



NORMA UY 100
REGLAMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA
Revisión IX

Aprobado por Resolución 23/22 de la ARNR del 21/06/2022

ÍNDICE

DISPOSICIONES GENERALES	4
Objetivo	4
Alcance.....	4
Entrada en vigencia	5
REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	5
Notificación y Autorización	5
Clasificación de las prácticas	5
Exención y Dispensa.....	5
REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PROTECCIÓN Y SEGURIDAD.....	6
Requisitos generales.....	6
Responsabilidades en materia de protección y seguridad	7
Cometidos de los Representantes Legales respecto de la Seguridad	7
Cometidos de los Representantes Legales respecto de los Requisitos de Gestión	9
Cometidos de los Representantes Legales respecto de la Cultura de la Seguridad	10
Factores Humanos.....	10
SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADAS	11
Alcance.....	11
REQUISITOS GENÉRICOS	12
Responsabilidades de los representantes legales.....	12
Optimización de la protección y la seguridad radiológica	12
Límites de dosis	13
Evaluación de la seguridad	14
Supervisión para la verificación del cumplimiento	15
Prevención y mitigación de accidentes	15
Investigaciones y retroinformación sobre la experiencia operacional	17
Generadores de radiación y fuentes radiactivas.....	17
EXPOSICIÓN OCUPACIONAL.....	19
Clasificación de zonas controladas	21
Clasificación de zonas supervisadas	22
Reglas y procedimientos para la protección y seguridad	22



Monitoreo radiológico del lugar de trabajo	23
Evaluación de la exposición ocupacional	23
Registros de la exposición ocupacional	24
Vigilancia de la salud de los trabajadores	25
Información, instrucción y capacitación	25
Condiciones de Servicio	25
EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO	26
Requisitos Generales	26
Visitantes	27
Exposición externa y contaminación en zonas accesibles a los miembros del público	27
Desechos radiactivos y descargas al medio ambiente	28
Vigilancia radiológica	29
Productos de consumo	29
EXPOSICIÓN MÉDICA	30
Justificación	31
Optimización de la protección y la seguridad	32
Pacientes embarazadas y en período de lactancia	34
Alta de los pacientes después de la terapia con radionúclidos	35
Investigación de exposiciones médicas involuntarias y accidentales	35
Revisiones periódicas de protección radiológica	36
Registros	36
SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA	37
Requisitos genéricos	37
Exposición del público	37
Exposición de los trabajadores de emergencias	38
SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTES	39
Requisitos genéricos	39
Exposición del público	39
Justificación de las medidas protectoras y optimización de la protección y la seguridad	39
Responsabilidades por la restauración de zonas con material radiactivo residual	40
Exposición del público debida al Radón en interiores	42
Exposición debida a los radionúclidos presentes en los productos básicos	42
Exposición ocupacional	43
Restauración de zonas con materiales radiactivos residuales	43
Exposición debida al Radón en los lugares de trabajo	43
Exposición de las tripulaciones de aeronaves debida a la radiación cósmica	43
GLOSARIO	44



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....72



DISPOSICIONES GENERALES

Objetivo

Artículo 1.- El presente Reglamento Básico de Protección y Seguridad Radiológica está basado en lo estipulado en la Ley 19.056 de 4 de Enero de 2013 y su decreto reglamentario 270/2014 del 22 de setiembre de 2014, en los Principios Fundamentales de Seguridad del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)- SF-1 y en las nuevas Normas Básicas Internacionales de Seguridad – Requisitos de Seguridad Generales, GSR Parte 3 del OIEA de 2014.⁽¹⁾ Tiene como objetivo establecer los requisitos básicos para la protección y seguridad de personas y medio ambiente contra los efectos resultantes de la exposición a radiaciones ionizantes provenientes de fuentes y/o equipos generadores.

Alcance

Artículo 2.- Este Reglamento es aplicable a:

- la protección contra la radiación ionizante, que incluye los rayos gamma, los rayos X y partículas como las partículas beta, los neutrones, los protones, las partículas alfa y los iones más pesados;
- todas las situaciones que entrañan exposición a la radiación ionizante ya sean planificadas, de emergencia o existentes, que son sujeto de control en el territorio de la República Oriental del Uruguay.

Artículo 3.- El presente Reglamento establece requisitos de obligatorio cumplimiento en todas las instalaciones o actividades que originen riesgos radiológicos.

Artículo 4.- Se excluyen de la aplicación del presente Reglamento:

- las exposiciones que no se consideran sujeto de control, tales como la exposición debida al ⁴⁰K presente en el organismo humano y la exposición debida a la radiación cósmica en la superficie terrestre;
- la protección contra los efectos nocivos de la radiación no ionizante;
- cualquier otra exposición que determine la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección (ARNR), tomando como criterio técnico que su magnitud o probabilidad no sea sujeto de control, aplicando los requisitos prescritos en este Reglamento.

Artículo 5.- Para los casos o situaciones no comprendidas en el presente Reglamento será de aplicación lo establecido en las normas básicas internacionales de seguridad del OIEA – Organismo Internacional de Energía Atómica. Requisitos de seguridad generales, Partes 1 y 3.^(1,2)

Artículo 6.- Las exposiciones a las cuales se aplica el presente reglamento son: exposición ocupacional, exposición médica y exposición del público debida a cualquier práctica o fuente.

Artículo 7.- A los efectos de establecer requisitos prácticos de protección y seguridad, el presente reglamento considera tres tipos de situación de exposición: las situaciones de exposición planificadas, las situaciones de exposición de emergencia y las situaciones de exposición existentes, donde:

- exposición planificada es una situación que surge a raíz de la utilización planificada de una fuente o de una actividad planificada que tiene como resultado una exposición procedente de una fuente. Cuando no existe la certeza de que la exposición se vaya a producir, sino que ésta podría ser resultado de un accidente o deberse a un suceso o una serie de sucesos que podrían darse pero no es seguro que así sea, esto se denomina “exposición potencial”.
- exposición de emergencia es una situación que se da como resultado de un accidente, acto doloso o cualquier otro suceso inesperado, y requiere la pronta adopción de medidas para evitar o reducir las consecuencias adversas. Deben estudiarse medidas preventivas y mitigadoras antes de que se presente una situación de exposición de emergencia. Sin embargo, una vez que esa situación se produce, las exposiciones solo pueden reducirse mediante la aplicación de medidas protectoras.



- c) exposición existente es una situación que ya existe cuando tiene que tomarse una decisión sobre la necesidad de control. Entre las situaciones de exposición existentes figuran las situaciones de exposición a la radiación de fondo natural, así como las de exposición debida a materiales radiactivos residuales provenientes de prácticas anteriores que no estuvieron sometidas a control reglamentario o que permanecen una vez terminada la situación de exposición de emergencia.

Entrada en vigencia

Artículo 8.- El presente Reglamento entrará en vigencia a partir de la fecha de la Resolución dictada, por la Dirección de la ARNR aprobando el mismo.

REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

Notificación y Autorización

Artículo 9.- Ninguna persona física o jurídica podrá adoptar, introducir, realizar, interrumpir o cesar una práctica y ninguna fuente se podrá extraer, tratar, diseñar, manufacturar, construir, ensamblar, instalar, vender, adquirir, importar, exportar, distribuir, prestar, alquilar, recibir, rematar, emplazar, ubicar, poner en servicio, poseer, utilizar, explotar, mantener, reparar, transferir, clausurar, desmontar, transportar, almacenar o someter a disposición final, si no es de conformidad con los requisitos establecidos en el presente Reglamento, en la Ley 19.056, o los acuerdos y/o convenios internacionales ratificados por nuestro país, a no ser que la exposición causada por dicha práctica o fuente esté excluida de su ámbito de aplicación, o que la práctica o fuente esté exenta de la aplicación de todos o parte de los requisitos previstos en este Reglamento, incluidos los de notificación y autorización.

Artículo 10.- Toda persona física o jurídica que se proponga realizar alguna de las acciones mencionadas en el Artículo 9 y, en consonancia a lo determinado en el artículo 6 de la Ley de Protección Radiológica Nº 19.056, deberá notificarlo a la ARNR acorde con lo establecido en la Guía de autorización para instalaciones y actividades asociadas y en la Guía de autorizaciones individuales, emitidas por la ARNR.

Artículo 11.- En caso que la práctica o la actividad, que se pretende realizar, requiera autorización la notificación se realiza de conjunto con el acto de solicitud de autorización. Se presentará además la documentación de apoyo que se requiere según el tipo de autorización, en correspondencia con lo estipulado en la Guía de autorización para instalaciones y actividades asociadas. Hasta tanto no se haya concedido la autorización correspondiente no podrá realizarse la práctica u operar la instalación.

Artículo 12.- La aplicación de los requisitos del presente Reglamento en las situaciones de exposición planificadas se ajustará a cualquier requisito especificado por la ARNR y será proporcional a las características de la práctica o la fuente adscrita a la práctica y a la magnitud y la probabilidad de las exposiciones.

Clasificación de las prácticas

Artículo 13.- A los efectos de la aplicación del presente Reglamento y del otorgamiento de autorizaciones, las prácticas serán clasificadas de acuerdo a lo establecido en la Norma UY 117 "Clasificación de las fuentes radiactivas y de las prácticas en las cuales son empleadas".

Exención y Dispensa

Artículo 14.- La ARNR es la autoridad que determina las prácticas o las fuentes adscritas a prácticas que quedarán exentas de alguno o todos los requisitos del presente Reglamento, incluidos los requisitos relativos a la notificación, el registro o la licencia, utilizando como base para esta determinación los criterios de exención especificados en el Apéndice I – Exención y Dispensa de la GSR Parte 3⁽¹⁾ o cualquier nivel de exención que establezca la ARNR sobre la base de estos criterios.



Artículo 15.- Una vez recibida la notificación, la ARNR determina sobre el estado de exención de la(s) fuente(s) en particular, cuando proceda y en correspondencia con ello informa a su poseedor, mediante escrito fundamentado.

Artículo 16.- No se concederá ninguna exención para prácticas que no se consideren justificadas.

Artículo 17.- La ARNR es la autoridad que determina qué fuentes adscritas a prácticas notificadas (incluyendo materiales y objetos) o autorizadas podrán quedar dispensadas de control regulador, tomando como base para esa aprobación los criterios para la dispensa especificados en el Apéndice I – Exención y Dispensa de la GSR Parte 3⁽¹⁾ o cualquier nivel de dispensa que especifique sobre la base de estos criterios. Mediante esta aprobación, la ARNR se asegurará de que las fuentes a las que se aplica la dispensa no vuelvan a estar sometidas a los requisitos relativos a la notificación y autorización, a menos que así se especifique en ella.

REQUISITOS GENERALES RELATIVOS A LA PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

Requisitos generales

Artículo 18.- En las situaciones de exposición planificadas, se asegurará, que no se realice ninguna práctica a menos que ésta esté justificada.

Artículo 19.- En las situaciones de exposición de emergencia y las situaciones de exposición existentes, se asegurará que las medidas protectoras o las medidas reparadoras estén justificadas y se realicen de tal forma que se alcancen los objetivos fijados en una estrategia de protección.

Artículo 20.- En todas las situaciones de exposición, se asegurará, la optimización de la protección y la seguridad.

Artículo 21.- En las situaciones de exposición planificadas distintas de la exposición médica, se asegurará, que no se sobrepasen los límites de dosis especificados.

Artículo 22.- La aplicación de los requisitos para el sistema de protección y seguridad será proporcional a los riesgos radiológicos asociados a la situación de exposición.

Artículo 23.- La ARNR no podrá autorizar ninguna práctica o actividad, a no ser que se demuestre, que la misma produce a los individuos expuestos o a la sociedad un beneficio suficiente para compensar los daños por radiación que pudiera causar, teniendo en cuenta los factores sociales y económicos, así como otros factores pertinentes.

Artículo 24.- Se considera que no están justificadas las prácticas siguientes:

- a) prácticas, que tengan por efecto un aumento de la actividad, mediante la adición deliberada de sustancias radiactivas o mediante la activación, en alimentos, bebidas, productos cosméticos o cualquier otro tipo de producto básico o producto destinado a su ingestión, inhalación o incorporación percutánea por una persona, o a su aplicación a una persona;
- b) prácticas que supongan el uso irresponsable de la radiación o las sustancias radiactivas en productos básicos o en productos como juguetes y joyas o adornos personales, que tengan por efecto un aumento de la actividad, mediante la adición deliberada de sustancias radiactivas o la activación;
- c) las imágenes de seres humanos y animales, obtenidas mediante radiación utilizadas como expresión artística o con fines publicitarios;
- d) cualquier otra práctica especificada por la ARNR.

Artículo 25.- La obtención de imágenes humanas mediante radiación ionizante con fines ocupacionales, legales o en relación con los seguros de salud y que se realice sin referencia a indicaciones clínicas, se considerará no justificada. Si en circunstancias excepcionales, la autoridad estatal que demanda la realización de esos exámenes, en cooperación con la ARNR decide que se debe considerar la justificación de obtener esas imágenes humanas para prácticas específicas, serán de aplicación los requisitos del Artículo 29.



Artículo 26.- La obtención de imágenes de seres humanos mediante radiación con fines de detección de robos se considerará no justificada.

Artículo 27.- La obtención de imágenes de seres humanos mediante radiación para la detección de objetos escondidos con fines de lucha contra el contrabando se considerará no justificada.

Artículo 28.- La obtención de imágenes de seres humanos mediante radiación para la detección de objetos escondidos que se pueden utilizar en actividades de narcotráfico, terroristas o que suponen una amenaza para la seguridad nacional solo podrá ser justificado por la ARNR en coordinación con la autoridad competente en materia de seguridad nacional.

Artículo 29.- El proceso de justificación de las prácticas donde se aplique cualquier tipo de procedimiento de obtención de imágenes de seres humanos en el que se utilice la radiación con fines distintos del establecimiento de diagnósticos médicos o de tratamientos médicos o como parte de un programa de investigaciones biomédicas incluirá el examen de:

- a) el beneficio y detrimento de no poner en práctica el tipo de procedimiento de obtención de imágenes de seres humanos;
- b) toda cuestión legal o ética asociada a la implantación del tipo de procedimiento de obtención de imágenes de seres humanos;
- c) la eficacia e idoneidad del tipo de procedimiento de obtención de imágenes de seres humanos, incluida la adecuación del equipo de radiación para la utilización prevista;
- d) la disponibilidad de suficientes recursos para llevar a cabo el procedimiento de obtención de imágenes de seres humanos en condiciones de seguridad durante todo el período que se prevé que dure la práctica;
- e) la inclusión de otros procedimientos que pudieren surgir a futuro y cuya justificación deberá ser considerada.

