

Normas de seguridad del OIEA

para la protección de las personas y el medio ambiente

Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente

Patrocinada conjuntamente por



IAEA



environment

United Nations
Environment Programme

Guía de Seguridad General

Nº GSG-9



IAEA

Organismo Internacional de Energía Atómica

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA Y PUBLICACIONES CONEXAS

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Con arreglo a lo dispuesto en el artículo III de su Estatuto, el OIEA está autorizado a establecer o adoptar normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y a disponer lo necesario para aplicar esas normas.

Las publicaciones mediante las cuales el OIEA establece las normas pertenecen a la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*. Esta colección abarca la seguridad nuclear, radiológica, del transporte y de los desechos. La colección comprende las siguientes categorías: **Nociones Fundamentales de Seguridad, Requisitos de Seguridad y Guías de Seguridad**.

Para obtener información sobre el programa de normas de seguridad del OIEA puede consultarse el sitio del OIEA:

www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad

En este sitio se encuentran los textos en inglés de las normas de seguridad publicadas y de los proyectos de normas. También figuran los textos de las normas de seguridad publicados en árabe, chino, español, francés y ruso, el *Glosario de Seguridad Tecnológica del OIEA* y un informe de situación sobre las normas de seguridad que están en proceso de elaboración. Para más información se ruega ponerse en contacto con el OIEA en la dirección: Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria.

Se invita a los usuarios de las normas de seguridad del OIEA a informar al Organismo sobre su experiencia en la utilización de las normas (por ejemplo, si se han utilizado como base de los reglamentos nacionales, para realizar exámenes de la seguridad o para impartir cursos de capacitación), con el fin de asegurar que sigan satisfaciendo las necesidades de los usuarios. Se puede hacer llegar la información a través del sitio del OIEA o por correo postal a la dirección anteriormente señalada, o por correo electrónico a la dirección: Official.Mail@iaea.org.

PUBLICACIONES CONEXAS

El OIEA facilita la aplicación de las normas y, con arreglo a las disposiciones de los artículos III y VIII.C de su Estatuto, pone a disposición información relacionada con las actividades nucleares pacíficas, fomenta su intercambio y sirve de intermediario para ello entre sus Estados Miembros.

Los informes sobre seguridad en las actividades nucleares se publican como **Informes de Seguridad**, en los que se ofrecen ejemplos prácticos y métodos detallados que se pueden utilizar en apoyo de las normas de seguridad.

Existen asimismo otras publicaciones del OIEA relacionadas con la seguridad, como las relativas a la **preparación y respuesta para casos de emergencia**, los **informes sobre evaluación radiológica**, los **informes del INSAG** (Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear), los **informes técnicos** y los **documentos TECDOC**. El OIEA publica asimismo informes sobre accidentes radiológicos, manuales de capacitación y manuales prácticos, así como otras obras especiales relacionadas con la seguridad.

Las publicaciones relacionadas con la seguridad física aparecen en la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.

La *Colección de Energía Nuclear del OIEA* comprende publicaciones de carácter informativo destinadas a fomentar y facilitar la investigación, el desarrollo y la aplicación práctica de la energía nuclear con fines pacíficos. Incluye informes y guías sobre la situación y los adelantos de las tecnologías, así como experiencias, buenas prácticas y ejemplos prácticos en relación con la energía nucleoelectrónica, el ciclo del combustible nuclear, la gestión de desechos radiactivos y la clausura.

**CONTROL REGLAMENTARIO
DE LAS DESCARGAS RADIATIVAS
AL MEDIO AMBIENTE**

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 NORMAS DE SEGURIDAD
DEL OIEA N° GSG-9

CONTROL REGLAMENTARIO
DE LAS DESCARGAS RADIATIVAS
AL MEDIO AMBIENTE

GUÍA DE SEGURIDAD GENERAL

PATROCINADA CONJUNTAMENTE POR
EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
Y EL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL MEDIO AMBIENTE

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA, 2024

DERECHOS DE AUTOR

Todas las publicaciones científicas y técnicas del OIEA están protegidas conforme a lo dispuesto en la Convención Universal sobre Derecho de Autor aprobada en 1952 (Ginebra) y revisada en 1971 (París). Desde entonces, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (Ginebra) ha ampliado la cobertura de los derechos de autor para incluir la propiedad intelectual de obras electrónicas y virtuales. Podría ser necesaria una autorización para utilizar textos completos, o parte de ellos, que figuren en publicaciones del OIEA, en formato impreso o electrónico. Para obtener más detalles a ese respecto, sírvase consultar la siguiente dirección: www.iaea.org/es/publicaciones/derechos-y-permisos. Las solicitudes de información pueden dirigirse a:

Sección Editorial
Organismo Internacional de Energía Atómica
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Viena (Austria)
Teléfono: +43 1 2600 22529 o 22530
Correo electrónico: sales.publications@iaea.org
www.iaea.org/es/publicaciones

© OIEA, 2024

Impreso por el OIEA en Austria
septiembre de 2024
STI/PUB/1818

CONTROL REGLAMENTARIO DE LAS DESCARGAS
RADIATIVAS AL MEDIO AMBIENTE

OIEA, VIENA, 2024

STI/PUB/1818

ISBN 978-92-0-316023-0 (papel)

ISBN 978-92-0-315923-4 (PDF)

ISSN 1020-5837

PRÓLOGO

El OIEA está autorizado por su Estatuto a “establecer o adoptar [...] normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad” —normas que el OIEA debe utilizar en sus propias operaciones y que los Estados pueden aplicar mediante sus disposiciones de reglamentación de la seguridad nuclear y radiológica—. A esos efectos, el OIEA consulta con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados pertinentes. Un amplio conjunto de normas de alta calidad revisadas periódicamente es un elemento clave de un régimen de seguridad mundial estable y sostenible, como también lo es la asistencia del OIEA en la aplicación de esas normas.

El OIEA inició su programa de normas de seguridad en 1958. El énfasis puesto en su calidad, idoneidad y mejora continua ha redundado en el uso generalizado de las normas del OIEA en todo el mundo. La Colección de Normas de Seguridad incluye ahora principios fundamentales de seguridad unificados, que representan un consenso internacional acerca de lo que debe constituir un alto grado de protección y seguridad. Con el firme apoyo de la Comisión sobre Normas de Seguridad, el OIEA se esfuerza por promover la aceptación y el uso a escala mundial de sus normas.

Las normas solo son eficaces si se aplican adecuadamente en la práctica. Los servicios de seguridad del OIEA abarcan el diseño, la selección de emplazamientos y la seguridad técnica, la seguridad operacional, la seguridad radiológica, la seguridad en el transporte de materiales radiactivos y la seguridad en la gestión de los desechos radiactivos, así como la organización a nivel gubernamental, las cuestiones relacionadas con reglamentación y la cultura de la seguridad en las organizaciones. Estos servicios de seguridad prestan asistencia a los Estados Miembros en la aplicación de las normas y posibilitan el intercambio de experiencias y conocimientos valiosos.

La reglamentación de la seguridad es una responsabilidad nacional y muchos Estados han decidido adoptar las normas del OIEA para incorporarlas en sus reglamentos nacionales. Para las partes en las diversas convenciones internacionales sobre seguridad, las normas del OIEA son un medio coherente y fiable de asegurar el cumplimiento eficaz de las obligaciones emanadas de esas convenciones. Los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo también aplican las normas para mejorar la seguridad en la generación de energía nucleoelectrónica y en las aplicaciones de la energía nuclear en la medicina, la industria, la agricultura y la investigación.

La seguridad no es un fin en sí misma, sino un requisito indispensable para la protección de las personas de todos los Estados y del medio ambiente, ahora y en el futuro. Los riesgos relacionados con la radiación ionizante deben evaluarse

y controlarse sin restringir indebidamente la contribución de la energía nuclear al desarrollo equitativo y sostenible. Los Gobiernos, los órganos reguladores y los explotadores de todo el mundo deben velar por que los materiales nucleares y las fuentes de radiación se utilicen con fines beneficiosos y de manera segura y ética. Las normas de seguridad del OIEA están concebidas para facilitar esa tarea, y aliento a todos los Estados Miembros a hacer uso de ellas.

PREFACIO

Los requisitos para la protección de las personas contra las consecuencias nocivas de la exposición a la radiación ionizante, para la seguridad de las fuentes de radiación y para la protección del medio ambiente se establecen en la publicación del OIEA de la categoría Requisitos de Seguridad titulada *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3)*. Se trata de una publicación patrocinada conjuntamente por la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, la Comisión Europea, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el OIEA, la Organización Internacional del Trabajo, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

A fin de proporcionar orientación genérica sobre el cumplimiento de los requisitos de la publicación GSR Part 3 para la protección del público y la protección del medio ambiente, se prepararon tres publicaciones conexas de la categoría *Guías de Seguridad*, a saber:

- *Protección radiológica del público y el medio ambiente (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-8)*, en la que se proporciona orientación sobre el marco para la protección del público y el medio ambiente;
- *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-9)*, en la que se ofrecen orientaciones sobre la aplicación de los principios de protección radiológica y los objetivos de seguridad asociados al control de las descargas, así como sobre el proceso de autorización de las descargas; y
- *Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities (IAEA Safety Standards Series No. GSG-10)*, en la que se describen un marco y metodologías para la realización de una evaluación prospectiva del impacto ambiental radiológico.

Estas tres guías de seguridad están patrocinadas conjuntamente por el OIEA y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), principal autoridad ambiental mundial, que establece la agenda ambiental mundial, promueve la aplicación coherente de la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en el sistema de las Naciones Unidas y ejerce de autoridad defensora del medio ambiente mundial. Las recomendaciones que figuran en las tres guías de seguridad, junto con los requisitos enunciados en la publicación GSR Part 3, ofrecen un punto de partida para incluir consideraciones ambientales

en la evaluación y la gestión de las emisiones radiactivas. En ese contexto, el PNUMA promueve la aplicación de esas recomendaciones en todos sus Estados miembros, así como su utilización como base para elaborar reglamentos nacionales de protección del medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante.

NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

ANTECEDENTES

La radiactividad es un fenómeno natural y las fuentes naturales de radiación son una característica del medio ambiente. Las radiaciones y las sustancias radiactivas tienen muchas aplicaciones beneficiosas, que van desde la generación de electricidad hasta los usos en la medicina, la industria y la agricultura. Los riesgos radiológicos que estas aplicaciones pueden entrañar para los trabajadores y el público y para el medio ambiente deben evaluarse y, de ser necesario, controlarse.

Para ello es preciso que actividades tales como los usos de la radiación con fines médicos, la explotación de instalaciones nucleares, la producción, el transporte y la utilización de material radiactivo y la gestión de los desechos radiactivos estén sujetas a normas de seguridad.

La reglamentación relativa a la seguridad es una responsabilidad nacional. Sin embargo, los riesgos radiológicos pueden trascender las fronteras nacionales, y la cooperación internacional ayuda a promover y aumentar la seguridad en todo el mundo mediante el intercambio de experiencias y el mejoramiento de la capacidad para controlar los peligros, prevenir los accidentes, responder a las emergencias y mitigar las consecuencias nocivas.

Los Estados tienen una obligación de diligencia, y deben cumplir sus compromisos y obligaciones nacionales e internacionales.

Las normas internacionales de seguridad ayudan a los Estados a cumplir sus obligaciones dimanantes de los principios generales del derecho internacional, como las que se relacionan con la protección del medio ambiente. Las normas internacionales de seguridad también promueven y afirman la confianza en la seguridad, y facilitan el comercio y los intercambios internacionales.

Existe un régimen mundial de seguridad nuclear que es objeto de mejora continua. Las normas de seguridad del OIEA, que apoyan la aplicación de instrumentos internacionales vinculantes y la creación de infraestructuras nacionales de seguridad, son una piedra angular de este régimen mundial. Las normas de seguridad del OIEA constituyen un instrumento útil para las partes contratantes en la evaluación de su desempeño en virtud de esas convenciones internacionales.

LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Las normas de seguridad del OIEA se basan en el Estatuto de este, que autoriza al OIEA a establecer o adoptar, en consulta y, cuando proceda, en colaboración con los órganos competentes de las Naciones Unidas y con los organismos especializados interesados, normas de seguridad para proteger la salud y reducir al mínimo el peligro para la vida y la propiedad, y proveer a la aplicación de estas normas.

Con miras a garantizar la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante, las normas de seguridad del OIEA establecen principios fundamentales de seguridad, requisitos y medidas para controlar la exposición de las personas a las radiaciones y la emisión de materiales radiactivos al medio ambiente, reducir la probabilidad de sucesos que puedan dar lugar a una pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación, y mitigar las consecuencias de esos sucesos si se producen. Las normas se aplican a instalaciones y actividades que dan lugar a riesgos radiológicos, comprendidas las instalaciones nucleares, el uso de la radiación y de las fuentes radiactivas, el transporte de materiales radiactivos y la gestión de los desechos radiactivos.

Las medidas de seguridad tecnológica y las medidas de seguridad física tienen en común la finalidad de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente. Las medidas de seguridad tecnológica y de seguridad física deben diseñarse y aplicarse en forma integrada, de modo que las medidas de seguridad física no comprometan la seguridad tecnológica y las medidas de seguridad tecnológica no comprometan la seguridad física.

Las normas de seguridad del OIEA reflejan un consenso internacional con respecto a lo que constituye un alto grado de seguridad para proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. Las normas se publican en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, que comprende tres categorías (véase la figura 1).

Nociones Fundamentales de Seguridad

Las Nociones Fundamentales de Seguridad presentan los objetivos y principios fundamentales de protección y seguridad, y constituyen la base de los requisitos de seguridad.

¹ Véanse también las publicaciones de la *Colección de Seguridad Física Nuclear del OIEA*.

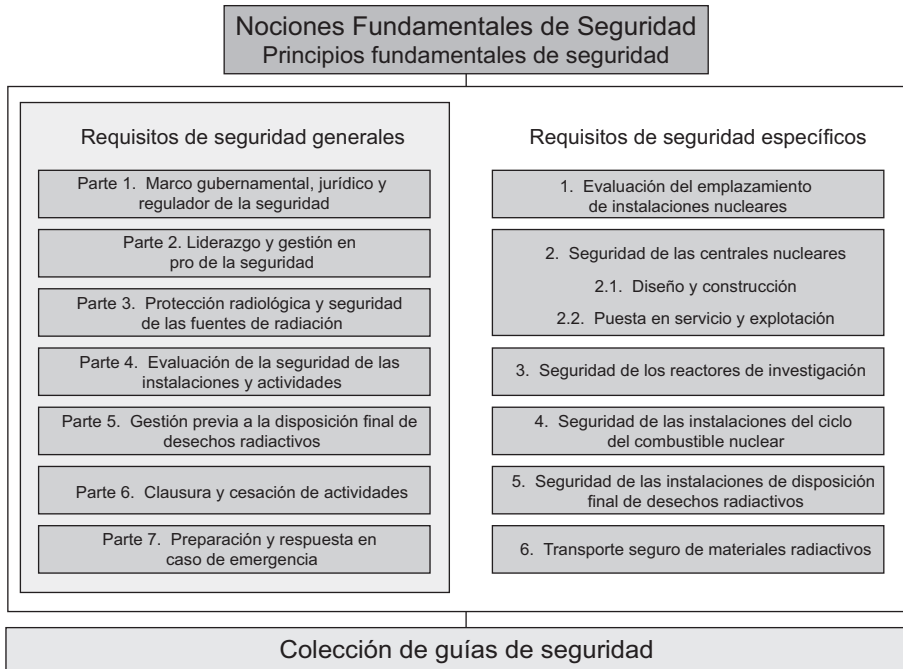


Fig.1. Estructura a largo plazo de la Colección de Normas de Seguridad del OIEA

Requisitos de Seguridad

Un conjunto integrado y coherente de requisitos de seguridad establece los requisitos que se han de cumplir para garantizar la protección de las personas y el medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro. Los requisitos se rigen por los objetivos y principios de las Nociones Fundamentales de Seguridad. Si los requisitos no se cumplen, deben adoptarse medidas para alcanzar o restablecer el grado de seguridad requerido. El formato y el estilo de los requisitos facilitan su uso para establecer, de forma armonizada, un marco nacional de reglamentación. En los requisitos de seguridad se emplean formas verbales imperativas, junto con las condiciones conexas que deben cumplirse. Muchos de los requisitos no se dirigen a una parte en particular, lo que significa que incumbe cumplirlos a las partes que corresponda.

Guías de Seguridad

Las guías de seguridad ofrecen recomendaciones y orientación sobre cómo cumplir los requisitos de seguridad, lo que indica un consenso internacional en el sentido de que es necesario adoptar las medidas recomendadas (u otras medidas

equivalentes). Las guías de seguridad contienen ejemplos de buenas prácticas internacionales y dan cuenta cada vez más de las mejores prácticas que existen para ayudar a los usuarios que tratan de alcanzar altos grados de seguridad. En la formulación de las recomendaciones de las guías de seguridad se emplean formas verbales condicionales.

APLICACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

Los principales usuarios de las normas de seguridad en los Estados Miembros del OIEA son órganos reguladores y otras autoridades nacionales competentes. También hacen uso de las normas de seguridad del OIEA organizaciones copatrocinadoras y muchas organizaciones que diseñan, construyen y explotan instalaciones nucleares, así como organizaciones en las que se usan radiaciones o fuentes radiactivas.

Las normas de seguridad del OIEA se aplican, según el caso, a lo largo de toda la vida de todas las instalaciones y actividades —existentes y nuevas— que tienen fines pacíficos, y a las medidas protectoras destinadas a reducir los riesgos existentes en relación con las radiaciones. Los Estados también pueden usarlas como referencia para sus reglamentos nacionales relativos a instalaciones y actividades.

De conformidad con el Estatuto del OIEA, las normas de seguridad tienen carácter vinculante para el OIEA en relación con sus propias operaciones, así como para los Estados en relación con las operaciones realizadas con la asistencia del OIEA.

Las normas de seguridad del OIEA también constituyen la base de los servicios de examen de la seguridad que este brinda; el OIEA recurre a esos servicios en apoyo de la creación de capacidad, incluida la elaboración de planes de enseñanza y la creación de cursos de capacitación.

Los convenios internacionales contienen requisitos similares a los que figuran en las normas de seguridad del OIEA y tienen carácter vinculante para las partes contratantes. Las normas de seguridad del OIEA, complementadas por convenios internacionales, normas de la industria y requisitos nacionales detallados, forman una base coherente para la protección de las personas y el medio ambiente. Existen también algunos aspectos de la seguridad especiales que se deben evaluar a nivel nacional. Por ejemplo, muchas de las normas de seguridad del OIEA, en particular las que tratan aspectos relativos a la seguridad en la planificación o el diseño, se conciben con el fin de aplicarlas principalmente a nuevas instalaciones y actividades. Es posible que algunas instalaciones existentes construidas conforme a normas anteriores no cumplan plenamente los requisitos especificados en las normas de seguridad del OIEA. Corresponde a

cada Estado decidir el modo en que deberán aplicarse las normas de seguridad del OIEA a esas instalaciones.

Las consideraciones científicas en las que descansan las normas de seguridad del OIEA proporcionan una base objetiva para la adopción de decisiones acerca de la seguridad; sin embargo, las instancias decisorias deben también formarse opiniones fundamentadas y determinar la mejor manera de equilibrar los beneficios de una medida o actividad con los riesgos radiológicos conexos y cualquier otro efecto perjudicial a que pueda dar lugar esa medida o actividad.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA

En la elaboración y el examen de las normas de seguridad participan la Secretaría del OIEA y cinco comités de normas de seguridad, que se ocupan de la preparación y respuesta para casos de emergencia (EPreSC), la seguridad nuclear (NUSSC), la seguridad radiológica (RASSC), la seguridad de los desechos radiactivos (WASSC) y el transporte seguro de materiales radiactivos (TRANSSC), así como la Comisión sobre Normas de Seguridad (CSS), que supervisa el programa de normas de seguridad del OIEA (véase la figura 2).

Todos los Estados Miembros del OIEA pueden designar expertos para que participen en los comités de normas de seguridad y formular observaciones sobre los proyectos de normas. Los miembros de la Comisión sobre Normas de Seguridad son designados por el Director General y figuran entre ellos altos funcionarios gubernamentales encargados del establecimiento de normas nacionales.

Se ha creado un sistema de gestión para los procesos de planificación, desarrollo, examen, revisión y establecimiento de normas de seguridad del OIEA. Ese sistema articula el mandato del OIEA, la visión relativa a la futura aplicación de las normas de seguridad, las políticas y las estrategias, y las correspondientes funciones y responsabilidades.

INTERACCIÓN CON OTRAS ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

En la elaboración de las normas de seguridad del OIEA se tienen en cuenta las conclusiones del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y las recomendaciones de órganos internacionales de expertos, en particular la

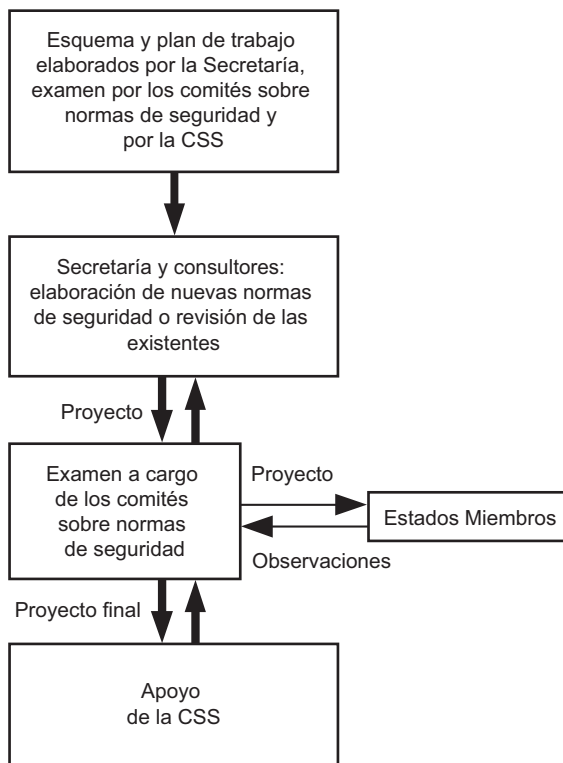


Fig. 2. Proceso de elaboración de una nueva norma de seguridad o de revisión de una norma existente.

Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Algunas normas de seguridad se elaboran en cooperación con otros órganos del sistema de las Naciones Unidas u otros organismos especializados, entre ellos la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Internacional del Trabajo, la Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud.

INTERPRETACIÓN DEL TEXTO

Los términos relacionados con la seguridad y con la seguridad física nuclear se interpretarán conforme figuran en el *Glosario de seguridad nuclear tecnológica y física del OIEA* (véase la dirección <https://www.iaea.org/resources/publications/iaea-nuclear-safety-and-security-glossary>). En el caso de las guías de seguridad, el texto en inglés es la versión autorizada.

