucleares, Bruselas, 17 de diciembre de 1971.

5.4. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS NACIONALES VIGENTES

El contenido de las políticas nacionales que existan en relación con la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, si es el caso, y la existencia de estrategias pertinentes que pudieran aplicarse en respuesta a una nueva política.

5.5. INVENTARIO DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS RADIATIVOS

Los inventarios nacionales indicativos de las cantidades y tipos de combustible gastado y desechos radiactivos existentes y previstos.

5.6. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

La escala de los recursos (humanos, financieros, técnicos) disponibles en el país para facilitar la aplicación de la política.

5.7. SITUACIÓN EN OTROS PAÍSES

Las soluciones de gestión de desechos que se estén utilizando en la región y las instalaciones/tecnologías de otros países que pudieran compartirse.

5.8. PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS

Las principales partes que tengan un interés y participen en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos en el país.

6. ELEMENTOS TÍPICOS DE UNA POLÍTICA NACIONAL

Una política nacional debería reflejar las prioridades, circunstancias y estructuras y los recursos humanos y financieros del país. También debería ser compatible con los instrumentos internacionales pertinentes, y acorde y

coherente con otras políticas no nucleares, en particular las relativas a otros materiales peligrosos.

La política que se adopte dependerá, en algunos aspectos, del régimen político y social del país, lo que a su vez podría influir en la medida en que el gobierno nacional intervenga en la gestión de los desechos radiactivos.

Algunos de los elementos de la política nacional pueden basarse en los principios generales resumidos en la sección 4. Otros serán específicos de las circunstancias de cada país, como la política de devolución de las fuentes selladas en desuso a los suministradores, o la de exportación e importación de desechos radiactivos.

La política nacional se verá moldeada por diversos factores, como la cantidad, el tipo y las características de los desechos radiactivos, y la distribución geográfica de esos desechos y de la población. Habrá que tener en cuenta tanto la situación del sector en ese momento como su evolución planificada o prevista para el futuro.

La política nacional de gestión de desechos radiactivos debería reflejar la magnitud y escala del riesgo que planteen esos desechos (enfoque graduado). Mientras que los países con desechos radiactivos generados por una gran industria nuclear —que incluya, por ejemplo, la extracción y el tratamiento de uranio, la producción y el reprocesamiento de combustible nuclear y la generación de energía nucleoelectrica, así como el uso institucional de radioisótopos— requerirán una política compleja e integral de gestión de esos desechos radiactivos, en el caso de los países sin programas nucleoelectricos y con pocas fuentes de desechos radiactivos puede ser adecuada una política más simple, compuesta por solo algunos elementos.

La política nacional de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos puede tener que actualizarse, para mejorar algunas partes sobre la base de la experiencia en su aplicación y ajustarla a las circunstancias cambiantes del país y del mundo; las autoridades nacionales pueden tener un mecanismo de examen para este fin.

A continuación se examinan algunos de los principales elementos que deberán tomarse en consideración al establecer una política nacional de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. No todos estos elementos serán de interés para todos los países; al elaborar la política habrá que seleccionar los que se apliquen al país en cuestión. De igual modo, podría haber otros elementos, no incluidos en este examen, que sean importantes para la política de ese país.

6.1. ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

En la mayoría de los países, se acepta que la persona u organización que genera los desechos es responsable de ellos y debe gestionarlos de manera segura;³ sin embargo, los gobiernos nacionales también tienen responsabilidades a este respecto.⁴

Además, los gobiernos deberían asumir el control de las fuentes de radiación de las que ninguna otra organización sea responsable, como los residuos radiactivos de instalaciones y actividades del pasado y las fuentes huérfanas.⁵

Los gobiernos deberían establecer un marco legislativo y regulador, y designar un órgano regulador independiente que se encargue, entre otras cosas, de controlar el cumplimiento de la reglamentación para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos (artículos 19 y 20 de la Convención Conjunta [2]). También deberían velar por que se apliquen disposiciones para la gestión segura a largo plazo de los desechos radiactivos.

Es importante que haya claridad con respecto a las responsabilidades nacionales por la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Por consiguiente, la política nacional debería indicar:

- la organización o las organizaciones gubernamentales responsables de establecer el marco legislativo y regulador;
- el órgano regulador pertinente;
- la organización o las organizaciones responsables de garantizar la gestión segura de los desechos radiactivos (normalmente, el titular de la licencia);
- la organización o las organizaciones encargadas de la gestión a largo plazo del combustible gastado y los desechos radiactivos, y de los desechos radiactivos de los que no sea responsable ninguna otra organización.

³ El artículo 21.1. de la Convención Conjunta [1] dice lo siguiente: “Cada Parte Contratante asegurará que la responsabilidad primordial en cuanto a la seguridad en la gestión de combustible gastado o de desechos radiactivos recaiga sobre el titular de la correspondiente licencia, y adoptará las medidas adecuadas para asegurar que dicho titular asuma sus responsabilidades”.

⁴ El párrafo vi) del preámbulo de la Convención Conjunta [1] reza como sigue: “Reiterando que la responsabilidad final de garantizar la seguridad en la gestión del combustible gastado y de los desechos radiactivos incumbe al Estado”.

⁵ En virtud del artículo 21.2. de la Convención Conjunta [1], “[d]e no haber un titular de la licencia u otra parte responsable, la responsabilidad recaerá en la Parte Contratante que tenga jurisdicción sobre el combustible gastado o sobre los desechos radiactivos”.

6.2. PROVISIÓN DE RECURSOS

En general, se considera que la responsabilidad financiera por la gestión correcta y segura de los desechos radiactivos compete al propietario de esos desechos, de conformidad con el principio de que ‘quien contamina paga’ [10]. Sin embargo, los arreglos para la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos se coordinan o supervisan normalmente a nivel nacional. A este respecto, el artículo 22 de la Convención Conjunta [2] dice lo siguiente:

“Cada Parte Contratante adoptará las medidas adecuadas para asegurar que:

- i) Se disponga del personal calificado necesario para las actividades relacionadas con la seguridad durante la vida operacional de una instalación de gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos;
- ii) Se disponga de recursos financieros suficientes para mantener la seguridad de las instalaciones de gestión de combustible gastado y de desechos radiactivos durante su vida operacional y para la clausura;
- iii) Se adopten disposiciones financieras que permitan continuar aplicando los controles institucionales y actividades/medidas de vigilancia radiológica apropiados durante el período que se considere necesario después del cierre de una instalación para la disposición final de los desechos radiactivos”.

En consecuencia, la política nacional debería establecer los arreglos para:

- crear mecanismos que proporcionen los recursos o fondos necesarios para la gestión segura a largo plazo del combustible gastado y los desechos radiactivos;
- garantizar la disponibilidad de recursos humanos adecuados para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos, con inclusión, cuando sea necesario, de recursos para la capacitación y la I+D;
- crear controles institucionales y arreglos de monitorización que garanticen la seguridad de las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado y desechos radiactivos y de los repositorios de desechos, durante la explotación y después del cierre.

Este tema se examina en detalle en la referencia [11].

6.3. OBJETIVOS DE SEGURIDAD TECNOLÓGICA Y FÍSICA

Un elemento general común de las políticas nacionales de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos es el objetivo de la seguridad. Este objetivo consiste en proteger a las personas, la sociedad y el medio ambiente de los efectos nocivos de la radiación ionizante causada por el combustible gastado y los desechos radiactivos, en el presente y en el futuro (artículo 1 ii) de la Convención Conjunta [2] y referencia [5]). Además, cuando proceda, la política debería exigir la protección y seguridad físicas de las instalaciones, a fin de prevenir el acceso no autorizado de personas y la retirada no autorizada de materiales radiactivos [12].

6.4. MINIMIZACIÓN DE LOS DESECHOS

La política nacional puede abordar la necesidad de reducir al mínimo la generación de desechos radiactivos en las etapas de diseño (minimización en la fuente), explotación y clausura de las instalaciones (véase el artículo 4 ii) de la Convención Conjunta [2]). A este respecto, podrá señalar algunos de los principales medios para lograr la minimización de los desechos en las etapas de explotación y clausura de las instalaciones, entre ellos:

- el reciclado y la reutilización de los materiales no contaminados o con un grado solo leve de contaminación;
- el uso del concepto de dispensa para determinar los materiales que puedan liberarse sin riesgo del control reglamentario [12, 13].

6.5. EXPORTACIÓN/IMPORTACIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS

En algunos países preocupa que las instalaciones nacionales establecidas para el almacenamiento y/o la disposición final de los desechos radiactivos generados en el propio territorio puedan ser utilizadas para los desechos de otros países y, por ese motivo, se ha incluido en la política una declaración que excluye explícitamente esta posibilidad. Por otra parte, hay países que están buscando soluciones internacionales de gestión a largo plazo de los desechos radiactivos, y para que este enfoque prospere tiene que existir la posibilidad de exportación e importación de desechos radiactivos entre los países que escojan esa opción (párrafo xi) del preámbulo de la Convención Conjunta [2]).

Los requisitos para garantizar la seguridad de estas operaciones se detallan en los artículos 27 y 28 de la Convención Conjunta [2].

Así pues, la política nacional podría especificar:

- las condiciones para la importación y/o exportación de desechos radiactivos;
- la intención de proveer al almacenamiento/disposición final de los desechos radiactivos en el territorio nacional;
- la intención de buscar soluciones internacionales/regionales.

6.6. GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO

La política nacional de gestión del combustible gastado debería ser clara (preámbulo de la Convención Conjunta [2]), pudiendo, por ejemplo:

- tratar el combustible gastado como un recurso y apuntar a aprovecharlo mediante el reprocesamiento (a nivel nacional o internacional);
- tratar el combustible gastado como un desecho e indicar que se proveerá a su disposición final directa;
- declarar que el combustible gastado será devuelto al suministrador.

En muchos países, el combustible gastado se almacena provisionalmente, a la espera de una decisión con respecto a una de las dos primeras opciones. Para el combustible gastado procedente de reactores de investigación, se ha adoptado con frecuencia la tercera opción.

El combustible gastado es objeto de controles de salvaguardia nuclear, y este aspecto debe examinarse adecuadamente al elaborar una política nacional [14].

6.7. GESTIÓN DE LOS DESECHOS RADIATIVOS

6.7.1. Fuentes radiactivas selladas en desuso

Aunque las fuentes radiactivas selladas en desuso son solo uno de los componentes de los inventarios de desechos radiactivos nacionales, revisten particular importancia en algunos países que tienen pocos desechos radiactivos peligrosos de otro tipo que gestionar. Por esta razón, la política de gestión de esas fuentes puede estar especificada en la política nacional. Las medidas que deberán tratarse en el documento de política se señalan en el artículo 28 de la Convención Conjunta [2]. Los requisitos de seguridad aplicables a las fuentes selladas en desuso se presentan en las referencias [3, 12, 15, 16].

Las opciones para la gestión de las fuentes selladas en desuso pueden incluir:

- la devolución de esas fuentes al suministrador;
- la gestión en el territorio nacional;
- soluciones de gestión de desechos radiactivos a nivel internacional.

6.7.2. Otros tipos de desechos radiactivos

La política nacional debería indicar las principales fuentes de desechos radiactivos del país, incluidas las clausuras de instalaciones, cuando sea el caso, y:

- especificar los arreglos nacionales previstos para la gestión de los principales tipos de desechos radiactivos;
- precisar los puntos finales del proceso de gestión;
- tener en cuenta que algunos desechos radiactivos pueden seguir siendo peligrosos durante mucho tiempo y, por lo tanto, requerir medidas de seguridad a largo plazo.

6.8. MATERIAL RADIATIVO NATURAL

El material radiactivo natural (NORM) se genera en diversas industrias, ya sea como subproducto o como residuo o desecho; el enfoque aplicado para su gestión varía según los países. En algunos, este material está sujeto a la reglamentación de la autoridad reguladora nuclear, mientras que en otros es de la competencia de reguladores de otros sectores, no nucleares; sin embargo, sus propiedades radiactivas se tienen en cuenta en ambos casos. Por ello, es importante que la política nacional indique el régimen reglamentario que regirá la gestión del material radiactivo natural (artículo 3.2 de la Convención Conjunta [2]).

Las colas de la extracción y el tratamiento de uranio pueden formar parte también de esta categoría.

6.9. INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN DEL PÚBLICO

La política nacional puede indicar la intención del Estado de informar al público sobre los planes propuestos para la gestión de los desechos radiactivos, y de consultar con las partes y los miembros del público interesados al adoptar las decisiones conexas (párrafo iv) del preámbulo de la Convención Conjunta [2] y referencia [17]). En la actualidad, los gobiernos tienden a destacar su adhesión a

las políticas de apertura y transparencia en relación con sus intenciones y planes para la gestión de los desechos radiactivos.

7. ESTABLECIMIENTO Y APLICACIÓN DE UNA POLÍTICA NACIONAL

7.1. CREACIÓN DE UNA DECLARACIÓN DE POLÍTICA NACIONAL

Una declaración de política nacional debe representar las opiniones de todas las organizaciones interesadas en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Por lo tanto, para elaborar una política nueva o actualizar la ya existente debería establecerse un comité adecuado y representativo, integrado por representantes del órgano regulador, la organización de gestión de desechos radiactivos, las organizaciones en las que se generan esos desechos y otras organizaciones con responsabilidades de gestión en ese ámbito. En el proceso de elaboración de la política deberían tenerse en cuenta todos los temas enumerados en la sección 6, junto con cualquier otro asunto de interés que sea específico del país. Cuando se actualice la política, deberían tomarse en consideración todos los cambios y sucesos pertinentes ocurridos a nivel nacional e internacional desde la elaboración de la política anterior. El proyecto de documento de política debería ser examinado por todas las organizaciones nacionales pertinentes. Después de ello, deberá obtenerse la aprobación de la declaración de política por el gobierno a través de los cauces apropiados, que serán diferentes de un país a otro. El objetivo es producir una declaración de política que refleje la posición oficial del gobierno con respecto a la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos.