Responsabilidades en materia de protección y seguridad

Artículo 30.- Las principales partes responsables de la protección y la seguridad son:

- a) los representantes legales, titulares de registros y titulares de licencias a quienes la Autoridad Reguladora les ha otorgado la licencia o el registro respectivo;
- b) los empleadores, en relación con la protección ocupacional;
- c) los médicos que realizan procedimientos radiológicos, en relación con la exposición médica;
- d) las personas u organizaciones designadas para ocuparse de situaciones de exposición de emergencia o situaciones de exposición existentes.

Artículo 31.- Otras partes tendrán responsabilidades específicas en relación con la protección y la seguridad. Esas otras partes son:

- a) suministradores de fuentes, proveedores de equipos y programas informáticos y proveedores de productos de consumo;
- b) oficiales o responsables de protección radiológica;
- c) médicos prescriptores;
- d) físicos médicos;
- e) técnicos y tecnólogos;
- f) expertos cualificados o cualquier otra parte a la que la parte principal haya asignado responsabilidades específicas;
- g) trabajadores distintos de los que figuran en los apartados a) a f);
- h) comités de ética.

Cometidos de los Representantes Legales respecto de la Seguridad

Artículo 32.- Son los responsables primarios por garantizar la protección y seguridad de las fuentes adscriptas a las prácticas que se ejecutan y cumplir las regulaciones jurídicas, técnicas o de procedimientos aplicables vigentes



y los requisitos y condiciones establecidos en la autorización. Esta responsabilidad no podrá ser delegada en ningún caso. Todo cambio en la titularidad del representante legal deberá ser comunicado de manera inmediata a la ARNR.

Artículo 33.- Establecerán y ejecutarán un programa de protección y seguridad que sea adecuado para la situación de exposición. El programa de protección y seguridad:

- a) adoptarán objetivos relativos a la protección y la seguridad de acuerdo con los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
- b) aplicarán medidas para la protección y la seguridad que sean proporcionales a los riesgos radiológicos asociados a la situación de exposición y que sean adecuadas para asegurar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 34.- Deben garantizar que, al ejecutar el programa de protección y seguridad:

- a) se hayan determinado adecuadamente y se faciliten debidamente, las medidas y los recursos necesarios para lograr los objetivos de protección y seguridad;
- b) el programa se revise periódicamente para evaluar su eficacia y su idoneidad;
- c) se determine y corrija cualquier fallo o deficiencia en la protección y la seguridad y se adopten medidas para impedir que se repitan;
- d) se intercambien consultas e información con las partes interesadas pertinentes;
- e) se mantengan registros adecuados.

Artículo 35.- Velarán porque todo el personal que participa en actividades relacionadas con la protección y la seguridad reciba enseñanza, capacitación y cualificación adecuadas, con una frecuencia establecida que permita reforzar conocimientos adquiridos, de modo que entiendan sus responsabilidades y puedan desempeñar sus funciones de forma competente, con criterio adecuado y de conformidad con los procedimientos.

Artículo 36.- Dispondrán lo necesario para la difusión oportuna de información a las partes que correspondan, tales como los proveedores y los usuarios de fuentes, acerca de las lecciones aprendidas a la protección y la seguridad a partir de la experiencia en materia de reglamentación y la experiencia operacional y de los incidentes y accidentes y las conclusiones conexas. Los mecanismos establecidos se utilizarán, según proceda, para facilitar información pertinente a otras organizaciones competentes a nivel nacional e internacional.

Artículo 37.- Preverán lo necesario para establecer, mantener y recuperar los registros pertinentes relativos a las instalaciones y las actividades. Esos registros comprenderán:

- a) los registros de fuentes selladas y generadores de radiación ionizante;
- b) los registros de dosis recibidas por exposición ocupacional;
- c) los registros relativos a la evaluación de la seguridad de instalaciones y actividades;
- d) los registros que podrían ser necesarios para la parada y clausura o el cierre de instalaciones;
- e) los registros de accidentes, incidentes y sucesos, incluidas las emisiones no rutinarias de materiales radiactivos en el medio ambiente;
- f) los inventarios de desechos radiactivos y de combustible gastado;
- g) los registros de dosis a pacientes y/o actividades impartidas.

Artículo 38.- Se asegurarán de disponer de expertos cualificados por tipo de prácticas y velarán por que estos sean consultados según sea necesario acerca de la observancia adecuada del presente Reglamento.

Artículo 39.- Designarán a los responsables de protección radiológica para la práctica que se ejecute y lo comunicarán por escrito a la ARNR.

Artículo 40.- Son obligaciones de los responsables de protección radiológica:

- a) aceptar por escrito tal obligación comunicando a la ARNR;
- b) participar en la elaboración, actualización y aplicación de la documentación exigida como parte del proceso de obtención de autorizaciones;



- c) velar por el adiestramiento y comprobación de los conocimientos del personal ocupacionalmente expuesto sobre las normas y procedimientos de seguridad establecidos para la práctica específica y por la realización de ejercicios prácticos de emergencia;
- d) velar por el cumplimiento de los requisitos de seguridad establecidos por el presente Reglamento y otras normas y procedimientos aplicables, así como por el cumplimiento de las condiciones de vigencia de la autorización;
- e) comunicar de inmediato al representante legal y a la ARNR cualquier hecho que, a su juicio, pueda implicar un aumento del riesgo de exposición, tanto para el personal ocupacionalmente expuesto como para los miembros del público;
- f) elaborar y supervisar el programa de vigilancia radiológica de las prácticas;
- g) efectuar a las fuentes de radiaciones ionizantes todas las pruebas y ensayos técnicos que el fabricante ponga bajo responsabilidad del usuario referentes a la protección y seguridad radiológica, en el momento de su recepción y en los períodos establecidos en las condiciones de vigencia de las autorizaciones, así como después de ocurrido algún suceso radiológico (control de fugas de radiación, contaminación de superficies o fluidos en contacto con fuente, tamaño de campos colimados);
- h) establecer y garantizar la ejecución del programa de vigilancia radiológica de la práctica;
- i) estar presente en el desarrollo de las inspecciones y auditorías que practique la ARNR y proporcionar a los inspectores de ARNR, las informaciones, registros o documentos que ellos soliciten;
- j) mantener actualizados los registros establecidos para la práctica;
- k) acudir de inmediato a la instalación en caso de suceso radiológico, para coordinar y supervisar las operaciones que deban llevarse a cabo e informar de las mismas en correspondencia con los procedimientos establecidos;
- l) cumplir con las demás obligaciones relacionadas con las actividades de seguridad radiológica que indique el representante legal;
- m) actuar como interlocutor ante la ARNR a todos los efectos que involucren la seguridad radiológica en representación del representante legal;
- n) capacitar a personal no ocupacionalmente expuesto o que pudiera ingresar eventualmente a las áreas controladas.

Cometidos de los Representantes Legales respecto de los Requisitos de Gestión

Artículo 41.- Deben garantizar que la protección y la seguridad estén efectivamente integradas en el sistema general de gestión de las organizaciones de las que son responsables.

Artículo 42.- Demostrarán el compromiso con la protección y la seguridad a los más altos niveles de las organizaciones de las que son responsables.

Artículo 43.- Asegurarán que el sistema de gestión se conciba y ponga en práctica de modo que mejore continuamente la protección y la seguridad mediante:

- a) la aplicación de requisitos relativos a la protección y la seguridad manteniendo la coherencia con otros requisitos, incluidos los relativos al comportamiento operacional, así como con las directrices de seguridad física;
- b) la descripción de las medidas previstas y sistemáticas necesarias para ofrecer suficiente confianza en que los requisitos relativos a la protección y la seguridad se cumplen;
- c) la garantía de que la protección y la seguridad no se vean comprometidas por otros requisitos;
- d) la evaluación sistemática del desempeño en relación con la protección y la seguridad y la aplicación de las enseñanzas extraídas a partir de la experiencia;
- e) la promoción de la cultura de la seguridad.

Artículo 44.- Asegurarán que los elementos de protección y seguridad del sistema de gestión sean proporcionales a la complejidad de la actividad y a los riesgos radiológicos asociados a ella.

Artículo 45.- El sistema de gestión que establezcan los representantes legales debe contribuir al cumplimiento de los requisitos de protección y seguridad, así como tener la capacidad de demostrar el cumplimiento efectivo de estos.



Cometidos de los Representantes Legales respecto de la Cultura de la Seguridad

Artículo 46.- Deben promover y mantener una cultura de la seguridad mediante:

- a) la promoción de un compromiso individual y colectivo con la protección y la seguridad a todos los niveles de la organización;
- b) la garantía de una comprensión común de los aspectos importantes de la cultura de la seguridad dentro de la organización;
- c) la facilitación de medios por los que la organización apoya a las personas y los grupos en la realización de sus tareas de forma segura y satisfactoria, habida cuenta de las interacciones entre las personas, la tecnología y la organización;
- d) el fomento de la participación de los trabajadores y sus representantes y otras personas pertinentes en la elaboración y aplicación de políticas, normas y procedimientos que tratan sobre la protección y la seguridad;
- e) la garantía de la rendición de cuentas de la organización y de las personas a todos los niveles en relación con la protección y la seguridad;
- f) el fomento de la comunicación abierta con respecto a la protección y la seguridad dentro de la organización y con las partes pertinentes, según convenga;
 - i. el fomento de una actitud inquisitiva y de aprendizaje y el rechazo de la autocomplacencia con respecto a la protección y la seguridad;
 - ii. la puesta a disposición de medios por los que la organización trate constantemente de desarrollar y fortalecer su cultura de la seguridad;
 - iii. la creación de un ambiente de trabajo libre de culpa en el cual se fomente el reporte, libre y sin temor a represalias, sobre problemas, errores o cuasi-accidentes relacionados con la seguridad radiológica;
 - iv. el fomento de una cultura justa en el tratamiento de los actos y comportamientos individuales del personal;
 - v. el fomento de una cultura de aprendizaje organizacional continuo acompañada de una cultura flexible en la organización y funcionamiento de la entidad en beneficio de la protección y la seguridad;
 - vi. la aplicación de los principios y criterios de cultura de seguridad en la prestación y/o contratación de servicios por la entidad.

Factores Humanos

Artículo 47.- Los representantes legales en relación con la protección y la seguridad, tendrán en cuenta factores humanos y apoyarán el buen desempeño y las buenas prácticas para evitar fallos humanos y de la organización, garantizando, entre otras cosas, que:

- a) se sigan principios ergonómicos racionales en el diseño del equipo, en la organización del puesto de trabajo y en la elaboración de procedimientos de operación, a fin de facilitar el funcionamiento y el uso seguro del equipo, reducir al mínimo la posibilidad de que los errores de los operadores den lugar a accidentes y reducir la posibilidad de interpretar mal indicaciones de condiciones normales y de condiciones anormales;
- b) se faciliten equipos, sistemas de seguridad y requisitos de procedimiento adecuados, así como que se disponga lo necesario para:
 - i. reducir, en la medida en que sea factible, la posibilidad de que un error humano o una acción involuntaria pudiera dar lugar a accidentes u otros incidentes que culminaran en la exposición de cualquier persona;
 - ii. facilitar los medios para detectar errores humanos y corregirlos o compensarlos;
 - iii. facilitar las acciones protectoras o correctoras en caso de fallo de los sistemas de seguridad o de las medidas protectoras.



SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PLANIFICADAS

Alcance

Artículo 48.- Los requisitos relativos a situaciones de exposición planificadas se aplican a las prácticas y actividades asociadas al empleo de fuentes de radiaciones ionizantes, en adelante prácticas, siguientes:

- a) la producción, el suministro y el transporte de materiales radiactivos y de dispositivos que contengan material radiactivo, comprendidas las fuentes selladas y las fuentes no selladas y de productos de consumo;
- b) la producción y el suministro de dispositivos que generen radiación, comprendidos los aceleradores lineales, los ciclotrones y los equipos fijos y móviles de radiografía;
- c) la generación de energía nucleoelectrónica, comprendida toda actividad del ciclo del combustible nuclear que entrañe o pueda entrañar exposición a la radiación o exposición debida a materiales radiactivos;
- d) el uso de radiación o materiales radiactivos con fines médicos, industriales, veterinarios, agrícolas, jurídicos o de seguridad física, comprendido el uso de equipos, programas informáticos, dispositivos conexos, cuando ese uso pudiera afectar a la exposición a la radiación;
- e) el uso de radiación o materiales radiactivos con fines de enseñanza, capacitación o investigación, incluida toda actividad relacionada con ese uso que entrañe o pudiera entrañar exposición a la radiación o exposición debida a materiales radiactivos;
- f) la extracción y el tratamiento de materias primas que entrañen exposición debida a materiales radiactivos;
- g) cualquier otra práctica que especifique la ARNR.

Artículo 49.- Los requisitos relativos a las situaciones de exposición planificadas se aplican a la exposición debida a las fuentes adscritas a prácticas tales como:

- a) instalaciones que contengan materiales radiactivos e instalaciones que contengan generadores de radiación, incluidas las instalaciones nucleares, las instalaciones de irradiación médica, las instalaciones de irradiación veterinaria, las instalaciones de gestión de desechos radiactivos, las instalaciones de procesamiento de materiales radiactivos, las instalaciones de irradiación y las instalaciones de extracción y tratamiento de minerales que entrañen o pudieran entrañar exposición a la radiación o exposición debida a materiales radiactivos;
- b) otras instalaciones que posean fuentes de radiación, además de las incluidas en el ítem anterior, en caso que se considere apropiado y de acuerdo con los requisitos de la ARNR.

Artículo 50.- Los requisitos relativos a las situaciones de exposición planificadas se aplican en el caso de cualquier exposición ocupacional, exposición médica o exposición del público debidas a cualquier práctica o a una fuente adscrita a una práctica comprendida en el presente Reglamento.