En la Introducción que figura en la sección 1 de cada publicación se presentan los antecedentes y el contexto de cada norma de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, así como sus objetivos, alcance y estructura.

Todo el material para el cual no existe un lugar adecuado en el cuerpo del texto (por ejemplo, información de carácter complementario o independiente del texto principal, que se incluye en apoyo de declaraciones que figuran en el texto principal, o que describe métodos de cálculo, procedimientos o límites y condiciones) puede presentarse en apéndices o anexos.

Cuando figuran en la publicación, los apéndices se consideran parte integrante de la norma de seguridad. El material que figura en un apéndice tiene el mismo valor que el texto principal y el OIEA asume su autoría. Los anexos y notas de pie de página del texto principal, en su caso, se utilizan para proporcionar ejemplos prácticos o información o explicaciones adicionales. Los anexos y notas de pie de página no son parte integrante del texto principal. La información publicada por el OIEA en forma de anexos no es necesariamente de su autoría; la información que corresponda a otros autores podrá presentarse en forma de anexos. La información procedente de otras fuentes que se presenta en los anexos ha sido extraída y adaptada para que sea de utilidad general.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
	Antecedentes (1.1–1.7)	1
	Objetivo (1.8, 1.9)	3
	Alcance (1.10–1.14)	3
	Estructura (1.15)	5
2.	PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA APLICABLES AL CONTROL DE LAS DESCARGAS (2.1)	5
	Justificación de las instalaciones y actividades (2.2, 2.3)	6
	Optimización de la protección (2.4, 2.5)	6
	Aplicación de límites de dosis (2.6, 2.7)	7
3.	OBJETIVOS Y REQUISITOS DE SEGURIDAD RELATIVOS AL CONTROL DE LAS DESCARGAS RADIATIVAS	8
	Consideraciones generales (3.1–3.6)	8
	Justificación (3.7, 3.8)	9
	Optimización de la protección y la seguridad (3.9–3.14)	10
	Autorización (3.15, 3.16)	11
	Limitación de dosis (3.17)	12
	Repercusiones transfronterizas (3.18)	12
	Examen periódico (3.19)	13
	Monitorización de fuentes y monitorización del medio ambiente (3.20, 3.21)	14
	Enfoque graduado (3.22)	14
4.	DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA (4.1–4.4)	15
5.	EL PROCESO DE AUTORIZACIÓN DE DESCARGA (5.1–5.12)	17
	Formulación de una autorización de descarga (5.13, 5.14)	21
	Establecimiento de una restricción de dosis respecto al control de descargas (5.15–5.19)	23
	Caracterización de las descargas y los escenarios de exposición (5.20–5.24)	24

Consideración de la optimización de la protección y la seguridad (5.25–5.42)	26
Evaluación de la dosis para la persona representativa (5.43–5.58) ...	32
La autorización de descarga y los límites y condiciones operacionales (5.59–5.74)	36
Demostración del cumplimiento (5.75–5.91)	40
Inspección y acción coercitiva (5.92–5.98)	45
Participación de las partes interesadas (5.99–5.102)	46
 6. CONSIDERACIÓN DE LOS EFLUENTES QUE CONTIENEN RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN NATURAL EN DIFERENTES INDUSTRIAS (6.1–6.6)	 48
 7. CONTROL DE LAS DESCARGAS DURANTE LA CLAUSURA (7.1–7.6)	 51
 8. PRÁCTICAS QUE ANTES NO ESTABAN REGULADAS (8.1–8.7)	 53
 REFERENCIAS	 55
 ANEXO: CONSIDERACIONES PRÁCTICAS AL OTORGAR UNA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA	 59
 COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN	 75

1. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

1.1. Las instalaciones y actividades¹ que dan lugar a riesgos radiológicos deben diseñarse, construirse, autorizarse, explotarse y mantenerse de modo que se eviten las emisiones radiactivas al medio ambiente o que se reduzcan al mínimo las consecuencias de dichas emisiones y que se proporcionen niveles adecuados de protección del público y del medio ambiente [3].

1.2. Durante su funcionamiento normal, algunas instalaciones y actividades generan efluentes gaseosos y líquidos en los que se encuentran pequeñas cantidades de radionucleidos que pueden exponer al público y al medio ambiente a niveles bajos de radiación. Muchas veces, resulta técnicamente difícil o demasiado oneroso evitar por completo la emisión de dichos efluentes. En todos los casos, las dosis resultantes para cualquier miembro del público deben mantenerse por debajo de los límites establecidos.

1.3. De conformidad con los requisitos para la optimización de la protección radiológica, se puede concluir que, si las emisiones se controlan de modo que “la magnitud de las dosis individuales, el número de personas (trabajadores y miembros del público) sometidos a exposición y la probabilidad de que se den exposiciones se mantengan en ‘el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales pertinentes’ (ALARA)” [3], dichas emisiones podrían entonces ser aceptables en términos de protección y seguridad, considerando que su importancia radiológica sería muy baja y que reducirlas aún más entrañaría costos posiblemente elevados.

1.4. Las instalaciones y actividades que generan emisiones radiactivas que pueden controlarse se regulan de diferentes formas a través de un enfoque graduado. En muchos casos, la regulación de las instalaciones y actividades que, durante su funcionamiento normal, generan emisiones radiactivas que dan lugar a dosis muy bajas para el público y que no plantean ningún riesgo de emisión

¹ El término “instalaciones y actividades” se define en la publicación *Principios fundamentales de seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1)* [1] y en el *Glosario de Seguridad del OIEA* [2]. Se trata de un término general que abarca todas las instalaciones nucleares y los usos de todas las fuentes de radiación ionizante. Las recomendaciones de esta Guía de Seguridad se aplican a determinadas instalaciones y actividades, que se describen en el párrafo 1.13.

accidental inesperada puede gestionarse mediante la aplicación del concepto de exención o mediante la notificación [3]. Sin embargo, algunas emisiones pueden dar lugar a dosis con un mayor nivel de importancia radiológica o la instalación o actividad puede presentar riesgos radiológicos potencialmente mayores. En esos casos, puede ser conveniente gestionar la regulación de las emisiones de tales instalaciones o actividades mediante una autorización (inscripción en registro o concesión de una licencia, según proceda) en la que se establezcan condiciones técnicas y reglamentarias estrictas, entre otras cosas para la gestión y el control adecuados de esos efluentes y sus consecuencias radiológicas. Cuando se trate de una práctica justificada, al decidir si autorizar dichas emisiones se deberían tener en cuenta los principios de protección radiológica de optimización y limitación de dosis, así como otros principios de seguridad pertinentes.

1.5. Las dosis recibidas por el público debido a las emisiones de efluentes autorizadas son objeto de límites y restricciones [3]. De conformidad con la publicación *Principios fundamentales de seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SF-1)* [1] y con los requisitos establecidos en la publicación *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3)* [3], el licenciatarario debe gestionar los efluentes de forma adecuada a fin de garantizar la protección optimizada del público y del medio ambiente.

1.6. Una “descarga” es una emisión planificada y controlada de sustancias radiactivas en forma de gases, aerosoles o líquidos al medio ambiente y, como tal, el término no incluye las emisiones al medio ambiente durante un accidente. En sentido estricto, el término “descarga” hace referencia a la acción o el proceso de emitir material al medio ambiente, pero en esta Guía de Seguridad también se usa para describir el material que se emite o se emitirá [2].

1.7. En la presente Guía de Seguridad se ofrecen recomendaciones sobre la aplicación de los requisitos de seguridad establecidos en la publicación GSR Part 3 [3] al control reglamentario de las descargas y se tienen en cuenta las recomendaciones formuladas en varias guías de seguridad pertinentes [4–10] y la experiencia de los Estados Miembros. Esta Guía sustituye a la publicación *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.3)*².

² ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° WS-G-2.3)*, OIEA, Viena (2007).

OBJETIVO

1.8. El objetivo de esta Guía de Seguridad es proporcionar a los Gobiernos, los órganos reguladores, los solicitantes y las entidades explotadoras un enfoque estructurado para el control de las exposiciones radiológicas del público resultantes de las descargas derivadas del funcionamiento normal de instalaciones y actividades, y para la optimización de la protección y la seguridad. Se ofrecen orientaciones sobre las autorizaciones de descarga, la demostración de que se cumplen las condiciones de la autorización y la acción coercitiva en relación con la autorización.

1.9. La presente Guía está dirigida a los solicitantes de una autorización de descarga al medio ambiente y a los encargados de examinar las solicitudes y de autorizar las descargas en el marco de un proceso de autorización [3]. También puede ser de utilidad para otras partes interesadas.

ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.10. El ámbito de aplicación de esta Guía de Seguridad se limita a las descargas de efluentes gaseosos a la atmósfera y de efluentes líquidos al medio acuático superficial durante el funcionamiento normal de instalaciones y actividades en situaciones de exposición planificada [3]. En esta publicación no se abordan la disposición final de desechos radiactivos sólidos, las emisiones de sustancias radiactivas en el período posterior al cierre de una instalación de disposición final de desechos, la migración de líquidos que contienen radionucleidos a las aguas subterráneas y las emisiones al medio ambiente derivadas de accidentes. Las orientaciones relativas a estas cuestiones figuran en otras guías de seguridad [11–14].

1.11. En la presente Guía de Seguridad se ofrecen orientaciones sobre el control reglamentario de las descargas en relación con un proceso de autorización³. Más concretamente, se abordan las autorizaciones de descarga procedentes de instalaciones y actividades nuevas y modificadas, así como el examen de las autorizaciones de descarga concedidas.

³ Los requisitos aplicables al proceso de autorización para las instalaciones y actividades en lo que se refiere al sistema de protección y seguridad se establecen en la publicación GSR Part 3 [3].

1.12. En esta Guía de Seguridad se abordan el establecimiento de los límites y condiciones operacionales para las descargas, la demostración de que se cumplen las condiciones de la autorización y la necesidad de un programa de monitorización radiológica. Un punto de partida importante en el proceso de control de las descargas es la evaluación prospectiva de la protección del público y del medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante. En otra Guía de Seguridad se ofrecen recomendaciones sobre las evaluaciones prospectivas del impacto radiológico para la protección del público y del medio ambiente [7]. En la presente publicación solo se hace referencia de forma limitada a la metodología utilizada en las evaluaciones de la dosis y a los modelos y datos que pueden emplearse para establecer los límites autorizados, como los que se describen en la referencia [15]⁴.

1.13. Esta Guía de Seguridad se aplica a diferentes tipos de instalaciones y actividades que descargan efluentes líquidos y gaseosos con radionucleidos que pueden entrañar riesgos radiológicos para el público. Dichas instalaciones y actividades comprenden desde las instalaciones nucleares⁵ hasta las aplicaciones de los radioisótopos en la industria, la medicina y la investigación. En esta Guía también se abarcan las emisiones a la atmósfera y a las aguas superficiales durante el funcionamiento normal que pueden controlarse derivadas de la extracción y el procesamiento de minerales para obtener uranio o torio como parte del ciclo del combustible nuclear. Además, se tienen en cuenta las descargas de material radiactivo natural⁶ en las industrias no nucleares.

1.14. Esta Guía de Seguridad se centra en el establecimiento de límites de descarga para la protección del público. La protección radiológica de los trabajadores se

⁴ Se está preparando una versión revisada del volumen N° 19 de la *Colección de Informes de Seguridad* [15], que abarcará las evaluaciones de preselección de la exposición del público, modelos y parámetros genéricos para evaluar el impacto de las descargas radiactivas, y modelos y parámetros genéricos para evaluar las exposiciones de la flora y la fauna debido a las descargas radiactivas procedentes de instalaciones y actividades.

⁵ El término “instalación nuclear” comprende las centrales nucleares, los reactores de investigación (tanto conjuntos críticos como subcríticos) y toda instalación adyacente de producción de radioisótopos, las instalaciones de almacenamiento de combustible gastado, las instalaciones de enriquecimiento de uranio, las instalaciones de fabricación de combustible nuclear, las instalaciones de conversión, las instalaciones de reprocesamiento de combustible gastado, las instalaciones de gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos procedentes de instalaciones del ciclo del combustible nuclear, y las instalaciones de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear [2].

⁶ El “material radiactivo natural” es material radiactivo que no contiene cantidades importantes de radionucleidos distintos de los radionucleidos naturales [2].

aborda solamente como parte de la optimización de la protección y la seguridad, especialmente en relación con la gestión en el emplazamiento de los desechos y los efluentes radiactivos. Las recomendaciones sobre la evaluación y el control de la exposición ocupacional figuran en la publicación *Protección radiológica ocupacional (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-7)* [16].

ESTRUCTURA

1.15. En la sección 2 se establecen los principios de protección radiológica aplicables al control de las descargas. En la sección 3 se presentan los objetivos, requisitos y conceptos de seguridad relacionados con el control de las descargas, incluidas las responsabilidades generales del gobierno, el órgano regulador, la entidad explotadora y otras partes pertinentes. En la sección 4 se proporcionan orientaciones sobre el proceso de toma de decisiones para determinar si se necesita una autorización de descarga. En la sección 5 se ofrecen recomendaciones sobre el proceso de autorización de descarga, incluidos el desarrollo de una autorización de descarga y el establecimiento de los límites de descarga, el establecimiento y el uso de restricciones de dosis, la caracterización de las descargas y los escenarios de exposición utilizados para definir los límites de descarga, la consideración de la optimización de la protección y la seguridad, la evaluación de las dosis para el público, los límites y las condiciones operacionales asociados a la autorización, la demostración del cumplimiento, la inspección y la acción coercitiva, y la implicación de las partes interesadas. En la sección 6 se tratan las descargas de radionucleidos de origen natural. En la sección 7 se presentan los aspectos relacionados con el control de las descargas durante la clausura. Por último, en la sección 8 se ofrecen recomendaciones sobre la regulación de las descargas procedentes de prácticas que antes no estaban reguladas. En el anexo se recogen consideraciones prácticas que pueden tenerse en cuenta para la concesión de autorizaciones de descarga.

2. PRINCIPIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA APLICABLES AL CONTROL DE LAS DESCARGAS

2.1. Sobre la base de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica [17], los principios de protección radiológica y seguridad establecidos en las normas de seguridad del OIEA (véanse las referencias [1 y 3]) aplicables al control de las descargas radiactivas al medio ambiente procedentes

de una instalación o actividad en situaciones de exposición planificada son los de justificación, optimización y limitación de dosis.

JUSTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES Y ACTIVIDADES

2.2. Para que se conceda una autorización a una instalación o actividad, es necesario que se demuestre que la introducción de la práctica reportará un beneficio positivo neto (es decir, que los beneficios previstos de la práctica para las personas y para la sociedad superarán los daños, incluido el detrimento por la radiación) [3]. Las decisiones relativas a la justificación deberían tomarse a un nivel gubernamental suficientemente alto como para posibilitar la integración de todas las consideraciones que puedan estar relacionadas con los beneficios y los detrimentos [6]. Por tanto, al tomar cualquier decisión sobre la justificación siempre se deberían considerar las dosis de radiación que se prevé que se van a recibir o que se van a evitar o reducir, según las circunstancias. La dosis de radiación para el público es solo uno de los factores que intervienen en el proceso de justificación. Para determinar si una práctica está justificada, habrá que tener en cuenta muchos otros factores, que van mucho más allá de las consideraciones relativas a la protección radiológica.

2.3. La justificación se aplica a la práctica en general y no a cada uno de sus aspectos, como las descargas, que solo pueden autorizarse o eximirse del requisito de autorización si la práctica en su conjunto ya se considera justificada.

OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN

2.4. Al establecer los límites de descarga, debería aplicarse el principio de optimización de la protección y la seguridad. En la publicación GSR Part 3 [3], la optimización de la protección y la seguridad se define de la manera siguiente:

“[p]roceso por el cual se determina el nivel de protección y seguridad que permite que la magnitud de las dosis individuales, el número de personas (trabajadores y miembros del público) sometidos a exposición y la probabilidad de que se den exposiciones se mantengan en ‘el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales pertinentes’ (ALARA)”.

2.5. Las medidas de protección y seguridad deberían proporcionar el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar a lo largo de la vida

útil de la instalación o actividad sin restringir indebidamente la explotación de la instalación o la realización de la actividad. Optimizar la protección y la seguridad implica alcanzar un equilibrio entre, por un lado, todos los costos —no solo los financieros— que acarrea determinado nivel de protección y seguridad y, por el otro, los beneficios en términos de reducción de la dosis. En la sección 5 de esta Guía de Seguridad se ofrecen más orientaciones sobre el proceso de optimización en relación con el control de las descargas, y en el anexo se proporciona información complementaria.

APLICACIÓN DE LÍMITES DE DOSIS

2.6. En las situaciones de exposición planificada, las exposiciones y los riesgos están sometidos a control a fin de que no se rebasen los límites de dosis especificados y se aplique el principio de optimización para alcanzar el nivel deseado de protección y seguridad [3].

2.7. Los límites de dosis que son pertinentes para los miembros del público en relación con las descargas durante el funcionamiento normal son [3]:

- a) una dosis efectiva de 1 mSv en un año, y
- b) en circunstancias especiales⁷, podría aplicarse un valor más elevado de dosis efectiva en un solo año, siempre que el promedio de la dosis efectiva durante cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año.

Estos límites de dosis representan la dosis máxima aceptable para cualquier miembro del público de todas las fuentes de radiación autorizadas a las que esté expuesta esa persona en situaciones de exposición planificada⁸. En la sección 5 y el anexo se describe el uso de esos límites de dosis para establecer límites de descarga con respecto a una fuente específica.

⁷ Por ejemplo, en condiciones operacionales autorizadas, justificadas y planificadas que produzcan aumentos transitorios de las exposiciones.

⁸ En la publicación GSR Part 3 [3] también se establecen límites de dosis para el público en lo que respecta a la dosis equivalente en el cristalino y la piel. Debido a las condiciones en que se producirían normalmente tales exposiciones, esos límites de dosis no son pertinentes en el caso de las descargas al medio ambiente durante el funcionamiento normal.

3. OBJETIVOS Y REQUISITOS DE SEGURIDAD RELATIVOS AL CONTROL DE LAS DESCARGAS RADIATIVAS

CONSIDERACIONES GENERALES

3.1. En la publicación SF-1 [1] se establecen los principios que deben aplicarse para alcanzar el objetivo fundamental de la seguridad de proteger al público y al medio ambiente, tanto en el presente como en el futuro, de los efectos nocivos de la radiación ionizante. Este objetivo debe alcanzarse sin restringir indebidamente la explotación de las instalaciones o la realización de las actividades que sean fuente de riesgos asociados a las radiaciones.

3.2. Los requisitos del marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad se establecen en la publicación *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1 (Rev. 1))* [18].

3.3. En la publicación GSR Part 3 [3] se describen los conceptos y se establecen requisitos para la protección de las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación. Además, se definen los requisitos para el control de las descargas relativos a las diversas partes interesadas (por ejemplo, el gobierno, el órgano regulador, la entidad explotadora).

3.4. En el párrafo 1.6 de la publicación GSR Part 3 [3] se especifica que “el sistema de protección y seguridad tiene por objeto evaluar, gestionar y controlar la exposición a la radiación a fin de reducir, en la medida en que sea razonablemente posible, los riesgos radiológicos, comprendidos los riesgos de efectos en la salud y los riesgos para el medio ambiente”. En relación con las situaciones de exposición planificada, en el párrafo 1.17 de la publicación GSR Part 3 [3] se indica que “las exposiciones y los riesgos están sometidos a control a fin de que no se rebasen los límites de dosis especificados [...] para la exposición del público, y se aplique el principio de optimización para alcanzar el nivel deseado de protección y seguridad”.

3.5. Aunque el sistema de protección y seguridad exigido en las normas de seguridad del OIEA se basa principalmente en consideraciones relativas a la protección radiológica de los seres humanos, también tiene por objeto garantizar

la adecuada protección del medio ambiente contra los efectos nocivos de la radiación ionizante [3].

3.6. El establecimiento de límites de descarga para instalaciones y actividades que se describe en la presente Guía de Seguridad tiene como objetivo principal optimizar la protección de los miembros del público (es decir, el objetivo de la evaluación para determinar los límites de descarga es controlar la dosis efectiva para la persona representativa⁹, teniendo debidamente en cuenta la protección radiológica de los trabajadores en la instalación que realiza la descarga). Este enfoque se basa en la conclusión de que las condiciones en que se autoriza la práctica son las que protegen el medio ambiente¹⁰.

JUSTIFICACIÓN

3.7. En el párrafo 2.8 de la publicación GSR Part 3 [3] se establece que “[e]n las situaciones de exposición planificadas, cada parte con responsabilidades en materia de protección y seguridad asegurará, cuando los requisitos pertinentes se apliquen a esa parte, que no se realice ninguna práctica a menos que esta esté justificada”.

3.8. En el requisito 10 de la publicación GSR Part 3 [3] se estipula que “[e]l **gobierno o el órgano regulador asegurará que se autoricen únicamente las prácticas justificadas**”.

⁹ A efectos de la protección radiológica, la persona representativa se define como la “[p]ersona que recibe una *dosis* que es representativa de las *dosis* recibidas por las personas más expuestas de la población” (la cursiva denota un término en el *Glosario de seguridad del OIEA*) [2]. Por lo general, la persona representativa no será un miembro real de la población, sino un constructo hipotético. El concepto de persona representativa puede considerarse equivalente al de grupo crítico, y para evaluar las dosis para la persona representativa pueden utilizarse métodos similares a los utilizados anteriormente para evaluar las dosis para el grupo crítico [15].

¹⁰ Algunos Estados consideran que, además de optimizar la protección del público, podría ser necesario evaluar y verificar de forma más explícita la protección del medio ambiente, lo que incluye, por ejemplo, estimar los efectos de la exposición radiológica en las poblaciones de flora y fauna. En la publicación *Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-10)* [7] se ofrecen orientaciones sobre las evaluaciones prospectivas del impacto ambiental radiológico que comprenden, a modo de ejemplo en un anexo, una metodología para evaluar las exposiciones de la flora y la fauna y los criterios pertinentes. Por lo general, la consideración explícita de la exposición de la flora y la fauna no afectará el establecimiento de límites de descarga.

OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN Y LA SEGURIDAD

3.9. En el requisito 31 de la publicación GSR Part 3 [3], relativo a los desechos radiactivos y las descargas, se estipula que “[l]as partes pertinentes asegurarán que los desechos radiactivos y las descargas de materiales radiactivos en el medio ambiente se gestionen de acuerdo con la autorización”.