La incorporación de la política nacional en la legislación pertinente le confiere un carácter más oficial y es un resultado deseable del proceso de actualización de la política. Sin embargo, esta formalización puede no ser necesaria si está perfectamente claro que la declaración de política representa la postura del gobierno sobre el tema, y si no existe ningún tipo de conflicto con la legislación vigente.

7.2. APLICACIÓN DE LA POLÍTICA

El proceso de aplicación de una política nacional se ilustra en la figura 1.

La aplicación de la política requiere la existencia de un marco institucional de gestión de desechos adecuado y suficiente en el país. Si ese marco no existe,

el primer paso de la aplicación debería ser establecerlo. El marco debería comprender dos órganos básicos: una o varias organizaciones encargadas de coordinar o supervisar la gestión de los desechos radiactivos, y un órgano regulador independiente que controle el cumplimiento de la reglamentación sobre la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Otros órganos del gobierno, como las organizaciones que se ocupan de la protección ambiental y del transporte de materiales radiactivos, y las entidades gubernamentales de ámbito local, también pueden contribuir al proceso. Dentro de las organizaciones competentes deberían asignarse las responsabilidades que correspondan para la aplicación de los diversos aspectos de la política nacional.

La competencia del personal de las organizaciones de gestión de desechos radiactivos y del órgano regulador debería ser adecuada al trabajo que deba realizarse, y habrá que impartir capacitación para que las organizaciones alcancen y mantengan esa competencia.

Debería existir un mecanismo de financiación que proporcione suficientes recursos financieros para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, tanto a corto como a más largo plazo. En muchos casos, esto comprenderá la contribución a un fondo central por parte de las organizaciones del país que generen esos desechos. En otras situaciones, el gobierno central puede asumir parcial o totalmente la responsabilidad financiera de la gestión de los desechos radiactivos. Los fondos deberían dedicarse a proporcionar las instalaciones y el equipo requeridos para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos, así como el personal necesario para su funcionamiento.

8. REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA

La estrategia nacional de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos debería dimanar de la política nacional, como se indica en la figura 1.

Para elaborar o actualizar una estrategia nacional, o la estrategia de una de las organizaciones de ejecución, los interesados deberían, entre otras cosas, tener un conocimiento adecuado de los temas que se enumeran a continuación.

8.1. INVENTARIO DEL COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS DESECHOS RADIACTIVOS

Las estimaciones de las cantidades y los tipos de combustible gastado y desechos radiactivos existentes en el país en ese momento y previstos para el futuro.

8.2. CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS

El sistema nacional de clasificación de los desechos radiactivos.

8.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS

Las características radioquímicas y físicas de los desechos radiactivos, y los propietarios y la ubicación de esos desechos y del combustible gastado.

8.4. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE DESECHOS EN OTROS PAÍSES

Las estrategias que se estén utilizando para la gestión de tipos de desechos parecidos en otros países.

8.5. INSTALACIONES DE GESTIÓN DE DESECHOS EXISTENTES

Las instalaciones de gestión de desechos radiactivos y combustible gastado existentes y planificadas en el país.

8.6. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

Los fondos y los conocimientos técnicos disponibles para apoyar las actividades de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos en el país.

8.7. RÉGIMEN REGLAMENTARIO EXISTENTE

El régimen reglamentario vigente para la gestión segura del combustible gastado y los desechos radiactivos.

8.8. EXPECTATIVAS E INTERESES DE LAS PARTES INTERESADAS

Las expectativas y los intereses de las principales partes que tengan que ver con la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos en el país y participen en ella.

9. ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA: OPCIONES DISPONIBLES

Muchos países tienen una estrategia nacional de gestión de desechos (a veces denominada ‘plan nacional’) que orienta la gestión de sus desechos radiactivos. Esas estrategias se formulan desde una perspectiva nacional, y con frecuencia asignan a una entidad administrativa —la organización de gestión de desechos radiactivos— la responsabilidad de coordinar la elaboración de esos planes. La organización de gestión de desechos es por lo general la entidad que explota las instalaciones de disposición final de desechos radiactivos, pero puede también cumplir otras funciones relacionadas con la gestión de desechos y las clausuras.

Algunos países prefieren formular la estrategia en dos niveles: los asuntos principales se prescriben en términos generales en una estrategia nacional elaborada por el gobierno, y la aplicación detallada se delega en los distintos propietarios de desechos (estrategias corporativas). Este enfoque puede ser recomendable para mejorar la coordinación de la gestión de los desechos, aumentar su seguridad tecnológica y física y explotar eficientemente los recursos nacionales. Las opciones son, típicamente, la planificación de un único repositorio nacional, en lugar de varias instalaciones de propiedad de las grandes organizaciones en las que se generan desechos; la creación de servicios centralizados de tratamiento y acondicionamiento de desechos para las organizaciones que generan desechos en pequeña escala; y la coordinación de la gestión del combustible gastado de propiedad de diferentes entidades a nivel central.

En algunos casos, los países pueden optar por establecer una estrategia solo para un tipo particular de desechos radiactivos (por ejemplo, para la gestión

a largo plazo del combustible gastado y los desechos de actividad alta). En otros casos, por motivos de jurisdicción legal o política nacional o por simple preferencia, pueden decidir no establecer una estrategia nacional para la gestión de los desechos radiactivos. Por último, en otros países aún, la decisión de establecer o no una estrategia para la gestión de los desechos radiactivos se deja en manos de las distintas organizaciones que generan desechos.

Los enfoques utilizados por los Estados Miembros para establecer las estrategias de gestión de desechos varían según sus necesidades y preferencias. Sea cual sea la opción que se seleccione, debería ser codificada por un órgano nacional de supervisión competente.

9.1. ASPECTOS GENERALES

Una finalidad general de la gestión de los desechos radiactivos es reducir los riesgos que plantean al nivel más bajo que sea viable y justificable, mediante su adecuado procesamiento, contención y, a la larga, disposición final. La reducción del volumen de los desechos minimiza los requisitos impuestos al sistema de gestión de desechos y disminuye los costos conexos. La reducción del volumen de desechos puede lograrse optimizando el diseño de la instalación nuclear, lo que incluye la elección apropiada de los materiales, la aplicación de buenas prácticas operacionales, y el reciclado y reutilización de los materiales [18].

Los volúmenes de desechos radiactivos destinados al almacenamiento y la disposición final pueden reducirse también diferenciando, cuando es factible, las partes que tienen concentraciones de la actividad suficientemente bajas para cumplir los requisitos reglamentarios relativos a la exención o la dispensa [12, 13]. Estos materiales podrán entonces separarse y tratarse como materiales no radiactivos, es decir, reutilizarse, reciclarse o descartarse como desechos normales. Otra forma de reducir el volumen consiste en separar los desechos que contienen solo radionucleidos de período muy corto de los otros tipos de desecho. Esos desechos segregados podrán así almacenarse hasta que, por desintegración radiactiva, decaigan a niveles inferiores a los requeridos para la exención o dispensa del control. Por esta razón, los desechos radiactivos deberían caracterizarse en términos de sus propiedades físicas, químicas y radiológicas. La segregación de los desechos radiactivos con arreglo a esas propiedades puede facilitar también su manipulación y procesamiento [19].

En general, el enfoque preferido para la gestión de los desechos radiactivos es su concentración y la contención de los radionucleidos presentes mediante el uso de una matriz y un contenedor de desechos, seguidas de su disposición final en una instalación apropiada diseñada para aislarlos de la biosfera. Sin embargo, en el caso de los desechos radiactivos líquidos y gaseosos,

puede ser adecuado emitirlos al medio ambiente, si sus concentraciones son suficientemente bajas para cumplir los requisitos del órgano regulador nacional. De lo contrario, deberán también someterse a la concentración y contención, tras un procesamiento apropiado, y gestionarse como desechos sólidos.

Cuando se opta por el método de la concentración y contención, se aplican normalmente los siguientes pasos, aunque no todos son necesarios para cada tipo de desechos:

- Recogida, caracterización y segregación de los desechos: el objetivo es determinar las propiedades de los desechos y agrupar y separar adecuadamente los distintos tipos para su procesamiento ulterior, si es el caso;
- Tratamiento de los desechos: el objetivo es facilitar las operaciones de acondicionamiento mediante la reducción del volumen, la eliminación de los radionucleidos presentes y la modificación de la composición física y/o química;
- Acondicionamiento de los desechos: el objetivo es producir desechos embalados aptos para la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la disposición final; esto se logra mediante los procesos de solidificación, fijación en una matriz sólida y/o encapsulamiento;
- Almacenamiento: el objetivo puede ser mantener los desechos mientras se procesan (almacenamiento provisional), retener desechos no acondicionados hasta que alcancen niveles adecuados para la dispensa (almacenamiento para desintegración), o conservar los desechos temporalmente hasta que se puedan transportar a una instalación de disposición final o hasta que se disponga de un repositorio de desechos definitivo.

El último paso es la disposición final de los desechos, que tiene por objeto retirarlos o aislarlos de la biosfera para evitar que causen daños a las personas o al medio ambiente.

En los párrafos siguientes se examinan las estrategias de gestión de desechos y la gama de opciones técnicas para gestionar el combustible gastado y los diversos tipos de desechos radiactivos sobre la base de un nuevo sistema de clasificación de los desechos propuesto por el OIEA (figura 2). En el cuadro II-1 se presenta una sinopsis de las opciones técnicas posibles para la gestión de desechos radiactivos.

9.2. DESECHOS DE PERÍODO MUY CORTO

El almacenamiento para desintegración se toma normalmente en consideración cuando se trata de desechos que pueden quedar liberados del control reglamentario en un período de pocos años o, excepcionalmente, de algunos decenios. Estos materiales se denominan desechos de período muy corto (DPMC). Contienen principalmente radionucleidos de períodos de semidesintegración muy breves (por lo general <100 d, pero, en casos excepcionales, también de algunos años). La concentración de la actividad de estos desechos decae a niveles inferiores a los de dispensa en los tiempos de almacenamiento antes mencionados. Los desechos radiactivos de esta clase se generan típicamente en las aplicaciones que utilizan radionucleidos con fines médicos y de investigación [21].

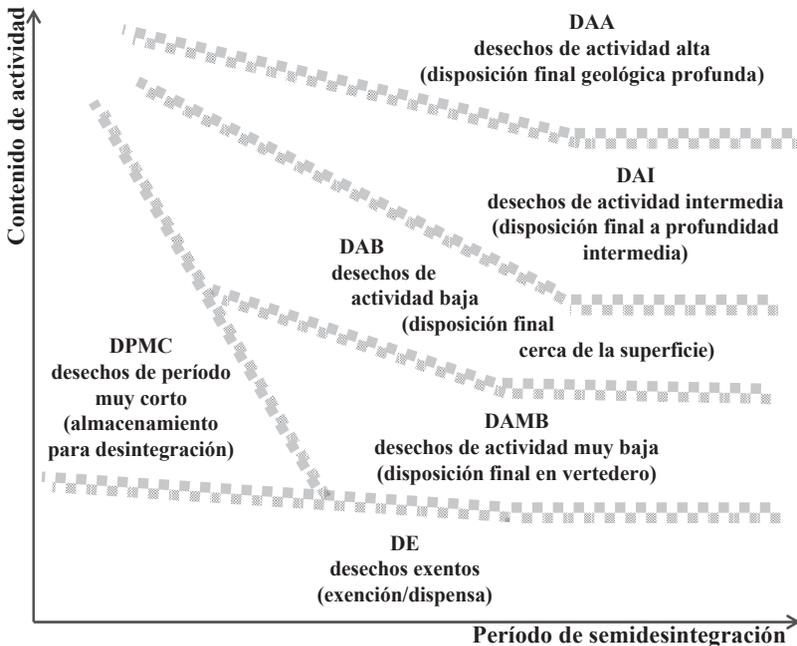


Fig.2. Nuevo sistema de clasificación de los desechos radiactivos propuesto [20].

9.3. DESECHOS DE ACTIVIDAD MUY BAJA

Los desechos de actividad muy baja (DAMB) son desechos con concentraciones de la actividad bajas, pero que contienen algunos radionucleidos de períodos más largos. No requieren un alto nivel de contención, pero sí medidas de protección radiológica mientras se estén procesando. Sus concentraciones de la actividad no superan por lo general en más de 100 veces los niveles de dispensa de cada uno de los radionucleidos presentes. Por razones de conveniencia, los desechos con concentraciones de la actividad cercanos o inferiores a los niveles de dispensa se procesan a veces junto con estos desechos.

Los DAMB suelen estar presentes en volúmenes grandes. Se generan en su mayor parte durante las etapas de explotación, clausura y desmantelamiento de las instalaciones nucleares, y se componen típicamente de hormigón, suelo y escombros.

9.3.1. Procesamiento de DAMB

El volumen de los posibles desechos de actividad muy baja puede reducirse mediante una apropiada caracterización que permita separar los componentes que se puedan eliminar como desechos dispensados del control reglamentario.