La exposición debida a fuentes naturales se considera, en general, una situación de exposición existente y está sometida a los requisitos establecidos en Situaciones de Exposición Existentes del presente Reglamento. No obstante, los requisitos pertinentes de las situaciones de exposición planificadas se aplican a:

- a) la exposición debida a materiales utilizados en cualquier práctica especificada en el presente Reglamento en la que la concentración de actividad en el material de cualquier radionúclido de las cadenas de desintegración del uranio o el torio sea superior a 1 Bq/g o la concentración de la actividad de ^{40}K sea superior a 10 Bq/g;
- b) la exposición del público que se produce a causa de descargas o de la gestión de desechos radiactivos derivados de una práctica que supone el uso de material según se especifica en el apartado a) anterior;
- c) la exposición debida al ^{222}Rn y su progenie en viviendas y en los lugares de trabajo en los que las exposiciones ocupacionales debidas a otros radionúclidos de las cadenas de desintegración del uranio o el torio esté controlada como una situación de exposición planificada.



REQUISITOS GENÉRICOS

Responsabilidades de los representantes legales

Artículo 51.- Los representantes legales son responsables de la protección y la seguridad en las situaciones de exposición planificadas.

Artículo 52.- A los fines de garantizar el cumplimiento de lo establecido en el presente Reglamento, los representantes legales deben:

- a) establecer líneas claras de responsabilidad y rendición de cuentas en relación con la protección y la seguridad de todas las fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes para las que estén autorizados y establecer disposiciones organizativas en relación con la protección y la seguridad;
- b) asegurar que toda designación de responsabilidades por cualquier otra parte principal quede documentada;
- c) en relación con las fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes para los que estén autorizados y para las que se requiera una evaluación de la seguridad específica, realizar dicha evaluación y mantenerla actualizada;
- d) en relación con las fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes para los que están autorizados y para las que se exija por la ARNR, la realización de una evaluación radiológica ambiental potencial, realizar dicha evaluación y mantenerla actualizada;
- e) evaluar las probabilidades y la magnitud de las exposiciones potenciales, sus consecuencias probables y el número de personas que pueden verse afectadas por ellas;
- f) disponer de procedimientos y disposiciones operativas en relación con la protección y la seguridad que estén sometidos a revisión y actualización periódicas en el marco de un sistema de gestión;
- g) establecer procedimientos para notificar accidentes y otros incidentes y aprender de ellos;
- h) establecer disposiciones para la revisión periódica de la eficacia global de las medidas de protección y seguridad;
- i) asegurar que se realizan actividades de mantenimiento, ensayo y revisión, según sea necesario, de modo que las fuentes y equipos generadores de radiaciones ionizantes sigan estando en condiciones de cumplir sus requisitos de diseño en cuanto a la protección y la seguridad durante toda su vida útil;
- j) garantizar la gestión segura y el control de todos los desechos radiactivos que se generen y someter a disposición final esos desechos de acuerdo con los requisitos reglamentarios.

Optimización de la protección y la seguridad radiológica

Artículo 53.- La optimización de la protección radiológica implica que la concepción, planificación, uso o aplicación subsiguiente de las fuentes y prácticas deberá realizarse de forma que asegure que las exposiciones se mantengan tan bajas como sea posible.

Artículo 54.- La ARNR es responsable por exigir el cumplimiento de los requisitos relativos a la optimización de la protección y la seguridad y los representantes legales son responsables por garantizar la optimización de la protección y la seguridad.

Artículo 55.- Los representantes legales presentarán la documentación en la que se fundamente la optimización de la protección y la seguridad a la ARNR.

Artículo 56.- A los fines del cumplimiento de lo dispuesto en los Arts. precedentes, la ARNR:

- a) establecerá y hará cumplir los requisitos relativos a la optimización de la protección y la seguridad;
- b) exigirá la presentación de documentación en la que se aborde la optimización de la protección y la seguridad;
- c) establecerá o aprobará las restricciones de dosis y de riesgos, según convenga, o establecerá o aprobará un proceso para establecer dichas restricciones que se utilizarán en la optimización de la protección y la seguridad.



Artículo 57.- En el caso de la exposición ocupacional y la exposición del público, los representantes legales deben asegurar que se tengan en cuenta todos los factores pertinentes, de forma coherente, en la optimización de la protección y la seguridad a fin de contribuir al logro de los objetivos siguientes:

- a) determinar las medidas de protección y seguridad que están optimizadas en relación con las circunstancias imperantes, habida cuenta de las opciones disponibles para la protección y la seguridad, así como la naturaleza, probabilidad y magnitud de las exposiciones;
- b) establecer criterios, sobre la base de los resultados de la optimización, para limitar las probabilidades y magnitud de las exposiciones por conducto de medidas destinadas a prevenir accidentes y mitigar las consecuencias de los que se produzcan.

Artículo 58.- En el caso de la exposición ocupacional y la exposición del público, los representantes legales asegurarán que las restricciones de dosis se utilicen en la optimización de la protección y la seguridad para toda fuente concreta adscrita a una práctica.

Límites de dosis

Artículo 59.- Los límites de dosis especificados en el presente Reglamento son de obligatorio cumplimiento para los representantes legales y se aplican a las exposiciones atribuibles a prácticas, exceptuando las exposiciones médicas y las exposiciones causadas por fuentes naturales que no puedan razonablemente considerarse sometidas a la responsabilidad de ningún titular de autorización.

Artículo 60.- Las exposiciones de personas debidas a las prácticas autorizadas, se limitan de manera que, ni la dosis efectiva ni la dosis equivalente a los tejidos o los órganos sea superior a ningún límite de dosis pertinente especificado en este Reglamento.

Artículo 61.- Para la exposición ocupacional de trabajadores mayores de 18 años, los límites de dosis son los siguientes:

- a) una dosis efectiva de 20 mSv anuales promediada durante cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años) y de 50 mSv en un año cualquiera;
- b) una dosis equivalente en el cristalino de 20 mSv anuales promediada durante cinco años consecutivos (100 mSv en cinco años) y de 50 mSv en un año cualquiera;
- c) una dosis equivalente en las extremidades (manos y pies) o en la piel de 500 mSv en un año (Los límites de dosis equivalentes para la piel se aplican a la dosis promedio sobre 1 cm² de la zona de la piel más altamente irradiada. La dosis en la piel también contribuye a la dosis efectiva, siendo esta contribución la dosis media en toda la piel multiplicada por el factor de ponderación del tejido correspondiente a la piel).

Artículo 62.- Los representantes legales deben aplicar restricciones adicionales, en caso de exposición ocupacional de una trabajadora que haya comunicado su estado de gestación o estado de amamantamiento de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 141.

Artículo 63.- No se permite el trabajo que involucre exposición a radiaciones ionizantes a menores de 18 años.

Artículo 64.- Para la exposición ocupacional de aprendices de 16 a 18 años que están recibiendo capacitación para empleos relacionados con las radiaciones y para la exposición de estudiantes de 16 a 18 años que utilizan fuentes durante sus estudios, los límites de dosis son los siguientes:

- a) una dosis efectiva de 6 mSv en un año;
- b) una dosis equivalente en el cristalino de 20 mSv en un año;
- c) una dosis equivalente en las extremidades (manos y pies) o en la piel de 150 mSv en un año.

Artículo 65.- Para la exposición del público, los límites de dosis son los siguientes:

- a) una dosis efectiva de 1 mSv en un año;
- b) en circunstancias especiales, 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;



- c) una dosis equivalente en el cristalino de 15 mSv en un año;
- d) una dosis equivalente en la piel de 50 mSv en un año.

Artículo 66.- Los límites de dosis indicados en esta parte no deberán aplicarse a las personas que presten asistencia a pacientes, es decir, a las personas expuestas a sabiendas mientras ayudan voluntariamente (no como parte de su empleo u ocupación) a cuidar, aliviar o procurar bienestar, incluidas las visitas, a pacientes sometidos a diagnóstico o tratamiento médicos. Ahora bien, la exposición de estas personas auxiliadoras de pacientes deberá restringirse de modo que sea improbable que su exposición exceda de 5 mSv durante el período abarcado por el examen diagnóstico o el tratamiento de cada paciente. La dosis a los niños que visiten a pacientes que hayan ingerido sustancias radiactivas debe restringirse a menos de 1 mSv por tratamiento.

Evaluación de la seguridad

Artículo 67.- El solicitante de una autorización deberá realizar y presentar a la ARNR una evaluación de la seguridad de la instalación o actividad, según lo dispuesto en la Guía de autorización para instalaciones y actividades asociadas de la ARNR.

Artículo 68.- Las evaluaciones de la seguridad se realizan en distintas fases, comprendidas las de selección del emplazamiento, diseño, fabricación, construcción, ensamblaje, puesta en servicio, explotación, mantenimiento y clausura (o cierre) de instalaciones o de partes de ellas, según proceda, de manera que:

- a) se identifiquen formas o modos en que se pueden recibir exposiciones, teniendo en cuenta los efectos de sucesos externos, así como de sucesos que entrañen directamente el uso de fuentes o de equipos generadores de radiación;
- b) se determinen las magnitudes y la posibilidad o probabilidad de que ocurran las exposiciones durante el funcionamiento normal y, en la medida en que sea razonable y factible, se realice una evaluación de las exposiciones potenciales;
- c) se evalúe la idoneidad de las condiciones de protección y seguridad.

Artículo 69.- La evaluación de la seguridad incluye, según corresponda, un examen crítico sistemático de:

- a) los límites y condiciones operacionales para la explotación de la instalación;
- b) las formas en que las estructuras, los sistemas y los componentes, incluidos los programas informáticos y los procedimientos operacionales relativos a la protección y la seguridad podrían fallar, individualmente o en combinación, o podrían dar lugar de otro modo a exposiciones y las consecuencias de esos sucesos;
- c) las formas en que factores externos podrían afectar a la protección y la seguridad;
- d) las formas en que los procedimientos operacionales relacionados con la protección y la seguridad podrían ser erróneos y las consecuencias de esos errores;
- e) las implicaciones para la protección y la seguridad de toda modificación;
- f) las implicaciones para la protección y la seguridad de las medidas de seguridad física o de toda modificación de esas medidas;
- g) toda incertidumbre o supuesto y sus implicaciones para la protección y la seguridad.

Para los casos específicos de acuerdo a la práctica que así lo ameriten, se utilizará la metodología prospectiva o anticipativa de análisis de riesgo.

Artículo 70.- En la evaluación de la seguridad los representantes legales deberán tener en cuenta:

- a) los factores que podrían dar lugar a una emisión importante de material radiactivo, las medidas disponibles para evitar o controlar esa emisión y la actividad máxima de material radiactivo que, en caso de un fallo importante de la contención, podría emitirse al medio ambiente, entendiéndose por contención los métodos o estructuras físicas diseñados para evitar o controlar la emisión y la dispersión de sustancias radiactivas;
- b) los factores que podrían dar lugar a una emisión menor pero constante de material radiactivo y las medidas disponibles para detectar y evitar o controlar esa emisión;
- c) los factores que podrían dar lugar al funcionamiento no deseado de cualquier generador de radiación o a una pérdida del blindaje y las medidas disponibles para detectar y evitar o controlar esos sucesos;



- d) el grado en que el empleo de elementos de seguridad redundantes y diversos, que sean independientes entre sí, de modo que el fallo de uno no dé lugar al fallo de ningún otro, sea adecuado para limitar las probabilidades y la magnitud de la exposición potencial.

Artículo 71.- Los representantes legales asegurarán que la evaluación de la seguridad esté documentada y sea sometida a un examen independiente en el marco del sistema de gestión pertinente.

Artículo 72.- Los representantes legales deben realizar exámenes adicionales de la evaluación de la seguridad, según sea necesario, para asegurar que las especificaciones técnicas o las condiciones de uso sigan respetándose cuando:

- a) se prevea introducir modificaciones importantes en la instalación o en sus procedimientos operacionales o de mantenimiento;
- b) se produzcan cambios importantes en el emplazamiento que pudieran afectar a la seguridad de la instalación o de las actividades en el emplazamiento;
- c) la información sobre la experiencia operacional o la información sobre accidentes y otros incidentes que podrían dar origen a exposiciones, indique que la evaluación actual podría no ser válida;
- d) se prevea introducir cambios importantes en las actividades, así como en la organización;
- e) se prevea introducir o se hayan introducido cambios pertinentes en las directrices o normas.

Artículo 73.- Si como resultado de una evaluación de la seguridad, o por cualquier otra razón, puedan existir oportunidades de mejorar la protección y la seguridad y las mejoras resulten convenientes, toda modificación consiguiente se hará con cautela y no antes de disponer de una evaluación favorable de todas las implicaciones para la protección y la seguridad. La puesta en práctica de todas las mejoras seguirá un orden de prioridades que permita optimizar la protección y la seguridad.

Supervisión para la verificación del cumplimiento

Artículo 74.- Los representantes legales deben realizar actividades de supervisión para verificar el cumplimiento de los requisitos de protección y seguridad, para lo cual deben garantizar que:

- a) se realicen la supervisión y medición de parámetros, según sea necesario, a fin de verificar el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento;
- b) se facilite equipo adecuado y se apliquen procedimientos de verificación;
- c) se proceda al mantenimiento, el ensayo y la calibración adecuados del equipo a intervalos apropiados de acuerdo con normas equiparables a otras internacionales o nacionales;
- d) se mantengan registros de los resultados de la supervisión y la verificación del cumplimiento, de acuerdo con lo requerido por la ARNR incluidos registros de los ensayos y las calibraciones realizadas de conformidad con el presente Reglamento;
- e) se faciliten a la ARNR los resultados de la supervisión y verificación del cumplimiento según se requiera por ésta.

Prevención y mitigación de accidentes

Artículo 75.- Los representantes legales deben aplicar buenas prácticas tecnológicas y adoptar todas las medidas factibles para evitar accidentes y mitigar las consecuencias de los accidentes que se produzcan.

Artículo 76.- Los representantes legales, deben asegurar que la selección del emplazamiento, el diseño, la construcción, el ensamblaje, la puesta en servicio, la explotación, el mantenimiento y la clausura (o el cierre) de instalaciones o de partes de ellas se basen en buenas prácticas tecnológicas que, según proceda:

- a) tengan en cuenta las normas nacionales e internacionales;
- b) se apoyen en elementos de gestión y organización, a fin de asegurar la protección y la seguridad durante toda la vida útil de la instalación;



- c) incluyan márgenes de seguridad adecuados en el diseño y la construcción de la instalación y en las operaciones, a fin de asegurar el comportamiento fiable durante el funcionamiento normal y tengan en cuenta la calidad, la redundancia y la capacidad de inspección necesarias, con énfasis en la prevención de accidentes, la mitigación de las consecuencias de los accidentes que se produzcan y la limitación de toda posible exposición en el futuro;
- d) tengan en cuenta la evolución pertinente en cuanto a los criterios técnicos, así como los resultados de toda investigación pertinente sobre protección y seguridad y la información obtenida sobre lecciones aprendidas a partir de la experiencia.