3.10. En la publicación GSR Part 3 [3] se establecen una serie de requisitos para la gestión de los desechos radiactivos, entre los que cabe destacar el requisito que figura en el párrafo 3.131 a) de velar por que “la generación de desechos radiactivos se mantenga al nivel más bajo posible tanto desde el punto de vista de la actividad como del volumen”. La necesidad de cumplir estos requisitos relativos a la gestión de desechos repercutirá directamente en el volumen de desechos generados, así como en los radionucleidos y la cantidad de estos presentes en los desechos y en los efluentes procedentes del funcionamiento normal de una instalación o de la realización de una actividad.

3.11. En el párrafo 3.119 de la publicación GSR Part 3 [3] se especifica que “[e]l gobierno o el órgano regulador establecerá y hará cumplir los requisitos relativos a la optimización de la protección y la seguridad en situaciones en que las personas están o podrían estar sujetas a exposición del público”. En el párrafo 3.120 de la publicación GSR Part 3 [3] se estipula que “[e]l gobierno o el órgano regulador establecerá o aprobará restricciones de dosis y restricciones de riesgos que deberán utilizarse en la optimización de la protección y la seguridad para los miembros del público”.

3.12. De acuerdo con el párrafo 3.22 c) de la publicación GSR Part 3 [3], “[e]l gobierno o el órgano regulador:[...] establecerá o aprobará las restricciones de dosis [...] o establecerá o aprobará un proceso para establecer dichas restricciones, que se utilizarán en la optimización de la protección y la seguridad”.

3.13. En el requisito 11 de la publicación GSR Part 3 [3] se dispone que “[e]l gobierno o el órgano regulador establecerá y exigirá el cumplimiento de los requisitos relativos a la optimización de la protección y la seguridad, y los titulares registrados y titulares de las licencias velarán por la optimización de la protección y la seguridad”.

3.14. En el párrafo 3.126 de la publicación GSR Part 3 [3] se especifica que al aplicar el principio de la optimización de la protección y la seguridad en relación con la exposición del público:

“Los titulares registrados y los titulares de licencias [...] tendrán en cuenta:

- a) posibles cambios en cualquiera de las condiciones que pudieran afectar a la exposición de los miembros del público, como cambios en las características y el uso de la fuente, cambios en las condiciones de dispersión ambiental, cambios en las vías de exposición o cambios de los valores de los parámetros utilizados para la determinación de la persona representativa;
- b) las buenas prácticas en la explotación de fuentes similares o la realización de prácticas similares;
- c) los posibles aumento y acumulación en el medio ambiente de sustancias radiactivas procedentes de descargas durante la vida útil de la fuente;
- d) las incertidumbres en la evaluación de dosis, especialmente las incertidumbres en las contribuciones a las dosis si la fuente y la persona representativa están separadas en el espacio o en el tiempo”.

AUTORIZACIÓN

3.15. Los requisitos relativos a las descargas en los que se basan las recomendaciones proporcionadas en la presente Guía de Seguridad se establecen en el párrafo 3.132 de la publicación GSR Part 3 [3], según el cual:

“Los titulares registrados y los titulares de licencias, en cooperación con los suministradores, al solicitar una autorización de descarga, según proceda:

- a) determinarán las características y la actividad de los materiales que vayan a descargarse, así como los posibles puntos y métodos de descarga;
- b) determinarán, por medio de un estudio preoperacional adecuado, todas las vías de exposición significativas por las que los radionucleidos descargados podrían causar la exposición de los miembros del público;
- c) evaluarán las dosis a la persona representativa a causa de las descargas planificadas;
- d) considerarán los impactos radiológicos ambientales de forma integrada junto con características del sistema de protección y seguridad, de acuerdo con lo requerido por el órgano regulador;
- e) presentarán al órgano regulador las conclusiones de los apartados a) a d) *supra* como una aportación al establecimiento por el órgano regulador, de acuerdo con el párr. 3.123, de límites de descarga autorizados y de condiciones para su aplicación”.

3.16. En el párrafo 3.123 de la publicación GSR Part 3 [3] se establecen los siguientes requisitos relativos al control de las descargas:

“El órgano regulador establecerá o aprobará los límites y condiciones operacionales en relación con la exposición del público, incluidos los límites autorizados para las descargas. Estos límites y condiciones operacionales:

- a) serán utilizados por los titulares registrados y los titulares de licencias como criterios para demostrar el cumplimiento tras haberse iniciado el funcionamiento de una fuente;
- b) corresponderán a dosis por debajo de los límites de dosis teniendo en cuenta los resultados de la optimización de la protección y la seguridad;
- c) serán reflejo de las buenas prácticas en la explotación de instalaciones o la ejecución de actividades similares;
- d) tendrán en cuenta la flexibilidad operacional;
- e) tendrán en cuenta los resultados de la evaluación prospectiva de los impactos ambientales radiológicos que se realice de acuerdo con los requisitos del órgano regulador”.

LIMITACIÓN DE DOSIS

3.17. En el requisito 12 de la publicación GSR Part 3 [3] se dispone que “[e]l **gobierno o el órgano regulador establecerá los límites de dosis para [...] la exposición del público, y los titulares registrados y los titulares de licencias aplicarán esos límites**”. En el párrafo 3.26 de la publicación GSR Part 3 [3] se establece asimismo que “[e]l gobierno o el órgano regulador [...] hará cumplir los límites de dosis [...] en relación con las exposiciones del público en situaciones de exposición planificadas”.

REPERCUSIONES TRANSFRONTERIZAS

3.18. En el párrafo 3.124 de la publicación GSR Part 3 [3] se disponen los requisitos para la evaluación de las repercusiones radiológicas y el control de las descargas cuando una fuente adscrita a una práctica pudiera causar exposición del público fuera del territorio u otra zona bajo la jurisdicción o el control del Estado en el que se encuentre la fuente. En tales situaciones:

“[E]l gobierno o el órgano regulador:

- a) velará por que la evaluación de las repercusiones radiológicas incluya las que se produzcan fuera del territorio u otra zona bajo la jurisdicción o el control del Estado;

[...]

- c) adoptará disposiciones con el Estado afectado sobre los medios para el intercambio de información y la realización de consultas, según convenga”.

EXAMEN PERIÓDICO

3.19. En el párrafo 3.134 de la publicación GSR Part 3 [3] se establecen los requisitos que deben cumplir los titulares registrados y los licenciarios (entidades explotadoras), que:

“examinarán y modificarán sus medidas de control de las descargas [...] teniendo en cuenta:

- a) la experiencia operacional^[11];
- b) cualquier cambio en las vías de exposición o en las características de la persona representativa que pueda afectar a la evaluación de las dosis debidas a las descargas”.

MONITORIZACIÓN DE LAS FUENTES Y MONITORIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

3.20. En el requisito 32 y el párrafo 3.135 de la publicación GSR Part 3 [3] se dispone que el órgano regulador y las partes pertinentes velarán por que se establezcan programas para la monitorización de las fuentes y la monitorización

¹¹ Por ejemplo, cambios en las características del término fuente.

del medio ambiente¹². Los programas deben bastar para verificar el cumplimiento de los requisitos de control de la exposición del público, que comprenden “la adopción de disposiciones para mantener los registros de las descargas, de los resultados de los programas de monitorización y de los resultados de las evaluaciones de la exposición del público” (párr. 3.135 e) de la publicación GSR Part 3 [3]). También se imponen requisitos similares a los titulares registrados y los licenciarios (entidades explotadoras), entre ellos, el de “[verificar] la validez de las hipótesis formuladas para la evaluación de la exposición del público y la evaluación de los impactos radiológicos ambientales” (párr. 3.137 g) de la publicación GSR Part 3 [3]).

3.21. Con arreglo al párrafo 3.137 a) de la publicación GSR Part 3 [3], los titulares registrados y los licenciarios (entidades explotadoras):

“establecerán y ejecutarán programas de monitorización para asegurar que la exposición del público debida a las fuentes que estén bajo su responsabilidad se evalúe de manera adecuada y que la evaluación baste para verificar y demostrar el cumplimiento de las condiciones de la autorización”.

ENFOQUE GRADUADO

3.22. En las publicaciones GSR Part 1 (Rev 1) [18], GSR Part 3 [3] y GSR Part 4 (Rev. 1) de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades* [19], se establecen los requisitos específicos relativos a un enfoque graduado. En lo que respecta al control de las descargas, el enfoque graduado debería reflejarse al aplicar el requisito 6 de la publicación GSR Part 3 [3] en las situaciones de exposición planificada, esto es, los recursos dedicados a evaluar y controlar las descargas y el alcance y el rigor de los reglamentos deben ser proporcionados a la magnitud del riesgo asociado a las radiaciones y al grado en que sea posible controlar la exposición.

¹² En la publicación titulada *Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiación con fines de protección radiológica (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.8)* [9] se ofrecen orientaciones sobre la monitorización de las fuentes y la monitorización del medio ambiente para utilizarlas al definir los programas de monitorización relativos al control de la exposición del público.

4. DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UNA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA

4.1. En la figura 1 se ilustra un esquema para decidir si se necesita una autorización de descarga. La autorización de las descargas radiactivas solo puede considerarse si la práctica general está justificada. Para decidir si es necesaria una autorización de descarga, un factor clave es si las exposiciones debidas a las descargas están excluidas del control reglamentario o si las descargas pueden quedar exentas del requisito de autorización.

4.2. La autorización de descarga no es necesaria para a) prácticas excluidas del control reglamentario porque dan lugar a exposiciones del público que se consideran no susceptibles de control o b) situaciones en las que se cumplen los criterios de exención. El órgano regulador debería especificar cuándo están excluidas del control reglamentario las exposiciones a la radiación debidas a las

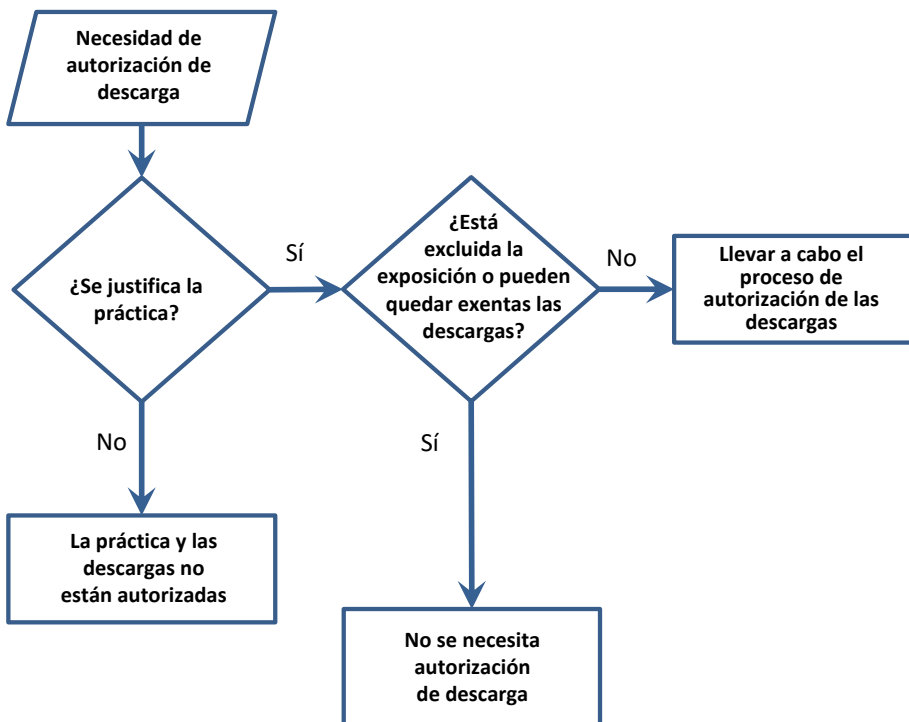


Fig. 1. Proceso de decisión para determinar si se necesita una autorización de descarga.

descargas¹³ o cuándo las descargas quedan exentas del requisito de autorización, de conformidad con las definiciones y los criterios establecidos en el apéndice I de la publicación GSR Part 3 [3]¹⁴.

4.3. La exención del requisito de autorización de descarga puede concederse de forma genérica para determinados tipos de prácticas (por ejemplo, determinados usos de radionucleidos de período corto en medicina con fines diagnósticos o como radiotrazadores en laboratorios de investigación pequeños) o según cada caso. Si la exención se concede de forma genérica, el órgano regulador debería especificar las condiciones en que está justificada respecto de las descargas adscritas a una práctica concreta. La decisión de conceder una exención se toma dentro del sistema de reglamentación y el órgano regulador puede modificar las disposiciones de exención. En los casos en que se concede la exención, no es necesaria la autorización de descarga y el órgano regulador puede optar por verificar mediante comprobaciones sencillas que siguen vigentes las condiciones para conceder la exención relativa a las descargas, por ejemplo a partir de registros sobre adquisiciones de radionucleidos que permitan estimar la actividad de los radionucleidos liberados al medio ambiente.

4.4. En algunos casos, el órgano regulador podría decidir que solo se requiere la notificación (y no la autorización) de una práctica y las descargas conexas. La notificación por sí sola debería aplicarse únicamente cuando las dosis para el público previstas en condiciones de funcionamiento normal sean bajas (por ejemplo, una pequeña fracción de la restricción de dosis pertinente), la probabilidad y la magnitud de las exposiciones potenciales sean despreciables y el órgano regulador no considere apropiada la exención. Por lo general, esto puede determinarse sobre la base de la experiencia previa o mediante una evaluación cualitativa preliminar. Por medio de la notificación se pone al órgano regulador en conocimiento de las descargas y se le brinda la oportunidad de mantenerlas en examen. En caso de que se adopte el criterio de notificación, el órgano regulador debería considerar la posibilidad de formular criterios claros basados, por

¹³ El órgano regulador debería considerar, en función de las características reales del impacto radiológico en el público, si las prácticas que históricamente han estado excluidas del control reglamentario efectivamente deberían incorporarse al sistema de reglamentación.

¹⁴ En el apéndice I de la publicación GSR Part 3 [3] también se proporciona información sobre los niveles de actividad y la concentración de la actividad de un gran número de radionucleidos para ayudar a determinar si los materiales en cantidades moderadas y los materiales sólidos en cantidades a granel pueden quedar exentos de los requisitos. Sin embargo, esos niveles no están destinados ni deberían aplicarse al control de las descargas. En la publicación *Aplicación de los conceptos de exclusión, exención y dispensa (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° RS-G-1.7)* [20] se brinda más información al respecto.

ejemplo, en los radionucleidos en cuestión o en las actividades máximas que está permitido adquirir en determinado intervalo de tiempo.

5. EL PROCESO DE AUTORIZACIÓN DE DESCARGA

5.1. En la publicación GSR Part 3 [3], “autorización” se define como la “[c]oncesión, por parte de un órgano regulador u otro órgano gubernamental, de un permiso por escrito para que una persona o entidad [...] realice actividades especificadas”. El control de las descargas es un aspecto importante que debería abordarse en el proceso de autorización de una instalación o actividad y en diferentes etapas durante toda la vida útil de la instalación o la duración de la actividad. Son objeto de autorización las prácticas respecto de las cuales no puede otorgarse una exención y la notificación no es suficiente.

5.2. El órgano regulador debería establecer el proceso de autorización para las instalaciones y actividades, incluidas las disposiciones relativas a las descargas, utilizando el concepto de enfoque graduado, de acuerdo con el impacto radiológico previsto en el público y el medio ambiente¹⁵.

5.3. La autorización puede otorgarse mediante la inscripción en registro o la concesión de licencias. En función de las disposiciones nacionales, la elección debería depender del nivel de exposición asociado a la instalación o actividad y de la probabilidad de que se produzca una emisión accidental de material radiactivo al medio ambiente y las posibles consecuencias de esta.

5.4. Las instalaciones y actividades que deberían ser objeto de autorización mediante inscripción en registro son aquellas respecto de las cuales:

- a) la seguridad puede en gran medida quedar garantizada por el diseño de la instalación y del equipo;

¹⁵ En la publicación GSG-10 [7] se brindan orientaciones para determinar si un estudio del impacto ambiental radiológico simple o complejo es apropiado para determinada instalación o actividad; en el cuadro 1 de dicha publicación figuran los factores pertinentes. Los mismos factores podrían utilizarse también para aplicar un enfoque graduado al determinar el nivel de detalle necesario en las disposiciones relativas a las descargas que deben incluirse en la autorización para una instalación o una actividad.

- b) los procedimientos operativos son fáciles de seguir y las operaciones no varían mucho;
- c) la necesidad de capacitación en seguridad es mínima, y
- d) las experiencias pasadas revelan pocos problemas relacionados con la seguridad en esos tipos de operación [3].

Si bien las inscripciones en registro suelen expresarse de manera genérica, pueden estar sujetas a condiciones o límites específicos. La inscripción en registro es la opción más adecuada en el caso de aquellas prácticas cuyo riesgo de exposición es muy bajo y cuyas operaciones no varían sustancialmente. Entre los ejemplos de prácticas para las que puede ser adecuada la inscripción en registro figuran aquellas en las que se utilizan pequeñas cantidades de radionucleidos de período corto en bioensayos normalizados (por ejemplo, radioinmunoensayos). El órgano regulador debería especificar las prácticas que pueden autorizarse mediante la inscripción en registro.

5.5. En todos los demás casos, la autorización debería concederse mediante una licencia, graduando el rigor de los límites y las condiciones operacionales correspondientes en función de la exposición del público prevista durante el funcionamiento normal y de la probabilidad de exposiciones potenciales y la magnitud de estas, estimadas sobre la base de una evaluación prospectiva. El órgano regulador debería establecer el nivel de rigor de los límites y las condiciones operacionales asociados a la autorización de descarga, teniendo en cuenta a) la probabilidad de que tengan lugar exposiciones y la magnitud prevista de estas; b) las características de la instalación o la actividad; y c) una serie de factores adicionales, como las características del término fuente, el nivel de las exposiciones previstas, las características de seguridad de la actividad o la instalación (por ejemplo, los tipos de barreras de seguridad y los elementos técnicos presentes en el diseño), y las características del lugar.

5.6. En el caso de las instalaciones o actividades simples, como aquellas en que se usan cantidades limitadas de radionucleidos que pudieran causar un impacto radiológico considerable en el público y el medio ambiente, el proceso de autorización consiste normalmente en una sola fase. El órgano regulador podría proporcionar orientaciones genéricas que definan los elementos necesarios que han de incluirse en el proceso para determinar los límites de descarga y, cuando sea posible, debería indicar la metodología para las evaluaciones necesarias.

5.7. En el caso de las instalaciones complejas, como los establecimientos nucleares, el proceso de autorización puede constar de varias fases, asociadas a las diferentes etapas de la vida útil de la instalación, desde la selección y

evaluación de un emplazamiento hasta la clausura y el levantamiento del control reglamentario. En la figura 2, adaptada de la figura 1 de la publicación titulada *Proceso de concesión de licencias para establecimientos nucleares (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSG-12)* [4], se describen de forma esquemática las etapas de la vida útil de una instalación compleja, como un establecimiento nuclear, y los puntos en los que debería considerarse el control de las descargas. La flecha horizontal indica el paso del tiempo. Las flechas verticales continuas indican las etapas en las que el control de las descargas puede formar parte de las deliberaciones preliminares con el órgano regulador y muestran los puntos, antes de la explotación, en que el órgano regulador fija los límites de descarga. Las flechas verticales discontinuas indican los puntos en que se puede considerar la posibilidad de revisar los límites de descarga como resultado de la experiencia operacional si se han producido cambios importantes durante la etapa operacional. En algunos casos, el órgano regulador puede examinar un diseño genérico propuesto por un diseñador de la instalación (por ejemplo, el proveedor de la central nuclear) para establecer límites de descarga provisionales genéricos antes de seleccionar un emplazamiento específico. Eso contribuiría a aumentar la eficiencia del proceso de autorización posterior específico para cada emplazamiento, sobre todo si se va a construir el mismo tipo de instalación en varios emplazamientos.

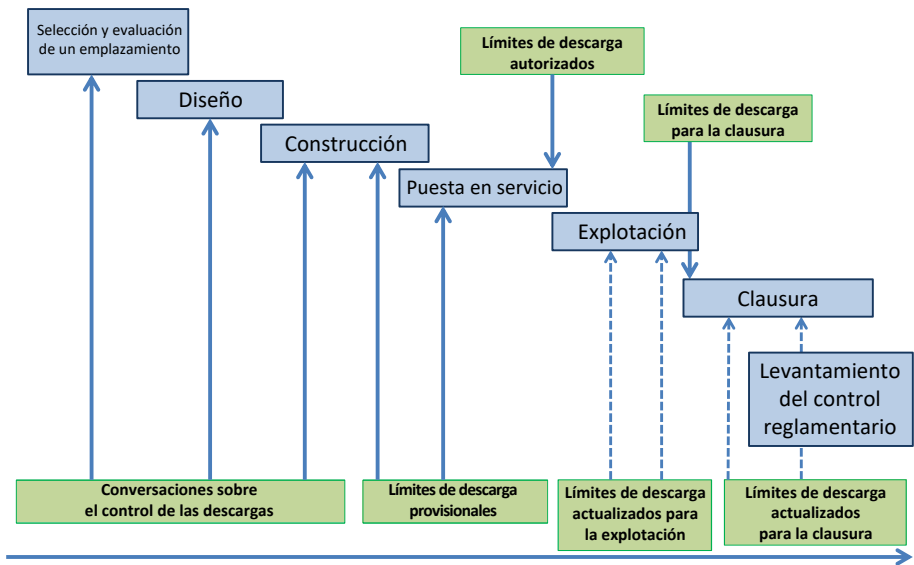


Fig. 2. Ejemplo de etapas de la vida útil de una instalación y los puntos en los que debería considerarse el control de descargas.

5.8. Durante las etapas de selección de un emplazamiento, diseño y construcción de una instalación compleja, el solicitante debería proporcionar al órgano regulador información de interés para optimizar la protección del público, como información sobre a) posibles descargas a la atmósfera y a masas de aguas superficiales y el impacto radiológico de esas descargas en el público y el medio ambiente; b) la generación de desechos, y c) la gestión de desechos en el emplazamiento y sus efectos en los trabajadores. Esta información debería bastar para que el órgano regulador se forme una opinión sobre la idoneidad del procedimiento de optimización.

5.9. En la publicación GSR Part 3 [3] se establece que, para fijar los límites de descarga, es preciso tener en cuenta los resultados de un estudio prospectivo del impacto ambiental radiológico realizado de conformidad con los requisitos del órgano regulador. En la publicación *Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-10)* [7] se presentan orientaciones sobre los estudios prospectivos del impacto ambiental radiológico de instalaciones y actividades que deberían realizarse durante las etapas de selección de un emplazamiento, diseño y construcción o antes de ellas.

5.10. La autorización de descarga debería examinarse durante la etapa de explotación, por ejemplo como parte de un examen periódico de la seguridad de la instalación o la actividad [3]. Durante el examen de una autorización vigente deberían tenerse en cuenta los cambios importantes en cualquier condición que pudieran afectar a la exposición del público. Podría tratarse de cambios en las características y el funcionamiento de la instalación, en las características de las descargas, en los parámetros que se introducen en los modelos utilizados para calcular las dosis, en los hábitos o la ubicación de la población o en las condiciones de dispersión ambiental.