9.3.2. Almacenamiento de DAMB

Por lo general, los desechos de actividad muy baja se almacenan en el emplazamiento en que se generan, hasta su transporte a una instalación de disposición final adecuada. Durante esa etapa, un simple cobijo o una cubierta temporal pueden ser adecuados para protegerlos de las influencias atmosféricas (precipitaciones, viento).

9.3.3. Disposición final de DAMB

En algunos países, los desechos de actividad muy baja se colocan en estructuras de disposición final construidas específicamente para ese fin, consistentes en zanjas de barro forradas con un revestimiento. En otros países, se destinan a algún tipo de disposición final junto con otros desechos, como los de actividad baja. La decisión sobre el método de disposición final se basa normalmente en motivos económicos y/o reglamentarios [22].

9.4. DESECHOS DE ACTIVIDAD BAJA

Los desechos de actividad baja (DAB) contienen concentraciones de la actividad más altas que los DAMB, pero con un límite para la concentración de radionucleidos de período largo, es decir, de radionucleidos con $T_{1/2} > 30$ años. Estos desechos deben ser aislados de la biosfera por períodos de hasta algunos centenares de años [22, 23]. La disposición final de los DAB se efectúa por lo general en estructuras artificiales cerca de la superficie. Estos desechos se generan en la mayoría de las instalaciones de producción de energía nucleoelectrónica, investigación nuclear y medicina nuclear.

9.4.1. Procesamiento de DAB

El procesamiento de los desechos de actividad baja consiste en el tratamiento y acondicionamiento necesarios para el transporte, el almacenamiento y la disposición final. Las opciones de tratamiento y acondicionamiento se eligen teniendo en cuenta el método previsto de almacenamiento y/o disposición final [24].

9.4.2. Tratamiento de desechos sólidos

En el tratamiento de desechos sólidos:

- La compactación tiene por objeto reducir el volumen y aumentar la estabilidad de los desechos sólidos para el transporte, el almacenamiento y la disposición final. La reducción del volumen alcanzable dependerá de la naturaleza de los desechos y del equipo que se utilice; pueden lograrse factores de reducción de entre tres y ocho;
- La incineración puede aplicarse a DAB combustibles sólidos y líquidos; permite la máxima reducción del volumen y genera una forma químicamente estable. La instalación utilizada debería tener un diseño que garantice la retención de los radionucleidos durante el proceso de incineración, y debe ser aprobada por el órgano regulador. Tras la combustión, los radionucleidos de los desechos quedan distribuidos entre las cenizas, el producto de la depuración de los gases de escape y las partículas suspendidas en el aire contenidas en los líquidos de enjuague, los filtros gastados y las descargas de las chimeneas. Todos estos desechos secundarios necesitan un acondicionamiento adicional antes de la disposición final;
- La fusión de los desechos metálicos (y a veces poliméricos) permite una gran reducción del volumen. El cuerpo del desecho resultante es compacto

(lingotes, bloques poliméricos) y por lo general no requiere embalaje. Sin embargo, también se crean desechos secundarios (escoria, filtros).

9.4.3. Tratamiento de DAB líquidos

Los procesos de tratamiento de DAB líquidos tienen por finalidad reducir el volumen y extraer los radionucleidos de la masa de desechos. El resultado es una corriente de desechos concentrada (que requiere un acondicionamiento ulterior) y un sobrenadante/destilado que a menudo puede quedar dispensado del control reglamentario y descargarse directamente o después de un tratamiento adicional. Los métodos más comunes son los siguientes:

- *Tratamiento químico*: permite la precipitación con ayuda de sustancias químicas, por ejemplo con cloruro de bario, sulfato de sodio, ferrocianuro de potasio o sulfato de cobre. Los lodos resultantes, que contienen la mayor parte de la radiactividad, requieren acondicionamiento;
- *Evaporación*: la evaporación de las soluciones acuosas u orgánicas concentra los radionucleidos, con un factor de reducción del volumen muy alto y un elevado factor de descontaminación. El concentrado que se genera requiere un acondicionamiento ulterior;
- *Intercambio iónico*: permite la extracción mediante resinas de intercambio iónico selectivas, orgánicas e inorgánicas. Las resinas gastadas requieren un acondicionamiento ulterior;
- *Métodos de membrana*: procesos como la ósmosis inversa y la electroósmosis, la nanofiltración y la ultrafiltración, combinados con otros métodos de tratamiento (químico o de intercambio iónico) permiten descontaminar aún más los desechos líquidos. Las membranas utilizadas y los concentrados requieren un acondicionamiento ulterior.

9.4.4. Acondicionamiento

El acondicionamiento produce una forma física o química más estable. Las tecnologías de solidificación más utilizadas para los DAB líquidos son el hormigonado y la bituminización. Los desechos de actividad baja pueden también colocarse, con o sin un procesamiento previo, en recipientes de alta integridad capaces de asegurar la contención por largos períodos de tiempo. Para este fin se han desarrollado recipientes de acero, plástico (polietileno de alta densidad) u hormigón.

9.4.5. Almacenamiento de DAB

El objetivo de este tipo de almacenamiento es asegurar la contención de los desechos hasta que puedan enviarse a algún lugar para su disposición final (o temporalmente, entre distintos pasos del procesamiento) [25]. Los bultos de desechos deberían colocarse en una estructura de almacenamiento adecuada, que ofrezca un entorno resguardado, no corrosivo y físicamente seguro.

9.4.6. Disposición final de DAB

Las opciones para la disposición final de los desechos de actividad baja comprenden lo siguiente [26]:

- Estructuras de disposición final cerca de la superficie: estas estructuras pueden ser zanjas simples o artificiales o cámaras de hormigón que acogen los desechos colocados en contenedores. Los contenedores se recubren con tierra o con una cubierta artificial para reducir al mínimo la infiltración de agua. Las estructuras se mantienen bajo vigilancia hasta que el riesgo planteado por los desechos haya disminuido a niveles aceptables;
- Estructuras de disposición final subsuperficiales: algunos países prefieren colocar sus desechos de actividad baja ya sea en estructuras subsuperficiales o, junto con desechos de actividad intermedia o combustible gastado, en estructuras más profundas.

9.5. DESECHOS DE ACTIVIDAD INTERMEDIA

Los desechos de actividad intermedia (DAI) tienen una concentración más alta de radionucleidos, especialmente de los de período largo, que los DAB; pueden requerir blindaje, para proteger adecuadamente a los trabajadores, y disposiciones adicionales para su aislamiento de la biosfera. Sin embargo, estos desechos necesitan pocas o ninguna medida de disipación del calor durante el almacenamiento y la disposición final. Para garantizar la seguridad a largo plazo, se considera normalmente adecuado colocarlos a profundidades mayores (de por lo menos varias decenas de metros) que las utilizadas para los DAB.

Los DAI comprenden típicamente metales irradiados en núcleos de reactores, desechos de grafito, resinas de intercambio iónico, y desechos de las vainas generados en el reprocesamiento de combustible gastado.

9.5.1. Procesamiento de DAI

En principio, todos los métodos utilizados para los desechos de actividad baja son también aceptables para los de actividad intermedia. Un factor importante que debe tomarse en consideración al escoger la opción de procesamiento es la radiorresistencia que habrá de tener el cuerpo del desecho.

9.5.2. Almacenamiento de DAI

Las opciones para el almacenamiento de desechos de actividad intermedia son parecidas a las que existen para los DAB. Puede requerirse un blindaje adicional para limitar las tasas de dosis de radiación cerca de los contenedores de DAI.

9.5.3. Disposición final de DAI

La disposición final a profundidades superiores a algunas decenas de metros se considera en general la opción más apropiada para los DAI. Mientras que en algunos países existen repositorios destinados específicamente a estos desechos, en otros se está estudiando la disposición final conjunta de los DAI con el combustible gastado y los desechos de actividad alta.

9.6. COMBUSTIBLE GASTADO Y DESECHOS DE ACTIVIDAD ALTA

La estrategia de gestión del combustible gastado y los desechos de actividad alta (DAA) dependerá de la política para el ciclo del combustible nuclear que haya adoptado el Estado. Actualmente se aplican dos tipos de ciclo del combustible nuclear (algunos Estados Miembros han aplazado la decisión a este respecto, a la espera de más información):

- el ciclo abierto del combustible nuclear, en que el combustible gastado se considera un DAA;
- el ciclo cerrado del combustible nuclear, en que el combustible gastado se reprocesa para recuperar el uranio no irradiado y el plutonio generado por fisión nuclear, con la producción de DAA.

El combustible gastado y los DAA son muy radiactivos y generan mucho calor, por lo que requieren enfriamiento y blindaje.

9.6.1. Procesamiento de DAA

Antes del procesamiento, los DAA líquidos se almacenan en tanques de acero inoxidable de doble pared, alta integridad y refrigerados, situados en cámaras acorazadas especiales. El procesamiento de estos desechos líquidos comprende el tratamiento químico y la evaporación, seguidos de la vitrificación con vidrios de borosilicato o de fosfatos, o la incorporación en composiciones cerámicas. El producto sólido se mantiene en recipientes de acero inoxidable.

9.6.2. Almacenamiento de combustible gastado y DAA

Tras su retirada de un reactor, el combustible gastado necesita blindaje y un medio de extracción del calor. El agua de las piscinas de almacenamiento construidas en el emplazamiento del reactor cumple estas dos funciones. Después de varios años de enfriamiento, el combustible es transferido a una instalación de almacenamiento aparte, donde puede quedar almacenado en húmedo (en piscinas) o en seco (en cámaras acorazadas o cofres). Al diseñar estas instalaciones de almacenamiento, habrá que tener en cuenta que, a la larga, el combustible gastado deberá ser recuperado y transportado a una instalación de disposición final o de reprocesamiento [27].

El producto final del acondicionamiento de los DAA es un recipiente que contiene la mayor parte del material radiactivo derivado del reprocesamiento, inmovilizado en una matriz vítrea o cerámica. Estos recipientes con DAA se almacenan en cámaras acorazadas refrigeradas por aire (de construcción parecida a la de las cámaras de almacenamiento de combustible gastado).

El combustible gastado y los DAA permanecerán almacenados hasta que se disponga de estructuras para su disposición final.

9.6.3. Disposición final de combustible gastado y DAA

La disposición final en repositorios geológicos profundos se considera la mejor solución de gestión permanente para el combustible gastado y los DAA [28]. Aunque la mayoría de los países con combustible gastado y DAA están trabajando en el establecimiento de soluciones nacionales, otros, principalmente por razones económicas, han manifestado interés en la creación de estructuras de disposición final multinacionales [29].

9.7. FUENTES RADIATIVAS SELLADAS EN DESUSO

La opción preferida para la gestión de las fuentes radiactivas selladas en desuso es devolverlas al suministrador para su reutilización o disposición final. A veces esto no es posible, especialmente en el caso de fuentes más antiguas, de suministradores no identificados o que dejaron de existir como tales. Por lo tanto, se requieren también otras soluciones.

9.7.1. Procesamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso

Los métodos de procesamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso comprenden la inmovilización en una matriz metálica (para las fuentes de radiación selladas de actividad alta) y el encapsulamiento con revestimiento de acero inoxidable [30, 31]. También puede utilizarse el enlechado en bidones de acero u otro sobreembalaje adecuado.

9.7.2. Almacenamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso

Las fuentes radiactivas selladas en desuso con radionucleidos de período corto pueden almacenarse para la desintegración en contenedores o bultos apropiados, con vistas a su liberación (dispensa) del control reglamentario cuando el contenido radiactivo haya decaído lo suficiente [32, 33].

Las cápsulas con fuentes radiactivas selladas en desuso acondicionadas se almacenan en contenedores blindados de diseño adecuado, a la espera de un arreglo de disposición final apropiado. Algunos tipos de depósitos de fuentes de actividad alta deben ser protegidos con medidas de seguridad física [31].

9.7.3. Disposición final de fuentes radiactivas selladas en desuso

Las opciones de disposición final para las fuentes radiactivas selladas en desuso varían según los niveles de actividad y los tipos de radionucleidos de que se trate [34]. Para las fuentes de actividad baja y período corto, puede ser adecuado un repositorio cerca de la superficie. En el caso de las fuentes en desuso de período largo y con niveles de actividad superiores a los criterios fijados para la disposición final en repositorios cerca de la superficie, la opción preferida será la disposición final subterránea. Para los países que no tienen perspectivas de contar con repositorios de ese tipo, la creación futura de repositorios geológicos multinacionales es una posibilidad interesante. Otra posibilidad es construir, en el territorio nacional, un tipo especial de estructura de disposición final en pozos barrenados destinada específicamente a acoger fuentes radiactivas selladas en desuso [34].

9.8. MATERIAL RADIATIVO NATURAL

El material radiactivo natural (NORM) puede ser un subproducto, un residuo o un desecho de actividades como la extracción y el tratamiento de uranio, la quema de carbón, la extracción de petróleo y gas, la minería del estaño, el hierro y el niobio y de minerales no metálicos, y el tratamiento de minerales y del agua. El material radiactivo natural contiene radionucleidos de las series radiactivas del uranio y el torio, y se caracteriza por estar presente en volúmenes muy grandes. Este material contiene a menudo otras sustancias tóxicas, por ejemplo, metales pesados, por lo que su gestión debe determinarse teniendo en cuenta aspectos tanto radiológicos como no radiológicos. En algunos países, el material radiactivo natural está regulado como desecho radiactivo, y en otros, como desecho tóxico.