Artículo 77.- Los representantes legales deben garantizar un sistema de defensa en profundidad para la protección y la seguridad que sea proporcional a las probabilidades y la magnitud de las exposiciones potenciales. Los representantes legales velarán por que, en caso de que falle un nivel de protección, el siguiente nivel independiente de protección esté disponible. Esta defensa en profundidad se aplica a los fines de:

- a) prevenir accidentes;
- b) mitigar las consecuencias de los accidentes que se produzcan;
- c) poner las fuentes nuevamente en condiciones de seguridad después de esos accidentes.

Artículo 78.- Los representantes legales deben garantizar que las estructuras, los sistemas y los componentes, incluidos los programas informáticos, que guarden relación con la protección y la seguridad de las instalaciones y actividades se diseñen, construyan, pongan en servicio, exploten y mantengan de manera que se eviten accidentes en la medida de lo posible.

Artículo 79.- Los representantes legales deben tomar las medidas adecuadas para:

- a) prevenir cualquier accidente en la instalación o la actividad;
- b) mitigar las consecuencias de los accidentes que se produzcan;
- c) facilitar a los trabajadores la información, la instrucción, la capacitación y el equipo necesarios para limitar las exposiciones potenciales;
- d) asegurar que existan procedimientos adecuados para el control de la instalación y la gestión de cualquier accidente razonablemente previsible;
- e) asegurar que las estructuras, los sistemas y los componentes importantes para la seguridad, incluidos los programas informáticos y otros equipos puedan ser inspeccionados y sometidos a ensayo regularmente en relación con cualquier degradación que pudiera dar lugar a condiciones anormales o comportamiento inadecuado;
- f) asegurar que el mantenimiento, las inspecciones y los ensayos adecuados para el mantenimiento de las condiciones relativas a la protección y la seguridad se puedan llevar a cabo sin una exposición ocupacional excesiva ;
- g) facilitar, según corresponda, sistemas automáticos para cortar o reducir en condiciones de seguridad la emisión de radiación de instalaciones en el caso de que las condiciones operacionales sean superiores a los márgenes de funcionamiento estipulados;
- h) velar por que las condiciones operacionales anormales que pudieran afectar considerablemente a la protección y la seguridad sean detectadas por sistemas que respondan con suficiente rapidez para posibilitar la adopción de medidas correctoras de forma oportuna;
- i) asegurar que toda la documentación sobre seguridad que corresponda, esté disponible en idioma español.

Artículo 80.- Si la evaluación de la seguridad indica que existen probabilidades razonables, a criterio de la ARNR, de que se produzca una emergencia que afecte a los trabajadores o a los miembros del público, el titular de la autorización debe elaborar un plan de emergencia para la protección de las personas y el medio ambiente. Como parte de ese plan, el titular de la autorización debe incluir disposiciones para la rápida identificación de la emergencia y la determinación del nivel apropiado de la respuesta. El plan de emergencia del titular de la autorización debe incluir, en particular:

- a) disposiciones para realizar el monitoreo individual y monitoreo de zona y disposiciones relativas al tratamiento médico;
- b) disposiciones para evaluar y mitigar cualquier consecuencia derivada de una emergencia.



Artículo 81.- Los representantes legales son responsables de la implementación de sus planes de emergencia y deben estar preparados para adoptar cualquier medida necesaria a fin de dar una respuesta eficaz. Con miras a evitar que se produzcan condiciones que pudieran propiciar una pérdida del control sobre una fuente o instalación o el deterioro de esas condiciones, los representantes legales deben:

- a) elaborar, mantener y poner en práctica procedimientos para facilitar los medios que permitan evitar la pérdida del control sobre la fuente o la instalación y hacerse con el control nuevamente, según sea necesario;
- b) tener disponibles el equipo, la instrumentación y las ayudas para el diagnóstico que sean necesarios;
- c) capacitar y adiestrar periódicamente al personal, en los procedimientos que deben seguirse y poner en práctica esos procedimientos;
- d) ejecutar periódicamente simulacros de situaciones de emergencia y mantenerlos documentados.

Investigaciones y retroinformación sobre la experiencia operacional

Artículo 82.- Los representantes legales deben garantizar que la información sobre las operaciones normales y las condiciones anormales, que sea importante para la protección y la seguridad, se remita a la ARNR, de acuerdo con lo especificado por esta Autoridad, o se ponga a su disposición, según se establezca. Esta información debe incluir, por ejemplo, detalles sobre las dosis asociadas a determinadas actividades, datos sobre el mantenimiento, descripciones de sucesos e información sobre medidas correctoras, e información sobre experiencia operacional de otras instalaciones y actividades pertinentes.

Artículo 83.- Los representantes legales deben realizar una investigación de acuerdo con lo especificado por la ARNR en el caso de que:

- a) una cantidad o un parámetro operacional relacionados con la protección y la seguridad sobrepasen un nivel de investigación o queden fuera de la serie estipulada de estados operacionales; o
- b) se produzca un fallo del equipo, accidente, error, contratiempo u otro suceso o situación inusual que pudiera ser causa de que una cantidad sobrepasara cualquier límite o restricción operacional pertinente.

Artículo 84.- Los representantes legales después de un incidente o un accidente, deben llevar a cabo una investigación, en el término que disponga la ARNR y preparar un informe de sus causas raíces, o supuestas causas, incluida la verificación o determinación de toda dosis recibida o comprometida y recomendaciones para evitar que el suceso se repita y que se produzcan sucesos similares.

Artículo 85.- Los representantes legales deben remitir a la ARNR un informe por escrito de toda investigación oficial relacionada con las exposiciones superiores al límite de dosis, así como de otras investigaciones que sean requeridas por la ARNR. Los representantes legales deben notificar inmediatamente cualquier incidente o accidente en el que el límite de dosis haya sido superado.

Generadores de radiación y fuentes radiactivas

Artículo 86- Los representantes legales ya sean fabricantes, importadores o proveedores de generadores de radiación y fuentes radiactivas, son responsables por:

- a) suministrar generadores de radiación y fuentes radiactivas correctamente diseñadas, fabricadas y construidas y de un dispositivo en el que se utilice el generador de radiación o la fuente radiactiva que:
 - i. ofrezca protección y seguridad de acuerdo con los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
 - ii. cumpla especificaciones de ingeniería, de desempeño y funcionales;
 - iii. cumpla las normas de seguridad que se correspondan con la importancia para la protección y la seguridad de los sistemas y componentes, incluidos los programas informáticos;
 - iv. cuente con visualizadores claros, medidores e instrucciones sobre el funcionamiento en idioma español;
- b) garantizar que los generadores de radiación y las fuentes radiactivas se sometan a ensayos, a fin de demostrar el cumplimiento de las especificaciones pertinentes;



- c) proporcionar información, en idioma español, relativa a la instalación y el uso adecuados del generador de radiación o la fuente radiactiva y sus riesgos radiológicos conexos, incluidas las especificaciones de desempeño, las instrucciones de operación y mantenimiento y las instrucciones relativas a la protección y la seguridad;
- d) asegurar que la protección que ofrecen el blindaje y otros dispositivos protectores está optimizada.

Artículo 87.- Siempre que sea aplicable, los representantes legales realizarán las coordinaciones necesarias con los proveedores de generadores de radiación y fuentes radiactivas y la ARNR a fin de:

- a) obtener información sobre las condiciones de uso y la experiencia operacional que pueda ser importante para la protección y la seguridad;
- b) facilitar retroalimentación e información que pueda ser significativa para la protección y la seguridad de otros usuarios, o que pueda facilitar la realización de mejoras en la protección y la seguridad de los generadores de radiación y las fuentes radiactivas.

Artículo 88.- Al seleccionar un lugar para utilizar o almacenar un generador de radiación o una fuente radiactiva, los representantes legales deben tener en cuenta:

- a) los factores que podrían afectar a la gestión segura y el control del generador de radiación o la fuente radiactiva;
- b) los factores que podrían afectar a la exposición ocupacional y la exposición del público debidas al generador de radiación o la fuente radiactiva;
- c) la viabilidad de tener en cuenta los factores mencionados en el diseño de ingeniería.

Artículo 89.- Los solicitantes de autorizaciones, al seleccionar un emplazamiento de una instalación que contenga un gran inventario de sustancias radiactivas y pueda producir liberaciones de grandes cantidades de dichas sustancias, tendrán en cuenta todos los aspectos que pudieran afectar la protección y la seguridad de la instalación, características que pudieran afectar la integridad o el funcionamiento de ésta, así como la viabilidad de implementar medidas protectoras fuera del emplazamiento si estas llegaran a ser necesarias.

Artículo 90.- Los representantes legales deben mantener un inventario que incluya registros de:

- a) la ubicación y la descripción de cada generador de radiación o fuente radiactiva de los que sean responsables;
- b) la actividad actualizada y el tipo de fuente radiactiva de la que sean responsables.

Artículo 91.- Los representantes legales deben facilitar a la ARNR, según sea requerida, la información adecuada de sus registros de inventario sobre generadores de radiación y fuentes radiactivas.

Artículo 92.- Los representantes legales mantendrán bajo control los generadores de radiación y las fuentes radiactivas a fin de evitar pérdidas o daños y que cualquier persona no autorizada realice alguna de las actividades especificadas en el Artículo 9 del presente Reglamento y a tales efectos deben garantizar que:

- a) el control sobre el generador de radiación o la fuente radiactiva se ceda únicamente de acuerdo con lo dispuesto en todos los requisitos pertinentes especificados en la autorización y regulaciones vigentes;
- b) se notifique sin tardanza a la ARNR información relativa a cualquier generador de radiación o fuente radiactiva que se pierda, desaparezca o no esté bajo control;
- c) cualquier generador de radiación o fuente radiactiva se transfiera únicamente si el receptor posee la autorización necesaria;
- d) se realice periódicamente un inventario, a fin de confirmar que se encuentran en los lugares que les han sido asignados y están bajo control. El inventario deberá comunicarse a la ARNR y también en el caso de que se produzcan cambios en el mismo.

Artículo 93.- Los representantes legales deben garantizar que las fuentes selladas se clasifiquen de acuerdo con lo establecido por la ARNR en la Norma UY 117 “Clasificación de las fuentes radiactivas y de las prácticas en las cuales son empleadas”.



Artículo 94.- El fabricante o importador de una fuente radiactiva o de un dispositivo que contenga una fuente radiactiva debe velar por que, la propia fuente y su contenedor lleven el símbolo de identificación de radiaciones ionizantes recomendado por la Organización Internacional de Normalización.

Artículo 95.- Los representantes legales, en cooperación con los fabricantes, asegurarán que, en la medida de lo posible, las fuentes selladas sean identificables y localizables.

Artículo 96.- Los representantes legales deben garantizar que, cuando no se estén utilizando las fuentes radiactivas, éstas estén almacenadas de manera adecuada desde el punto de vista de la protección y la seguridad.

Artículo 97.- Los representantes legales deben velar por que se realicen las coordinaciones necesarias, una vez que se haya decidido dejar de utilizar las fuentes radiactivas y los generadores de radiación, en relación con la gestión segura y el control de estos, incluidos los recursos financieros.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

Artículo 98.- Los requisitos relacionados con la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificadas se aplican a la exposición ocupacional debida una práctica o una fuente adscrita a una práctica tal como se indica en los Artículos 48 y 49.

Artículo 99.- Los representantes legales son responsables de la protección ocupacional de los trabajadores y velarán para que se optimicen la protección y la seguridad y no se superen los límites de dosis correspondientes a la exposición ocupacional establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 100.- En el caso de los trabajadores dedicados a actividades que impliquen o pudieran implicar exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada, los representantes legales son responsables por:

- a) la protección de los trabajadores contra la exposición ocupacional;
- b) el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 101.- En el caso de todos los trabajadores dedicados a actividades que impliquen o pudieran implicar exposición ocupacional, los representantes legales deben garantizar que:

- a) se controle la exposición ocupacional, para que no se superen los límites de dosis correspondientes a la exposición ocupacional especificados en el presente Reglamento;
- b) se optimicen la protección y la seguridad conforme a los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
- c) se registren las decisiones relativas a las medidas de protección y seguridad y se pongan en conocimiento de las partes interesadas, conforme a lo especificado por la ARNR;
- d) se establezcan políticas, procedimientos y disposiciones organizativas de protección y seguridad para aplicar los requisitos pertinentes contenidos en el presente Reglamento, otorgando prioridad a las medidas de diseño y las medidas técnicas para controlar la exposición ocupacional;
- e) se faciliten medios, equipos y servicios adecuados y suficientes de protección y seguridad, de tipo e importancia proporcionales a la probabilidad y magnitud previstas de la exposición ocupacional;
- f) se presten a los trabajadores los servicios de vigilancia de la salud y de atención de salud que sean necesarios;
- g) se suministren equipos de monitoreo y equipos de protección personal apropiados y se adopten disposiciones para su uso, calibración, ensayo y mantenimiento correctos;
- h) se cuente con recursos humanos idóneos y suficientes y se brinde la capacitación apropiada en materia de protección y seguridad, así como la capacitación periódica que se requiera para garantizar el nivel de competencia necesario;
- i) se mantengan registros adecuados, de conformidad con los requisitos establecidos en el presente Reglamento;
- j) se adopten disposiciones para facilitar las consultas y la cooperación con los trabajadores, en cuestiones de protección y seguridad, sobre todas las medidas necesarias para lograr la aplicación efectiva del presente Reglamento;
- k) existan las condiciones necesarias para promover una cultura de la seguridad.



Artículo 102.- Los representantes legales deben garantizar que cuando una mujer ocupacionalmente expuesta notifique su estado de gravidez, se adapten sus condiciones de trabajo, respecto de la exposición ocupacional, de manera de asegurar que el embrión y el feto tengan el mismo nivel de protección que los individuos del público. Con el objetivo de que la dosis en el feto no exceda el límite correspondiente para miembros del público, desde el momento en que es declarada la gravidez, las condiciones de trabajo deben ser tales que resulte altamente improbable que la dosis equivalente individual Hp(10), en la superficie del abdomen exceda 2 mSv y que la incorporación de cada radionucleido involucrado exceda 1/20 del límite anual de incorporación respectivo, durante el período que resta de embarazo.