5.11. Es posible que se necesite una nueva autorización de descarga o una autorización revisada al finalizar la etapa de explotación, a fin de tener en cuenta durante el proceso de clausura los cambios que probablemente se hayan introducido respecto de las descargas. Deberían establecerse nuevos límites de descarga antes de que comiencen las actividades de clausura. Hay situaciones en que pueden solaparse las actividades de explotación y las de clausura, eventualidad que debería tenerse debidamente en cuenta al establecer los límites de descarga pertinentes.

5.12. El levantamiento del control reglamentario de una instalación tras la clausura depende, en parte, de si sigue siendo necesaria una autorización de descarga. En

el caso de algunas prácticas (por ejemplo, la extracción o el procesamiento de uranio), puede ser necesario algún tipo de control de la exposición del público tras la clausura, pues este aún puede verse expuesto a descargas residuales al medio ambiente. En esas situaciones, el órgano regulador debería especificar las medidas de control necesarias tras la clausura para minimizar la exposición del público y, cuando proceda y según cada caso, el programa de monitorización ambiental necesario.

FORMULACIÓN DE UNA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA

5.13. El órgano regulador debería definir el proceso que se debe seguir para solicitar una autorización de descarga una vez que se ha determinado que esta es necesaria. El proceso de autorización puede comprender las fases siguientes:

- a) El órgano regulador debería especificar la restricción de dosis aplicable a la instalación o la actividad examinada (véanse los párrs. 5.15 a 5.19 y el anexo).
- b) El solicitante debería caracterizar las descargas y las principales vías de exposición detectadas, a fin de evaluar adecuadamente la exposición de la persona representativa.
- c) El solicitante debería presentar las medidas que se vayan a adoptar para optimizar la protección y la seguridad del público, habiendo considerado medidas para mantener las exposiciones debidas a las descargas tan bajas como sea razonablemente posible y habiendo tenido en cuenta todos los factores pertinentes.
- d) El solicitante debería evaluar las dosis que recibe la persona representativa, lo cual puede conllevar varias iteraciones, empezando por una evaluación genérica sencilla y prudente, seguida de un estudio más detallado específico del emplazamiento, de ser necesario.
- e) El solicitante debería presentar los resultados de la evaluación al órgano regulador. El órgano regulador debería evaluar si los modelos y los supuestos utilizados por el solicitante son apropiados, comparar los resultados de la evaluación con los límites de dosis y las restricciones de dosis y evaluar si las dosis determinadas se ajustan a la necesidad de optimizar la protección del público.
- f) El órgano regulador debería establecer los límites de descarga y las condiciones para demostrar su cumplimiento durante la explotación, entre otras cosas mediante sistemas y programas de monitorización radiológica de fuentes y de vigilancia ambiental.

- g) El órgano regulador debería expedir una autorización de descarga si considera que los modelos y los supuestos son válidos y que las dosis no serán superiores a los niveles optimizados.

En la figura 3 se ilustra el proceso para establecer los límites de descarga según las fases descritas anteriormente. Los distintos elementos del proceso se describen en los apartados siguientes.

5.14. En el proceso ilustrado en la figura 3 se indican las acciones que competen al órgano regulador y al solicitante. Al establecer los límites de descarga, el solicitante y el órgano regulador deberían mantener contactos y diálogos frecuentes con respecto a la validez de los supuestos formulados para estimar las dosis, el proceso de optimización, y las repercusiones que pueden tener los límites de descarga y los límites y condiciones operacionales que se están examinando en el funcionamiento de la instalación o la realización de la actividad. También se deberían examinar las repercusiones en materia de seguridad que tiene el

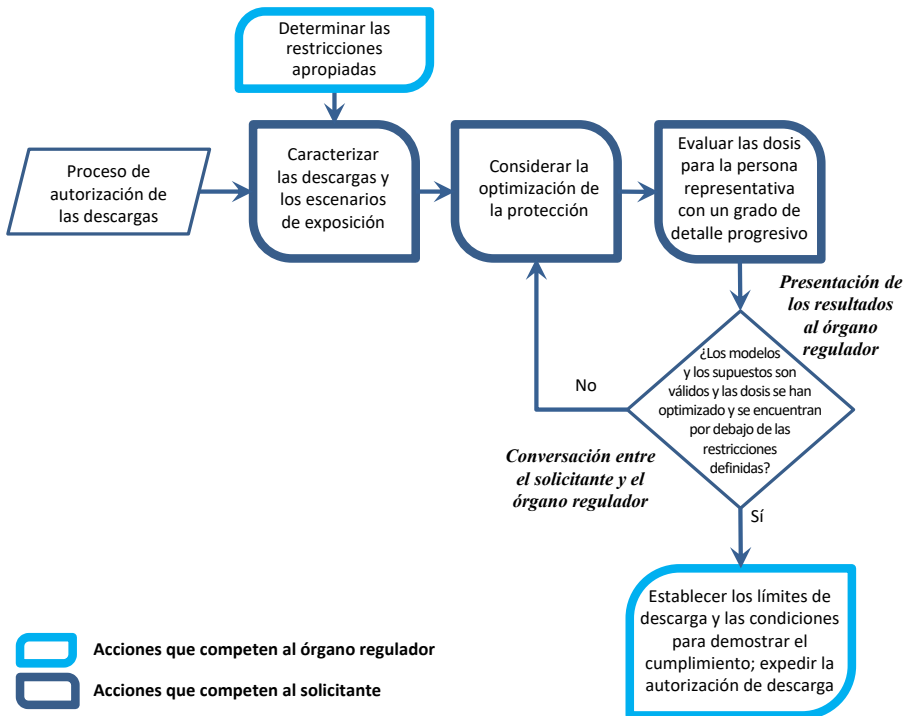


Fig. 3. Fases para establecer los límites de descarga, en las que se indican los responsables.

almacenamiento de cualquier desecho radiactivo líquido o gaseoso que no se descargue al medio ambiente y las dosis conexas para los trabajadores. Este proceso debería realizarse de forma iterativa para alcanzar una solución óptima aceptable desde el punto de vista de la seguridad y la protección radiológica.

ESTABLECIMIENTO DE UNA RESTRICCIÓN DE DOSIS RESPECTO AL CONTROL DE LAS DESCARGAS

5.15. El gobierno o el órgano regulador se encargan de establecer o aprobar las restricciones de dosis relacionadas con la fuente que se utilizarán para optimizar la protección del público durante el funcionamiento normal. El fin de la restricción de dosis impuesta a cada fuente es, entre otras cosas, brindar la seguridad de que la suma de las dosis recibidas a causa de la utilización planificada de esa fuente y de todas las fuentes autorizadas que puedan contribuir a la exposición del público se mantiene dentro del límite de dosis. Al especificar la restricción de dosis, puede considerarse la contribución a la exposición debida a las fuentes locales y las fuentes regionales.

5.16. La restricción de dosis, definida para una sola fuente, debería expresarse en términos de la dosis efectiva anual; la restricción de dosis debería ser inferior al límite establecido para la dosis efectiva recibida por el público en situaciones de exposición planificada resultante de todas las fuentes reguladas (es decir, 1 mSv en un año, según lo establecido en la publicación GSR Part 3 [3]) y superior a una dosis del orden de 10 μ Sv en un año. En consecuencia, a efectos prácticos, las restricciones de dosis deberían seleccionarse en el rango de 0,1 mSv a <1 mSv en un año¹⁶ [7].

5.17. Las restricciones de dosis deberían utilizarse como parte de una evaluación prospectiva cuando se planifiquen las medidas de protección y seguridad, y no como límites de dosis alternativos aplicables durante la explotación de la instalación. Más concretamente, sobrepasar una restricción de dosis no debería ser una infracción reglamentaria, como sería el caso si se sobrepasara el límite de dosis.

¹⁶ El órgano regulador puede determinar las restricciones adicionales, de considerarse necesarias, que se requieren para asegurar que no se sobrepasen los límites de dosis para el público en situaciones de exposición planificada especificados en la publicación GSR Part 3 [3] a causa de posibles combinaciones de dosis recibidas de exposiciones debidas a distintas prácticas autorizadas.

5.18. Al fijar una restricción de dosis, el gobierno o el órgano regulador deberían tener en cuenta lo siguiente:

- a) las características del lugar que son importantes para el nivel de exposición del público, por ejemplo, las vías de exposición, los datos sobre los hábitos y los factores de ocupación del tiempo, y
- b) la posible contribución a la dosis de otras instalaciones y actividades autorizadas o de instalaciones y actividades futuras previsibles.

5.19. Aunque el valor de las restricciones de dosis debería fijarse en función de la instalación o la actividad en concreto y de las condiciones de exposición previstas en el lugar correspondiente, las autoridades nacionales pueden optar por formular restricciones de dosis genéricas para instalaciones o actividades de diseño o características similares (por ejemplo, establecimientos nucleares, instalaciones de extracción y procesamiento de uranio, aplicaciones industriales y médicas). En el anexo se describen más detalladamente las cuestiones relativas a la especificación y el uso de restricciones de dosis genéricas y específicas en el proceso de optimización de la protección del público.

CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS Y LOS ESCENARIOS DE EXPOSICIÓN

5.20. Debería realizarse un análisis preoperacional para determinar los inventarios de radionucleidos que darían lugar a descargas durante la explotación de una instalación o la realización de una actividad, las posibles rutas de descarga, las cantidades que se descargarían al medio ambiente y las vías de exposición a la radiación, así como otros datos pertinentes que podrían utilizarse para estimar las dosis recibidas por los miembros del público. Este análisis preoperacional podría basarse en un análisis específico de la práctica examinada o en la experiencia en prácticas similares.

5.21. La necesidad de caracterizar detalladamente las descargas debería depender de la magnitud prevista de la dosis que reciben los miembros del público, según un enfoque graduado. En el caso de las instalaciones o actividades pequeñas en que se utiliza material radiactivo no sellado, como los laboratorios de investigación o los departamentos de medicina nuclear de los hospitales, debería estudiarse si las descargas pueden evaluarse sobre la base del caudal estimado, teniendo en cuenta el decaimiento radiactivo. En el caso de las instalaciones del ciclo del combustible nuclear, para estimar las descargas se debería examinar el diseño, las características funcionales propuestas y la eficacia de las técnicas utilizadas

con el fin de reducir las descargas. También podría utilizarse información de instalaciones o actividades similares ya en marcha en otros lugares [21].

5.22. La importancia relativa de las distintas vías de exposición depende de la naturaleza y la ruta de las descargas y de las características físicas y químicas de los radionucleidos. En la caracterización de las vías de exposición a la radiación debería tenerse en cuenta si las descargas se realizan a la atmósfera o al agua y, en el caso de las descargas de líquidos, si se realizan al medio marino, a un estuario o a un medio de agua dulce. En el caso de las descargas a la atmósfera, deberían estudiarse los datos meteorológicos del emplazamiento y sus alrededores, así como la posible deposición de sustancias radiactivas en la tierra y su posterior transferencia a cultivos y animales. En el caso de las descargas al agua, deberían considerarse los usos de esta, como el consumo, la pesca y la producción de alimentos acuáticos, el riego y las actividades recreativas. Es posible que algunas instalaciones, como los hospitales y los laboratorios de investigación pequeños, descarguen radionucleidos a los sistemas de alcantarillado, lo que podría dar lugar a exposición ocupacional (por ejemplo, de los trabajadores de plantas de tratamiento de aguas residuales¹⁷) o a exposición al utilizar lodos de depuración tratados para su depósito en vertederos o para fines agrícolas. En la publicación GSG-10 [7] se ofrecen orientaciones sobre la selección de vías de exposición, el uso de datos meteorológicos e hidrológicos y la transferencia ambiental, así como sobre la estimación de las dosis.

5.23. También deberían realizarse estudios preoperacionales para determinar los niveles existentes de radiación de fondo en la zona circundante a la instalación antes de su explotación, en los que deberían determinarse los niveles de radiación externa, así como las concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente (por ejemplo, en el agua, el suelo, las plantas, los cultivos y los alimentos). Estos estudios deberían servir para establecer valores de referencia a partir de los cuales determinar el impacto real de las descargas. Dichos valores pueden variar de un emplazamiento a otro debido a las variaciones en la radiación de fondo natural y a la posible contaminación residual debida a prácticas o accidentes pasados o al poso radiactivo global resultante de ensayos con armas nucleares. Es especialmente importante establecer valores de referencia en el caso de las prácticas en que se descargan radionucleidos de origen natural (véase la sección 6). En la publicación *Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiación con fines de protección radiológica (Colección de Normas*

¹⁷ Estos trabajadores están sujetos a los mismos límites de dosis que los miembros del público; véase el párr. 3.78 de la publicación GSR Part 3 [3].

de Seguridad del OIEA N.º RS-G-1.8) [9] y en la referencia [22] se brindan orientaciones detalladas sobre la realización de estudios preoperacionales.

5.24. Si una descarga pudiera causar una exposición significativa del público fuera del territorio u otra zona bajo la jurisdicción o el control del Estado en el que se produce la descarga, la entidad explotadora debería realizar una evaluación del impacto radiológico de las descargas en el público y el medio ambiente en esas zonas. Esa evaluación es especialmente importante cuando las personas susceptibles de recibir las dosis más elevadas podrían vivir en un Estado vecino, por ejemplo si se va a construir una instalación cerca de una frontera nacional o en una vía de navegación internacional.

CONSIDERACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN Y LA SEGURIDAD

5.25. La optimización de la protección y la seguridad es el proceso clave para establecer una autorización de descarga, y comprende varios aspectos diferentes. En el caso de una instalación que realiza descargas y puede causar la exposición del público, la optimización debería formar parte del proceso de diseño y planificación y también debería seguir siendo objeto de examen durante toda su vida útil. La optimización relacionada con las descargas forma parte de la optimización de la protección y la seguridad de la práctica en su conjunto.

5.26. La optimización de la protección respecto de las descargas radiactivas no consiste meramente en considerar el equilibrio entre los riesgos radiológicos asociados a las descargas durante el funcionamiento normal y los costos de efectuar reducciones. También se debería examinar la repercusión que tienen las decisiones sobre gestión de desechos en la exposición de los trabajadores y en la seguridad de la instalación en su conjunto. Por ejemplo, la reducción de las descargas puede hacer que aumenten los desechos radiactivos almacenados en el emplazamiento, con el consiguiente incremento de la exposición ocupacional, por lo que tal vez no sea la solución óptima. En la publicación *Justificación de la seguridad y evaluación de la seguridad en relación con la gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N.º GSG-3)* [23] figuran orientaciones sobre la optimización del diseño de una instalación o una actividad con respecto a la gestión de desechos radiactivos.

5.27. En la optimización deberían tenerse en cuenta las opciones disponibles para reducir las descargas y todos los aspectos relacionados con los efectos de esas opciones. Gran parte de la labor se puede llevar a cabo en las etapas

iniciales de selección de un emplazamiento y diseño, en que se pueden tener en cuenta técnicas y prácticas que están dando resultado en otras instalaciones y actividades. En el caso de los desechos radiactivos líquidos y gaseosos que pudieran generarse durante la explotación, debería estudiarse la posibilidad de reducirlos al mínimo y tratar posteriormente los efluentes radiactivos.

5.28. Los principales tipos de tratamiento de los efluentes radiactivos son el almacenamiento, de modo que, por ejemplo, los radionucleidos de período corto presentes en forma líquida y gaseosa puedan decaer antes de su emisión al medio ambiente, o las técnicas que eliminan los radionucleidos de la corriente de efluentes (por ejemplo, la utilización de resinas de intercambio iónico o filtros HEPA). Dentro de estas dos grandes categorías puede haber varias opciones disponibles; habría que definir las y examinar sus ventajas e inconvenientes.

5.29. La optimización de la protección y la seguridad debería realizarse teniendo en cuenta las restricciones de dosis y la gama de opciones de protección disponibles. Debería llevarse a cabo un análisis iterativo de las repercusiones que tiene cada opción de protección seleccionada en las dosis que reciben el público y los trabajadores.

5.30. Por lo general, en el proceso de optimización se deberían sopesar una serie de opciones distintas y otros factores, entre los que figuran los siguientes:

- a) las dosis procedentes de las descargas frente a las dosis futuras asociadas a la disposición final de los desechos sólidos, si se decidiera solidificar los desechos;
- b) la exposición del público frente a la exposición ocupacional (es decir, la reducción de la exposición del público a expensas de un aumento de la exposición ocupacional debido a la mejora del sistema de tratamiento de efluentes);
- c) la elección entre opciones cuyas características se conocen con distintos grados de certeza;
- d) los efectos no radiológicos y la salud y la seguridad en sentido convencional, y
- e) un mayor riesgo de emisiones accidentales (por ejemplo, si se produce una fuga en un tanque de almacenamiento de gran tamaño).

5.31. Independientemente del enfoque utilizado para determinar la opción óptima, se debería reconocer que son necesarias valoraciones sobre la importancia relativa de los factores implicados. Para emitir las, el órgano regulador y la entidad explotadora deberían entablar diálogos. En los diálogos sobre la optimización

también podrían participar distintas autoridades, como las encargadas de la seguridad nuclear, la protección de los trabajadores, la protección del público y la protección del medio ambiente.

5.32. Cuando las dosis proyectadas para los miembros del público sean del orden de 10 μSv o menos al año, en principio no debería ser necesario proceso de optimización alguno, partiendo de la base de que la labor para lograr una mayor reducción de las dosis no cumpliría, por lo general, el requisito de optimización.

Optimización de la protección y control reglamentario de determinados radionucleidos

5.33. Si bien los requisitos para la optimización de la protección y el control reglamentario deben aplicarse a todos los tipos de instalaciones, actividades y radionucleidos, al optimizar la protección debería prestarse particular atención a las características especiales de determinados efluentes que contienen radionucleidos utilizados en algunas prácticas. Estas características comprenden las dificultades técnicas para gestionar los desechos radiactivos procedentes de aplicaciones de los radioisótopos en medicina o de la explotación de determinadas instalaciones o la realización de determinadas actividades. Algunos ejemplos son el uso de fuentes no selladas en medicina nuclear, que se administran a los pacientes como parte de un tratamiento médico, o la gestión de grandes volúmenes de efluentes gaseosos o líquidos que contienen niveles muy bajos de concentración de la actividad de determinados radionucleidos, resultantes, por ejemplo, de la activación neutrónica en el sistema de refrigeración de las centrales nucleares.

5.34. En el caso de esas prácticas, puede ser necesario que la entidad explotadora y el órgano regulador presten especial atención a la descarga de determinados radionucleidos en el momento de especificar y acordar la solución óptima en términos de protección y seguridad. De ahí también se puede derivar la necesidad de adaptar el enfoque para el control reglamentario de esas descargas. Entre los ejemplos de esos radionucleidos figuran el tritio y el ^{14}C que descargan algunos establecimientos nucleares y el ^{131}I que se utiliza en los hospitales para los tratamientos de medicina nuclear.

5.35. En relación con estas prácticas y radionucleidos en concreto, la entidad explotadora debería especificar, en consulta con el órgano regulador, la opción óptima para las descargas, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) las características técnicas relacionadas con el control de las descargas de esos radionucleidos, como la disponibilidad de técnicas de eliminación de partículas radiactivas a una escala acorde a las necesidades de la práctica concreta (en particular, en el caso de volúmenes grandes de efluentes líquidos o gaseosos con concentraciones bajas de radionucleidos);
- b) características económicas, como el costo de las técnicas de eliminación de partículas radiactivas de los desechos, que podría ser excesivo y no estar justificado en el marco de la optimización general de la protección y la seguridad en relación con el tipo de práctica;
- c) consideraciones sociales, como la aceptación pública del tipo de práctica que se examina, así como los beneficios individuales y sociales derivados del tipo de instalación o actividad;
- d) consideraciones ambientales y de eficiencia, como los efectos de cualquier emisión de sustancias químicas peligrosas o el elevado consumo de energía que suponen las técnicas de eliminación de partículas radiactivas de los desechos;
- e) consideraciones de seguridad, como las relacionadas con el almacenamiento seguro de grandes cantidades de materiales radiactivos sólidos, líquidos o gaseosos durante tiempos prolongados, así como el riesgo de emisiones accidentales;
- f) cuestiones relacionadas con la gestión de desechos radiactivos, como las relativas al transporte y al almacenamiento de grandes cantidades de desechos de actividad baja¹⁸, y
- g) consideraciones de protección radiológica, como las dosis individuales y las dosis colectivas recibidas por los trabajadores en relación con el proceso de eliminación de partículas radiactivas y con el almacenamiento de los desechos.

5.36. El órgano regulador y la entidad explotadora deberían tener en cuenta que, en el caso de las prácticas y los radionucleidos específicos mencionados, la opción de gestión óptima desde el punto de vista de la protección radiológica tal vez no se traduzca en la aplicación de técnicas costosas de eliminación de partículas radiactivas de los desechos, sino en la aplicación de medidas más estrictas para verificar el cumplimiento por la entidad explotadora y el órgano regulador, según proceda. La entidad explotadora debería presentar la opción de gestión óptima y la justificación de su elección y, si son aceptables, estas deberían ser aprobadas

¹⁸ Los “desechos de actividad baja” son desechos que se encuentran por encima de los niveles de dispensa, pero que contienen cantidades limitadas de radionucleidos de período largo (véase la publicación N° GSG-1 de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, titulada *Clasificación de desechos radiactivos* [24]).

por el órgano regulador. Entre los ejemplos de medidas más estrictas para verificar el cumplimiento en el caso de las instalaciones complejas, incluidos los establecimientos nucleares, figuran los programas de monitorización de fuentes y monitorización ambiental específicos para cada radionucleido; evaluaciones más detalladas de la dosis que recibe la persona representativa, lo que incluye determinar las vías de exposición pertinentes, y la presentación más frecuente de informes sobre las descargas al órgano regulador.

Técnicas de apoyo a la adopción de decisiones

5.37. Según las circunstancias, el proceso de optimización de la protección del público puede englobar el uso de distintas técnicas cuantitativas y cualitativas. En el proceso de optimización deberían utilizarse técnicas formales de apoyo a la adopción de decisiones según convenga. La ventaja de las técnicas formales de apoyo a la adopción de decisiones es que permiten determinar de manera explícita cada uno de los elementos que intervienen en la adopción de una decisión. Si se estima que las dosis para la persona representativa son muy bajas (por ejemplo, del orden de 10 μSv o menos en un año), por lo general no será necesario realizar un análisis formal de la optimización de la protección.