9.8.1. Procesamiento del material radiactivo natural

El procesamiento consiste en la estabilización de las pilas mediante diversos procesos, para aumentar la seguridad de los lugares de almacenamiento y disposición final. Las piezas grandes y sólidas de desechos NORM, como los conductos de la industria del petróleo, se fragmentan para facilitar la manipulación y el transporte. Los desechos NORM líquidos se someten a tratamientos destinados a reducir el contenido de radionucleidos y la movilidad. La descontaminación y el reciclado pueden ser opciones eficaces para reducir el volumen de estos desechos [35, 36].

9.8.2. Disposición final del material radiactivo natural

Los desechos NORM se depositan por lo general en pilas consolidadas y lechos de lodos recubiertos, o en repositorios diseñados para ese fin, con celdas revestidas y dotadas de un tapón protector [37]. Dado que no es viable desplazar esas grandes cantidades de material, la disposición final de estos desechos se realiza normalmente en el emplazamiento en que se generaron. El recubrimiento y algunas estructuras artificiales pueden ayudar a prevenir la erosión y a limitar la fuga de gases radiactivos. En algunos casos, la disposición final de estos desechos ha consistido en utilizarlos para el relleno de minas subterráneas en desuso.

10. CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA

El objetivo fundamental de la gestión de los desechos radiactivos es proteger a las personas, la sociedad y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante generada por esos desechos y por el combustible gastado, tanto en el presente como en el futuro [2]. La selección de tecnologías apropiadas es un elemento clave para alcanzar ese objetivo. Cuando haya más de una opción técnica para la gestión de una categoría particular de desechos radiactivos, la adecuada selección y la optimización de los sistemas técnicos disponibles serán importantes para la economía, la eficiencia y la seguridad.

Al seleccionar una opción técnica deberían tenerse en cuenta también factores no técnicos, como la necesidad de cumplir con las políticas nacionales, la disponibilidad de recursos financieros y humanos, y las sensibilidades públicas.

Cuando se formule la estrategia, debería establecerse un cronograma de los distintos pasos. Las instalaciones deben ponerse en servicio a tiempo para ofrecer la capacidad requerida. Esto exige una correcta planificación, lo que significa que el plan de aplicación de la estrategia debería contener hitos claramente definidos para el cumplimiento de las actividades técnicas, en función de la generación de desechos prevista.

10.1. ENFOQUES ESTRATÉGICOS

El destino final de los desechos radiactivos influirá en muchos casos en la estrategia de gestión de desechos que se adopte:

El reciclado de los desechos, tras la dispensa reglamentaria, es la opción preferida para algunos materiales, en particular los que contienen cantidades importantes de metales.

La disposición final inmediata es, en general, la opción preferida, pero requiere la disponibilidad de todas las instalaciones para la gestión previa a la disposición final y la propia disposición final.

La disposición final diferida es la estrategia aplicada en muchos casos, por lo general porque las instalaciones para la gestión previa a la disposición final o la propia disposición final no están disponibles. Sin embargo, esta estrategia puede escogerse también por otros motivos: i) para acumular cantidades suficientes de desechos que permitan un procesamiento eficaz y económico, ii) debido a una preferencia nacional por el almacenamiento en la superficie (a veces a la espera

de una decisión firme sobre la disposición final definitiva), y iii) para reducir la energía térmica producida por los bultos de DAA.

Una solución multinacional supone el almacenamiento de los desechos en el territorio nacional, a la espera de la creación de una instalación internacional adecuada.

La elección de un destino final apropiado debería efectuarse antes de la formulación de la estrategia de gestión de desechos radiactivos, ya que podría influir en los métodos de procesamiento de los desechos que se adopten.

10.2. CUMPLIMIENTO DE LA POLÍTICA

La estrategia de gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos debe elaborarse teniendo en cuenta las políticas nacionales pertinentes. Los aspectos generales que deben tomarse en consideración se examinan en la sección 6. De ellos se desprende que hay políticas específicas de cada país que repercuten directamente en la elaboración de la estrategia. Las políticas que afectarán a la estrategia son, entre otras:

- la política nacional sobre el reciclado y la reutilización de materiales;
- la política nacional sobre la dispensa de materiales del control reglamentario;
- la política nacional de protección ambiental (en algunos países no están autorizadas ciertas opciones de disposición final, por ejemplo la disposición final de desechos radiactivos en la superficie);
- la política nacional en materia de exportación/importación de desechos radiactivos, por ejemplo las condiciones aplicables a la importación y/o exportación de esos desechos; la intención de proceder al almacenamiento/disposición final de los desechos radiactivos en el territorio nacional; y/o la intención de buscar soluciones internacionales/regionales;
- la política nacional de gestión del combustible gastado, por ejemplo, si el combustible gastado se considera un recurso (y se aplica el reprocesamiento, a nivel nacional o internacional) o un desecho (con la intención de encontrar soluciones para su disposición final como tal), o si la idea es devolverlo al suministrador;
- la política nacional de gestión de las fuentes radiactivas selladas en desuso, por ejemplo, su devolución al suministrador; su gestión en el territorio nacional; o su gestión en el marco de soluciones internacionales para los desechos radiactivos;
- la política nacional de gestión del material radiactivo natural, es decir, si este material está regulado como material radiactivo o como material tóxico;

- la política nacional sobre la información y la participación del público, por ejemplo, la postura del Estado con respecto a la información y la consulta del público acerca de los planes propuestos para la gestión de los desechos radiactivos.

Puede haber también otras políticas nacionales que influyan en la elaboración de la estrategia de gestión de los desechos radiactivos, así como acuerdos internacionales o bilaterales que guarden relación con el tema. Algunas políticas nacionales pueden referirse a asuntos no pertenecientes directamente al ámbito nuclear, pero que tengan repercusiones en la gestión de los desechos radiactivos; esos asuntos pueden ser, por ejemplo, la protección ambiental y la conservación.

10.3. ENFOQUE GRADUADO

La naturaleza y escala de las instalaciones de gestión de desechos radiactivos que necesite un país dependerán de los tipos y la cantidad de desechos que tenga y del ritmo al que los genere. Por lo tanto, la consideración de estos factores será importante al determinar las opciones técnicas más adecuadas para gestionar esos desechos.

Los programas de gestión de desechos radiactivos pueden ser desde muy sencillos, en el caso de los países con pocas fuentes de desechos radiactivos, por ejemplo con fuentes radiactivas selladas en desuso y algunos desechos de aplicaciones médicas de radionucleidos, hasta complejos, en el de los países con desechos generados por un ciclo completo del combustible nuclear y por aplicaciones de radionucleidos en la investigación, la medicina y la industria. Por ello, al establecer programas de gestión de desechos es preciso aplicar un enfoque graduado que permita atender las distintas necesidades de los países. Muchos de ellos necesitarán solo algunas de las opciones enumeradas en la sección 9.

10.4. RECURSOS

Los programas de gestión de desechos radiactivos no pueden establecerse y aplicarse sin recursos adecuados. En este contexto, el término ‘recursos’ se refiere a los recursos financieros, humanos y técnicos. El conocimiento de la naturaleza de los desechos radiactivos existentes en el país y de sus cantidades permite elaborar una estrategia de gestión apropiada. Pero para la aplicación satisfactoria de esa estrategia tendrá que haber recursos adecuados en el momento oportuno, y este aspecto deberá examinarse en una fase temprana.

10.4.1. Recursos financieros

Los arreglos que aportan los fondos necesarios para la gestión de los desechos radiactivos varían de un país a otro, y abarcan desde sistemas de financiación basados en el cobro de tarifas a los productores de desechos hasta fondos facilitados directamente por el gobierno [38]. Sin embargo, debido a los largos períodos de tiempo durante los cuales debe estar garantizada la gestión segura de los desechos radiactivos, el gobierno tendrá inevitablemente que participar, en alguna medida, a largo plazo. Según la naturaleza de las actividades nucleares del país, se requerirán arreglos financieros para las actividades de clausura, las actividades previas a la disposición final y la propia disposición final de los desechos radiactivos.

En los países que producen energía nucleoelectrónica, puede añadirse una tarifa para la gestión de los desechos radiactivos al precio de la electricidad. Pero cuando el vínculo entre los beneficios y los costos es menos directo, será a veces más difícil recaudar los fondos. En una situación extrema, el cobro de tarifas por la recogida y gestión de los desechos radiactivos puede tener el efecto de inducir a las organizaciones que generan desechos a pequeña escala a evitar los cobros no declarando los desechos o deshaciéndose de ellos de manera ilegal.

Antes de aplicar una estrategia de gestión de desechos radiactivos, es necesario examinar estos aspectos y establecer un sistema de financiación adecuado. No debería permitirse que una financiación insuficiente comprometa la seguridad y la selección de las opciones técnicas apropiadas. Sin embargo, si se demuestra que la organización nacional responsable de la gestión de los desechos radiactivos no podrá recaudar el nivel de fondos necesario para financiar la estrategia acordada, o si los fondos no están disponibles de inmediato, puede ser necesario elaborar una estrategia alternativa provisional. En esta estrategia provisional, las restricciones financieras impedirán la aplicación de todos los aspectos previstos en la estrategia original, y habrá que establecer prioridades y tomar las medidas que esas restricciones permitan a fin de reducir al mínimo el riesgo para el público. Un ejemplo de ello podría ser el uso de un almacenamiento temporal, pero seguro, en lugar de una instalación de almacenamiento construida para ese fin o de una estructura de disposición final.

El largo período de tiempo durante el cual se requerirá financiación para la gestión de los desechos radiactivos debe tenerse debidamente en cuenta, adoptando las disposiciones correspondientes en el fondo nacional. Como alternativa, el gobierno podría asumir el compromiso de la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos, garantizando, por ejemplo, la vigilancia y seguridad física a largo plazo de los repositorios en cuestión.

10.4.2. Recursos humanos

Para el funcionamiento de las instalaciones de gestión de desechos se necesita una fuerza de trabajo competente y debidamente capacitada. Las instalaciones deben estar también correctamente reguladas, y para ello el órgano regulador debe contar con un personal experto y eficaz. Estos son aspectos importantes que deberán tomarse en consideración al elaborar o actualizar una estrategia nacional.

Deberían evaluarse el número de funcionarios y los niveles de competencia necesarios para llevar a la práctica las opciones técnicas acordadas. Sobre la base de esta evaluación, podrá determinarse la idoneidad del personal existente para ese fin. Si se precisan mejoras en el nivel de competencia de los funcionarios o si su número es insuficiente, deberían adoptarse disposiciones, incluidas la capacitación de esos funcionarios y/o la contratación de personal adicional, para poner remedio a esa situación. La capacitación y la contratación de personal deberían planificarse y ejecutarse antes de la instalación de nuevos equipos y estructuras. La planificación debería prever también la contratación de nuevos funcionarios para sustituir a los que se jubilen o cambien de empleo.

10.4.3. Recursos técnicos

Como parte de la elaboración de la estrategia, deberían examinarse los recursos técnicos disponibles en el país. Esto incluirá las instalaciones de gestión existentes y los arreglos para el transporte de desechos. También incluirá a las organizaciones nacionales responsables de la gestión y reglamentación de los desechos radiactivos.

Debería evaluarse la idoneidad de las instalaciones existentes y su capacidad de incorporar los nuevos elementos técnicos que esté previsto utilizar; esta evaluación debería incluir los arreglos existentes para la manipulación, el procesamiento, el almacenamiento y la disposición final de los desechos. El examen podría indicar la necesidad de mejorar las instalaciones y el equipo, o de establecer otros nuevos. Esto permitirá incluir en la estrategia disposiciones detalladas para modernizar las instalaciones y el equipo existentes, o construir instalaciones nuevas. El examen podría también indicar la necesidad de construir nuevos caminos y/o ferrovías, o mejorar los que existan, para facilitar el transporte seguro de los desechos radiactivos.

Estas consideraciones pueden tener repercusiones importantes en la financiación. A este respecto, se observa que los costos de la modernización suelen ser inferiores a los de la construcción de instalaciones nuevas.

También debería evaluarse la idoneidad de las organizaciones nacionales para gestionar los desechos radiactivos y regular las actividades de gestión de

desechos planificadas, y, si es necesario, deberán incluirse planes para su mejora en la estrategia nacional. Al evaluar la idoneidad de esas instancias, debería examinarse la experiencia del país con la gestión de desechos radiactivos en el pasado. También podrá examinarse la infraestructura existente en otros países para la gestión de esos desechos.

Cuando se elabore la estrategia debería estudiarse asimismo la posible necesidad de actividades nacionales de I+D en ese ámbito. Esto dependerá, en gran medida, del nivel de tecnología requerido para la gestión de los desechos radiactivos del país. Los países con instalaciones de generación de energía nucleoelectrica necesitarán probablemente una capacidad de I+D para respaldar el desarrollo de tecnologías de gestión de desechos. Pero a este respecto debería aplicarse el enfoque graduado, ya que una capacidad específica de I+D puede ser innecesaria en los países que solo tengan pequeñas cantidades de desechos institucionales que gestionar. En estos casos, puede ser más conveniente recurrir a las competencias técnicas de los países con programas nucleares desarrollados.

10.5. OPCIONES TÉCNICAS GENÉRICAS

Las opciones técnicas apropiadas para diferentes tipos de desechos radiactivos se resumen en la sección 9. Sin embargo, además de esas opciones, hay algunos enfoques técnicos más generales que los países podrían tomar en consideración para la gestión de sus desechos. Estos son, principalmente, el uso compartido de las instalaciones, la centralización de estas, y el empleo de instalaciones de procesamiento móviles.