Artículo 103.- Los representantes legales darán participación a los trabajadores en la optimización de la protección y la seguridad y establecerán y utilizarán, según corresponda, las restricciones como parte de la optimización de la protección y la seguridad.

Artículo 104.- Los representantes legales velarán por que los trabajadores expuestos a radiaciones de fuentes adscritas a una práctica, que no sean necesarias para su trabajo ni guarden relación directa con él, tengan el mismo nivel de protección contra esa exposición que los miembros del público.

Artículo 105.- Los representantes legales deben informar a los trabajadores que la garantía de la protección y la seguridad es parte integrante de un programa general de salud y seguridad ocupacional, en el que les incumben obligaciones y responsabilidades específicas para su propia protección y la de terceros, contra la exposición a la radiación y para la seguridad de las fuentes.

Artículo 106.- Los representantes legales deben registrar todo informe remitido por un trabajador en que se dé parte de circunstancias que pudieran afectar al cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento y adoptarán las medidas adecuadas.

Artículo 107.- Los representantes legales facilitarán el cumplimiento de los requisitos del presente Reglamento por parte de los trabajadores y así mismo los trabajadores cumplirán sus obligaciones y desempeñarán sus funciones en materia de protección y seguridad.

Artículo 108.- A los fines del cumplimiento de los requisitos dispuestos en el presente Reglamento los trabajadores deben:

- a) observar todas las reglas y los procedimientos aplicables en materia de protección y seguridad especificados por el representante legal ;
- b) utilizar correctamente el equipo de monitoreo y el equipo de protección personal que se les haya suministrado;
- c) cooperar con el representante legal en lo que respecta a la protección y la seguridad, así como a los programas de vigilancia de la salud de los trabajadores y de evaluación de la dosis;
- d) facilitar al representante legal toda información sobre sus actividades laborales pasadas y presentes que sea de interés para garantizar la protección y seguridad efectivas y completas de sí mismos y de terceros;
- e) abstenerse de todo acto deliberado que pueda originar, para sí mismos o para terceros, situaciones que no se ajusten a los requisitos del presente Reglamento;
- f) aceptar toda la información, instrucción y capacitación en materia de protección y seguridad que les permita realizar su trabajo de conformidad con los requisitos establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 109.- El trabajador que perciba circunstancias que podrían afectar negativamente a la protección y la seguridad informará lo antes posible de tales circunstancias al titular de la autorización.

Artículo 110.- La mujer ocupacionalmente expuesta, tan pronto conoce o presupone su estado de gravidez, debe notificar su condición al representante legal.

Artículo 111.- Si los trabajadores realizan una tarea que implique o pudiera implicar la presencia de una fuente no sometida al control de su empleador, el titular de la autorización responsable de la fuente y el empleador responsable de los trabajadores que realizan el trabajo establecerán la cooperación necesaria para que ambas partes cumplan los requisitos del presente Reglamento.



Artículo 112.- La cooperación entre el empleador y los representantes legales, deberá incluir cuando proceda:

- a) el desarrollo y uso de restricciones específicas en la exposición y otros medios para garantizar que las medidas de protección y seguridad ofrecidas a los trabajadores que realizan una tarea que implique o pudiera implicar la presencia de una fuente no sometida al control de su empleador sean por lo menos tan buenas como las brindadas a los trabajadores del titular de la autorización de la fuente;
- b) realizar evaluaciones específicas de las dosis recibidas por los trabajadores según se indica en el apartado a);
- c) establecer y documentar claramente las responsabilidades del empleador y las del titular de la autorización en materia de protección y seguridad.

Artículo 113. Como parte de la cooperación entre las partes, el titular de la autorización responsable de la fuente o de la exposición debe:

- a) obtener de los empleadores, incluidas las personas empleadas por cuenta propia, el anterior historial de exposición ocupacional de los trabajadores y cualquier otra información que se considere necesaria;
- b) facilitar información apropiada al empleador, comprendida toda información disponible pertinente para el cumplimiento de los requisitos de las Normas que el empleador solicite;
- c) proporcionar tanto al trabajador como al empleador los registros de exposición pertinentes.

Clasificación de zonas controladas

Artículo 114.- Los representantes legales designarán como zona controlada toda zona en la que se requieran o pudieran requerirse medidas de protección y seguridad específicas para:

- a) controlar las exposiciones o impedir la dispersión de la contaminación en condiciones de funcionamiento normal;
- b) prevenir o limitar la probabilidad y la magnitud de las exposiciones en casos de incidentes operacionales previstos y en condiciones de accidente.

Artículo 115.- Al definir los límites de toda zona controlada, los representantes legales tendrán en cuenta la magnitud de las exposiciones previstas en condiciones de funcionamiento normal, la probabilidad y magnitud de las exposiciones en casos de incidentes operacionales previstos y en condiciones de accidente y el tipo y alcance de los procedimientos necesarios para la protección y la seguridad.

Artículo 116.- A los fines de cumplir lo dispuesto en los Arts. precedentes, los representantes legales deben:

- a) delimitar por medios físicos las zonas controladas o, cuando esto no sea razonablemente factible, por otros medios adecuados;
- b) cuando una fuente se ponga en funcionamiento o sea energizada solo intermitentemente, o se traslade de un lugar a otro, delimitar una zona controlada adecuada por medios apropiados en las circunstancias existentes y especificar los tiempos de exposición;
- c) colocar el símbolo internacional identificatorio de radiaciones, así como instrucciones en los puntos de acceso a las zonas controladas y en lugares apropiados dentro de esas zonas;
- d) establecer medidas de protección y seguridad, ya sean físicas para controlar la dispersión de la contaminación, como elaboración de procedimientos específicos;
- e) restringir el acceso a las zonas controladas por medio de procedimientos administrativos tales como el uso de permisos de trabajo y mediante barreras físicas, que podrían incluir dispositivos de cierre o enclavamiento, siendo el grado de restricción proporcional a la probabilidad y magnitud de las exposiciones;
- f) proporcionar, según proceda, en los puntos de entrada en las zonas controladas:
 - i. equipo de protección personal;
 - ii. equipo de monitoreo radiológico individual y de monitoreo radiológico del lugar de trabajo;
 - iii. un lugar adecuado para guardar las prendas de vestir personales;
- g) proporcionar, según proceda, en los puntos de salida de las zonas controladas:
 - i. equipo de monitoreo radiológico de la contaminación de la piel y las prendas de vestir;



- ii. equipo de monitoreo radiológico de la contaminación de todo objeto o material que se retire de la zona;
 - iii. instalaciones de lavado o ducha y otras instalaciones de descontaminación personal;
 - iv. un lugar adecuado para guardar el equipo de protección personal contaminado;
- h) examinar periódicamente las condiciones para evaluar si es necesario modificar las medidas de protección y seguridad o los límites de las zonas controladas;
- i) proporcionar información, instrucción y capacitación apropiadas a las personas que trabajen en las zonas controladas.

Clasificación de zonas supervisadas

Artículo 117.- Los representantes legales designarán como zona supervisada toda zona que no haya sido ya designada como zona controlada, pero en la que sea preciso mantener en examen las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no sean necesarias medidas de protección y seguridad específicas.

Artículo 118.- Los representantes legales, teniendo en cuenta la naturaleza, probabilidad y magnitud de las exposiciones o la contaminación en las zonas supervisadas deben:

- a) delimitar las zonas supervisadas por medios apropiados;
- b) colocar señales aprobadas, según proceda, en los puntos de acceso a las zonas supervisadas;
- c) examinar periódicamente las condiciones para determinar toda necesidad de nuevas medidas de protección y seguridad, o de modificación de los límites de las zonas supervisadas.

Reglas y procedimientos para la protección y seguridad

Artículo 119.- Los representantes legales deben reducir al mínimo la necesidad de depender de controles administrativos y de equipo de protección personal para la protección y la seguridad, proporcionando controles técnicos adecuados y condiciones de trabajo satisfactorias, de acuerdo con el siguiente orden jerárquico:

- a) controles técnicos;
- b) controles administrativos; y
- c) equipo de protección personal.

Artículo 120.- Los representantes legales, con relación a las reglas y procedimientos deben:

- a) establecer por escrito las reglas y los procedimientos que sean necesarios para la protección y la seguridad de los trabajadores y demás personas;
- b) indicar en las reglas y los procedimientos locales todo nivel de investigación o nivel autorizado pertinente y los procedimientos que se deberán seguir en caso de que se rebase cualquiera de esos niveles;
- c) instruir sobre las reglas y los procedimientos locales, así como las medidas de protección y seguridad, a todos los trabajadores a los que sean aplicables y a las demás personas a las que puedan afectar;
- d) velar por que toda actividad en que los trabajadores estén o pudieran estar sometidos a exposición ocupacional sea supervisada adecuadamente y adoptar todas las medidas razonables para asegurar la observancia de las reglas, los procedimientos y las medidas de protección y seguridad;
- e) designar un Oficial de Protección Radiológica de conformidad con los criterios establecidos por la ARNR.

Artículo 121.- Los representantes legales son responsables por garantizar que:

- a) se proporcione a los trabajadores equipo de protección personal adecuado y suficiente que satisfaga las normas o especificaciones pertinentes, en particular, según proceda:
 - i. ropa de protección;
 - ii. equipo protector respiratorio de cuyas características se informe a los usuarios;
 - iii. delantales y guantes protectores y blindajes de protección de órganos;



- b) los trabajadores reciban, cuando corresponda, instrucción adecuada en el empleo correcto del equipo protector respiratorio, que incluya la manera de comprobar su buen ajuste;
- c) las tareas que exijan el uso de cierto equipo de protección personal se asignen solamente a los trabajadores que, según el asesoramiento médico, sean capaces de aguantar sin riesgos el esfuerzo suplementario necesario;
- d) todo el equipo de protección personal, comprendido el equipo para su uso en caso de emergencia, se mantenga en buen estado y, cuando proceda, se ensaye a intervalos periódicos;
- e) si se piensa utilizar equipo de protección personal para una tarea determinada, se tengan en cuenta cualquier exposición adicional que pudiera producirse a causa del tiempo adicional o de otros inconvenientes, así como cualquier riesgo no radiológico que pudiera suponer el hecho de usar equipo de protección personal al realizar la tarea.

Monitoreo radiológico del lugar de trabajo

Artículo 122.- Los representantes legales deben establecer, conservar y revisar regularmente un programa de monitoreo radiológico del lugar de trabajo, supervisado por el oficial de protección radiológica o un experto cualificado.

Artículo 123.- Los representantes legales en relación con el monitoreo radiológico del lugar de trabajo son responsables de:

- a) implementar el monitoreo, el registro y el control de las exposiciones ocupacionales en situaciones de exposición planificadas de acuerdo con los requisitos del presente Reglamento;
- b) garantizar que los programas de monitoreo sean adecuados para asegurar el cumplimiento de los requisitos en relación con la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificadas;
- c) elaborar informes periódicos sobre la exposición ocupacional (comprendidos los resultados de los programas de monitoreo y de las evaluaciones de dosis);
- d) verificar el cumplimiento de los requisitos sobre el control de la exposición ocupacional en la práctica autorizada.

Artículo 124.- Los representantes legales deben garantizar que el tipo y la frecuencia del monitoreo radiológico del lugar de trabajo:

- a) sean suficientes para permitir:
 - i. la evaluación de las condiciones radiológicas existentes en todos los puestos de trabajo;
 - ii. la evaluación de las exposiciones en las zonas controladas y las zonas supervisadas;
 - iii. el examen de la clasificación de las zonas controladas y las zonas supervisadas;
- b) se basen en la tasa de dosis, la concentración de actividad en la contaminación del aire y de las superficies y sus fluctuaciones previstas, así como en la probabilidad y magnitud de las exposiciones en casos de incidentes operacionales previstos y en condiciones de accidente.

Artículo 125.- Los representantes legales deben mantener registros de las conclusiones del programa de monitoreo radiológico del puesto de trabajo y las pondrán a disposición de los trabajadores y de la ARNR.

Artículo 126.- Los programas de monitoreo de las zonas de trabajo deberán especificar:

- a) Las magnitudes a ser medidas;
- b) Dónde y cuándo deben realizarse las mediciones y con qué frecuencia;
- c) Los métodos y procedimientos más apropiados para la medición; y
- d) Los niveles de referencia y acciones a ser tomadas en caso de que estos sean excedidos.

Evaluación de la exposición ocupacional

Artículo 127.- Los representantes legales serán responsables de adoptar las disposiciones necesarias para evaluar la exposición ocupacional de los trabajadores, basándose en el monitoreo individual, cuando proceda, y asegurarán que se establezcan acuerdos con proveedores de servicios de dosimetría autorizados por ARNR.



Artículo 128.- En el caso de cualquier trabajador que normalmente trabaje en una zona controlada, o que trabaje ocasionalmente en una zona controlada y que pueda recibir una dosis importante debida a la exposición ocupacional, se procederá al monitoreo individual. En los casos en que el monitoreo individual del trabajador no sea adecuado o viable por alguna razón justificada, la exposición ocupacional se evaluará sobre la base de los resultados del monitoreo radiológico del puesto de trabajo y la información sobre los lugares y la duración de la exposición del trabajador.

Artículo 129.- En el caso de cualquier trabajador que trabaje habitualmente en una zona supervisada o que entre en una zona controlada sólo ocasionalmente, la exposición ocupacional se evaluará sobre la base de los resultados del monitoreo radiológico del puesto de trabajo o el monitoreo individual, según corresponda.

Artículo 130.- Los representantes legales asegurarán que se determine qué trabajadores podrían estar sometidos a exposición debida a la contaminación, incluidos los que utilicen equipo protector respiratorio. Los representantes legales harán lo necesario para proceder a un monitoreo radiológico adecuado, en la medida en que sea necesario, a fin de demostrar la eficacia de las medidas de protección y seguridad y evaluar la incorporación de radionúclidos y las dosis efectivas comprometidas.

Registros de la exposición ocupacional

Artículo 131.- Los representantes legales y los empleadores mantendrán registros de la exposición ocupacional correspondientes a cada trabajador expuesto, según lo referido anteriormente.

Artículo 132.- Los registros de la exposición ocupacional correspondientes a cada trabajador se mantendrán durante la vida laboral del trabajador y después de ella, al menos hasta que el trabajador alcance la edad de 75 años y durante no menos de 30 años tras el cese del trabajo en el que el trabajador estuvo sometido a exposición ocupacional.