5.38. Se han propuesto diversas técnicas analíticas para ayudar a determinar el nivel de protección optimizado, las cuales pueden aplicarse a las descargas [25]. Entre las técnicas de apoyo a la adopción de decisiones figuran el análisis costo-beneficio y los métodos multicriterio. La principal limitación del análisis costo-beneficio es que requiere una valoración explícita de todos los factores en términos monetarios, lo cual tiende a restringir el abanico de factores que pueden incluirse en el proceso de optimización. Los métodos multicriterio no requieren necesariamente tal valoración explícita y son técnicas de apoyo a la adopción de decisiones potencialmente más flexibles porque permiten tener en cuenta factores adicionales. Por ejemplo, el patrimonio neto en el tiempo y en el espacio, la percepción del riesgo por parte del público y la posibilidad de que se produzca una emisión accidental son factores adicionales que pueden tenerse en cuenta si se utilizan métodos multicriterio. También puede considerarse la distribución en el tiempo de las inversiones y los costos de explotación.

Las mejores técnicas disponibles

5.39. Para optimizar la protección del público, deberían estudiarse y compararse con otras opciones posibles las medidas utilizadas en la gestión de desechos y efluentes radiactivos y la forma en que se aplican dichas medidas. En algunos Estados [26] y en determinados marcos internacionales [27, 28], así como en

otros sectores para controlar los contaminantes en general, se aplican conceptos como el de “las mejores técnicas disponibles”. El uso de las mejores técnicas disponibles se corresponde con la optimización si las técnicas se verifican y su uso no consiste simplemente en examinar qué técnicas están o podrían estar disponibles para reducir las descargas, sino en estudiar la situación en su conjunto para determinar el nivel óptimo de protección, incluida la disponibilidad de opciones y los costos que implican. La aplicación del concepto de las mejores técnicas disponibles a determinados procesos, instalaciones o métodos de explotación para reducir las descargas de radionucleidos al medio ambiente se describe con más detalle en el anexo, en el marco de la optimización de la protección.

Uso de la dosis colectiva

5.40. Otro enfoque que podría incluirse en el proceso de optimización consiste en estimar las dosis colectivas para los miembros del público resultantes de opciones alternativas de gestión de las descargas y en comparar dichas opciones.

5.41. La dosis colectiva es la dosis de radiación total procedente de una fuente que recibe determinado grupo de la población [3], y puede obtenerse multiplicando la dosis promedio que recibe el grupo expuesto por el número de personas del grupo [25, 29]. Al estimar la dosis colectiva para el público, convendría no sumar, por ejemplo, dosis individuales muy bajas que se recibirían en períodos de tiempo largos y regiones geográficas amplias, lo cual no sería apropiado (es decir, deberían establecerse condiciones de truncamiento) [25]. La dosis colectiva solo debería usarse para comparar opciones, y cualquier truncamiento aplicado a los cálculos ha de ser sistemático para que las comparaciones sean significativas.

5.42. La dosis colectiva se ha usado de diferentes maneras para ayudar a seleccionar un nivel óptimo de protección del público, por ejemplo, para asignar un costo monetario al detrimento por la radiación y compararlo con el costo de cada opción de reducción de las descargas. En la presente guía de seguridad no se brindan orientaciones detalladas sobre el uso de la dosis colectiva; sin embargo, con la consideración y la atención adecuadas, su uso podría ofrecer una forma práctica de aplicar la optimización comparando el resultado en materia de protección que se obtiene con diferentes tecnologías. La dosis colectiva no debe usarse para predecir los efectos en la salud [30]. En la Publicación 101 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica [25] se describen con más detalle la optimización y el uso de la dosis colectiva.

EVALUACIÓN DE LA DOSIS PARA LA PERSONA REPRESENTATIVA

5.43. Al establecer una autorización de descarga se deberían tener en cuenta los resultados de una evaluación del impacto ambiental radiológico acorde con el riesgo radiológico asociado a la instalación o la actividad [3, 7]. Para establecer los límites de descarga, deberían utilizarse estimaciones prospectivas de la dosis para los miembros del público a fin de determinar niveles de descarga optimizados aceptables que cumplan los criterios radiológicos definidos.

5.44. La estimación de la dosis efectiva que previsiblemente recibirán los miembros del público depende de diversos factores, como las características del término fuente, el comportamiento de los radionucleidos en el medio ambiente y su transferencia a las personas, la duración de la exposición y otros factores pertinentes. Esos factores causan una amplia variación en la dosis efectiva entre la población expuesta. A los fines de establecer los límites de descarga, debería evaluarse la dosis para una persona que recibe una dosis que es representativa de las dosis recibidas por las personas más expuestas de la población (es decir, la persona representativa). La dosis para la persona representativa es equivalente y sustituye a la dosis media recibida por el “grupo crítico” [25].

5.45. Antes de iniciar la estimación de las dosis para la persona representativa, el solicitante debería determinar el alcance y el grado de detalle de la evaluación, así como los recursos que deberían asignársele. Estas cuestiones deberían analizarse con el órgano regulador y someterse a su aprobación.

5.46. El grado de detalle del modelo de evaluación debería depender del tipo de instalación que se examine, de la naturaleza de las descargas y de la disponibilidad de información, y debería estar en consonancia con un enfoque graduado. A fin de usar con eficacia los recursos de evaluación, tal vez sea útil aplicar un enfoque iterativo estructurado para evaluar las dosis para la persona representativa. Tal enfoque debería comenzar con una evaluación sencilla basada en supuestos muy prudentes (conservadores) y debería perfeccionarse con cada iteración, utilizando modelos cada vez más complejos con supuestos más realistas y datos específicos del emplazamiento, según sea necesario.

5.47. Según un enfoque graduado, el uso de evaluaciones genéricas debería limitarse a evaluar los efectos de instalaciones o actividades pequeñas y sencillas con prácticas normalizadas que den lugar a descargas previsibles bajas o muy bajas. En la publicación GSG-10 [7] se ofrecen orientaciones sobre la realización de evaluaciones con diferentes grados de detalle y realismo. En función de sus características, la instalación o la actividad puede tener descargas discontinuas

que pueden dar lugar a la exposición de miembros del público en sus locales (por ejemplo, en los hospitales que utilizan ^{131}I con fines de diagnóstico y tratamiento) o de trabajadores que normalmente no están sometidos a monitorización por exposición ocupacional (por ejemplo, trabajadores de instalaciones externas en las que se tratan los efluentes de la instalación o la actividad); estas situaciones deberían tenerse debidamente en cuenta en las evaluaciones.

5.48. Para estimar las dosis para la persona representativa, también se puede utilizar un enfoque genérico en las primeras etapas de la vida útil de un establecimiento nuclear complejo (véase la figura 2), como durante las conversaciones iniciales sobre el control de las descargas o el establecimiento de límites de descarga provisionales. A este enfoque genérico debería seguir una evaluación más realista y específica del emplazamiento una vez que se disponga de más información durante el proceso de autorización. En la publicación GSG-10 [7] se ofrecen orientaciones sobre el grado de detalle y el tipo de información necesarios para realizar evaluaciones prospectivas del impacto ambiental radiológico de diferentes instalaciones y actividades durante el proceso de autorización, que también se aplican a las evaluaciones utilizadas para establecer los límites de descarga.

5.49. Cuando las dosis estimadas para la persona representativa sobrepasen la restricción de dosis, se debería considerar la posibilidad de reducir las descargas previstas o modificar sus características (por ejemplo, cambiar la ubicación del punto de descarga). En caso contrario, debería realizarse una evaluación más detallada (utilizando datos específicos del emplazamiento o modelos más realistas). En cualquier caso, si se lleva a cabo una evaluación genérica prudente, se debería velar por que no afecte indebidamente el proceso de optimización. Si en los cálculos se adoptan supuestos prudentes que probablemente lleven a una sobrestimación significativa de las dosis, podrían llegar a tomarse decisiones que no cumplan el principio de optimización de la protección radiológica.

5.50. Los hábitos (por ejemplo, el consumo de alimentos, factores relacionados con la ocupación en interiores o exteriores, el consumo de alimentos de producción local) que se adopten para caracterizar a la persona representativa deberían ser los hábitos o características típicos de un pequeño número de personas representativas de las más expuestas. Para caracterizar a la persona representativa deberían utilizarse los percentiles más altos (por ejemplo, el percentil 95) de la distribución de los datos sobre los hábitos relacionados con determinadas vías de exposición, como el consumo de leche y cultivos alimentarios. Sin embargo, a fin de evitar la sobrestimación, no deberían utilizarse todos los hábitos extremos para representar a un único miembro de la población. Los hábitos extremos o

inusuales no deberían determinar las características de la persona representativa considerada [25].

5.51. Al evaluar las dosis para la persona representativa procedentes de las descargas al medio ambiente, deberían tenerse en cuenta las tres vías de exposición principales siguientes:

- a) la exposición externa por radionucleidos presentes en el medio ambiente;
- b) la exposición interna por inhalación de radionucleidos presentes en el aire, y
- c) la exposición interna por ingestión de radionucleidos incorporados al agua y a los alimentos.

La exposición externa puede deberse a sustancias radiactivas suspendidas en el aire o depositadas en el suelo u otras superficies. Para la evaluación de las dosis resultantes de la exposición interna, debería considerarse la dosis comprometida¹⁹. En las referencias [7, 15] se ofrecen más detalles sobre las vías de exposición de interés para la evaluación de las dosis para la persona representativa.

5.52. En algunas instalaciones o actividades, las fuentes de radiación pueden contribuir a la exposición externa de los miembros del público situados en las inmediaciones, a través de la irradiación gamma directa y, en algunos casos, de la radiación gamma dispersa en la atmósfera (radiactividad del cielo). Algunos ejemplos son las fuentes de radiación almacenadas en la instalación (por ejemplo, combustible gastado, desechos radiactivos), las fuentes utilizadas en la instalación o la actividad (por ejemplo, irradiadores industriales) y los componentes de la instalación (por ejemplo, reactores nucleares, sistemas de refrigeración, sistemas de vapor). Cuando la irradiación directa influye en las condiciones de exposición de la persona representativa, las dosis resultantes deberían estimarse y tenerse en cuenta al establecer los límites de descarga, de modo que no se sobrepase la restricción de dosis establecida.

5.53. Dado que la autorización inicial de las descargas procedentes de una instalación o una actividad se basa en una evaluación prospectiva, deberían utilizarse modelos ambientales matemáticos para evaluar las concentraciones de la actividad en el aire o el agua. Posteriormente, deberían utilizarse modelos y parámetros de transferencia ambiental para evaluar las concentraciones de la

¹⁹ La dosis comprometida es la dosis de por vida que cabe prever como resultado de una incorporación. Se ofrece más información en orientaciones anteriores del OIEA: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment*, IAEA Safety Series No. 77, IAEA, Vienna (1986).

actividad en otros medios naturales de interés para la estimación de las dosis (por ejemplo, sedimentos o productos alimenticios). En la referencia [15] se indican los parámetros de dispersión y transferencia. Debería tenerse en cuenta la posible acumulación o concentración de radionucleidos de período largo y el crecimiento de progenie radiactiva en los medios naturales.

5.54. Los modelos para evaluar la dispersión y la transferencia en el medio ambiente deberían ser adecuados para la situación en la que se aplican, a fin de que las metodologías de evaluación sean apropiadas para demostrar que existe una alta probabilidad de que puedan satisfacerse todos los requisitos de cumplimiento en todas las condiciones razonablemente previsibles. Los modelos deberían verificarse. En la medida de lo posible, los modelos seleccionados deberían validarse comparando los resultados con datos correspondientes a escenarios de exposición similares o, al menos, mediante procedimientos de análisis comparativo con otros modelos adecuados. Para llevar a cabo una evaluación se pueden utilizar diferentes métodos, entre ellos distintos instrumentos de cálculo y datos de entrada [15]. El órgano regulador debería decidir, en consulta con el solicitante y otras partes interesadas, qué metodología es la más adecuada para llevar a cabo una evaluación concreta y debería convenir en que la metodología adoptada es apta para el fin propuesto. En la publicación GSG-10 [7] se ofrece más información sobre las metodologías de evaluación y las características de los modelos y los datos que han de utilizarse en la evaluación de las descargas durante el funcionamiento normal.

5.55. Al determinar la exposición de la persona representativa deberían tenerse en cuenta diferentes grupos de edad. En general, basta con considerar la exposición de tres grupos de edad (lactantes de un año, niños de diez años y adultos). Asimismo, tal vez sea necesario tener en cuenta la exposición del embrión o el feto y de los lactantes amamantados en determinadas circunstancias [25], por ejemplo cuando, debido a los radionucleidos que se vayan a descargar, la exposición del embrión o el feto y de los lactantes amamantados pueda ser más importante (por ejemplo, descargas de yodo radiactivo).

5.56. Al definir a la persona representativa, se debería velar por que no solo se tenga en cuenta a los grupos de personas más cercanos a la instalación o la actividad, sino también a los que se encuentren en lugares más alejados que podrían estar más expuestos debido a sus hábitos de vida específicos. Por ejemplo, podría tratarse de un grupo de personas que vivan en una población a cierta distancia de la central, pero que consuman pescado de una zona de captura cercana al punto de descarga.

5.57. Se debería especificar la ubicación y los hábitos de vida de la persona representativa en relación con las condiciones ambientales; el uso de la tierra; la distribución espacial de la población; la producción, la distribución y el consumo de alimentos, y otros factores pertinentes actuales y, en la medida de lo razonablemente previsible, futuros, teniendo en cuenta la vida útil prevista de la instalación o la duración de la actividad.

5.58. En el caso de los lugares remotos cuya población local sea pequeña o que no tengan población local, al determinar la ubicación y los hábitos de vida de la persona representativa debería estudiarse la posibilidad de crear una persona representativa teórica sobre la base de un escenario de exposición razonable teniendo en cuenta prácticas de uso de la tierra como la pesca, la caza u otras prácticas de uso de la tierra estacionales o periódicas que puedan asociarse a una comunidad cercana.

LA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA Y LOS LÍMITES Y CONDICIONES OPERACIONALES

5.59. La autorización de descarga debería adoptar la forma de un permiso por escrito expedido por el órgano regulador. Este puede conceder una autorización de descarga con base justificada o imponer las condiciones adicionales o limitaciones operacionales que considere oportunas a efectos de la protección y la seguridad.

5.60. El órgano regulador debería hacer constar oficialmente en qué se basa su decisión sobre una autorización de descarga, o sobre la modificación, la renovación, la suspensión o la revocación de una autorización de descarga, e informar oportunamente al solicitante de su decisión, comprendidos los motivos y la justificación.

5.61. Al conceder una autorización de descarga, el órgano regulador debería establecer o aprobar los límites autorizados para las descargas, teniendo en cuenta los resultados de la optimización de la protección y la seguridad y conforme a un enfoque graduado.

5.62. En el caso de las instalaciones grandes y complejas, como los establecimientos nucleares, el proceso de autorización ha de ser exhaustivo, y en él se deberían contemplar las disposiciones relativas a las descargas y definir en detalle los límites y las condiciones operacionales pertinentes. Los límites y las condiciones operacionales asociados a la autorización de descarga para

instalaciones de ese tipo deberían expresarse en términos sobre los que se pueda esperar razonablemente que tenga control la entidad explotadora, por ejemplo, en términos de mediciones de las descargas (actividad o concentraciones de la actividad totales y volumen de gases o líquidos descargado), en lugar de dosis para el público, que solo pueden estimarse. Los límites y las condiciones operacionales asociados a la autorización de descarga para instalaciones más sencillas, como hospitales con departamentos pequeños de medicina nuclear, aplicaciones industriales o laboratorios pequeños, deberían ser menos onerosos. En el anexo se describe con más detalle la elección entre expresar los límites de descarga en términos de dosis y hacerlo en términos de cantidades de actividad.

5.63. Los límites de descarga deberían adjuntarse o incorporarse a la autorización concedida para la instalación o la actividad, de modo que se conviertan en límites reglamentarios que la entidad explotadora o el licenciataria deberían cumplir.

5.64. El período de validez de los límites de descarga debería especificarse en la autorización de descarga o en otro documento de reglamentación conexo, y se debería prever su examen siempre que el órgano regulador lo considere oportuno, y al menos una vez cada diez años. El período de validez de los límites de descarga para las instalaciones complejas, como las centrales nucleares, las instalaciones de reprocesamiento del combustible nuclear y las instalaciones de producción de radioisótopos, debería coincidir con el período de validez de la autorización para la instalación, y examinarse periódicamente.

5.65. La autorización de descarga se debería examinar siempre que se prevea que la modificación de la instalación o de los límites y las condiciones operacionales asociados a la autorización afectará de forma considerable las características de las descargas. Las instalaciones nucleares y otros establecimientos complejos se someten a exámenes periódicos de la seguridad, normalmente cada diez años, que deberían incluir el examen de la autorización de descarga. Las instalaciones o actividades más sencillas, como aquellas en que se utilizan cantidades limitadas de radioisótopos, deberían examinarse periódicamente, pero a intervalos más largos. Los límites de descarga correspondientes a una nueva práctica respecto de la cual la experiencia es limitada deberían ser examinados por el órgano regulador después de un tiempo adecuado, cuando se haya acumulado suficiente experiencia operacional, por ejemplo, dentro de los tres primeros años.

5.66. Los límites y las condiciones operacionales de una autorización de descarga deberían incluir, según proceda, como mínimo algunos de los elementos siguientes:

- a) Restricciones relativas a diferentes estados operacionales de la instalación (por ejemplo, distintos límites autorizados para el mantenimiento y para el funcionamiento normal), diferentes condiciones estacionales y diferentes condiciones de dispersión ambiental. Por ejemplo, se puede especificar una restricción para las instalaciones que realicen descargas en un río cuando este sea propenso a inundaciones o cuando el nivel del agua sea bajo porque el clima es muy seco en determinada estación. De forma similar, en el caso de las descargas en un medio marino con mareas, el órgano regulador puede especificar el período del ciclo de las mareas en el que debería realizarse la descarga para garantizar la máxima dispersión.
- b) Los límites relativos a la actividad o las concentraciones de la actividad de los radionucleidos o grupos de radionucleidos que pueden descargarse en determinado intervalo de tiempo (por ejemplo, al mes, al trimestre o al año).
- c) Requisitos relativos a los programas y sistemas de monitorización de fuentes y del medio ambiente y a la frecuencia de presentación de informes de resultados al órgano regulador (el órgano regulador debería especificar la forma de los informes y el contenido que deben incluir).
- d) Requisitos relativos al mantenimiento de los registros adecuados.
- e) Requisitos relativos a la presentación de informes al órgano regulador sobre las propuestas de modificación y sobre cualquier revisión de la evaluación del impacto ambiental radiológico.
- f) Medidas que han de adoptarse en caso de que se sobrepasen los límites de descarga autorizados o se incumplan los límites y las condiciones operacionales.
- g) El período de validez de la autorización de descarga para la instalación o la actividad y el intervalo para el examen periódico.

5.67. Los límites de descarga deberían incluir un margen de flexibilidad que tenga en cuenta la variabilidad operacional y los incidentes operacionales previstos. El grado de flexibilidad operacional que debería permitirse depende del criterio del órgano regulador, pero como mínimo se deberían contemplar las descargas que pueden preverse durante el funcionamiento normal, como las debidas a un aumento del número de pacientes de un departamento de medicina nuclear o un aumento de las descargas atmosféricas de una central nuclear durante el mantenimiento. La experiencia previa en instalaciones similares puede aportar información útil sobre el margen mínimo de flexibilidad que debería permitirse [31]. La necesidad de flexibilidad operacional se debería tener en cuenta como parte del proceso de optimización al establecer los límites de descarga.

5.68. Se deberían especificar límites de descarga relativos a diferentes radionucleidos o grupos de radionucleidos, en función de lo siguiente:

- a) la viabilidad de medir cada radionucleido;
- b) la importancia de los radionucleidos en términos de dosis para la persona representativa, y
- c) la importancia de la medición de cada radionucleido como indicador del comportamiento de la instalación o la actividad.

5.69. Además de los límites de descarga correspondientes a grupos de radionucleidos, podrían especificarse límites de descarga relativos a radionucleidos concretos. Estos deberían seleccionarse en función de su importancia especial, por ejemplo, de su importancia radiológica (por ejemplo, ^{137}Cs , ^{60}Co) u otros aspectos, como la existencia de grandes volúmenes de desechos líquidos o gaseosos con niveles muy bajos de concentración de la actividad (por ejemplo, ^{14}C , tritio; véanse los párrs. 5.33 a 5.36). En algunos casos, el órgano regulador también puede imponer límites relativos a radionucleidos específicos que tienen poca importancia radiológica, pero indican de forma temprana cambios importantes en el estado operacional o la seguridad de la instalación (por ejemplo, el tritio y los gases nobles procedentes de las purgas de los sistemas de refrigeración o de vapor de los reactores nucleares).

5.70. Puede ser apropiado establecer límites de descarga relativos a grupos de radionucleidos, en lugar de a cada radionucleido, cuando los radionucleidos comparten características de interés, de manera que puedan medirse con técnicas de recuento bruto. El uso de factores de escala para relacionar un radionucleido medido con otros debería aplicarse a los radionucleidos que no puedan analizarse rápidamente como parte de las mediciones de rutina en un establecimiento nuclear (por ejemplo, ^{63}Ni , ^{55}Fe , ^{90}Sr). Los factores de escala deberían obtenerse a partir de un número suficiente de mediciones detalladas para determinar la composición de radionucleidos característica de los efluentes, utilizando métodos adecuados y teniendo en cuenta los umbrales de detección. Los factores de escala deberían examinarse periódicamente.

5.71. Para agrupar los radionucleidos deberían tenerse en cuenta no solo las diferentes formas de muestreo y cuantificación de las descargas, sino también consideraciones dosimétricas. Por ejemplo, las descargas de efluentes en suspensión de los establecimientos nucleares suelen agruparse en gases nobles, halógenos o radioisótopos de yodo, y partículas. Eso responde al hecho de que los gases nobles producen la exposición externa de todo el cuerpo, los radioisótopos

de yodo dan lugar a dosis en la tiroides, y las partículas suelen presentar un peligro potencial por inhalación o ingestión para todos los órganos y tejidos del cuerpo.

5.72. El agrupamiento también puede ampliarse para incluir las actividades alfa total y beta total. Cuando se especifiquen límites relativos a grupos de radionucleidos medidos por recuento alfa total o beta total, el límite de descarga correspondiente al grupo debería fijarse atendiendo a las características del radionucleido descargado que dé lugar a la dosis más alta por unidad de actividad. En el caso de las descargas de uranio, puede ser más apropiado expresar un límite como masa en kilogramos por año, teniendo en cuenta la contribución de cada isótopo de uranio, que un límite relativo a la actividad alfa total.