10.5.1. Instalaciones compartidas

Los países pueden tomar en consideración la posibilidad de compartir el uso de instalaciones de gestión de desechos radiactivos con otros países. Este enfoque, que tiene la ventaja de reducir el costo de la gestión de desechos en todos los países participantes, se aplica regularmente para la fusión e incineración de los desechos de actividad baja.

Las instalaciones compartidas podrían incluir estructuras multilaterales de almacenamiento y disposición final. Ya se han formulado propuestas de este tipo en el marco de la Convención Conjunta en relación con el almacenamiento multilateral de combustible gastado (véase el informe de la Segunda Reunión de Revisión [1]), y ha habido debates a ese respecto entre los países interesados [29].

Otra forma de uso compartido a nivel internacional es la que ya se aplica para el reprocesamiento de combustible gastado. Algunos países con capacidades desarrolladas en relación con el ciclo del combustible prestan servicios

comerciales de reprocesamiento a otros, por lo general más pequeños, en que estas actividades no serían económicas.

10.5.2. Instalaciones centralizadas

Una decisión estratégica es la elección entre una instalación centralizada de gestión de desechos radiactivos, y múltiples instalaciones, una en cada emplazamiento. Ambos enfoques tienen sus ventajas. Una instalación centralizada capaz de procesar, almacenar y, posiblemente, proveer a la disposición final de la totalidad o gran parte de los desechos radiactivos del país suele ser más económica que la construcción de múltiples instalaciones, requiere una fuerza de trabajo más pequeña y probablemente sea más segura. Por otra parte, la gestión de los desechos en el emplazamiento en que se generan tiene la ventaja de reducir la necesidad de transporte de esos desechos.

En la práctica, la elección rara vez se basa en motivos solo económicos, porque por lo general están en juego también factores políticos locales, aspectos relativos al desarrollo nuclear histórico del país, factores geográficos y consideraciones relacionadas con la opinión pública. Aun así, cuando se elabore o mejore una estrategia, estas dos opciones deberían tomarse debidamente en consideración para la totalidad o una parte de las actividades de gestión de desechos del país.

10.5.3. Instalaciones de procesamiento móviles

Una posible alternativa parcial a las instalaciones centralizadas de gestión de desechos radiactivos, que tiene muchas de las ventajas económicas de estas, es el uso de instalaciones de procesamiento móviles. Numerosos sistemas de procesamiento de desechos funcionan en modo discontinuo, o ‘por lotes’, porque necesitan una cierta cantidad mínima de desechos para operar con eficiencia. Los costos de gestión de desechos en que incurren las entidades que generan esos desechos pueden reducirse compartiendo los sistemas de procesamiento. Las instalaciones móviles capaces de funcionar por lotes comprenden los supercompactadores, los aparatos de acondicionamiento de fuentes radiactivas selladas en desuso y las instalaciones de evaporación de desechos líquidos, incineración y fusión de metales.

Hay sistemas de procesamiento móviles que ya operan en algunos países y a nivel transfronterizo. Estos sistemas son ciertamente una opción que debería tenerse en cuenta al elaborar o actualizar la estrategia nacional.

10.6. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE CADA PAÍS

La selección de la estrategia nacional de gestión de desechos depende en muchos casos de las características y la ubicación del país:

- *Proximidad con otros países*: la proximidad de un país con otros que tengan instalaciones nucleares bien desarrolladas influirá frecuentemente en la estrategia de gestión de desechos. En esas circunstancias, existirá la posibilidad de compartir la tecnología y los conocimientos especializados. En cambio, si un país está aislado geográficamente de los que tienen experiencia nuclear, es más probable que prefiera una solución independiente.
- *Tamaño del país*: el tamaño del país puede influir en la estrategia escogida. Por ejemplo, en países muy grandes, las posibilidades de centralizar las instalaciones nacionales de gestión de desechos pueden ser limitadas.
- *Densidad de población*: en los países con densidades de población altas, es posible que la selección de emplazamientos para instalaciones de gestión de desechos esté restringida, y el número de sitios utilizables sea limitado.
- *Clima*: las condiciones climáticas pueden influir en las opciones de procesamiento seleccionadas. Deberá darse preferencia a las tecnologías que sean apropiadas a las condiciones climáticas locales, por ejemplo al nivel de evaporación solar. Las opciones sensibles a la temperatura, como la bituminización, deberían evitarse en los climas cálidos.
- Restricciones aplicables a la selección de la estrategia.

10.6.1. Restricciones nucleares

Al seleccionar una estrategia de gestión de desechos, debería tomarse en consideración la posibilidad de un uso indebido deliberado de los materiales nucleares. Esta preocupación se aplica especialmente a los materiales fisibles que poseen algunos países, pero también a las fuentes de radiación gastadas de actividad alta, derivadas de los usos médicos e industriales, que existen en un número mayor de países. Las instalaciones en que se mantengan esos materiales deberían estar debidamente protegidas contra el robo y el sabotaje, y contar con medidas para la exacta contabilidad de esos materiales en todo momento, si es necesario [16, 39]. Estos son factores que pueden influir en la elección del lugar y la naturaleza de la instalación de gestión de desechos.

10.6.2. Restricciones de otro tipo

Al establecer instalaciones para la gestión de los desechos radiactivos deberían tenerse en cuenta también otros factores de carácter no nuclear. Estos

factores varían de un país a otro, pero podrían incluir las limitaciones impuestas por la reglamentación relativa al contenido químico, biológico o térmico de los efluentes, la protección de los recursos hídricos y la protección del medio ambiente en general [40, 41].

10.7. SENSIBILIDAD PÚBLICA

Las actitudes y expectativas del público en relación con la posible construcción de instalaciones de gestión de desechos radiactivos deberían entenderse y afrontarse. En muchos países, la experiencia ha demostrado que la transparencia y apertura del promotor del proyecto en relación con los planes que puedan afectar a las comunidades locales ofrecen las mejores probabilidades de éxito. Una finalidad importante debería ser conquistar la confianza y la opinión favorable de la comunidad local [42]. Estos son aspectos de peso, que deben tenerse en cuenta al elaborar y aplicar estrategias para la gestión de desechos radiactivos.

10.8. INCERTIDUMBRES

Todo plan puede verse alterado o retrasado por sucesos que afecten al suministro, la construcción y la aplicación. Por consiguiente, una planificación eficaz debería tener en cuenta esas posibles fuentes de incertidumbre, en la medida que sean razonablemente previsibles. Deberían estudiarse las alternativas, a fin de incorporar en el plan de aplicación de la estrategia las medidas adecuadas para reducir los posibles efectos adversos. Naturalmente, no será posible ni necesario tener en cuenta todas las eventualidades, y la atención debería centrarse en aquellas que planteen las amenazas más probables o que puedan causar los trastornos más graves. Estos factores deberían vigilarse, determinarse y evaluarse continuamente, a fin de evitar retrasos y perturbaciones graves en la aplicación de la estrategia.

11. FORMULACIÓN Y APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

En esta sección se describen los pasos propuestos para la formulación y aplicación de una estrategia de gestión de desechos radiactivos (figura 3).

Como base del proceso de formulación y aplicación, deberían examinarse los requisitos que han de cumplirse para la elaboración de una estrategia (sección 8), las opciones para la gestión de los diferentes tipos de desechos (sección 9) y las consideraciones de interés al seleccionar una estrategia (sección 10).

11.1. PASO 1: EXAMEN DE LA SITUACIÓN

Al llegar a esta etapa, debería estar nombrada la persona que se hará cargo de la elaboración de la estrategia.

Como primer paso, debería evaluarse la situación relativa a los requisitos especificados en la sección 8. Si falta información importante, habrá que adoptar medidas para colmar las lagunas, por ejemplo reuniendo información sobre los inventarios de desechos, los recursos, etc.

Téngase en cuenta que la estrategia puede referirse a la gestión de los desechos de todo el país, pero también a los de un sector particular, como el de los desechos institucionales o los generados por las centrales nucleares. También podría referirse a una empresa en particular, por ejemplo a la entidad explotadora de una central nuclear (véase también la sección 2).

11.2. PASO 2: DEFINICIÓN DE LOS PUNTOS FINALES

Para cada categoría de desechos que se deba gestionar, habrá que establecer los posibles puntos finales de la gestión (sección 9). Lo ideal es seleccionar un conjunto de puntos finales (que incluyan los ya existentes y los adicionales que pudieran ser adecuados (véase el anexo II, cuadro 2). Si la estrategia contempla el almacenamiento a largo plazo, debería indicarse igualmente la opción prevista para la disposición final definitiva. Las estrategias deberían abordar el destino a largo plazo de cada categoría de desechos, por ejemplo indicando el período durante el cual estará garantizado el almacenamiento seguro (la vida mínima prevista de los bultos de desechos) y los planes para gestionar los desechos después de ese período.

El resultado de este paso debería ser una vía de gestión genérica para cada categoría de desechos radiactivos.

11.3. PASO 3: DETERMINACIÓN DE LAS OPCIONES TÉCNICAS

Deberían determinarse todas las opciones técnicas de gestión adecuadas para que una determinada categoría de desechos radiactivos alcance los puntos

finales definidos. Las opciones técnicas posibles pueden restringirse eliminando las que, por diversos motivos, no sean apropiadas. Por ejemplo, la opción de la descarga de líquidos no será adecuada en un país árido, y la incineración puede no ser aceptable por motivos de sensibilidad pública. Las consideraciones expuestas en la sección 10, y la indicación de la pertinencia de los elementos de la estrategia

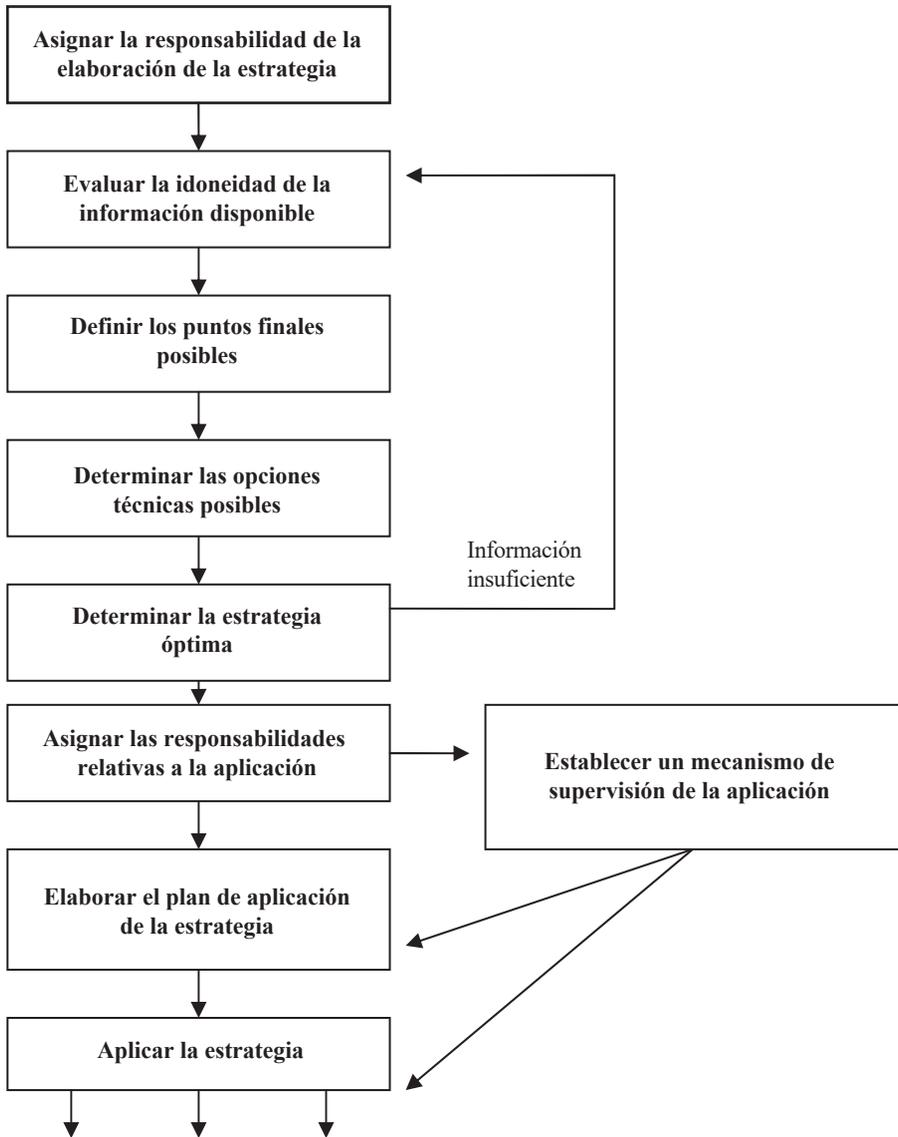


Fig.3. Esquema del proceso de formulación y aplicación de la estrategia.

en programas nacionales de gestión de desechos de diferentes magnitudes (véase el anexo II, cuadro 3), pueden ser útiles en este contexto.

El resultado será un conjunto de estrategias posibles para la gestión segura de una categoría de desechos radiactivos particular.

11.4. PASO 4: DETERMINACIÓN DE LA ESTRATEGIA ÓPTIMA

La estrategia óptima debería determinarse comparando las ventajas y desventajas relativas de cada opción (análisis de múltiples atributos). Típicamente se examinarán las cuestiones relacionadas con las distintas tecnologías de procesamiento, y su interdependencia, sinergia y relación con diferentes sistemas de disposición final. Deberá verificarse que la estrategia escogida se pueda aplicar en el país, es decir, que existan suficientes recursos financieros y técnicos y no haya factores políticos, sociales o jurídicos que impidan su aplicación. Si el análisis de múltiples atributos no conduce a la selección de una estrategia que sea posible aplicar, habrá que redefinir los puntos finales y analizar nuevamente las opciones técnicas posibles.