Artículo 133.- Los registros de la exposición ocupacional incluirán:

- a) información sobre la naturaleza general de las tareas en las que el trabajador ha estado sometido a exposición ocupacional;
- b) información sobre las fechas del empleo con cada titular de autorización, sobre las dosis, las exposiciones y las incorporaciones en cada uno de esos empleos; en el caso de trabajadores que estén o hayan estado expuestos en más de una entidad;
- c) registros de cualquier evaluación de dosis, exposiciones e incorporaciones debidas a medidas adoptadas en situaciones de emergencia o debidas a accidentes u otros incidentes, que se distinguirán de las evaluaciones de dosis, exposiciones e incorporaciones debidas a condiciones normales de trabajo y que incluirán referencias a informes de toda investigación pertinente.

Artículo 134.- Los empleadores y los representantes legales, en relación con los registros de la exposición ocupacional deberán:

- a) facilitar a los trabajadores el acceso a sus registros de su exposición ocupacional;
- b) facilitar a personas con responsabilidades relacionadas con el programa de vigilancia de la salud de los trabajadores y a la ARNR el acceso a los registros sobre exposición ocupacional de los trabajadores;
- c) facilitar el suministro de copias de los registros de la exposición de los trabajadores a los nuevos representantes legales o empleadores, cuando los trabajadores cambien de empleo;
- d) facilitar el suministro de copia de su registro de la exposición ocupacional al trabajador cuando éste renuncie;
- e) disponer lo necesario para conservar los registros sobre la exposición de antiguos trabajadores;
- f) mantener la confidencialidad de los registros, al cumplir lo dispuesto en los apartados precedentes.

Artículo 135.- Si los representantes legales dejan de realizar actividades en las que los trabajadores están sometidos a exposición ocupacional, adoptarán las medidas necesarias para que la ARNR o un registro estatal,



o el empleador pertinente, según convenga, conserven los registros sobre la exposición ocupacional de los trabajadores.

Vigilancia de la salud de los trabajadores

Artículo 136.- Los representantes legales son responsables por garantizar que los programas sobre la vigilancia de la salud de los trabajadores requeridos:

- a) se basen en los principios generales de salud ocupacional⁽³⁾
- b) se diseñen de forma que evalúen la aptitud inicial y permanente de los trabajadores para las tareas a las que se destinen.

Artículo 137.- Si uno o más trabajadores han de realizar tareas en las que estén o pudieran estar expuestos a la radiación procedente de una fuente que no esté controlada por su empleador, el titular de autorización responsable de la fuente adoptará junto con el empleador, como condición previa para el empleo de esos trabajadores, toda disposición especial para la vigilancia de la salud de los trabajadores que sea necesaria a fin de cumplir las reglas establecidas por la ARNR.

Información, instrucción y capacitación

Artículo 138.- Los representantes legales son responsables por:

- a) facilitar a todos los trabajadores información suficiente: sobre los riesgos para la salud debidos a su exposición ocupacional durante el funcionamiento normal, en casos de incidentes operacionales previstos y en condiciones de accidente;
- b) facilitar instrucción y capacitación suficientes y readiestramiento periódico en protección y seguridad, así como información suficiente sobre la importancia de sus acciones en relación con la protección y la seguridad;
- c) facilitar a los trabajadores que podrían participar en la respuesta a una emergencia o verse afectados por ella, información apropiada, instrucción, capacitación y readiestramiento periódico suficientes, en relación con la protección y la seguridad;
- d) mantener registros de la capacitación brindada a cada trabajador.

Condiciones de Servicio

Artículo 139.- No se podrán conceder, ni utilizar en sustitución de medidas de protección y seguridad radiológicas conforme a los requisitos del presente Reglamento, compensaciones especiales o tratamiento de preferencia en lo que respecta al salario, horas de trabajo, duración de las vacaciones, días libres suplementarios o beneficios especiales para jubilación o retiro.

Artículo 140.- Cuando se determine, por parte de la ARNR, o en el contexto del programa de vigilancia de la salud prescrito por el presente Reglamento que, por razones de salud, el trabajador no puede continuar en un empleo que implique exposición ocupacional, los empleadores deberán hacer todo esfuerzo razonable para dar al trabajador un empleo sustitutivo adecuado, en correspondencia con la legislación vigente.

Artículo 141.- Los representantes legales son responsables por facilitar a las trabajadoras que podrían entrar en zonas controladas o zonas supervisadas o que podrían realizar tareas de emergencia información apropiada sobre:

- a) el riesgo para el embrión o el feto debido a la exposición de una mujer embarazada;
- b) la importancia de que una trabajadora avise cuanto antes, si sospecha que está embarazada o si está amamantando;
- c) el riesgo de efectos en la salud de un lactante al que se esté amamantando debido a la ingestión de sustancias radiactivas.



Artículo 142.- La notificación de una trabajadora al titular de autorización sobre sospecha de embarazo o que está amamantando, no se considerará razón para excluir a la trabajadora del trabajo. El empleador o el representante legal que haya sido notificado por una trabajadora de que podría estar embarazada o de que está amamantando, adaptará las condiciones de trabajo en relación con la exposición ocupacional, a fin de asegurar que se da al embrión o al feto o al lactante el mismo grado de protección que se requiere para los miembros del público.

Artículo 143.- Los empleadores y los representantes legales son responsables por garantizar que ningún menor de 16 años esté o pueda estar sometido a exposición ocupacional.

Artículo 144.- Los empleadores y los representantes legales asegurarán que a los menores de 18 años sólo se le permita el acceso a una zona controlada bajo supervisión y sólo con fines de capacitación para un empleo en el que estén o puedan estar sujetos a exposición ocupacional, o con el fin de realizar estudios en los que se utilicen fuentes.

EXPOSICIÓN DEL PÚBLICO

Requisitos Generales

Artículo 145.- Los requisitos relativos a la exposición del público en situaciones de exposición planificadas se aplican a la exposición del público debida a una práctica o a una fuente adscrita a una de las prácticas, establecidas en el presente Reglamento.

Artículo 146.- Los representantes legales, en cooperación con los suministradores y los proveedores de productos de consumo, deben aplicar los requisitos del presente Reglamento y verificar y demostrar su cumplimiento, según especifique la ARNR, en relación con toda exposición del público causada por una fuente de la que sean responsables.

Artículo 147.- Los representantes legales, en cooperación con los suministradores, al aplicar el principio de la optimización de la protección y la seguridad en el diseño, la planificación, la operación y la retirada del servicio de una instalación o una fuente (o el cierre y el período posterior al cierre en el caso de las instalaciones de disposición final de desechos), 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 operación de fuentes similares o la realización de prácticas similares;
- c) los posibles aumentos 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.

Artículo 148.- Los representantes legales, cuando se trate de fuentes bajo su responsabilidad, deben establecer, aplicar y mantener:

- a) políticas, procedimientos y disposiciones organizativas para la protección y la seguridad en relación con la exposición del público, de acuerdo con los requisitos expuestos en el presente Reglamento;
- b) medidas para garantizar:
 - i. la optimización de la protección y la seguridad;
 - ii. la limitación de la exposición de miembros del público a esas fuentes, de acuerdo con la autorización.
- c) medidas para asegurar la seguridad de esas fuentes;
- d) provisiones de recursos adecuados y suficientes (con inclusión de instalaciones, equipo y servicios) para la protección y seguridad de los miembros del público, proporcionales a la magnitud y la probabilidad de las exposiciones;



- e) programas para la capacitación adecuada de personal con funciones relacionadas con la protección y la seguridad de los miembros del público, así como el readiestramiento periódico según se precise, para asegurar el grado de competencia necesario;
- f) provisiones de equipo de monitoreo adecuado, programas de vigilancia y métodos para evaluar la exposición del público;
- g) registros adecuados sobre la vigilancia y el monitoreo;
- h) planes de emergencia, procedimientos de emergencia y medidas de respuesta a emergencias, de acuerdo con la naturaleza y la magnitud de los riesgos radiológicos asociados a las fuentes.

Artículo 149.- La ARNR establece, en las guías correspondientes, restricciones de dosis y de riesgos que deben utilizarse en la optimización de la protección y la seguridad para los miembros del público. Al establecer restricciones respecto de una fuente adscrita a una práctica, la ARNR tendrá en cuenta, según proceda:

- a) las características de la fuente y de la práctica que sean importantes desde el punto de vista de la exposición del público;
- b) las buenas prácticas en la operación de fuentes similares;
- c) las contribuciones a la dosis a partir de otras prácticas autorizadas o de posibles prácticas autorizadas futuras, estimadas en la fase de diseño y planificación, de modo que se prevea que la dosis total a los miembros del público no sobrepase el límite de dosis en ningún momento después de que se comience a utilizar la fuente;
- d) las opiniones de las partes interesadas.

Visitantes

Artículo 150.- Los representantes legales y los empleadores son responsables por:

- a) aplicar a los visitantes de una zona controlada o una zona supervisada los requisitos del presente reglamento relativos a la exposición del público que procedan;
- b) velar por que los visitantes vayan acompañados en cualquier zona controlada por una persona que conozca las medidas de protección y seguridad de la zona controlada;
- c) ofrecer información e instrucciones adecuadas a los visitantes antes de que entren en una zona controlada o una zona supervisada, a fin de ofrecer protección y seguridad a los visitantes y otras personas que podrían verse afectadas por sus acciones;
- d) asegurar que se mantiene un control adecuado de la entrada de visitantes a una zona controlada o una zona supervisada, incluso mediante el uso de signos para esas zonas.

Exposición externa y contaminación en zonas accesibles a los miembros del público

Artículo 151.- Los representantes legales asegurarán que si una fuente de radiación puede dar lugar a la exposición externa de miembros del público:

- a) los planos y la disposición del equipo de todas las nuevas instalaciones que utilicen esas fuentes, así como toda modificación importante en instalaciones existentes, estén sometidas, según corresponda, a examen y aprobación por la ARNR antes de la puesta en servicio;
- b) se facilite blindaje y otras medidas protectoras, incluido el control del acceso, según corresponda, para limitar la exposición del público, en particular en emplazamientos abiertos como en el caso de algunas aplicaciones de radiografía industrial.

Artículo 152.- Los representantes legales son responsables por:

- a) establecer disposiciones específicas para el confinamiento en relación con el diseño y la explotación de una fuente que pudiera causar la propagación de la contaminación en zonas accesibles a los miembros del público;
- b) aplicar medidas protectoras para limitar la exposición del público debida a la contaminación en zonas dentro de una instalación accesible a miembros del público.



Desechos radiactivos y descargas al medio ambiente

Artículo 153.- Los representantes legales son responsables por asegurar que los desechos radiactivos y las descargas de materiales radiactivos al medio ambiente se gestionen de acuerdo con las regulaciones específicas vigentes y en correspondencia con los límites, condiciones y controles establecidos por la ARNR.

Artículo 154.- Los representantes legales, en cooperación con los suministradores, según corresponda:

- a) velarán 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;
- b) velarán por que los desechos radiactivos se gestionen de acuerdo con los requisitos establecidos en el presente Reglamento y otras normas nacionales aplicables y de acuerdo con la autorización pertinente;
- c) velarán por que exista un procesamiento por separado de los distintos tipos de desechos radiactivos, si así lo justifica la diversidad de factores, tales como el contenido de radionúclidos, el período de semi-desintegración, la concentración de la actividad, el volumen y las propiedades físicas y químicas, teniendo en cuenta las opciones existentes para el almacenamiento y la disposición final de desechos, sin descartar la mezcla de desechos a los efectos de la protección y la seguridad;
- d) velarán por que las actividades de gestión previa a la disposición final, así como la disposición final de desechos radiactivos se realicen de acuerdo con los requisitos y las normas nacionales aplicables y de acuerdo con la autorización;
- e) mantendrán un inventario de todos los desechos radiactivos que se generen, almacenen, trasladen o sometan a disposición temporal o final;
- f) elaborarán y aplicarán una estrategia de gestión de desechos radiactivos y aportarán las pruebas correspondientes de que se optimizan la protección y la seguridad.

Artículo 155.- Los representantes legales, en cooperación con los suministradores, al solicitar una autorización de descarga deben:

- a) determinar las características y la actividad de los materiales que vayan a descargarse, así como los posibles puntos y métodos de descarga;
- b) determinar, por medio de un estudio pre-operacional adecuado, todas las vías de exposición significativas por las que los radionúclidos descargados podrían causar la exposición de los miembros del público;
- c) tener en cuenta los resultados de la evaluación del posible impacto ambiental radiológico, realizada de acuerdo con los requisitos establecidos al efecto;
- d) evaluar las dosis que podrá recibir la persona representativa a causa de las descargas planificadas, las que corresponderán a dosis por debajo de los límites de dosis teniendo en cuenta los resultados de la optimización de la protección y la seguridad;
- e) considerar las buenas prácticas en la explotación de instalaciones o la ejecución de actividades similares;
- f) examinar los impactos radiológicos ambientales de forma integrada junto con características del sistema de protección y seguridad, de acuerdo con lo requerido por la ARNR;
- g) tener en cuenta la flexibilidad operacional;
- h) presentar a la ARNR los resultados de los requisitos establecidos en los apartados a) al f) del presente Artículo, como base de la propuesta de los límites de descarga que deberán ser aprobados por esta Autoridad, así como de las condiciones para su aplicación;
- i) utilizar estos límites como criterios para demostrar el cumplimiento, tras haberse iniciado el funcionamiento de una instalación;

Artículo 156.- Los representantes legales deben examinar y modificar sus medidas de control de las descargas, según proceda y de acuerdo con lo requerido por la ARNR, teniendo en cuenta:

- a) la experiencia operacional;
- 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.

Artículo 157.- Los representantes legales deben garantizar el cumplimiento de los límites y condiciones operacionales relacionadas con la exposición del público, así como de los límites autorizados para las descargas.