5.73. El órgano regulador debería incluir en la autorización de descarga, o en otros documentos reglamentarios, las condiciones y las anomalías que deben notificarse, por ejemplo:

- a) cualquier nivel que sobrepase los límites y las condiciones operacionales en relación con la exposición del público, incluidos los límites de descarga autorizados, de acuerdo con los criterios de presentación de informes establecidos por el órgano regulador, y
- b) cualquier aumento significativo de la tasa de dosis o de las concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente que pudiera atribuirse a la práctica autorizada, de acuerdo con los criterios de presentación de informes establecidos por el órgano regulador.

En los párrafos 5.88 a 5.91 figuran más recomendaciones sobre los registros y la presentación de informes.

5.74. La entidad explotadora debería facilitar a quienes lo soliciten los resultados de la monitorización de fuentes. La solicitud puede incorporarse en los límites y las condiciones operacionales de la autorización o especificarse en otros documentos reglamentarios. En el anexo se ofrece más información sobre las posibles formas que puede adoptar una autorización de descarga.

DEMOSTRACIÓN DEL CUMPLIMIENTO

5.75. Deberían establecerse programas de monitorización con el fin de demostrar que las descargas cumplen los límites y de comprobar los supuestos utilizados para evaluar las dosis para la persona representativa [9]. En el contexto del

control de las descargas y la exposición del público conexas son apropiados dos tipos generales de monitorización:

- a) la monitorización de la fuente, que consiste en medir las concentraciones de la actividad o las tasas de dosis en el punto de descarga o en la actividad o la instalación (es decir, en la chimenea o las tuberías de descarga o en los depósitos antes de la descarga), y
- b) la monitorización del medio ambiente, que consiste en medir las concentraciones de radionucleidos en los medios naturales (incluidos los alimentos y el agua potable) y las dosis o tasas de dosis debidas a fuentes en el medio ambiente.

5.76. En la autorización de descarga, el órgano regulador debería especificar los requisitos de monitorización de fuentes y de monitorización del medio ambiente. La necesidad de monitorización y su frecuencia deberían determinarse en función del nivel determinado de riesgo de impacto radiológico.

5.77. Los programas de monitorización deberían elaborarse y llevarse a cabo conforme a un enfoque graduado. Por ejemplo, es poco probable que se necesite monitorizar el medio ambiente de manera rutinaria en el caso de las descargas procedentes de un hospital que tenga un departamento de medicina nuclear o de un laboratorio pequeño de investigación donde se utilicen radionucleidos de período corto [9]. En su lugar, el órgano regulador puede considerar que para verificar el cumplimiento basta con realizar una sola campaña de monitorización cerca de la instalación antes de que comiencen las operaciones y al inicio de estas. Sin embargo, incluso en esas instalaciones más sencillas, los cambios en los procedimientos operacionales pueden traducirse en un aumento de las descargas y, por lo tanto, hacer que sea preciso un examen de la necesidad de monitorización.

5.78. Por lo general, las instalaciones que forman parte del ciclo del combustible nuclear deberían someterse a la monitorización de fuentes y a la monitorización del medio ambiente [9].

5.79. En el caso de las instalaciones complejas, como las centrales nucleares o las plantas de reprocesamiento, los programas de monitorización también deberían servir como instrumento adicional para comprobar las condiciones operacionales de la instalación y alertar de condiciones inusuales o inesperadas que puedan dar lugar a emisiones imprevistas.

Monitorización por la entidad explotadora

5.80. La entidad explotadora debería establecer y utilizar el programa de monitorización para verificar y demostrar el cumplimiento de la autorización y posibilitar una evaluación adecuada de las exposiciones del público debidas a las fuentes de las que es responsable. Los programas de monitorización elaborados por las entidades explotadoras deberían estar sujetos a la aprobación del órgano regulador. La publicación RS-G-1.8 [9] contiene orientaciones exhaustivas sobre la monitorización de fuentes y la monitorización del medio ambiente aplicables al control de las descargas. En la referencia [22] se ofrece información técnica adicional sobre los programas y sistemas de monitorización de fuentes y monitorización del medio ambiente.

5.81. Algunos objetivos secundarios, que por lo general debería cumplir un programa de monitorización, son proporcionar información al público, mantener un registro de los efectos de una instalación o una actividad sobre los niveles de radionucleidos en el medio ambiente y comprobar las predicciones de los modelos ambientales para reducir las incertidumbres en la evaluación de la dosis [9]. De conformidad con estos objetivos, el programa de monitorización también debería incluir la recopilación de información complementaria pertinente, como datos meteorológicos e hidrológicos cuando se considere necesario, en función del riesgo radiológico asociado al nivel de descargas.

5.82. La entidad explotadora debería establecer un programa adecuado de garantía de la calidad que abarque el control de las descargas y el programa de monitorización. El programa de garantía de la calidad debería establecer las medidas correctivas que deberían adoptarse en caso de que se detecten deficiencias en el control y la monitorización, y debería comprender tanto la recogida de muestras como su medición.

5.83. En los programas de garantía de la calidad deberían incorporarse medidas para satisfacer las condiciones específicas que se indican a continuación, según proceda:

- a) requisitos relativos a la monitorización de fuentes y del medio ambiente y a la recogida de muestras representativas, incluida la definición de los medios naturales y la frecuencia de muestreo correspondiente;

- b) requisitos relativos a la acreditación o cualificación de los laboratorios de análisis²⁰;
- c) procedimientos para calibrar los equipos de medición y ensayar su funcionamiento;
- d) un programa de intercomparación de mediciones;
- e) un sistema de mantenimiento de registros, y
- f) un procedimiento de presentación de informes que cumpla los requisitos del órgano regulador.

Monitorización independiente por el órgano regulador

5.84. El órgano regulador debería prever la monitorización independiente. Las características de la monitorización independiente y los recursos dedicados a esta deberían basarse en un enfoque graduado e incorporar las mejores prácticas y métodos analíticos científicamente sólidos. Este tipo de monitorización puede realizarla el órgano regulador o, en su nombre, otra organización que sea independiente de la entidad explotadora.

5.85. Esta monitorización independiente puede tener uno o varios de los objetivos siguientes:

- a) verificar la calidad de los resultados proporcionados por la entidad explotadora;
- b) verificar la evaluación de las dosis para la persona representativa;
- c) determinar las consecuencias de cualquier emisión imprevista de material radiactivo;
- d) investigar las vías de exposición, incluidas las contribuciones a la dosis procedente de otras fuentes de exposición, y
- e) dar confianza al público.

Evaluación retrospectiva

5.86. Otra forma de demostrar el cumplimiento es realizar una evaluación retrospectiva del impacto radiológico de las descargas. Esta debería incluir la evaluación de las dosis para la persona representativa a partir de las mediciones tomadas como parte de los programas de monitorización de fuentes o del medio ambiente y en ella se debería examinar la relevancia de las vías de exposición y

²⁰ Si la acreditación se utiliza como medio para demostrar la cualificación, los requisitos correspondientes deberían ponerse a disposición del laboratorio en cuestión.

la información conexas que se presupusieron en la evaluación prospectiva de las posibles descargas al establecer los límites originalmente.

5.87. Los resultados de las evaluaciones retrospectivas en que se usan los datos de la monitorización del medio ambiente solo deberían compararse con las dosis utilizadas para determinar los límites de descarga con cautela. Puesto que los modelos de dispersión y transferencia ambientales utilizados en las evaluaciones prospectivas de la dosis son prudentes, las dosis para la persona representativa determinadas retrospectivamente a partir de los datos de la monitorización del medio ambiente serán, en general, inferiores a las calculadas utilizando los datos de la monitorización de fuentes. Las mediciones realizadas en el medio ambiente también pueden situarse por debajo de los umbrales de detección; pueden incluir contribuciones de otros establecimientos, emisiones accidentales pasadas o el peso radiactivo global resultante de los ensayos con armas nucleares pasados, o podrían no ser representativas debido a las características de la frecuencia y la cobertura espacial de las técnicas de muestreo ambiental (que producen datos limitados en el tiempo y el espacio).

Registros y presentación de informes

5.88. La entidad explotadora debería conservar los registros de los resultados de la monitorización de fuentes y del medio ambiente y de la verificación del cumplimiento, comprendida la evaluación retrospectiva del impacto radiológico de las descargas [9]. El órgano regulador debería definir el contenido de los informes sobre dichos resultados y la frecuencia con que han de presentarse.

5.89. Los informes de los programas de monitorización de las descargas deberían incluir los principales datos operacionales y los datos sobre las descargas correspondientes al período que abarquen y una conclusión sobre las tendencias observadas a partir de una comparación con los resultados anteriores. En esos informes se debería indicar si las descargas cumplen los límites autorizados establecidos por el órgano regulador o aprobados respecto de determinadas condiciones operacionales. En los informes se deberían incluir los resultados de las auditorías e inspecciones, así como los documentos relativos a la garantía de la calidad o al control de la calidad de los procedimientos y los datos analíticos de laboratorio, según proceda.

5.90. La entidad explotadora debería prever la notificación sin demora al órgano regulador de cualquier emisión que sobrepase los niveles de notificación especificados o los límites de descarga autorizados, de conformidad con los

criterios establecidos en la autorización de descarga o en otros documentos aplicables emitidos por el órgano regulador.

5.91. La entidad explotadora también debería notificar cualquier aumento anormal significativo de la tasa de dosis o de las concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente que pudiera atribuirse a la instalación o la actividad.

INSPECCIÓN Y ACCIÓN COERCITIVA

5.92. El órgano regulador debería verificar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y de los límites y las condiciones operacionales de la autorización de descarga. Para ello, deberían llevarse a cabo, según proceda, auditorías de los registros de la entidad explotadora (incluidos aquellos en los que se indican los resultados de la monitorización de las descargas y del medio ambiente), exámenes de los informes periódicos sobre los resultados de la evaluación del impacto ambiental radiológico y de los resultados de los programas de monitorización independiente, e inspecciones.

5.93. El órgano regulador debería establecer un proceso para detectar cualquier caso de incumplimiento de los requisitos reglamentarios relativos a las descargas y gestionar los que se detecten. Cuando no se haya cumplido un requisito reglamentario, por ejemplo, una condición de la autorización, la entidad explotadora debería, según proceda:

- a) investigar el incumplimiento y sus causas, circunstancias y consecuencias;
- b) tomar las medidas correspondientes para remediar las circunstancias que dieron lugar al incumplimiento y que no se repitan infracciones similares;
- c) comunicar sin demora al órgano regulador las causas del incumplimiento y las medidas correctivas o preventivas adoptadas o previstas, y
- d) adoptar cualquier otra medida que exija el órgano regulador.

5.94. Las medidas que ha de adoptar el órgano regulador para responder al incumplimiento deberían graduarse en función de la gravedad. Dependiendo del sistema jurídico y regulador nacional, pueden ir desde una simple advertencia, pasando por procedimientos judiciales (incluido el enjuiciamiento) y la imposición de multas, hasta la suspensión o la retirada de la autorización.

5.95. Al establecer los límites de descarga se tienen en cuenta las restricciones de dosis pertinentes y el proceso de optimización, de modo que el incumplimiento de los límites de descarga no supondrá, por lo general, un incumplimiento del

límite de dosis. No obstante, todo incumplimiento de los límites de descarga debería notificarse al órgano regulador y dar lugar a una investigación y, si es necesario, a medidas de seguimiento para mejorar la situación.

Modificación, renovación, suspensión o revocación de la autorización

5.96. El órgano regulador debería establecer procedimientos para cualquier modificación, renovación, suspensión o revocación ulterior de una autorización de descarga. La fecha de renovación debería especificarse en la autorización expedida a la entidad explotadora.

5.97. Al adoptar decisiones sobre la modificación, la renovación, la suspensión o la revocación de una autorización deberían tenerse en cuenta los resultados de la labor reguladora, como las inspecciones, los exámenes y las evaluaciones, así como la retroinformación del comportamiento operacional (por ejemplo, retroinformación sobre casos en que se hayan sobrepasado los límites y las condiciones operacionales o sobre los incidentes).

5.98. Antes de realizar cualquier cambio que pueda afectar de manera importante las dosis o la seguridad de las operaciones, debería obtenerse la aprobación del órgano regulador. Cuando los cambios puedan afectar las descargas de la instalación, el órgano regulador debería examinar la autorización de descarga y modificarla si fuese necesario. Cualquier cambio en los límites de descarga autorizados debería comunicarse a todas las partes interesadas.

PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS

5.99. Dado que el control reglamentario de las descargas radiactivas tiene en cuenta tanto aspectos operacionales como sociales, tales como la gestión de los desechos radiactivos en la instalación y la optimización del nivel de protección del público, hay diferentes partes interesadas cuyas opiniones deberían tenerse en cuenta, según proceda. Es probable que un proceso que conduzca a la concesión de una autorización de descarga requiera un intercambio de información entre el

órgano regulador, el solicitante y otras partes interesadas²¹, algunas de las cuales pueden encontrarse en otros Estados, especialmente en Estados vecinos.

5.100. Cualquier intercambio de información relacionado con el control de las descargas puede formar parte de otros procesos decisorios, por ejemplo, del proceso de toma de decisiones de un gobierno sobre una tarea de gran envergadura, como la construcción de un establecimiento nuclear de gran tamaño²². En tales intercambios de información se deberían tener en cuenta los aspectos sociales, por ejemplo, la preocupación del público por los riesgos asociados a la exposición a la radiación y las dosis para el público que pudieran deberse a las descargas durante la explotación.

5.101. En algunos casos puede haber requisitos específicos respecto al intercambio de información con las partes interesadas antes de que se haya finalizado la autorización de descarga. Una manera de hacerlo consiste en crear un grupo que refleje las preocupaciones del público local para que lleve a cabo labores de enlace con la entidad explotadora y el órgano regulador. Un elemento central de las conversaciones debería ser, entre otros, los resultados de la evaluación prospectiva del impacto ambiental radiológico [7].

5.102. En el párrafo 3.124 de la publicación GSR Part 3 [3] se establece el requisito de intercambiar información con otros Estados cuando una descarga pudiera causar la exposición del público en ellos, por ejemplo, si una instalación va a realizar descargas en una vía de navegación internacional o cuando la persona representativa se encuentra en un Estado vecino²³.

²¹ En el contexto de la presente guía de seguridad, las “partes interesadas” suelen ser personas u organizaciones que representan a miembros del público; el sector; organismos o departamentos públicos que tienen competencias en materia de salud pública, energía nuclear y medio ambiente; órganos científicos; medios de comunicación; grupos ecologistas [2, 3], y grupos de la población con hábitos particulares que pueden verse afectados de forma significativa por las descargas, como los productores locales y los pueblos indígenas que residen en las proximidades de la instalación o la actividad examinada.

²² En la publicación GSG-10 [7] se examina la información relevante para las distintas partes interesadas, en el marco de los procesos de toma de decisiones y autorización gubernamentales relativos a las instalaciones y las actividades.

²³ Las políticas de algunos Estados, por ejemplo, las partes en la Convención de Aarhus [32], exigen que se intercambie información y, en algunos casos, que se celebren consultas con el público y otras partes interesadas cuando se vayan a adoptar decisiones que afecten al medio ambiente.

6. CONSIDERACIÓN DE LOS EFLUENTES QUE CONTIENEN RADIONUCLEIDOS DE ORIGEN NATURAL EN DIFERENTES INDUSTRIAS

6.1. A grandes rasgos, en el caso de las instalaciones y actividades autorizadas de conformidad con los requisitos establecidos en la publicación GSR Part 3 [3], no hay diferencia en el enfoque general que se aplica para controlar la emisión de efluentes que contienen radionucleidos de origen artificial o radionucleidos de origen natural, por ejemplo, las descargas de las instalaciones nucleares y las que proceden de las instalaciones de extracción y procesamiento de uranio y torio que forman parte del ciclo del combustible nuclear. Este mismo enfoque general contempla el uso de límites de dosis, la evaluación de la dosis, restricciones de dosis y la optimización de la protección y la seguridad o las mejores técnicas disponibles, según proceda, de conformidad con los reglamentos nacionales.

6.2. Algunas industrias no nucleares pueden emitir efluentes que contengan radionucleidos de origen natural. Hay Estados en los que algunas de estas industrias en las que hay presente material radiactivo natural son controladas por autoridades nacionales distintas del órgano regulador, por lo que es posible que las descargas no estén sometidas a control reglamentario con respecto a las sustancias radiactivas. Cuando sea necesario, el órgano regulador debería cooperar con otras autoridades nacionales que se encarguen de la reglamentación de esas industrias y coordinar las medidas relativas al control de las emisiones para garantizar que se tenga en cuenta la protección radiológica en la gestión de efluentes²⁴.

6.3. Entre las industrias no nucleares que podrían generar descargas controladas de efluentes que contengan radionucleidos de origen natural se encuentran las instalaciones terrestres y marinas de extracción de petróleo y gas; las minas a cielo abierto y subterráneas; las fábricas e instalaciones de procesamiento que no forman parte del ciclo del combustible nuclear; y la producción de metales de tierras raras, fertilizantes, fosfoyeso, torio, titanio y cerámicas con arenas de circón. También suelen contener radionucleidos naturales los efluentes procedentes de los procesos utilizados para extraer metales pesados. La mayoría de los radionucleidos de origen natural asociados a estas industrias se encuentran en los productos, subproductos y desechos sólidos. Por ejemplo, en la industria

²⁴ Hay publicados informes de seguridad y un informe técnico sobre la protección radiológica y la gestión de desechos radiactivos en actividades industriales en las que se utiliza material radiactivo natural (véanse las refs. [33 a 39]).

de los fosfatos, los fertilizantes contienen niveles aumentados de uranio, mientras que los residuos de fosfoyeso suelen contener niveles elevados de radio. Los residuos que se generan durante la producción de metales de tierras raras presentan niveles aumentados de radionucleidos de la serie del uranio y la serie del torio.

6.4. En las industrias no nucleares en que hay presente material radiactivo natural, las emisiones atmosféricas o líquidas deberían controlarse de conformidad con los requisitos para las descargas procedentes de situaciones de exposición planificada si la concentración de la actividad en el material de cualquier radionucleido de la cadena de desintegración del uranio o de la cadena de desintegración del torio es superior a 1 Bq/g o si la concentración de la actividad del ^{40}K es superior a 10 Bq/g [3]. En los casos en que las concentraciones de la actividad sean inferiores a 1 Bq/g o 10 Bq/g, según corresponda, el órgano regulador también puede exigir que se realice una evaluación de las dosis administradas basada en escenarios de exposición reales.

6.5. En el párrafo I.4 del apéndice I de la publicación GSR Part 3 [3] se establece lo siguiente:

“En cuanto a los radionucleidos de origen natural, la exención de cantidades de materiales a granel se examina necesariamente caso por caso (...) utilizando un criterio de dosis del orden de 1 mSv en un año, proporcional a las dosis típicas debidas a los niveles de radiación de fondo natural”.

Debería tenerse en cuenta que el criterio utilizado para la exención de cantidades de materiales a granel que contienen radionucleidos de origen natural es más alto que el criterio que se suele adoptar en función de la publicación *Protección radiológica del público y el medio ambiente (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-8)* [6], y en la presente guía de seguridad, para determinar el posible rango de valores de las restricciones de dosis para la exposición del público (es decir, por debajo del límite de dosis para la dosis efectiva de 1 mSv al año y superior a una dosis del orden de 10 μSv en un año). Este criterio más alto para los radionucleidos de origen natural debería tenerse en cuenta cuando se especifiquen restricciones de dosis para estas situaciones, según proceda. En el anexo se describen las cuestiones relativas a la especificación y el uso de las restricciones de dosis.

6.6. A continuación se indican algunas diferencias importantes que deberían tenerse en cuenta al establecer los límites y condiciones operacionales asociados a una autorización de descarga para instalaciones y actividades que descargan

radionucleidos de origen natural o para industrias no nucleares que emiten material radiactivo natural al medio ambiente, según proceda:

- a) Las descargas no siempre proceden de una fuente puntual y a menudo se originan en grandes superficies de material almacenado, por lo que la tarea de determinar los términos fuente y la dispersión en el medio ambiente puede resultar bastante difícil y tener resultados inciertos. Por esta razón, en el caso de instalaciones existentes, deberían realizarse estudios para determinar la geometría y las características de la emisión (fuente puntual frente a fuente de área). Otra opción consistiría en utilizar modelos apropiados para evaluar el impacto de las fuentes de área.
- b) Para evaluar y verificar las dosis que recibe la persona representativa puede ser necesario recurrir en mayor medida a la monitorización ambiental. No obstante, en regiones en las que el nivel de radiación de fondo natural es relativamente elevado, cualquier incremento de los niveles ambientales de radiación provocado por la descarga puede quedar camuflado por la variabilidad natural del primero.
- c) Deberían realizarse evaluaciones específicas para determinar los medios que deben incluirse en el programa de monitorización ambiental para poder seguir a lo largo del tiempo cualquier incremento de los niveles de radiación en el medio ambiente.
- d) Puede ser necesario evaluar las dosis procedentes del radón en los lugares donde se manipulan o almacenan grandes cantidades de materiales que contienen uranio o radio, incluidos depósitos de desechos. A través de los sistemas de ventilación puede emitirse polvo radioactivo, o este puede resuspenderse desde los depósitos de desechos. En este caso, debería monitorizarse el radón y el polvo cerca de las chimeneas de ventilación y de los depósitos de desechos.
- e) Al limpiar tanques y tuberías (como los utilizados en algunas industrias del petróleo y el gas) que hayan contenido residuos con niveles altos de radio pueden generarse desechos radiactivos líquidos, en aerosol o sólidos; se debería estudiar la necesidad de regular dichos desechos.
- f) La variación estacional de las precipitaciones puede afectar a las emisiones radiactivas y al impacto radiológico de los efluentes líquidos procedentes de instalaciones o actividades de extracción y procesamiento (como cuando se almacenan o procesan minerales en fosos descubiertos durante el proceso). Por ejemplo, en la estación seca puede disminuir la dilución de las emisiones y aumentar la emisión de aerosoles y gases, como el radón. Además, la sedimentación en períodos de bajo caudal de agua puede ir seguida de la removilización de los sedimentos depositados en períodos de pluviosidad alta.

- g) El peligro asociado a los componentes no radiactivos de la descarga puede ser más importante que el peligro asociado a los componentes radiactivos; en estos casos, generalmente serán los componentes no radiactivos de la descarga los que determinen el rigor de los controles a los que deberá someterse esta.

La descarga de radionucleidos procedentes de instalaciones en las que hay grandes cantidades de material radiactivo natural es el resultado de una compleja interacción de factores geológicos, climáticos y tecnológicos. Hay muchas vías de exposición de los miembros del público a la radiación resultante de dichas descargas, y el nivel de exposición por la tasa de descarga de cada unidad depende de un buen número de condiciones específicas del emplazamiento. Estas pueden dar lugar a grandes diferencias en la dosis por la tasa de descarga de cada unidad entre distintos emplazamientos. Por consiguiente, no existe una relación simple y general entre la tasa de descarga y la dosis efectiva recibida por los miembros del público. Aun así, no está justificado realizar un análisis detallado específico del emplazamiento cuando, sobre la base de un enfoque generalizado y prudente (conservador), se puede concluir que las descargas no revisten importancia radiológica²⁵.