Cabe señalar que el enfoque de los múltiples atributos descrito en el párrafo anterior puede ser adecuado para los países que necesiten gestionar cantidades importantes y muchos tipos diferentes de desechos radiactivos, pero en el caso de los países con solo uno o pocos tipos de desechos radiactivos, la elección de la estrategia óptima será sencilla y por lo general evidente, y no se requerirá un análisis formal.

Este proceso de optimización debería conducir a una estrategia general, que se plasmará luego en un plan de aplicación más detallado.

11.5. PASO 5: ASIGNACIÓN DE LAS RESPONSABILIDADES

En este paso deberían asignarse las responsabilidades referentes a los distintos componentes de la estrategia, es decir, a cada etapa del proceso de gestión de desechos (procesamiento, disposición final), pero también a la vinculación entre esas etapas.

El resultado será una infraestructura para la aplicación de la estrategia, con responsabilidades definidas.

11.6. PASO 6: SUPERVISIÓN DE LA APLICACIÓN

Deberían establecerse mecanismos de control (por ejemplo, criterios de rendición de cuentas y exámenes periódicos) para asegurar la aplicación puntual de la estrategia. También deberían establecerse mecanismos adecuados para garantizar el examen y la actualización periódicas de la estrategia (hitos para los exámenes de la estrategia).

El resultado será la creación de herramientas para supervisar la aplicación de la estrategia.

11.7. PASO 7: PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO

Deberían establecerse un plan estratégico a largo plazo, que abarque toda la duración prevista del programa, y planes intermedios para los períodos comprendidos entre hitos importantes. Los planes deberían abordar lo siguiente:

- la evaluación de los datos sobre la generación de desechos radiactivos: los inventarios de desechos previstos a lo largo del tiempo;
- la evaluación de las necesidades de instalaciones y equipo tecnológico, en función de la generación de desechos radiactivos prevista para el futuro;
- la especificación de los recursos financieros que se necesitarán para las instalaciones y el equipo tecnológicos y de apoyo;
- la elaboración de un plan ejecutivo para el siguiente período presupuestario.

El resultado será una estrategia para la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos del país (o para una corriente de desechos específica), con detalles sobre la forma en que se aplicará.

12. ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA Y LA ESTRATEGIA

Las políticas y estrategias pueden tener que actualizarse de cuando en cuando. Las siguientes consideraciones ayudarán a estructurar esa actualización.

12.1. EXPERIENCIA ADQUIRIDA

La política y estrategia vigentes deberían examinarse y analizarse a la luz de:

- La experiencia adquirida en su aplicación, para detectar las deficiencias que se puedan subsanar. Esto podría incluir la mejora de las estructuras nacionales de gestión de desechos radiactivos, la aclaración o modificación de las funciones y responsabilidades de las organizaciones nacionales, y la mejora de los arreglos de financiación para la gestión a largo plazo de esos desechos.
- La experiencia adquirida en otros países (por ejemplo, en los que tengan problemas parecidos en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos), con vistas a definir políticas y estrategias mejores. Esto podría incluir la adopción de nuevas tecnologías para la gestión de los desechos radiactivos.

12.2. CIRCUNSTANCIAS NACIONALES NUEVAS

Debería prestarse atención a todas las circunstancias nacionales, políticas o técnicas nuevas que puedan exigir una modificación de la política y estrategia, por ejemplo:

- el establecimiento de nuevas disposiciones y políticas gubernamentales, como los cambios en la política nacional de importación o exportación de desechos radiactivos;
- el cierre o la apertura de instalaciones nucleares que pudieran crear nuevas corrientes de desechos que se deban gestionar;
- los retrasos en el establecimiento de instalaciones de almacenamiento o disposición final de desechos;
- la apertura o el cierre de un repositorio nacional de desechos, que podría influir en la necesidad de arreglos de almacenamiento;
- la disponibilidad de instalaciones de gestión de desechos radiactivos a nivel regional o bilateral, por ejemplo de estructuras regionales de procesamiento, almacenamiento y disposición final, que pudieran alterar el sistema nacional de gestión de desechos radiactivos.

12.3. ACUERDOS INTERNACIONALES NUEVOS

Los nuevos acuerdos internacionales a los que el país se haya adherido pueden tener repercusiones en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Esto podría incluir también los arreglos con otros países respecto de la exportación/importación de fuentes selladas en desuso, combustible nuclear gastado y desechos radiactivos destinados al almacenamiento y/o la disposición final.

12.4. ACTUALIZACIÓN DE LA POLÍTICA Y LA ESTRATEGIA

Sobre la base de este examen, deberán introducirse los cambios que procedan en la política y estrategia nacionales para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. La iniciativa de modificar la política nacional debería ser puesta en marcha y dirigida por el gobierno, pero en consulta con todas las partes afectadas y con su participación. Cuando el gobierno haya aprobado cambios en la política, habrá que examinar si es necesario modificar la legislación nacional sobre la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos y la infraestructura correspondiente. La iniciativa de modificar los planes estratégicos debería ser de la competencia de los propietarios de desechos, que también deberán actuar en consulta con todas las partes interesadas.

REFERENCIAS

- [1] *Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos*, INFCIRC/546, OIEA, Viena, 1997; véase la Segunda Reunión de Revisión, <https://www.iaea.org/topics/nuclear-safety-conventions/joint-convention-safety-spent-fuel-management-and-safety-radioactive-waste>
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management*, IAEA International Law Series No. 1, IAEA, Vienna (2006).
- [3] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Infraestructura legal y estatal para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-R-1, OIEA, Viena, 2004.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.7, OIEA, Viena, 2005.
- [5] COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR (OCDE), ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Principios fundamentales de seguridad*, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1, OIEA, Viena, 2007.
- [6] COMISIÓN ECONÓMICA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EUROPA, *Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente* (Convenio de Aarhus), CEPE, Ginebra, 1998; <https://unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43f.pdf>
- [7] CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO, *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, Río de Janeiro, 1992.
- [8] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias*, OMI, Londres, 1972.
- [9] COMISIÓN OSPAR, *Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste* (Convenio OSPAR), Londres, 1992.
- [10] SANDS, P., *Principles of Environmental Law*, Cambridge (1994).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Cost Considerations and Financing Mechanisms for the Disposal of Low and Intermediate Level Radioactive Waste*, IAEA-TECDOC-1552, IAEA, Vienna (2007).

- [12] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación, Colección Seguridad del OIEA N° 115*, OIEA, Viena, 1997.
- [13] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.7*, OIEA, Viena, 2007.
- [14] *Estructura y contenido de los acuerdos entre los Estados y el Organismo requeridos en relación con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares*, INFCIRC/153, OIEA, Viena, 1971.
- [15] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, incluida la clausura, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-2*, OIEA, Viena, 2004.
- [16] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Código de Conducta sobre la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas*, OIEA, Viena, 2004.
- [17] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY GROUP, Stakeholder Involvement in Nuclear Issues, INSAG-20, IAEA, Vienna (2006).
- [18] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Minimization of Radio-active Waste from Nuclear Power Plants and the Back End of the Nuclear Fuel Cycle, Technical Reports Series No. 377, IAEA, Vienna (1995).
- [19] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorizing Operational Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-1538, IAEA, Vienna (2007).
- [20] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clasificación de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-1*, OIEA, Viena, 2015.
- [21] Disposal of Low Activity Radioactive Waste (Proc. Int. Symp. Córdoba, 2004), IAEA, Vienna (2005).
- [22] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-1*, OIEA, Viena, 2004.
- [23] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de actividad baja e intermedia, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.5*, OIEA, Viena, 2009.
- [24] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Treatment Technologies for Low and Intermediate Level Waste from Nuclear Applications, IAEATECDOC-929, IAEA, Vienna (1997).
- [25] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Interim Storage of Radioactive Waste Packages, Technical Reports Series No. 390, IAEA, Vienna (1998).

- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Considerations in the Development of Near Surface Repositories for Radioactive Waste, Technical Reports Series No. 417, IAEA, Vienna (2003).
- [27] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Long Term Storage of Spent Nuclear Fuel — Survey and Recommendations, IAEA-TECDOC-1293, IAEA, Vienna (2002).
- [28] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Scientific and Technical Basis for the Geological Disposal of Radioactive Wastes, Technical Reports Series No. 413, IAEA, Vienna (2003).
- [29] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Developing Multinational Radioactive Waste Repositories: Infrastructural Framework and Scenarios of Cooperation, IAEA-TECDOC-1413, IAEA, Vienna (2004).
- [30] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Disused Long Lived Sealed Radioactive Sources (LLSRS), IAEA-TECDOC-1357, IAEA, Vienna (2003).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Spent High Activity Radioactive Sources (SHARS), IAEA-TECDOC-1301, IAEA, Vienna (2002).
- [32] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handling, Conditioning and Storage of Spent Sealed Radioactive Sources, IAEA-TECDOC-1145, IAEA, Vienna (2000).
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Conditioning and Interim Storage of Spent Radium Sources, IAEA-TECDOC-886, IAEA, Vienna (1996).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Disposal Options for Disused Radioactive Sources, Technical Reports Series No. 436, IAEA, Vienna (2005).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Treatment of Liquid Effluent from Uranium Mines and Mills, IAEA-TECDOC-1419, IAEA, Vienna (2005).
- [36] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technologies for the Treatment of Effluents from Uranium Mines, Mills and Tailings, IAEA-TECDOC-1296, IAEA, Vienna (2002).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Long Term Stabilization of Uranium Mill Tailings, IAEA-TECDOC-1403, IAEA, Vienna (2004).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Cost Considerations and Financing Mechanisms for the Disposal of Low and Intermediate Level Radioactive Waste, IAEA-TECDOC-1552, IAEA, Vienna (2007).
- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidance on the Import and Export of Radioactive Sources, IAEA, Vienna (2005).
- [40] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Low and Intermediate Level Radioactive Wastes with Regard to their Chemical Toxicity, IAEA-TECDOC-1325, IAEA, Vienna (2003).
- [41] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Handling, Treatment, Conditioning and Storage of Biological Radioactive Wastes, IAEA-TECDOC-775, IAEA, Vienna (1995).

- [42] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Low and Intermediate Level Waste Repositories: Socioeconomic Aspects and Public Involvement* (Proc. Workshop Vienna, 2005), IAEA-TECDOC-1553, IAEA, Vienna (2007).

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones del OIEA en materia de seguridad relacionadas con la gestión de desechos radiactivos (ordenadas por año de publicación)

Almacenamiento de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-6.1, 2009.

Geological Disposal of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series N° WS-R-4 (2006).

Gestión de desechos procedentes de la utilización de materiales radiactivos en medicina, industria, agricultura, investigación y educación, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS G-2.7, OIEA, Viena, 2009.

Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de actividad baja e intermedia, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.5, OIEA, Viena, 2009.

Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos de actividad alta, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.6, OIEA, Viena, 2009.

Protección radiológica y gestión de desechos radiactivos en la explotación de centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° NS-G-2.7, OIEA, Viena, 2010.

Gestión de desechos radiactivos procedentes de la extracción y el tratamiento de minerales, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-1.2, OIEA, Viena, 2010.

Gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos, incluida la clausura, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-2, OIEA, Viena, 2004.

Evaluación de la seguridad para la disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-1.1, OIEA, Viena, 2004.

Disposición final de desechos radiactivos cerca de la superficie, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-R-1, OIEA, Viena, 2004.

Principios para la gestión de desechos radiactivos, Colección Seguridad del OIEA N° 111-F, OIEA, Viena, 1996.

Classification of Radioactive Waste Safety Series No. 111-G-1.1 (1994).

Siting of Geological Disposal Facilities, Safety Series No. 111-G-4.1 (1994).

Siting of Near Surface Disposal Facilities, Safety Series No. 111-G-3.1 (1994).

Design and Operation of Radioactive Waste Incineration Facilities, Safety Series No. 108 (1992).

Ejemplos de políticas y estrategias nacionales

OECD Nuclear Energy Agency, Update on Waste Management Policies and Programmes, Nucl. Waste Bull 14 (2000).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Manual de derecho nuclear*, OIEA, Viena, 2006.

The Concept of Radioactive Waste and Spent Nuclear Fuel Management in the Czech Republic, Prague (May 2002),

AUSTRALIAN NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY ORGANIZATION, Policy on Radioactive Waste Management, Australia (1996),

Radioactive Waste Management Policy and Strategy for the Republic of South Africa, Department of Minerals and Energy (2004).

Nuclear Power Plants' Radwaste in Perspective, Working Group Nuclear, Chairman François Wald, EURELECTRIC Secretariat, EURELECTRIC (2001).

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, *Sexto Plan General de Residuos Radiactivos*, España, 23 de junio de 2006.

Anexo I

POLÍTICA Y ESTRATEGIA TÍPICAS DE UN PAÍS CON UNA CANTIDAD PEQUEÑA DE DESECHOS RADIATIVOS

I-1. INTRODUCCIÓN

La política y la estrategia expuestas en este anexo son un ejemplo de lo que podría establecer un país que deba gestionar una cantidad pequeña de desechos radiactivos. Se basan en las orientaciones proporcionadas en el cuerpo de este documento, y contienen los elementos seleccionados para atender las necesidades de un país hipotético (Xlandia). Los desechos radiactivos de Xlandia proceden de un uso limitado de instalaciones de I+D nucleares, como un reactor de investigación, y del empleo de radionucleidos en aplicaciones médicas e industriales en pequeña escala. El país no tiene ni reactores nucleares de potencia ni industrias mineras que produzcan desechos radiactivos, y tampoco genera material radiactivo natural.