Vigilancia radiológica

Artículo 158.- Los representantes legales, cuando lo disponga la ARNR son responsables por:

- a) establecer y ejecutar programas de monitoreo 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. Estos programas incluirán, según proceda, el monitoreo de los elementos siguientes:
 - i. la exposición externa debida a esas fuentes;
 - ii. las descargas;
 - iii. la radiactividad en el medio ambiente;
 - iv. otros parámetros importantes para evaluar la exposición del público.
- b) mantener registros adecuados de los resultados de los programas de monitoreo y de las dosis que se estime reciban los miembros del público;
- c) notificar o facilitar los resultados del programa de monitoreo a la ARNR a intervalos aprobados, incluyendo, según proceda, los niveles y la composición de las descargas, las tasas de dosis en el límite del emplazamiento y en locales abiertos a los miembros del público, los resultados del monitoreo del medio ambiente y las evaluaciones retrospectivas de las dosis que haya recibido la persona representativa;
- d) informar rápidamente a la ARNR de los niveles que rebasen los límites y condiciones operacionales relacionados con la exposición del público, entre ellos los límites de descarga autorizados, de conformidad con los criterios de notificación establecidos;
- e) informar rápidamente a la ARNR de todo aumento significativo de la tasa de dosis o de las concentraciones de radionúclidos en el medio ambiente que pueda atribuirse a la práctica autorizada, ;
- f) adquirir y mantener capacidad para llevar a cabo actividades de monitoreo en una emergencia, en caso de incrementos imprevistos de los niveles de radiación o de las concentraciones de radionúclidos en el medio ambiente como consecuencia de accidentes u otros sucesos poco comunes atribuidos a la fuente o instalación autorizada;
- g) verificar la validez de las hipótesis formuladas para la evaluación de la exposición del público y de los impactos radiológicos ambientales;
- h) publicar o facilitar previa solicitud, según proceda, los resultados de los programas de monitoreo de fuentes y monitoreo del medio ambiente y los de las evaluaciones de las dosis recibidas por exposición del público.

Productos de consumo

Artículo 159.- Los proveedores de productos de consumo velarán por que no se pongan a disposición del público, a menos que la justificación de su uso haya sido aprobada por la ARNR, y que su uso haya quedado exento, o se haya autorizado su suministro.

Artículo 160.- En la solicitud de autorización para suministrar al público productos de consumo el solicitante debe proporcionar documentos para demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente reglamento.

Artículo 161.- Los proveedores de productos de consumo:

- a) cumplirán las condiciones de la autorización para suministrar esos productos al público;
- b) velarán por que dichos productos se ajusten a los requisitos establecidos en las presentes Normas;
- c) adoptarán con antelación las disposiciones adecuadas para la revisión, el mantenimiento, el reciclaje o la disposición final de esos productos.

Artículo 162.- Los proveedores de productos de consumo velarán por qué:

- a) cuando sea posible, se fije firmemente a una superficie visible de cada producto de consumo una etiqueta legible que:



- i) indique que el producto de consumo contiene sustancias radiactivas y señale los radionucleidos presentes y sus actividades;
 - ii) indique que el suministro del producto de consumo al público ha sido autorizado por el órgano regulador;
 - iii) proporcione información sobre las opciones requeridas o recomendadas para el reciclaje o la disposición final;
- b) la información especificada en el apartado a) supra esté también impresa en forma legible en el envase del producto de consumo.

Artículo 163.- Los proveedores de productos de consumo facilitarán con cada producto información e instrucciones claras y adecuadas sobre:

- a) la instalación, el uso y el mantenimiento correctos del producto de consumo;
- b) las cuestiones de mantenimiento y reparación;
- c) los radionucleidos presentes y sus actividades en una fecha determinada;
- d) las tasas de dosis en condiciones de funcionamiento normal y durante las actividades de mantenimiento y reparación;
- e) las opciones requeridas o recomendadas para el reciclaje o la disposición final.

Artículo 164.- Los proveedores de productos de consumo facilitarán a los minoristas de esos productos información adecuada sobre la seguridad e instrucciones sobre su transporte y almacenamiento.

EXPOSICIÓN MÉDICA

Artículo 165.- Los requisitos relativos a la exposición médica en situaciones de exposición planificadas se aplican a todas las exposiciones médicas, comprendidas las exposiciones voluntarias, involuntarias y accidentales.

Artículo 166.- Los límites de dosis no se aplican a las exposiciones médicas.

Artículo 167.- Los representantes legales son responsables para que ningún paciente, sintomático o asintomático, se someta a exposición médica a menos que:

- a) el procedimiento radiológico haya sido solicitado por un médico y se haya facilitado información sobre el contexto clínico, o forme parte de un programa aprobado de detección de enfermedades;
- b) la exposición médica haya sido justificada mediante consultas entre el médico que aplica procedimientos radiológicos y el médico que los solicita según corresponda, o forme parte de un programa aprobado de detección de enfermedades;
- c) un médico que aplica procedimientos radiológicos haya asumido la responsabilidad con respecto a la protección y la seguridad en la planificación y administración de la exposición médica;
- d) se haya informado al paciente o al tutor legal del paciente, según corresponda, de los beneficios diagnósticos o terapéuticos previstos del procedimiento radiológico, así como de los riesgos radiológicos.

Artículo 168.- Los representantes legales son responsables por que ninguna persona sufra exposición médica como parte de un programa de investigación biomédica, a menos que la exposición haya sido aprobada por la ARNR y un comité de ética y el médico que aplica procedimientos radiológicos haya asumido la responsabilidad por la seguridad. Los representantes legales deben garantizar el cumplimiento de los requisitos especificados en relación con la optimización de la protección y la seguridad de las personas sometidas a exposición como parte de un programa de investigación biomédica.

Artículo 169.- Los representantes legales son responsables por que ninguna persona sufra exposición médica, en calidad de cuidador o acompañante, a menos que haya recibido información pertinente sobre la protección radiológica y los riesgos radiológicos y haya indicado haber comprendido dicha información, antes de dar alivio y ayuda a una persona que esté sometida a un procedimiento radiológico. Los representantes legales deben garantizar el cumplimiento de los requisitos específicos de seguridad radiológica, en relación con la optimización



de la protección y la seguridad en cualquier procedimiento en que una persona actúe como cuidador o acompañante.

Artículo 170.- Los representantes legales deben asegurar que el personal (médico que aplica procedimientos radiológicos, físicos médicos, tecnólogos en el uso de las radiaciones en la medicina, responsable de protección radiológica y cualquier otro profesional de la salud con funciones específicas en relación con la protección radiológica de los pacientes) asuma las responsabilidades especificadas en el presente reglamento únicamente si:

- a) están especializados (reconocidos por el órgano profesional competente y el Ministerio de Salud) en la esfera pertinente;
- b) cumplen los requisitos respectivos en materia de enseñanza, capacitación y competencia en protección radiológica, establecidos por la ARNR;
- c) la ARNR fue debidamente informada por escrito de las diferentes responsabilidades y funciones de cada uno de los trabajadores involucrados.

Artículo 171.- Los representantes legales deben garantizar que:

- a) el médico que aplica procedimientos radiológicos al realizar o supervisar dicho procedimiento, haya asumido la responsabilidad de garantizar la protección y la seguridad general de los pacientes durante la planificación y administración de la exposición médica, comprendidas la justificación del procedimiento y la optimización de la protección y la seguridad, en cooperación con el físico médico y el tecnólogo en el uso de las radiaciones en la medicina;
- b) los médicos que aplican procedimientos radiológicos, los físicos médicos, los tecnólogos en el uso de las radiaciones en la medicina y otros profesionales de la salud con funciones específicas en materia de protección y seguridad de los pacientes en el marco de un procedimiento radiológico determinado, hayan recibido y demostrado la capacitación adecuada;
- c) se cuente con suficiente personal médico y paramédico, conforme a lo especificado por el Ministerio de Salud (MS);
- d) en el caso de los usos terapéuticos de las radiaciones, los requisitos establecidos en el presente Reglamento relativos a la calibración, dosimetría y garantía de calidad, así como a la aceptación y puesta en servicio de equipo radiológico médico, sean cumplidos por un físico médico o alguien bajo su supervisión, o algún individuo que acredite previamente formación o capacidad equivalente;
- e) en el caso de los procedimientos radiológicos de diagnóstico y los procedimientos de intervención guiados por imágenes, los requisitos del presente Reglamento relativos a la obtención de imágenes médicas, calibración, dosimetría y garantía de calidad, así como a la aceptación y puesta en servicio de equipo radiológico médico, sean cumplidos por un físico médico, o bajo su supervisión, o con el asesoramiento por escrito de un físico médico, cuyo grado de participación esté determinado por la complejidad de los procedimientos radiológicos y los riesgos radiológicos conexos;
- f) conste por escrito la asignación de las responsabilidades del personal mencionado en el presente Artículo, en el marco del correspondiente programa de protección radiológica.

Justificación

Artículo 172.- Los representantes legales deben garantizar que las exposiciones médicas estén justificadas. Las exposiciones médicas se justificarán sopesando, por una parte, los beneficios diagnósticos o terapéuticos previstos que éstas ofrecen y, por otra, el detrimento por la radiación que podrían causar, teniendo en cuenta los beneficios y riesgos de técnicas alternativas disponibles que no involucran exposición médica.

Artículo 173.- La justificación genérica de un procedimiento radiológico correrá a cargo del Ministerio de Salud, conjuntamente con las sociedades profesionales competentes y se examinará periódicamente, teniendo en cuenta los adelantos científicos y tecnológicos.

Artículo 174.- La justificación de la exposición médica de un paciente se realiza en consulta entre el médico que aplica procedimientos radiológicos y el médico que solicita un procedimiento radiológico, según proceda, teniendo



en cuenta, en particular en el caso de las pacientes embarazadas o en lactancia, o de los pacientes pediátricos, lo siguiente:

- a) la idoneidad de la solicitud;
- b) la urgencia del procedimiento;
- c) las características de la exposición médica;
- d) las características del paciente;
- e) la información pertinente de los procedimientos radiológicos anteriores del paciente.

Artículo 175.- La justificación de los procedimientos radiológicos que deban realizarse como parte de un programa de detección de enfermedades para poblaciones asintomáticas correrá a cargo del MS, conjuntamente con las sociedades profesionales competentes.

Artículo 176.- En el caso de todo procedimiento radiológico que se tenga previsto realizar en una persona asintomática, para la detección temprana de una enfermedad, pero no como parte de un programa aprobado de detección de enfermedades, el médico que aplica procedimientos radiológicos y el médico que solicita un procedimiento radiológico deben elaborar una justificación específica para esa persona, de conformidad con las directrices de las sociedades profesionales competentes y del MS. En el marco de este proceso, la persona será informada, por anticipado, de los beneficios, riesgos y limitaciones que se esperan del procedimiento.

Artículo 177.- La exposición médica de voluntarios en el marco de un programa de investigación biomédica se considera injustificada a menos que:

- a) esté en conformidad con las disposiciones de la Declaración de Helsinki⁽⁴⁾ y tenga en cuenta las directrices publicadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas⁽⁵⁾ junto con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica⁽⁶⁾;
- b) esté supeditada a la aprobación de un comité de ética o de otros órganos que tenga funciones similares, a cualquier restricción de dosis que pueda especificarse, así como a las regulaciones nacionales.

Optimización de la protección y la seguridad

Artículo 178.- Los representantes legales, en cooperación con los suministradores, además de garantizar el cumplimiento de las responsabilidades establecidas en este reglamento, según proceda, velarán porque el equipo radiológico médico y los programas informáticos que puedan influir en la administración de la exposición médica se utilicen solamente si se ajustan a las normas aplicables de la Comisión Electrotécnica Internacional y de la Organización Internacional de Normalización o a las regulaciones nacionales.

Artículo 179.- En el caso de los procedimientos radiológicos de diagnóstico y los procedimientos de intervención guiados por imágenes, el médico que aplica procedimientos radiológicos, en cooperación con el tecnólogo en el uso de las radiaciones en la medicina y el físico médico y, si procede, con el radiofarmacéutico o radioquímico, debe garantizar:

- a) el uso del equipo radiológico médico y los programas informáticos apropiados y en el caso de la medicina nuclear, los radiofármacos apropiados;
- b) el empleo de las técnicas y los parámetros apropiados para someter al paciente a una exposición médica que sea la mínima necesaria para cumplir el objetivo clínico del procedimiento, teniendo en cuenta las normas pertinentes relativas a la calidad aceptable de la imagen y los niveles de referencia diagnósticos pertinentes establecidos a nivel nacional, regional o internacional.

Artículo 180.- En el caso de los procedimientos radiológicos terapéuticos, el médico que aplica procedimientos radiológicos, en cooperación con el físico médico y el tecnólogo en el uso de las radiaciones en la medicina debe asegurar que, en cada paciente, la exposición al tejido sano, distinto del volumen blanco de planificación, sea optimizado de manera que sea tan baja como razonablemente pueda alcanzarse (ALARA), en consonancia con la administración de la dosis prescrita al volumen blanco de planificación, dentro de los límites de tolerancia requeridos.



Artículo 181.- En el caso de los procedimientos radiológicos terapéuticos en que se administran radiofármacos, el médico que aplica procedimientos radiológicos, en cooperación con el físico médico y el tecnólogo en el uso de las radiaciones en la medicina y, si procede, con el radiofarmacéutico o radioquímico, debe asegurar que, para cada paciente, se seleccione y administre el radiofármaco apropiado con la actividad apropiada para que la dosis se concentre principalmente en el órgano de interés y que en el resto del cuerpo se mantenga en el nivel más bajo que razonablemente pueda alcanzarse.

Artículo 182.- Los representantes legales deben garantizar que se tengan en cuenta los aspectos específicos de las exposiciones médicas en el proceso de optimización para:

- a) los pacientes pediátricos;
- b) las personas, que forman parte de un programa de detección de enfermedades;
- c) los voluntarios, en el marco de un programa de investigación biomédica;
- d) las dosis relativamente altas administradas al paciente;
- e) la exposición del embrión o feto, en particular en el caso de los procedimientos radiológicos en que la pelvis o el abdomen de la mujer embarazada esté expuesto al haz de radiación útil o, de lo contrario, pueda recibir una dosis importante;
- f) la exposición de un niño lactante, como resultado de que una paciente esté sometida a un procedimiento radiológico con radiofármacos.

Artículo 183.- A los fines de garantizar el cumplimiento de lo dispuesto para la protección médica, se deberá contar con un físico médico quien debe garantizar que:

- a) todas las fuentes que den origen a una exposición médica, se calibren utilizando protocolos aceptados a nivel nacional o internacional;
- b) las calibraciones se realicen en el momento de poner en servicio el equipo radiológico, antes de su uso clínico, tras todo procedimiento de mantenimiento que pueda tener efectos en la dosimetría y de acuerdo a los periodos aprobados por la ARNR;
- c) las calibraciones de unidades de radioterapia se sometan a una verificación independiente antes de su uso clínico;
- d) la calibración de todos los dosímetros utilizados para la dosimetría de los pacientes y para la calibración de las fuentes sea trazable a un laboratorio de calibración dosimétrica reconocido por la ARNR.