7. CONTROL DE LAS DESCARGAS DURANTE LA CLAUSURA

7.1. La clausura es una situación posterior a la explotación que debería considerarse una práctica diferente sujeta a autorización, que requiere disposiciones de reglamentación específicas [41], entre otras cosas en lo que respecta a las descargas. Por lo general, deberían considerarse dos opciones principales para la clausura:

- a) parada definitiva de la instalación seguida de su desmantelamiento inmediato, y
- b) parada definitiva de la instalación y desmantelamiento diferido en una fecha posterior.

²⁵ La referencia [40] ofrece información sobre el uso de situaciones de descarga de referencia en el caso de los efluentes procedentes de industrias en las que hay presente material radiactivo natural.

7.2. Es habitual que las descargas de efluentes varíen a lo largo de las distintas fases de la clausura. Por ejemplo, las descargas radiactivas tal vez disminuyan a medida que se van retirando los peligros radiactivos durante la clausura.

7.3. El desmantelamiento inmediato de la instalación aumenta la probabilidad de desplazamiento y posible emisión de radionucleidos que, de otro modo, tal vez no se hubieran emitido. El desmantelamiento diferido posibilitará que se produzca cierto grado de desintegración radiactiva.

7.4. Los niveles de descarga previstos tras la parada definitiva de una instalación suelen ser mucho más bajos que durante el período operacional, pues todo radionucleido de período corto habrá decaído. Además, se reduce la probabilidad de que se produzcan grandes emisiones accidentales. Sin embargo, en el caso de algunas actividades de desmantelamiento, la probabilidad de que se produzcan emisiones líquidas o gaseosas de bajo nivel no previstas puede ser mayor.

7.5. Independientemente de cuál de las dos opciones principales se elija, deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) La posibilidad de que se emitan radionucleidos adicionales que no estaban presentes en las descargas rutinarias durante el funcionamiento normal. Por ejemplo, cuando se desmantela una instalación nuclear podrían emitirse emisores alfa, que tal vez no hubieran estado presentes en la descarga durante el funcionamiento.
- b) La necesidad de realizar un estudio de la presencia de estos radionucleidos adicionales en el medio ambiente para determinar los niveles preexistentes.
- c) La posibilidad de que cualquier contaminación en el emplazamiento derivada de incidentes ocurridos en la fase de explotación tenga efectos en las emisiones que se produzcan durante la clausura.
- d) La necesidad de revisar la evaluación de impacto ambiental radiológico antes de desmantelar la instalación para determinar, en particular, si es necesario incluir nuevas vías de exposición.
- e) La necesidad de revisar la autorización de descarga, incluidas las condiciones relativas a los programas de monitorización de la fuente y monitorización ambiental, para tener en cuenta cualquier diferencia detectada. Los programas de monitorización deberían ser suficientemente sólidos como para poder detectar descargas anómalas o no autorizadas.
- f) La necesidad de que el órgano regulador lleve a cabo inspecciones con más frecuencia, sobre todo mientras haya líquidos radiactivos en la instalación.

7.6. El desmantelamiento de las instalaciones nucleares se lleva a cabo normalmente de forma progresiva a lo largo de varios años y suele dividirse en diferentes etapas. Las descargas de efluentes que contienen radionucleidos suelen variar a lo largo de ellas, y el control reglamentario debería aplicarse caso por caso. La protección y la seguridad se deberían optimizar en cada etapa del proceso de clausura, teniendo en cuenta las experiencias adquiridas en las anteriores. Dado que en cada etapa pueden surgir dificultades imprevistas y cambios en las condiciones, el control reglamentario de las descargas debería reflejar las condiciones imperantes en cada etapa.

8. PRÁCTICAS QUE ANTES NO ESTABAN REGULADAS

8.1. El órgano regulador puede detectar prácticas o fuentes existentes que ya descargan radionucleidos al medio ambiente, pero no están sometidas a una autorización como la que se describe en la presente Guía de Seguridad o están sometidas a reglamentos menos estrictos con respecto al control de la exposición del público. Ese puede ser el caso de algunas instalaciones y actividades puestas en marcha antes de que se desarrollara y aplicara plenamente la infraestructura nacional de reglamentación que cumple los requisitos de las normas de seguridad del OIEA [18].

8.2. El órgano regulador debería, en primer lugar, determinar si la exposición debida a la práctica o a la fuente puede entrar en el ámbito del control reglamentario (es decir, si está excluida de la aplicación de las normas de seguridad). Si la exposición no está excluida, el órgano regulador debería determinar si se pueden aplicar las disposiciones para la exención de la práctica.

8.3. Cuando sea necesaria una autorización de descarga, como en el caso de una nueva práctica, las descargas se deberían caracterizar de forma adecuada, se deberían determinar las vías de exposición, se debería realizar una evaluación prospectiva del impacto ambiental radiológico [7] y se debería llevar a cabo un proceso para definir los límites de descarga como parte de la autorización de descarga.

8.4. Debería determinarse si son aplicables restricciones de dosis a esa fuente que antes no estaba regulada. No deberían utilizarse restricciones de dosis para nuevas prácticas sin tener debidamente en cuenta las prácticas que antes no

estaban reguladas porque, en sentido estricto, las restricciones de dosis se aplican únicamente de forma prospectiva. No obstante, el órgano regulador puede optar también por establecer restricciones de dosis respecto de la ejecución futura de una práctica existente.

8.5. En cualquier caso, debería exigirse a la entidad explotadora que demuestre que la dosis que recibe en un año la persona representativa procedente de todas las fuentes está por debajo del límite para la dosis efectiva de 1 mSv. Además, debería estudiarse si es posible optimizar aún más la protección y la seguridad.

8.6. Excepcionalmente, si la dosis anual evaluada resulta ser superior a 1 mSv, el órgano regulador debería considerar la posibilidad de establecer límites autorizados para la descarga y condiciones operacionales para garantizar que la dosis media anual en un período de cinco años no sea superior a 1 mSv y que la dosis anual máxima sea inferior a 5 mSv en un solo año. Durante este período en el que se aplica el promediado de dosis, deberían llevarse a cabo investigaciones para determinar cómo pueden reducirse las descargas de forma que, en pocos años, la dosis que recibe la persona representativa se sitúe por debajo del límite anual de 1 mSv. La autorización debería revisarse tras este período, y el órgano regulador debería considerar la retirada de la autorización de descarga o la revisión de los límites y condiciones.

8.7. Los límites de la dosis efectiva que recibe la persona representativa deberían aplicarse únicamente a las descargas futuras de la instalación. No se debería tener en cuenta la dosis total resultante de operaciones anteriores no reguladas de la instalación. Si procede, las contribuciones de operaciones anteriores a la dosis efectiva deberían abordarse en el marco de medidas reparadoras respecto de una situación existente [3].

REFERENCIAS

- [1] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SF-1, OIEA, Viena, 2007.
- [2] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Glosario de seguridad del OIEA: terminología empleada en seguridad nuclear y protección radiológica, Edición de 2018*, OIEA, Viena, 2022.
- [3] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMISIÓN EUROPEA, 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, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 3, OIEA, Viena, 2016.
- [4] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Proceso de concesión de licencias para establecimientos nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSG-12, OIEA, Viena, 2011.
- [5] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Límites y condiciones operacionales y procedimientos de operación en las centrales nucleares, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° NS-G-2.2, OIEA, Viena, 2009.
- [6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Protección radiológica del público y el medio ambiente, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSG-8, Viena, 2022.
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, *Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities*, IAEA Safety Standards Series No. GSG-10, IAEA, Vienna (2018).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants*, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.13, IAEA, Vienna (2005).
- [9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Monitorización del medio ambiente y de las fuentes de radiación con fines de protección radiológica, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° RS-G-1.8, OIEA, Viena, 2010.

- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Predisposal Management of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and Research Reactors*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-40, IAEA, Vienna (2016).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-29, IAEA, Vienna (2014).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-14, IAEA, Vienna (2011).
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste*, IAEA Safety Standards Series No. SSG-1, IAEA, Vienna (2009).
- [14] OFICINA DE COORDINACIÓN DE ASUNTOS HUMANITARIOS DE LAS NACIONES UNIDAS, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Disposiciones de preparación para emergencias nucleares o radiológicas, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GS-G-2.1*, OIEA, Viena, 2010.
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment*, Safety Reports Series No. 19, IAEA, Vienna (2001).
- [16] OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Protección radiológica ocupacional, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-7*, OIEA, Viena, 2022.
- [17] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación 103, editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- [18] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 1 (Rev. 1)*, OIEA, Viena, 2017.
- [19] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Evaluación de la seguridad de las instalaciones y actividades, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 4 (Rev. 1)*, OIEA, Viena, 2018.
- [20] 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.
- [21] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, United Nations, New York (2010).
- [22] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, *Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring*, Safety Reports Series No. 64, IAEA, Vienna (2010).

- [23] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards Series No. GSG-3, IAEA, Vienna (2013).
- [24] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, *Clasificación de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSG-1*, OIEA, Viena, 2015.
- [25] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process, Publication 101, Elsevier, Oxford and New York (2006).
- [26] ENVIRONMENT AGENCY, Radioactive Substances Regulation: Environmental Principles, Regulatory Guidance Series No. RSR 1, Environment Agency, Bristol (2010).
- [27] Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (Convenio OSPAR), Comisión OSPAR, Londres, 1992.
- [28] Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Versión codificada), Diario Oficial de la Unión Europea L 24, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 2008.
- [29] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 1990 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación 60, editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la ICRP, SENDA EDITORIAL S. A., Madrid, 2008.
- [30] UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, Source, Effects and Risks of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly, with Scientific Annexes A and B, UNSCEAR 2012 Report to the General Assembly, United Nations, New York (2015).
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Setting Authorized Limits for Radioactive Discharges: Practical Issues to Consider, IAEA-TECDOC-1638, IAEA, Vienna (2010).
- [32] Convención sobre el Acceso a la Información, la Participación del Público en la Toma de Decisiones y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales (Convención de Aarhus), Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, Ginebra, 1998.
- [33] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessing the Need for Radiation Protection Measures in Work Involving Minerals and Raw Materials, Safety Reports Series No. 49, IAEA, Vienna (2006).
- [34] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry, Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna (2003).
- [35] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and NORM Residue Management in the Zircon and Zirconia Industries, Safety Reports Series No. 51, IAEA, Vienna (2007).
- [36] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and NORM Residue Management in the Production of Rare Earths from Thorium Containing Minerals, Safety Reports Series No. 68, IAEA, Vienna (2011).

- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and NORM Residue Management in the Titanium Dioxide and Related Industries, Safety Reports Series No. 76, IAEA, Vienna (2012).
- [38] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Protection and Management of NORM Residues in the Phosphate Industry, Safety Reports Series No. 78, IAEA, Vienna (2013).
- [39] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Extent of Environmental Contamination by Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) and Technological Options for Mitigation, Technical Reports Series No. 419, IAEA, Vienna (2003).
- [40] DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT, Effluent and Dose Control from European Union NORM Industries: Assessment of Current Situation and Proposal for a Harmonised Community Approach, European Commission, Brussels (2003).
- [41] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Clausura de instalaciones, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 6, OIEA, Viena, 2017.

Anexo

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS AL OTORGAR UNA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA

ESPECIFICACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

A-1. Las restricciones de dosis para la exposición del público en las situaciones de exposición planificadas las debe establecer o aprobar el gobierno o el órgano regulador [A-1]. Las restricciones de dosis se establecen para la instalación o la actividad específica, si bien las autoridades nacionales pueden formular restricciones de dosis genéricas para instalaciones o actividades de características similares. En algunos casos, el solicitante de una autorización de descarga propone una restricción de dosis para determinada instalación o actividad, que debe ser defendible y debe analizarse con el órgano regulador y ser aceptada por este de manera oportuna.

A-2. Para establecer una restricción de dosis genérica, el órgano regulador tal vez tenga en cuenta orientaciones anteriores del OIEA que sugieren que 0,3 mSv en un año es un valor por defecto adecuado sobre la base de los niveles máximos de las exposiciones individuales generalmente utilizados para la optimización en las instalaciones del ciclo del combustible nuclear en distintos países¹. La Comisión Internacional de Protección Radiológica no ha recomendado explícitamente una restricción de dosis respecto al control de las descargas al medio ambiente, pero también ha sugerido un valor de 0,3 mSv por año en relación con la disposición final de desechos radiactivos y las exposiciones prolongadas (véanse las referencias [A-2 a A-4] y el cuadro 8 de la referencia [A-5]). En los requisitos para la disposición final de desechos radiactivos establecidos en la publicación *Disposición final de desechos radiactivos (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° SSR-5)* [A-6], se establece una restricción de dosis de 0,3 mSv por año para optimizar la protección del público, que habrá de utilizarse en el diseño, la construcción, la explotación y el cierre de una instalación de disposición final.

A-3. Al fijar una restricción de dosis específica para determinada actividad o instalación, se debe tener en cuenta lo siguiente:

¹ ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Control reglamentario de las descargas radiactivas al medio ambiente, Colección de Normas de Seguridad del OIEA No WS-G-2.3*, OIEA, Viena, 2007.

- a) las características del emplazamiento y de la instalación o la actividad que guarden relación con la exposición del público;
- b) las buenas prácticas y la experiencia en la explotación de instalaciones o la realización de actividades similares;
- c) la ubicación de la instalación o la actividad;
- d) las contribuciones a las dosis de otras prácticas autorizadas y de prácticas futuras previsibles, y
- e) las condiciones de exposición previstas.

También deberían tenerse en cuenta otros factores, como los económicos y sociales, así como las opiniones de las partes interesadas.

A-4. Al estudiar la contribución a la exposición del público de otras fuentes de radiación autorizadas, se habrá de considerar las prácticas locales y remotas y las prácticas actuales y previstas. Por ejemplo, en el caso de un establecimiento nuclear, otros establecimientos nucleares ubicados en el mismo emplazamiento o que realicen descargas a la misma masa de agua (en particular, ríos y lagos pequeños) podrían contribuir a la exposición de la persona representativa en cuestión; en el caso de los hospitales en las zonas urbanas, pueden contribuir a la exposición otras fuentes de radiación de otras prácticas que tengan lugar en la misma zona (por ejemplo, aplicaciones industriales, otras aplicaciones médicas). Por otra parte, en el caso de las prácticas que tienen lugar en zonas remotas (por ejemplo, la extracción y el procesamiento de uranio), el supuesto de que hay otras fuentes de radiación locales que contribuyen a la dosis podría no ser adecuado.

A-5. En el caso de los emplazamientos con múltiples instalaciones o de las instalaciones y actividades en una zona en la que haya varias fuentes que podrían contribuir a la exposición de la persona representativa, tal vez la restricción de dosis específica deba fijarse en un valor adecuadamente bajo. Por otra parte, en el caso de instalaciones o actividades individuales ubicadas en zonas muy remotas (por ejemplo, una mina de uranio), tal vez sea razonable suponer que no hay otras fuentes que contribuyen a la exposición y que, por lo tanto, se podría fijar una restricción de dosis específica más alta.

A-6. Puesto que la restricción de dosis no solo se fija para tener en cuenta otras fuentes existentes o previstas de exposición para el público, sino también para orientar la optimización de la protección respecto de cada instalación o actividad específica, en el caso de que haya múltiples instalaciones o actividades en el mismo emplazamiento tal vez no siempre sea adecuado dividir las restricciones de dosis genéricas de forma exacta entre el número de instalaciones. Se debe asignar una restricción de dosis específica a cada instalación o actividad en

función de su contribución particular a la exposición de la persona representativa, a fin de que, una vez se optimice la protección con respecto a cada fuente, la combinación resultante de dosis no supere el límite de dosis.

A-7. En el caso de un hospital que descargue radionucleidos al sistema de alcantarillado, al fijar la restricción de dosis específica tal vez se deban tener en cuenta las condiciones de exposición de los trabajadores de la planta de tratamiento de aguas residuales² que se utilice para recoger y procesar las descargas de líquidos procedentes del hospital y de otros hospitales que usen la misma instalación de tratamiento.

A-8. Como se describe en párrafos anteriores y en la sección 5, hay distintos aspectos que se han de considerar y existen distintas opciones para especificar los límites de descarga que pueden optimizar el nivel de protección del público, incluido el uso de las mejores técnicas disponibles (véase el párr. 5.39), posiblemente combinándolo con la aplicación de una restricción de dosis. Los Estados pueden adoptar esas distintas opciones para optimizar la protección con arreglo a los reglamentos nacionales, en la medida en que eso se ajuste al concepto de brindar la seguridad de que la suma de las dosis recibidas a causa de la utilización planificada de todas las fuentes sometidas a control se mantiene dentro del límite de dosis.

A-9. En las figuras A-1 y A-2 puede verse un esquema que ilustra la posible utilización de una restricción de dosis genérica y de restricciones de dosis específicas para establecer límites de descarga. La restricción de dosis genérica ha de ser inferior al límite de dosis de 1 mSv en un año y superior a una dosis del orden de 10 μ Sv en un año. La figura A-1 muestra que la restricción de dosis específica para una instalación o una actividad podría ser superior o inferior a la restricción de dosis genérica, en función de distintos factores que determinan las condiciones de exposición en el lugar en que se encuentra la persona representativa, como la presencia de otras fuentes de radiación que pueden contribuir a la dosis para la persona representativa, en caso pertinente.

A-10. La figura A-2 muestra de qué manera se emplea una restricción de dosis específica fijada para una instalación o una actividad como punto de partida

² Normalmente no se monitoriza la exposición ocupacional de esos trabajadores, a los cuales se aplican los mismos límites de dosis que los estipulados para la exposición del público (véase el párr. 3.78 de la publicación *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad (Colección de Normas de Seguridad del OIEA N° GSR Part 3)* [A-1]; la persona representativa podría ser uno de esos trabajadores.

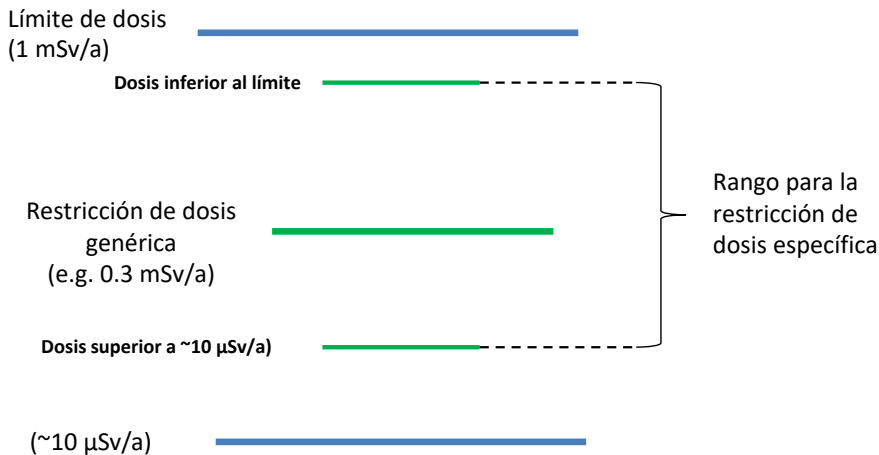


Fig. A-1. Relación entre una restricción de dosis genérica y una restricción de dosis específica. constraint.

dentro del proceso de optimización, a fin de determinar un nivel de descarga que sea óptimo en términos de protección del público. Se debe permitir un margen de flexibilidad operacional en función de las características de la actividad o la instalación y de sus características operacionales. La dosis correspondiente al límite de descarga se fija por debajo de la restricción de dosis específica y ligeramente por encima de la dosis para el público respecto de la cual se considera optimizada la protección. El margen de flexibilidad debe determinarse según las características de la instalación o la actividad que influyen en las descargas; este margen lo puede proponer el solicitante y debe ser aprobado por el órgano regulador.

A-11. En la figura A-2 también se indica con una flecha la región inferior a la restricción de dosis específica que se considera para el proceso de optimización, en el cual también se podrían utilizar las mejores técnicas disponibles para determinar el límite de descarga óptimo. La optimización y las mejores técnicas disponibles se tratan en los párrafos A-13 a A-21.

A-12. Cuando se tienen en cuenta las características técnicas de determinadas instalaciones y actividades con respecto a la retención de radionucleidos (por ejemplo, los sistemas de contención y filtrado de alta eficiencia de establecimientos nucleares como las centrales nucleares) y, en particular, cuando se utilizan las mejores técnicas disponibles para el confinamiento de los radionucleidos y la eliminación de partículas radiactivas, es posible que las descargas estimadas den lugar a evaluaciones de las dosis por debajo del orden

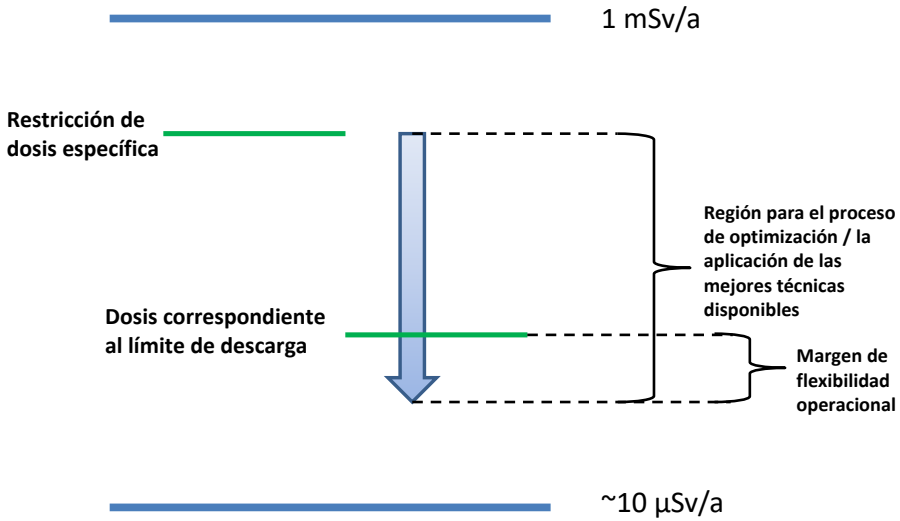


Fig. A-2. Dosis que ha de emplearse para fijar los límites de descarga.

de $10 \mu\text{Sv}$ por año. En tales casos, el órgano regulador podría considerar que no es necesario un proceso formal de optimización como el que se describe en la sección 5.