Se parte del supuesto de que Xlandia tiene una legislación nacional que protege contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. También se supone que existe información básica sobre las fuentes radiactivas y los radionucleidos utilizados, y que hay estimaciones aproximadas de las cantidades de desechos presentes y futuras.

La política y la estrategia elaboradas para Xlandia son sencillas y claras, y reflejan las pequeñas cantidades y el reducido número de tipos de desechos radiactivos que se deben gestionar. En un país con una diversidad más amplia y cantidades mayores de desechos radiactivos, la política y la estrategia deberían incluir elementos adicionales.

Estos ejemplos de una política y una estrategia se presentan solo a modo de ayuda para las personas que deban trabajar en la formulación de políticas y estrategias nacionales de gestión de desechos radiactivos. En una situación real, estos instrumentos deberían elaborarse teniendo en cuenta las circunstancias de cada país.

I-2. EJEMPLO DE UNA POLÍTICA

I-2.1. Propósito

Esta política establece los fines y objetivos que deben cumplirse para la gestión segura de los desechos radiactivos en Xlandia. También establece las

funciones y responsabilidades de las organizaciones y órganos que se ocupan de la gestión de esos desechos en el país.

I-2.2. Principios generales

La política es conforme con los requisitos establecidos en el ordenamiento jurídico nacional, los principios internacionales pertinentes y todos los acuerdos internacionales que Xlandia ha firmado.

I-2.3. Declaración de política

- a) El Gobierno de Xlandia (o un ministerio designado) establecerá el marco legislativo y regulador para la gestión segura de los desechos radiactivos, que incluirá un sistema de concesión de licencias para las actividades de gestión de esos desechos, y nombrará un órgano regulador, que tendrá la función de controlar el cumplimiento de la legislación y la reglamentación y de expedir las licencias (esta entidad podrá ser la misma que controle el cumplimiento de la legislación y reglamentación en materia de protección radiológica);
- b) El Gobierno de Xlandia (o un ministerio designado) establecerá una organización nacional de gestión de desechos, que se encargará de la gestión (es decir, de la recogida, el procesamiento, el almacenamiento y la disposición final) de los desechos radiactivos en el país;
- c) El Gobierno de Xlandia establecerá arreglos que proporcionen los recursos (financieros, técnicos y humanos) necesarios para el funcionamiento de la organización de gestión de desechos y del órgano regulador y para la aplicación de la estrategia de gestión de desechos radiactivos;
- d) Los titulares de licencias de instalaciones que generen desechos radiactivos serán responsables de la gestión segura de esos desechos hasta que sean aceptados por la organización de gestión de desechos. Esta organización será responsable de la gestión segura de los desechos radiactivos, incluidas las fuentes radiactivas en desuso, para los que no exista un propietario conocido;
- e) Los titulares de licencias de instalaciones que produzcan desechos radiactivos adoptarán medidas para reducir al mínimo la generación de ese tipo de desechos;
- f) La organización de gestión de desechos preparará una estrategia que detalle los arreglos para la gestión a largo plazo de los desechos radiactivos en Xlandia, y la someterá a la aprobación del Gobierno;
- g) No se importarán ni exportarán desechos radiactivos sin la aprobación del Gobierno;

- h) El Gobierno de Xlandia aprobará la importación de fuentes radiactivas selladas solo cuando el suministrador acepte la devolución de esas fuentes al término de su vida útil, para la disposición final;
- i) El Gobierno de Xlandia (o el ministerio competente) organizará la devolución del combustible nuclear gastado del reactor de investigación al país de origen;
- j) Todas las actividades de gestión de desechos radiactivos se realizarán de manera abierta y transparente, y el público tendrá acceso a la información sobre la gestión de los desechos, cuando ello no vulnere las leyes, la seguridad física o la defensa nacionales.

I-3. EJEMPLO DE UNA ESTRATEGIA

I-3.1. Propósito

Esta estrategia especifica los medios técnicos y las medidas que se aplicarán para gestionar los desechos radiactivos de Xlandia.

I-3.2. Declaración de estrategia

- a) Las actividades de la organización de gestión de desechos se ejecutarán de conformidad con el plan estratégico a largo plazo y los planes de aplicación anuales, previa aprobación del Gobierno;
- b) La organización de gestión de desechos elaborará un inventario de los desechos radiactivos existentes en el país, incluidos los históricos, y una predicción de los desechos radiactivos que se generarán en el futuro. El inventario se mantendrá actualizado y se llevarán los registros correspondientes;
- c) La organización de gestión de desechos establecerá un sistema de categorización de los desechos que servirá de base para el inventario nacional;
- d) La organización de gestión de desechos, en cooperación con el órgano regulador, creará y mantendrá una base de datos de las instalaciones que generen desechos radiactivos, con detalles sobre la naturaleza y las cantidades de esos desechos;
- e) La organización de gestión de desechos establecerá y gestionará un sistema de recogida, caracterización, transporte, almacenamiento y procesamiento de todos los desechos radiactivos producidos en Xlandia. Para este fin, la organización de gestión de desechos especificará las condiciones en que se aceptarán los desechos procedentes de las entidades que los hayan generado;

- f) La organización de gestión de desechos se ocupará, en el momento oportuno, de la disposición final de todos los desechos radiactivos de Xlandia con arreglo a la estrategia aprobada;
- g) La organización de gestión de desechos presentará anualmente al Gobierno un informe sobre las actividades realizadas en el período pertinente, las cantidades y los tipos de desechos radiactivos gestionados y cualquier otra cuestión de interés.

Anexo II

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Líquidos	Exentos	Diversos orígenes	Descarga al medio ambiente	Ninguna	n.a.	Ninguna	n.a.	n.a.
	DPMC	Reactor, investigación, uso médico	Almacenamiento para desintegración	Descarga al medio ambiente	n.a.	Ninguna	n.a.	n.a.
	DAMB	Clausura, investigación, rehabilitación de emplazamientos, usos médicos	Almacenamiento para desintegración, evaporación, procesos de membrana, intercambio iónico	Concentrado, resinas gastadas, membranas	Hormigonado	Líquido	Descarga al medio ambiente	Zanja superficial, vertedero, disposición final cerca de la superficie

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Líquidos	DAB	Explotación y clausura de reactores, producción de isótopos, extracción y tratamiento de uranio, fabricación de combustible, reprocesamiento de combustible gastado	Tratamiento químico, intercambio iónico, procesos de membrana, evaporación	Lodos, resinas gastadas, membranas, concentrado	Bituminización, hormigonado, polimerización, contenedor de alta integridad	Líquido	Descarga al medio ambiente	Disposición final cerca de la superficie
	DAI	Explotación y clausura de reactores, reprocesamiento de combustible gastado	Tratamiento químico, intercambio iónico, procesos de membrana, evaporación	Lodos, resinas gastadas, concentrado	Bituminización, hormigonado	DAB líquidos, efluente gaseoso	Véase: DAB líquidos, DAB gaseosos	Disposición final a profundidad intermedia

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Líquidos	DAA	Reprocesamiento de combustible gastado	Evaporación	Líquido, lodos	Vitrificación	DAI líquidos, efluente gaseoso	Véase: DAI líquidos, DAI gaseosos	Disposición final geológica
	DABI orgánicos	Investigación, explotación de reactores, reprocesamiento de combustible gastado	Incineración, sorción, destilación, oxidación húmeda, hidrólisis alcalina	Filtros, sorbentes, líquido orgánico	Homogeneización, polimerización	Líquido, efluente gaseoso	Reciclado, descarga al medio ambiente	Disposición final cerca de la superficie

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Gaseosos y partículas suspendidas en el aire	DAB	Explotación de reactores, producción de isótopos, procesamiento de desechos	Filtración, sorción, depuración	Filtros, lechos de sorción, líquidos	Compactación, sobrecambalaje, hormigonado	Gas	Descarga al medio ambiente	Disposición final cerca de la superficie
	DAI	Reprocesamiento de combustible gastado, procesamiento de desechos	Filtración, sorción, depuración	Filtros, lechos de sorción, líquidos	Compactación, sobrecambalaje, hormigonado	Gas	Descarga al medio ambiente	Disposición final cerca de la superficie
Sólidos	Exentos	Diversos orígenes	Ninguna	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	DPMC	Investigación, uso médico	Almacenamiento para desintegración	Ninguna	n.a.	Ninguna	n.a.	n.a.

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Sólidos	DAMB	Rehabilitación de emplazamientos, investigación, clausura de reactores, uso médico	Almacenamiento para desintegración, fragmentación	Sólido	n.a.	Sólido	Reciclado/descarga al medio ambiente	Zanja superficial, vertedero, disposición final cerca de la superficie
	DAB	Explotación y clausura de reactores, producción y uso de isótopos, fabricación de combustible, reprocesamiento de combustible gastado	Compactación, supercompactación, incineración, fusión, fragmentación	Sólido, ceniza, lingotes	Enlechado, sobreembalaje	Efluente gaseoso	Véase: DAB gaseosos	Disposición final cerca de la superficie, disposición final de fuentes selladas en desuso en pozos barrenados

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Sólidos	DAI	Explotación y clausura de reactores, uso de isótopos, reprocesamiento de combustible gastado	Compactación, supercompactación, fragmentación	Sólido	Enlechado, sobreembalaje	Ninguna	n.a.	Disposición final a profundidad intermedia, disposición final geológica, disposición final de fuentes selladas en desuso en pozos barrenados

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LAS OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

Tipo de desechos	Clase de desechos	Orígenes	Tratamientos	Forma de la corriente concentrada	Acondicionamiento de la corriente concentrada	Forma de la corriente limpia	Acondicionamiento de la corriente limpia	Opciones de disposición final para los desechos acondicionados
Sólidos	DAA	Uso de fuentes radiactivas selladas	Encapsulamiento, sobreembalaje	Ninguna	n.a.	Ninguna	n.a.	Disposición final a profundidad intermedia, disposición final geológica, disposición final de fuentes selladas en desuso en pozos barrenados

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LOS PUNTOS FINALES RECOMENDADOS PARA LA GESTIÓN DE DETERMINADAS CORRIENTES DE DESECHOS

Corriente de desechos radiactivos	Punto final							
	Almacenamiento a largo plazo*	Almacenamiento para desintegración	Zanja superficial	Dique de colas	Estructura artificial en la superficie	Estructura a profundidad intermedia	Repositorio geológico	Disposición final de fuentes selladas en pozos barrenados
DPMC	Volumen pequeño	++	+	+	+	NR	NR	NR
	Volumen grande	++	+	NR	+	NR	NR	NT
DAMB	Volumen pequeño	+	++	++	++	NR	NR	NR
	Volumen grande	NR	+	++	++	NR	NR	NT
DAB	Volumen pequeño	+	NR	++	++	++	+	+
	Volumen grande	+	NR	+	+	++	+	NT
DAI	Volumen pequeño	+	N	N	N	+	++	+
	Volumen grande	+	N	N	N	N	++	NT

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LOS PUNTOS FINALES RECOMENDADOS PARA LA GESTIÓN DE DETERMINADAS CORRIENTES DE DESECHOS (cont.)

Corriente de desechos radiactivos		Punto final							
		Almacenamiento a largo plazo*	Almacenamiento para desintegración	Zanja superficial	Dique de colas	Estructura artificial en la superficie	Estructura a profundidad intermedia	Repositorio geológico	Disposición final de fuentes selladas en pozos barrenados
Combustible nuclear gastado/DAA		+	N	N	N	N	N	N	N
	De período corto	+	+	+	NR	++	+	+	+
	De período largo	+	N	N	N	+	++	+	++
Fuente radiactiva sellada en desuso	Fuente radiactiva gastada de actividad alta	+	N	N	N	N	++	+	++
	Volumen pequeño	NR	N	++	++	+	+	NR	NR
NORM	Volumen grande	NR	N	++	++	NR	NR	NR	NT

CUADRO II-3. SINOPSIS DE LOS PUNTOS FINALES RECOMENDADOS PARA LA GESTIÓN DE DETERMINADAS CORRIENTES DE DESECHOS (cont.)

Corriente de desechos radiactivos	Punto final							
	Almacenamiento a largo plazo*	Almacenamiento para desintegración	Zanja superficial	Dique de colas	Estructura artificial en la superficie	Estructura a profundidad intermedia	Repositorio geológico	Disposición final de fuentes selladas en desusos en pozos barrenados
Extracción y tratamiento de uranio	NR	N	+	++	+	+	+	NR
Volumen pequeño	NR	N	+	++	+	+	+	NR
Volumen grande	NR	N	+	++	NR	NR	NR	NT

*: El almacenamiento a largo plazo es un punto final solo en el caso de los desechos radiactivos almacenados para desintegración; en los demás casos, se requiere una opción de disposición final ulterior.

++: Solución preferible.

+: Solución aceptable.

N: No posible, por razones de seguridad.

NT: No posible, por razones técnicas.

NR: Posible, pero debe ser evaluado desde el punto de vista técnico o económico.