OPTIMIZACIÓN

A-13. La medida en la que se aplica un proceso formal de optimización depende del estado operacional de la instalación en cuestión y de las dosis y riesgos que podrían entrañarse. Como se describe en la sección 5, muchas opciones para reducir al mínimo las descargas pueden hacer que se generen más desechos radiactivos sólidos y que, en consecuencia, haya que encontrar un equilibrio entre la reducción de la exposición del público y la reducción de la exposición ocupacional. También podrían plantearse consideraciones de seguridad, como un mayor riesgo de vertidos o emisiones accidentales desde los tanques de almacenamiento [A-7].

A-14. También se plantearán distintas consideraciones en la optimización del nivel de protección y seguridad correspondiente a instalaciones y actividades propuestas y existentes. Es probable que en la etapa de diseño de una nueva instalación o actividad haya que adoptar decisiones técnicas complejas que pueden requerir el uso de técnicas formales de apoyo a la adopción de decisiones. En esa etapa, puede haber un amplio abanico de diseños posibles y existe la posibilidad

de diseñar la instalación de tal forma que se reduzcan los desechos y las descargas derivados de la explotación, lo cual reduciría tanto la exposición ocupacional como la exposición del público. En cambio, durante la etapa de explotación las opciones para reducir la exposición del público están más restringidas que durante el diseño, pues las posibilidades de introducir cambios en los sistemas y procesos para reducir los desechos y efluentes radiactivos son más limitadas. En el caso de las descargas en curso, la optimización de la protección del público se suele realizar teniendo en cuenta las configuraciones de las opciones técnicas disponibles y los procedimientos conexos, según la experiencia operacional, de forma interactiva entre el órgano regulador y la entidad explotadora [A-8].

A-15. El estudio de las opciones de gestión de los desechos y efluentes radiactivos comprende la evaluación de los requisitos relativos al diseño y las características operacionales, el almacenamiento y el tratamiento (incluidas las técnicas de eliminación de partículas radiactivas), y la prevención de vertidos. En el caso de las instalaciones nuevas, la protección y la seguridad se pueden optimizar a través del diseño. Antes de que comience la clausura, la protección y la seguridad se pueden optimizar mediante la selección de opciones adecuadas para esa etapa. En las etapas de explotación y clausura de la instalación, tal vez se disponga de menos opciones para optimizar la protección y la seguridad. Sin embargo, durante la explotación puede haber oportunidades de examinar las opciones de gestión de las descargas. La opción de gestión, en ese caso, puede consistir en reconfigurar los sistemas de almacenamiento y eliminación de partículas radiactivas de la instalación, o en remodelar o mejorar las características del sistema existente. Las técnicas de eliminación de partículas radiactivas y los métodos de control de los efluentes que se pueden emplear se describen en otro documento [A-8].

A-16. Para facilitar el proceso de optimización se pueden utilizar distintas técnicas de apoyo a la adopción de decisiones. Las más habituales que se han tratado en la literatura son el análisis costo-beneficio y el análisis de múltiples atributos, aunque también existen otras técnicas. En la referencia [A-9] se proporciona información sobre las técnicas de apoyo a la adopción de decisiones y en la referencia [A-8] se puede obtener más información sobre el control de las descargas.

A-17. Diversos factores sociales y económicos pueden influir en la decisión sobre el nivel optimizado de descarga. También se pueden tener en cuenta los efectos en las generaciones futuras, la capacidad de controlar las exposiciones, la cantidad de información disponible para tomar decisiones fundamentadas y las opiniones de las partes interesadas. También debe tenerse en cuenta la necesidad

de dar cabida a los requisitos de distintas estrategias (por ejemplo, los requisitos de reducir descargas, así como los requisitos conexos relativos a medidas de tratamiento de desechos que aumentarán la generación de desechos sólidos, y el principio de minimización de desechos) y equilibrarlos.

A-18. Los factores sociales y económicos que deben tenerse en cuenta dependen de las características de la actividad o la instalación en cuestión y de los atributos específicos del emplazamiento, así como de las presiones políticas y sociales dentro de un Estado. En la referencia [A-8] se enumeran tales consideraciones.

A-19. Un aspecto importante que ha de tenerse en cuenta son las obligaciones internacionales del Estado establecidas por convenciones y convenios regionales e internacionales vinculantes relativos a la protección de las personas y del medio ambiente. Los convenios para la prevención de la contaminación del medio marino —como el Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (el Convenio OSPAR) [A-10], el Convenio sobre Protección del Medio Marino de la Zona del Mar Báltico (el Convenio de Helsinki) [A-11] y el Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias (el Convenio de Londres) [A-12]— pueden imponer requisitos adicionales que han de incluirse en el proceso de optimización. Por ejemplo, las Partes Contratantes en el Convenio OSPAR se han comprometido a aplicar las mejores técnicas disponibles y la mejor práctica medioambiental, incluida, cuando proceda, una tecnología no contaminante, en sus esfuerzos por prevenir y eliminar la contaminación del medio marino provocada por las descargas desde instalaciones situadas en tierra [A-13].

USO DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

A-20. Cuando se especifica adecuadamente, el uso de las mejores técnicas disponibles es un enfoque eficaz de optimización que se centra en técnicas y tecnología para la protección. La Comisión Internacional de Protección Radiológica reconoce que, para el control de emisiones radiactivas al medio ambiente, se pueden utilizar las mejores técnicas disponibles que no entrañen un costo excesivo [A-7].

A-21. En el contexto de la Directiva 2008/1/CE, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, de la Unión Europea, [A-14]³ el término “mejores técnicas disponibles” se define de la siguiente manera:

- “mejores”, cuando se emplea en relación con las técnicas, se refiere a las más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto;
- por “disponibles” se entiende las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto de la clase de actividad correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado como si no, siempre que la persona que realiza la actividad pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables, y
- por “técnicas” se entiende la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, gestionada, mantenida, explotada y clausurada.

CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS

A-22. Como se resume en los párrafos 5.20 a 5.24 de la presente guía de seguridad, una vez se ha confirmado que es necesaria una autorización, el solicitante debería caracterizar la naturaleza de las descargas. Por ejemplo, la caracterización se podría realizar en función de lo siguiente:

- a) el proceso o la actividad industrial y los supuestos que se hayan formulado sobre las descargas que genera;
- b) la composición de los radionucleidos;
- c) la forma química y física de los radionucleidos (en relación con su comportamiento en el medio ambiente);

³ La Comisión Europea ha elaborado una serie de documentos de referencia sobre la aplicación de las mejores técnicas disponibles a industrias específicas, como los documentos de referencia en el marco de la Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, y de la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales; estos documentos ofrecen información sobre las técnicas pertinentes, los procesos utilizados, los niveles de emisiones actuales, las técnicas que deben tenerse en cuenta para determinar las mejores técnicas disponibles y las técnicas emergentes. Véase <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/es/reference/>.

- d) las vías y los puntos de descarga, incluidos aspectos como la altura de la chimenea, la velocidad de salida, la temperatura de salida, y el valor máximo y el valor promedio de las tasas de descarga;
- e) la cantidad total de los distintos radionucleidos que se prevé que se descarguen en un año, y
- f) el patrón previsto de las descargas a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta la necesidad de realizar descargas mayores a corto plazo si no se puede presuponer una tasa de descarga constante y la probabilidad de que estas se produzcan.

A-23. En el caso de las instalaciones reguladas existentes, ya se dispondrá de información sobre las características de las descargas reales debido a los programas de monitorización; dichas características se pueden tener en cuenta para apoyar el proceso de examen periódico de la seguridad [A-8]. En el caso de las instalaciones nuevas o que antes no estuvieran reguladas, tal vez sea posible caracterizar las descargas sobre la base de los conocimientos sobre instalaciones similares situadas en otros lugares o del análisis de ingeniería. En cualquier caso, por lo general es necesario entender la forma en que se producen los efluentes concretos, a fin de determinar la relación entre las descargas y los parámetros operacionales —como las cifras de producción de energía en el caso de las centrales nucleares— y el efecto que pueden tener las técnicas de tratamiento de desechos o de eliminación de partículas radiactivas sobre la cantidad descargada.

FORMAS DE LA AUTORIZACIÓN DE DESCARGA

A-24. Los límites de descarga autorizados se pueden fijar de distintas formas y se pueden basar en limitar ya sea la dosis para la persona representativa, la cantidad de radionucleidos descargada, o la concentración de la actividad en los efluentes líquidos y gaseosos⁴. En la mayoría de los casos, la elección se basa en las preferencias del órgano regulador y en cuestiones prácticas, así como en la forma en la que dicho órgano exige al licenciatarario que demuestre el cumplimiento.

A-25. Algunos órganos reguladores prefieren expresar el límite en términos de dosis, porque se relaciona directamente con el impacto radiológico real y hace más evidente el objetivo del sistema de limitación de las descargas. Otros

⁴ En el caso de que el límite de descarga se fije según la concentración de la actividad, debe estar relacionado con la actividad total o el volumen total de los efluentes durante un período determinado, normalmente un año.

órganos reguladores, en cambio, consideran que fijar los límites en términos de las cantidades de actividad o de la concentración de la actividad de los radionucleidos que se van a descargar refleja de forma más acotada la cantidad que se ha de controlar y medir y, por lo tanto, guarda una relación más estrecha con las medidas que ha de adoptar la entidad explotadora para controlar las descargas.

A-26. No hay diferencias fundamentales entre expresar los límites en términos de dosis (es decir, en milisieverts por año) o en términos de la cantidad de actividad o la concentración de la actividad de los radionucleidos descargados (por ejemplo, becquerels por año o becquerels por litro). Está justificado usar cualquiera de los enfoques, puesto que la dosis para la persona representativa y la cantidad de radionucleidos (o la concentración de la actividad) son generalmente proporcionales y una medida se puede convertir en la otra sin dificultad. No obstante, si bien la cantidad o la concentración de radionucleidos se pueden medir directamente, la dosis para los miembros del público siempre se basa en una evaluación [A-8].

Agrupamiento de los radionucleidos

A-27. Cuando se especifican límites de descarga en términos de la cantidad de radionucleidos descargada, se suelen indicar límites diferentes respecto de distintos radionucleidos. Las excepciones son casos en los que la instalación únicamente descarga unos pocos radionucleidos, como un hospital que solo utiliza yodo o ^{99m}Tc . En la mayoría de las instalaciones y actividades se descarga una mezcla de radionucleidos. En tales casos, es poco habitual fijar límites respecto de cada uno, puesto que eso se considera laborioso e innecesario; en su lugar, se puede fijar un solo límite para un grupo de radionucleidos. Entre los factores que influyen en la elección de los grupos de radionucleidos figuran la viabilidad de medir uno o más de los radionucleidos del grupo, su uso como indicadores del comportamiento de la instalación y su contribución a la dosis para la persona representativa.

A-28. En el caso de las instalaciones de mayores dimensiones que descargan diversos radionucleidos, se suelen imponer límites respecto de grupos de radionucleidos que comparten características similares, aunque también se pueden fijar límites relativos a determinados radionucleidos que se consideran de especial importancia. En los párrafos 5.70 a 5.72 se proporcionan orientaciones sobre el agrupamiento de los radionucleidos. El tritio y el ^{14}C son de especial importancia y se debería considerar la posibilidad de establecer límites y consideraciones específicos (véase el párr. 5.69).

A-29. Es adecuado agrupar los radionucleidos en situaciones en las que los elementos que conforman algunos grupos se suelen descargar en proporciones bastante fijas y, por lo tanto, la aparición de un radionucleido indica la presencia de otros del grupo. Ese agrupamiento presenta la ventaja de que simplifica tanto la formulación de los límites como su aplicación. Al especificar el límite de descarga correspondiente al grupo se suele utilizar el radionucleido de este que se detecta más fácilmente a la sensibilidad deseada⁵.

A-30. En algunos casos, un órgano regulador puede incluir en la autorización de descarga límites respecto de determinados radionucleidos que proporcionan indicios tempranos de cambios en el estado operacional de la instalación o que contribuyen de manera excepcionalmente alta a la dosis total para la persona representativa. Cuando se especifican límites relativos a grupos de radionucleidos, el enfoque suele consistir en fijar el límite correspondiente al grupo atendiendo a las características de su radionucleido más radiotóxico.

Límites específicos del emplazamiento o de la instalación

A-31. Se pueden especificar límites de descarga para todo el emplazamiento, para cada una de sus unidades o incluso para cada punto de descarga, como una chimenea o una tubería. En este contexto, una unidad es una entidad identificable que genera desechos líquidos o desechos que se suspenden en el aire. Por ejemplo, en un hospital de grandes dimensiones puede haber una instalación de medicina nuclear, una instalación de tratamiento de desechos y una incineradora; cada una de ellas cuenta con su propio punto de descarga y cada uno de estos se podría considerar una unidad separada e independiente respecto de la cual se pueden imponer límites de descarga. En el emplazamiento de una central nuclear, cada unidad puede ser un reactor nuclear. Por lo general, el órgano regulador impondrá límites de descarga relativos a cada unidad, pero, en algunos casos, fijará únicamente un límite respecto de todo el emplazamiento [A-8].

Intervalo temporal para demostrar el cumplimiento

A-32. El intervalo básico durante el cual se prevé que se demuestre el cumplimiento suele ser de un año, habitualmente un año natural, aunque también se utiliza un período de 12 meses consecutivos. La ventaja de este último enfoque es que permite que el órgano regulador supervise la instalación más de cerca, pero, desde el punto de vista administrativo, resulta más complejo de aplicar.

⁵ Tal vez se deba realizar un examen periódico en el caso de que haya motivos para creer que podría cambiar la proporción de los distintos radionucleidos del grupo.

Hay casos en que el intervalo se puede vincular a los ciclos operacionales de la actividad, que pueden ser superiores a un año.

A-33. Aunque casi siempre se utilizan límites de descarga anuales, los cuales se consideran el medio principal de control reglamentario, algunos órganos reguladores consideran la necesidad de establecer límites de descarga relativos a períodos más cortos (por ejemplo, mensuales o trimestrales). Eso podría estar justificado si se duda sobre la validez de los promedios de los supuestos empleados para fijar los límites de descarga anuales (por ejemplo, en la estimación de la dosis para la persona representativa) en el caso de que produzcan descargas mayores a corto plazo. Ante esas situaciones, habrá que llevar a cabo evaluaciones de dosis empleando supuestos válidos para los períodos más cortos.

A-34. Los parámetros utilizados para estimar las dosis que se toman como base para fijar los límites de descarga se suelen elegir de forma que sean representativos de los promedios anuales. Por ejemplo, los supuestos sobre la dirección y la velocidad imperantes del viento, la categoría de estabilidad de la atmósfera y los hábitos alimentarios suelen ser promedios anuales. Es posible que una instalación descargue una fracción considerable del volumen anual permitido durante uno o varios períodos de tiempo breves. Por lo tanto, a menudo se suelen especificar límites a corto plazo, además de límites anuales. Los límites a corto plazo también posibilitan que el órgano regulador monitorice más de cerca el comportamiento de la instalación y adopte medidas si en las operaciones no se cumplen los límites a corto plazo. Estos son, por lo general, más altos que el valor prorrateado correspondiente a la duración aplicable, a fin de ofrecer flexibilidad operacional [A-8].

A-35. También se debe estudiar el establecimiento de límites de descarga para aquellas instalaciones en las que el total de las descargas sea por lo general bajo, pero que, en situaciones concretas, puedan dar lugar a descargas a corto plazo sin que se vea afectado de forma considerablemente el promedio de las descargas a largo plazo (por ejemplo, el reemplazo de los generadores de molibdeno en una instalación de producción de tecnecio o las descargas procedentes de hospitales en que se administran tratamientos de radioyodo).

Flexibilidad operacional

A-36. Los límites de descarga se fijan teniendo en cuenta las restricciones de dosis y la necesidad de optimización, de modo que el incumplimiento de un límite de descarga no haga que se sobrepase el límite de dosis; de hecho, la principal finalidad del control reglamentario de las descargas es evitar que se

sobrepase el límite de dosis. Si se superaran los límites de descarga normalmente se desencadenaría la adopción de medidas por parte del licenciataria y del órgano regulador (por ejemplo, un informe, una investigación, medidas correctivas, inspecciones), incluso si se determinara que las dosis resultantes para el público no superarían los límites de dosis. Para evitar que se produzcan infracciones frecuentes de los requisitos reglamentarios que se traducirían en importantes e innecesarios gastos de recursos, la percepción errónea del público e interferencias frecuentes con la explotación de la instalación, al fijar los límites de descarga se puede prever cierto margen de flexibilidad operacional.

A-37. El margen de flexibilidad operacional debe dar cabida a los sucesos previstos en condiciones de funcionamiento normal [A-8]. Se trata de prácticas o condiciones de la instalación que provocan un aumento temporal de los niveles de descarga de relativa brevedad, normalmente de varias horas o varios días, pero que no se consideran sucesos anormales. Como ejemplos cabe mencionar el aumento del número de pacientes en un departamento de medicina nuclear o un fallo o pérdida de eficiencia temporal del sistema de tratamiento de efluentes.

A-38. No se pueden dar orientaciones específicas que ayuden a determinar el margen adecuado de flexibilidad operacional. La experiencia previa con instalaciones similares puede ofrecer información útil sobre el margen de flexibilidad mínimo que se debe permitir, de conformidad con el marco regulador [A-8].

Período de validez de la autorización de descarga

A-39. En principio, la autorización de descarga podría tener el mismo período de validez que la autorización de la instalación o la actividad, si bien algunos órganos reguladores expiden autorizaciones de descarga cuyo período de validez es más corto o especifican que los límites de descarga están sujetos a modificación en el marco de un examen periódico de la seguridad. En tales casos, al término del período de validez, la autorización de descarga se examina —y se actualiza según sea necesario— en función de la información disponible sobre la exposición del público y la experiencia operacional. Habitualmente, el período para el examen periódico de la seguridad de instalaciones más complejas es de diez años. Por lo general, el órgano regulador selecciona el período adecuado en función de, por ejemplo, la probabilidad de que se produzcan cambios en el emplazamiento y su entorno circundante que pudieran afectar las condiciones según las cuales se expidió inicialmente la autorización de descarga. Algunos órganos reguladores tal vez decidan examinar y actualizar las autorizaciones

en cualquier momento, según sea necesario, y no aplicar un límite concreto a la validez de la autorización de descarga.

A-40. Las entidades explotadoras deben obtener la aprobación del órgano regulador antes de introducir cualquier cambio en la explotación de la instalación o en la realización de la actividad que pueda afectar las dosis de forma significativa o la seguridad de las operaciones. Si se introducen varios cambios en un período de tiempo, tal vez se modifique el comportamiento de la instalación o la actividad en materia de seguridad, lo cual solo se puede evaluar mediante un examen completo de las operaciones en general. También influye en el período de validez el nivel de los exámenes y la supervisión periódicos que lleve a cabo el órgano regulador, así como la amplitud y la profundidad de tales exámenes. Hay casos en que estos tienen tal profundidad y alcance que constituyen, por sí mismos, un examen formal de la autorización de la instalación o la actividad.

A-41. En otros casos, el período de validez de la autorización de descarga puede coincidir con la vida útil prevista de la instalación o la duración prevista de la actividad. La autorización de tales prácticas normalmente conllevaría requisitos estrictos respecto a los exámenes y auditorías periódicos; por ejemplo, el requisito de llevar a cabo un examen periódico de la seguridad con independencia de que se hayan producido cambios significativos en la explotación o en los factores de evaluación de la dosis, como la demografía o el uso de la tierra en las zonas que rodean la instalación. Los exámenes y auditorías periódicos garantizarían que siguen siendo válidos los supuestos empleados para estimar las dosis para la persona representativa, como los supuestos relacionados con el término fuente, el lugar de residencia de la persona representativa y los datos sobre los hábitos y otros supuestos (por ejemplo, la ubicación de las granjas lecheras y los huertos). Por lo general, cualquier cambio significativo se debe comunicar al órgano regulador, que puede decidir poner en marcha un examen formal de la autorización de descarga, si procede.

REFERENCIAS DEL ANEXO

- [A-1] AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, COMISIÓN EUROPEA, 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, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° GSR Part 3, OIEA, Viena, 2016.
- [A-2] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste, Publication 77, Pergamon Press, Oxford (1997).
- [A-3] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-Lived Solid Radioactive Waste, Publication 81, Pergamon Press, Oxford (1998).
- [A-4] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, Publication 82, Pergamon, Oxford (1999).
- [A-5] COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación 103, editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- [A-6] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Disposición final de desechos radiactivos, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* N° SSR-5, OIEA, Viena, 2012.
- [A-7] INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process, Publication 101, Elsevier, Oxford and New York (2006).
- [A-8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Setting Authorized Limits for Radioactive Discharges: Practical Issues to Consider, IAEA-TECDOC-1638, IAEA, Vienna (2010).
- [A-9] ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, *Optimización de la protección radiológica en el control de la exposición ocupacional, Colección de Informes de Seguridad* N° 21, OIEA, Viena, 2004.
- [A-10] *Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste (Convenio OSPAR)*, Comisión OSPAR, Londres, 1992.
- [A-11] *Convenio sobre Protección del Medio Marino de la Zona del Mar Báltico (Convenio de Helsinki)*, HELCOM, Helsinki, 1992.
- [A-12] *Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias (Convenio de Londres)*, Organización Marítima Internacional, Londres, 1972.

- [A-13] PARCOM Recommendation 91/4 of 20 June 1991 on Radioactive Discharges (1991), OSPAR Commission, London (1991).
- [A-14] Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación (Versión codificada), *Diario Oficial de la Unión Europea* L 24, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 2008.

COLABORADORES EN LA REDACCIÓN Y LA REVISIÓN

Asfaw, K.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Berkovskyy, V.	Instituto de Protección Radiológica de Ucrania (Ucrania)
Boal, T.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Bonchuk, I.	Instituto de Protección Radiológica de Ucrania (Ucrania)
Cabianca, T.	Public Health England (Reino Unido)
Chartier, M.	Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear (Francia)
Conatser, R.L.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Dehmel, J.-C.	Comisión Reguladora Nuclear (Estados Unidos de América)
Hamlat, M.S.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (Canadá)
Harman, N.	Amec (Reino Unido)
Iimoto, T.	Universidad de Tokio (Japón)
Jones, K.	Public Health England (Reino Unido)
Kliaus, V.	Centro Republicano Científico-Práctico de Higiene (Belarús)
Linsley, G.	Consultor (Reino Unido)
Proehl, G.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Robinson, C.	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Rochedo, E.	Comisión Nacional de Energía Nuclear (Brasil)
Simmonds, J.	Consultor (Reino Unido)

Tellería, D.	Organismo Internacional de Energía Atómica
Thompson, P.	Comisión Canadiense de Seguridad Nuclear (Canadá)
Walker, J.	Consultor (Canadá)
Wrixon, A.D.	Consultor (Austria)



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

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: eurospan@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>

Seguridad mediante las normas internacionales

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA
VIENA