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Antes de la etapa de formulación de la estrategia					
Inventario nacional: <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de los desechos • Cantidades y tipos de desechos • Caracterización de los desechos 	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Políticas nacionales de gestión de desechos radiactivos ya existentes o en elaboración	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Estrategias de gestión de desechos de los propietarios de desechos del país (o del extranjero)	Necesario	Necesario	En función de las necesidades del programa	En función de las necesidades del programa	En función de las necesidades del programa

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Disponibilidad de instalaciones de gestión de desechos radiactivos accesibles ya existentes y/o previstas	Necesario	Necesario	Necesario	En función de las necesidades del programa	En función de las necesidades del programa
Disponibilidad de recursos, fondos para financiar la gestión de los desechos radiactivos	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Régimen regulador existente	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Expectativas e intereses de las partes interesadas	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario	Necesario
Opciones técnicas que pueden tener que considerarse en la etapa de formulación de la estrategia					
Descarga autorizada de desechos gaseosos y líquidos					

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Descarga	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	Debería examinarse
Desechos de período muy corto					
Almacenamiento para desintegración hasta la dispensa	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	No se aplica
Desechos sólidos de actividad muy baja					
Procesamiento:	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No necesario, por lo general
<ul style="list-style-type: none"> ● Clasificación del suelo contaminado, hormigón, desechos ● Fragmentación de piezas grandes ● Compactación ● Incineración 					
Almacenamiento	Necesario	Necesario	Necesario	Podría ser necesario	Necesario

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Disposición final — Vertedero de DAMB	Necesario	Necesario	Necesario	Podría ser necesario	Necesario
DABI					
Opciones de procesamiento de desechos líquidos (desechos resultantes):	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica
<ul style="list-style-type: none"> • Métodos químicos (lodos) • Evaporación (concentrado) • Intercambio iónico (resinas) • Métodos de membrana (filtros/membranas) • Incineración (cenizas, escoria, filtros, lodos) 					

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
<p>Opciones de procesamiento de desechos gaseosos (desechos resultantes):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sistemas de efluentes gaseosos (lechos de sorción, filtros, lodos) ● Separación de gases (cofres) 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica	No se aplica
<p>Opciones de procesamiento de desechos sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fragmentación ● Incineración ● Compactación ● Fusión 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Opciones de acondicionamiento de desechos líquidos: <ul style="list-style-type: none"> ● Hormigonado ● Bituminización ● Polimerización ● Vitrificación 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica
Opciones de acondicionamiento de desechos sólidos y solidificados: <ul style="list-style-type: none"> ● Embalaje ● Colocación en contenedores ● Sobreembalaje ● Contenedores de alta integridad 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Almacenamiento: <ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento para desintegración Almacenamiento en espera de la disposición final Almacenamiento prolongado (a largo plazo) 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones
Disposición final de DAB: <ul style="list-style-type: none"> Repositorio cerca de la superficie Repositorio geológico 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones
Disposición final de DAI: <ul style="list-style-type: none"> Repositorio geológico 	Debe examinarse	Debe examinarse	Puede examinarse	No se aplica	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
DAA y combustible gastado					
Almacenamiento de combustible gastado: <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento en húmedo en piscinas • Almacenamiento en seco en contenedores/ cámaras acorazadas 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	No se aplica	No se aplica
Acondicionamiento del combustible gastado para la disposición final: <ul style="list-style-type: none"> • Encapsulamiento • Sobreembalaje para la disposición final 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Puede examinarse	No se aplica	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Procesamiento de desechos sólidos de actividad alta: <ul style="list-style-type: none"> • Fragmentación 	Debe examinarse	Debe examinarse	Puede examinarse	No se aplica	No se aplica
Acondicionamiento de desechos líquidos de actividad alta: <ul style="list-style-type: none"> • Vitrifacción • Embalaje para almacenamiento/ disposición final • Sobreembalaje 	Deben examinarse todas las opciones	No se aplica	No se aplica	No se aplica	No se aplica
Almacenamiento de DAA: <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento en espera de la disposición final • Almacenamiento a largo plazo 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones (para el combustible gastado)	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Disposición final de combustible gastado/ DAA: <ul style="list-style-type: none"> • Repositorio geológico con/sin recuperabilidad 	Debe examinarse	Debe examinarse (para el combustible gastado)	Pueden examinarse algunas de las opciones	No se aplica	No se aplica
Fuentes radiactivas selladas en desuso					
Repatriación al fabricante original	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	No se aplica
Procesamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Encapsulamiento • Inmovilización en una matriz metálica 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	No se aplica
Acondicionamiento para el almacenamiento y la disposición final: <ul style="list-style-type: none"> • Embalaje 	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	Debe examinarse	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
<p>Opciones de almacenamiento determinadas por el tipo de fuente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento para desintegración • Almacenamiento como DABI • Almacenamiento como DAA 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	No se aplica
<p>Opciones de disposición final determinadas por el tipo de fuente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocación junto con DAB • Colocación junto con DAI/DAA • Pozo barrenado 	Deben examinarse todas las opciones	Deben examinarse todas las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones	Pueden examinarse algunas de las opciones (p. ej., los pozos barrenados)	No se aplica

CUADRO II-3. ELEMENTOS QUE PUEDEN TENER QUE CONSIDERARSE AL ELABORAR O REVISAR UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS (cont.)

	Caso del país A ¹	Caso del país B ²	Caso del país C ³	Caso del país D ⁴	Caso del país E ⁵
Determinación de sinergias en las opciones técnicas de gestión de diferentes corrientes de desechos: <ul style="list-style-type: none"> ● Procesamiento ● Almacenamiento ● Disposición final 	Necesario	Necesario	Necesario	Podrían determinarse algunas sinergias	Podrían determinarse algunas sinergias

¹ Desechos radiactivos procedentes de centrales nucleares, instalaciones de las partes inicial y final del ciclo del combustible, un amplio uso de instalaciones de I+D nucleares, y abundantes aplicaciones nucleares en la industria y la medicina.

² Desechos radiactivos procedentes de centrales nucleares, un amplio uso de instalaciones de I+D nucleares y abundantes aplicaciones nucleares en la industria y la medicina. Ninguna instalación del ciclo del combustible.

³ Desechos radiactivos procedentes de un uso limitado de instalaciones de I+D nucleares, un reactor de investigación y un uso limitado de aplicaciones nucleares en la industria y la medicina. Ninguna central nuclear, ninguna instalación del ciclo del combustible.

⁴ Desechos radiactivos procedentes de un uso limitado de aplicaciones nucleares en la industria y la medicina. Ningún reactor, ninguna instalación del ciclo del combustible, ninguna actividad de I+D nuclear.

⁵ Solo desechos de material radiactivo natural.

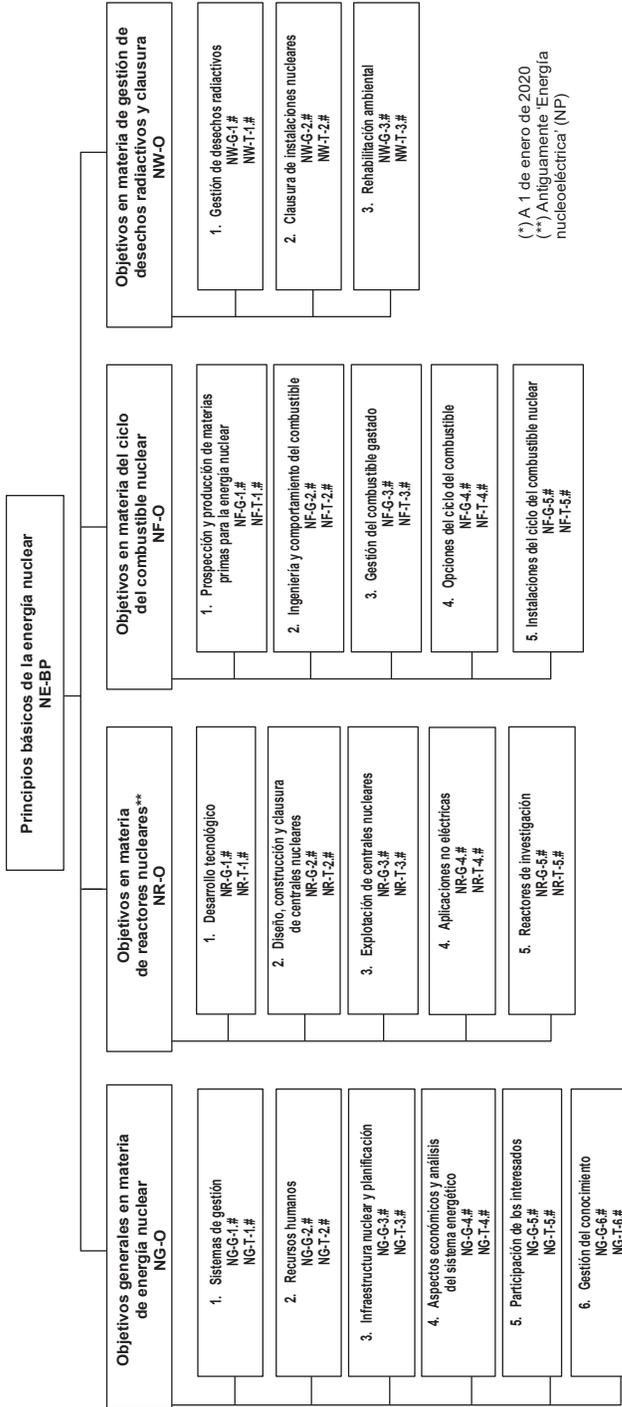
COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Bredell, P.	Necsa (Sudáfrica)
Drace, Z.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Hudson, S.	Agencia Escocesa de Protección del Medio Ambiente (Reino Unido)
Janenas, D.	Agencia de Gestión de Desechos Radiactivos (Lituania)
Jova-Sed, L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
King, F.	Ontario Power Generation, Inc., Canadá
Linsley, G.	Consultor privado (Reino Unido)
Lust, M.	Centro de Protección Radiológica de Estonia (Estonia)
Mele, I.	Organismo de Gestión de Desechos Radiactivos (Eslovenia)
Metcalfe, D.	Ministerio de Recursos Naturales de Canadá (Canadá)
Misra, S.D.	Centro Bhabha de Investigaciones Atómicas (India)
Nachmilner, L.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Ojovan, M.	Universidad de Sheffield (Reino Unido)
Rowat, J.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Siraky, G.	Autoridad Regulatoria Nuclear (Argentina)

Reuniones de consultores

Viena (Austria): 5 a 7 de marzo de 2007; 18 a 22 de junio de 2007;
24 a 28 de septiembre de 2007

Estructura de la Colección de Energía Nuclear del OIEA *



Leyenda

BP: Principios básicos
O: Objetivos
G: Guías y metodologías
T: Informes técnicos
N^{os} 1 a 6: Designación de temas
#: Número de guía o informe

Ejemplos

Energía nuclear general (**NG**), Guías y metodologías (**G**), Infraestructura nuclear y planificación (tema 3), #1
NR-T-5.4: Reactores nucleares (**NR**), Informe técnico (**T**), Reactores de investigación (tema 5), #4
NF-T-3.6: Combustible nuclear (**NF**), Informe técnico (**T**), Gestión del combustible gastado (tema 3), #6
NW-G-1.1: Gestión de desechos radiactivos y clausura (**NW**), Guías y metodologías (**G**), Gestión de desechos radiactivos (tema 1) #1



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

Nº 26

PEDIDOS DE PUBLICACIONES

Las publicaciones de pago del OIEA pueden adquirirse a través de los proveedores que se indican a continuación o en las principales librerías locales.

Los pedidos de publicaciones gratuitas deben hacerse directamente al OIEA. Al final de la lista de proveedores se proporcionan los datos de contacto.

AMÉRICA DEL NORTE

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, EE. UU.

Teléfono: +1 800 462 6420 • Fax: +1 800 338 4550

Correo electrónico: orders@rowman.com • Sitio web: www.rowman.com/bernan

Renouf Publishing Co. Ltd

22-1010 Polytek Street, Ottawa, ON K1J 9J1, CANADÁ

Teléfono: +1 613 745 2665 • Fax: +1 613 745 7660

Correo electrónico: order@renoufbooks.com • Sitio web: www.renoufbooks.com

RESTO DEL MUNDO

Póngase en contacto con su proveedor local de preferencia o con nuestro distribuidor principal:

Eurospan Group

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

Londres EC1R 5DB

Reino Unido

Pedidos comerciales y consultas:

Teléfono: +44 (0)176 760 4972 • Fax: +44 (0)176 760 1640

Correo electrónico: euroman@turpin-distribution.com

Pedidos individuales:

www.eurospanbookstore.com/iaea

Para más información:

Teléfono: +44 (0)207 240 0856 • Fax: +44 (0)207 379 0609

Correo electrónico: info@eurospangroup.com • Sitio web: www.eurospangroup.com

Los pedidos de publicaciones, tanto de pago como gratuitas, pueden enviarse directamente a:

Dependencia de Mercadotecnia y Venta

Organismo Internacional de Energía Atómica

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria

Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530 • Fax: +43 1 26007 22529

Correo electrónico: sales.publications@iaea.org • Sitio web: <https://www.iaea.org/es/publicaciones>

Esta guía tiene por objeto ayudar a los Estados Miembros a elaborar o mejorar sus políticas y estrategias nacionales para la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos. Un aspecto de las estrategias en que se hace particular hincapié es el de los medios para alcanzar los puntos finales adecuados en la gestión del combustible gastado y los desechos radiactivos, como la dispensa, la descarga y la disposición final. Esta guía está destinada a las personas que preparan y redactan las políticas y estrategias nacionales, o sus actualizaciones, y debería ser de utilidad a todos los países que tengan combustible gastado y/o desechos radiactivos que gestionar, pero en particular a aquellos que aún no hayan establecido sus políticas y estrategias nacionales.