Artículo 184.- Los representantes legales deben garantizar que el físico médico realice la dosimetría de los pacientes y registre los resultados correspondientes, o que todo ello se realice bajo la supervisión de un físico médico, utilizando dosímetros calibrados y ajustándose a los protocolos aceptados a nivel internacional o nacional, así como la dosimetría para determinar lo siguiente:

- a) en el caso de las exposiciones médicas con fines de diagnóstico, las dosis típicas que reciben los pacientes en procedimientos radiológicos comunes;
- b) en procedimientos de intervención guiados por imágenes, las dosis típicas que reciben los pacientes;
- c) en el caso de procedimientos radiológicos terapéuticos, las dosis absorbidas en el volumen blanco de planificación para cada paciente tratado con terapia de haces externos o braquiterapia y las dosis absorbidas en los tejidos u órganos de cada paciente, que el médico que aplica procedimientos radiológicos, considere pertinente;
- d) en el caso de procedimientos radiológicos terapéuticos con fuentes no selladas, las dosis absorbidas típicas que reciben los pacientes.

Artículo 185.- Los representantes legales deben garantizar que se utilicen los niveles de referencia diagnósticos pertinentes, en la optimización de las exposiciones médicas producidas en la obtención de imágenes médicas, así como en los procedimientos de intervención guiados por imágenes. Estos niveles de referencia diagnósticos se basarán, en estudios a gran escala realizados a nivel nacional o en valores internacionales publicados que sean apropiados para las circunstancias nacionales.



Artículo 186.- Los representantes legales deben garantizar que se realicen mediciones para determinar si la optimización de la protección y la seguridad de los pacientes es adecuada, o si se precisa una medida correctora de los niveles de referencia utilizados, para un procedimiento radiológico determinado, en caso de que:

- a) las dosis o actividades típicas superen el nivel de referencia diagnóstico pertinente; o
- b) las dosis o actividades típicas sean considerablemente inferiores al nivel de referencia diagnóstico pertinente y las exposiciones no proporcionen información de diagnóstico útil o no reporten al paciente el beneficio médico previsto.

Artículo 187.- Los representantes legales, al aplicar los requisitos del presente reglamento relativos a los sistemas de gestión, deben establecer un programa de aseguramiento y control de la calidad en las exposiciones médicas con la participación activa de físicos médicos, médicos que aplican procedimientos radiológicos, tecnólogos en el uso de las radiaciones en la medicina y en las instalaciones complejas de medicina nuclear, radio farmacéuticos y radioquímicos, junto con otros profesionales de la salud, según corresponda. Se tendrán en cuenta los principios establecidos por la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud y el Ministerio de Salud.

Artículo 188.- Los representantes legales deben garantizar que los programas de aseguramiento y control de calidad en las exposiciones médicas, incluyan :

- a) mediciones de los parámetros físicos del equipo radiológico médico, hechas por un físico médico o bajo su supervisión:
 - i. en el momento de la aceptación y la puesta en servicio del equipo antes de su uso clínico en los pacientes;
 - ii. periódicamente en lo sucesivo;
 - iii. tras todo procedimiento importante de mantenimiento que pueda afectar a la protección y seguridad de los pacientes;
 - iv. tras toda instalación de nuevos programas informáticos o modificación de los ya existentes que pueda afectar a la protección y seguridad de los pacientes;
- b) la aplicación de medidas correctoras si los valores medidos de los parámetros físicos mencionados en el apartado a) rebasan los límites de tolerancia establecidos;
- c) la verificación de los factores físicos y clínicos apropiados utilizados en los procedimientos radiológicos;
- d) el mantenimiento de registros de los procedimientos y resultados pertinentes;
- e) comprobaciones periódicas de la calibración y las condiciones de funcionamiento del equipo de dosimetría y de monitoreo.

Artículo 189.- Los representantes legales realizarán auditorías periódicas e independientes del programa de aseguramiento y control de la calidad en las exposiciones médicas y que su frecuencia esté en consonancia con la complejidad de los procedimientos radiológicos que se realicen y los riesgos conexos.

Artículo 190.- Los representantes legales deben garantizar que se utilicen las restricciones de dosis pertinentes, establecidas por la ARNR para cada práctica, en la optimización de la protección y la seguridad de cualquier procedimiento en que una persona actúe como cuidador o acompañante.

Pacientes embarazadas y en período de lactancia

Artículo 191.- Los representantes legales deben garantizar que se coloquen señales e instrucciones en lugares públicos, salas de espera para pacientes y otros lugares apropiados y se utilicen también otros medios de comunicación, según proceda, para solicitar a las pacientes que deban someterse a un procedimiento radiológico que informen al médico que aplica procedimientos radiológicos, al tecnólogo en el uso de las radiaciones en la medicina o a otro miembro del personal de salud, en caso de que la paciente:

- a) esté o pueda estar embarazada;
- b) se encuentre en periodo de lactancia y el procedimiento radiológico previsto incluya la administración de un radiofármaco.



Artículo 192.- Los representantes legales deben garantizar que existan procedimientos para determinar si una paciente en edad de procrear está embarazada, antes de realizar un procedimiento radiológico que pueda dar lugar a una dosis importante para el embrión o el feto, de modo que esta información pueda tenerse en cuenta en la justificación del procedimiento radiológico así como en la optimización de la protección y la seguridad.

Artículo 193.- Los representantes legales deben asegurar que existan mecanismos para establecer si una paciente está o no en periodo de lactancia, antes de realizar un procedimiento radiológico que implique la administración de un radiofármaco que pueda dar lugar a una dosis importante para un lactante al que se esté amamantando, de modo que esta información pueda tenerse en cuenta en la justificación del procedimiento radiológico y en la optimización de la protección y la seguridad.

Alta de los pacientes después de la terapia con radionúclidos

Artículo 194.- El médico que aplica procedimientos radiológicos, es responsable por que ningún paciente sometido a un procedimiento terapéutico con fuentes selladas o no selladas, reciba el alta hasta que el responsable de protección radiológica de la entidad o un físico médico, determine que:

- a) la actividad de los radionúclidos presentes en el paciente es tal, que las dosis que podrían recibir los miembros del público y los familiares se ajustarían a los requisitos establecidos por la ARNR y
- b) se han facilitado al paciente o al tutor legal del paciente:
 - i. instrucciones por escrito para mantener las dosis que reciban las personas en contacto con el paciente o cerca de él, en el nivel más bajo posible que razonablemente pueda alcanzarse, así como para evitar la propagación de la contaminación;
 - ii. información sobre los riesgos radiológicos.

Investigación de exposiciones médicas involuntarias y accidentales

Artículo 195.- Los representantes legales deben asegurar que se adopten todas las medidas factibles para reducir al mínimo la probabilidad de que se produzcan exposiciones médicas involuntarias o accidentales, debidas a errores de diseño y fallos operacionales del equipo radiológico médico, a fallos y errores de programas informáticos o como consecuencia de errores humanos.

Artículo 196.- Los representantes legales deben investigar en el término que disponga la ARNR cualquiera de las exposiciones médicas involuntarias o accidentales siguientes:

- a) todo tratamiento médico administrado a la persona equivocada o al tejido equivocado del paciente, o mediante el radiofármaco equivocado, o con una actividad, dosis o fraccionamiento de la dosis que difieran considerablemente (por encima o por debajo) de los valores prescritos por el médico que aplica procedimientos radiológicos o que puedan ocasionar efectos secundarios demasiado graves;
- b) todo procedimiento radiológico de diagnóstico o procedimiento de intervención guiado por imágenes en que la persona equivocada o el tejido equivocado del paciente se someta a exposición;
- c) toda exposición con fines de diagnóstico que sea considerablemente superior a la prevista;
- d) toda exposición ocasionada por un procedimiento de intervención guiado por imágenes, que sea considerablemente superior a la prevista;
- e) toda exposición accidental del embrión o feto durante la realización de un procedimiento radiológico;
- f) todo fallo del equipo radiológico médico, del programa informático o del sistema, o accidente, error, contratiempo u otro suceso poco usual, que podría ser causa de que el paciente sufra una exposición médica considerablemente diferente de la prevista.

Artículo 197.- Los representantes legales, con relación a toda exposición médica involuntaria o accidental investigada deben:

- a) calcular o estimar las dosis recibidas y su distribución en el organismo del paciente;



- b) indicar las medidas correctoras necesarias para evitar la repetición de tal exposición médica involuntaria o accidental;
- c) aplicar todas las medidas correctoras que les competan;
- d) elaborar un informe que exponga la causa de la exposición médica involuntaria o accidental e incluya la información especificada en los apartados anteriores y remitirlo a la ARNR;
- e) velar por que el médico que aplica procedimientos radiológicos informe acerca de la exposición médica involuntaria o accidental al médico que solicita un procedimiento radiológico y al paciente o al tutor legal del paciente.

Revisiones periódicas de protección radiológica.

Artículo 198- Los representantes legales deben garantizar que se realicen revisiones periódicas del programa de protección radiológica por parte de los médicos que aplican procedimientos radiológicos en la instalación, en cooperación con los tecnólogos en el uso de las radiaciones en la medicina y los físicos médicos. Las revisiones incluirán una investigación y un examen crítico de la aplicación práctica actual de los principios de protección radiológica relacionados con la justificación y la optimización de los procedimientos radiológicos que se realizan en la instalación.

Registros

Artículo 199.- Los representantes legales deben mantener durante el período que especifique la ARNR y facilitar, según se requiera, los siguientes registros del personal:

- a) registros de toda asignación de responsabilidades, de acuerdo al programa de protección radiológica presentado al momento de solicitar la licencia o autorización correspondiente;
- b) registros de la capacitación del personal en protección radiológica de acuerdo con lo establecido por la ARNR.

Artículo 200.- Los representantes legales deben mantener durante el período que especifique la ARNR y facilitar, según se requiera, los siguientes registros de calibración, dosimetría y aseguramiento de la calidad:

- a) registros de los resultados de las calibraciones y comprobaciones periódicas de los parámetros físicos y clínicos pertinentes seleccionados durante el tratamiento de los pacientes;
- b) registros de la dosimetría de los pacientes;
- c) registros de las mediciones y evaluaciones realizados con respecto a los niveles de referencia diagnósticos;
- d) registros asociados al programa de aseguramiento de la calidad;

Artículo 201.- Los representantes legales deben mantener durante el período que especifique la ARNR y facilitar, según se requiera, los siguientes registros de las exposiciones médicas:

- a) en el caso de la radiología de diagnóstico, la información necesaria para la evaluación retrospectiva de las dosis, incluidos el número de exposiciones y la duración de los procedimientos radiológicos fluoroscópicos;
- b) en el caso de los procedimientos de intervención guiados por imágenes, la información necesaria para la evaluación retrospectiva de las dosis, incluidos la duración del componente fluoroscópico, la duración de los procedimientos y el número de imágenes obtenidas;
- c) en el caso de la medicina nuclear, los tipos de radiofármacos administrados y su actividad;
- d) en el caso de la radioterapia, una descripción del volumen blanco de planificación, la dosis al centro del volumen blanco de planificación y las dosis máxima y mínima administradas al volumen blanco de planificación, o información alternativa equivalente sobre las dosis al volumen blanco de planificación, las dosis a los tejidos u órganos de que se trate seleccionados por el médico que aplica procedimientos radiológicos y, además, en el caso de la radioterapia externa, el fraccionamiento de la dosis y el tiempo total de tratamiento;
- e) registros de la exposición de los voluntarios sometidos a exposición médica, en el marco de un programa de investigación biomédica;
- f) informes sobre investigaciones de exposiciones médicas involuntarias y accidentales.



SITUACIONES DE EXPOSICIÓN DE EMERGENCIA

Requisitos genéricos

Artículo 202.- El gobierno asegurará que se establezca y mantenga, en el territorio nacional, un Plan de Respuesta de Emergencia Nacional para Incidentes y Accidentes Radiológicos (Plan Rad, Decreto No. 180/2018), integrado y coordinado, para establecer una capacidad de respuesta organizada y oportuna de las instituciones enmarcadas en el Sistema Nacional de Emergencias, frente a una emergencia radiológica, con el fin de proteger la vida y la salud humanas y el medio ambiente.

Artículo 203.- El sistema de gestión de emergencias se diseñará de forma que sea proporcional a los resultados de una evaluación de los peligros establecidos en el Plan Rad y que pueda dar una respuesta eficaz de emergencia cuando se produzcan sucesos razonablemente previsibles (comprendidos los de muy baja probabilidad) en el contexto de instalaciones o actividades.

Artículo 204.- La ARNR prestará el apoyo técnico y sus funciones entrarán en vigor desde la notificación de la emergencia radiológica.

Artículo 205.- El sistema de gestión de emergencias preverá elementos esenciales en el lugar de la emergencia, y a nivel local, nacional e internacional, según corresponda, todos ellos establecidos en el Plan Rad.

Artículo 206.- En las instalaciones autorizadas por la ARNR, el responsable de protección radiológica debe elaborar e implantar planes, procedimientos e instrucciones de emergencia que especifiquen las responsabilidades para el manejo de las intervenciones dentro de la instalación, que estarán en concordancia a la complejidad de la práctica y a las exigencias incluidas en los diferentes códigos de prácticas. Estos documentos deben ser sometidos a la aprobación de la ARNR.

Artículo 207- La ARNR debe fiscalizar que:

- a) los planes de emergencia estén preparados y aprobados para cualquier práctica o fuente que pueda originar una intervención de emergencia;
- b) el contenido características y alcance de los planes de emergencia tomen en cuenta la experiencia y resultados de los análisis de accidentes y la experiencia de accidentes ocurridos con fuentes similares;
- c) los planes de emergencia sean revisados y actualizados periódicamente;
- d) se hagan las provisiones para el entrenamiento del personal involucrado en la implantación de los planes.

Exposición del público

Artículo 208.- El gobierno velará por que en la fase de planificación se elaboren, justifiquen y optimicen estrategias de protección, utilizando escenarios basados en la evaluación del peligro, para evitar efectos deterministas y reducir la probabilidad de efectos estocásticos debidos a la exposición del público.

Artículo 209.- La elaboración de una estrategia de protección comprenderá, entre otras cosas, las tres etapas consecutivas siguientes:

- 1) Se fijará un nivel de referencia expresado en función de la dosis residual, normalmente una dosis efectiva del orden de 20 a 100 mSv, que incluya las contribuciones a la dosis por todas las vías de exposición. La estrategia de protección comprenderá la planificación para que las dosis residuales sean tan bajas como sea razonablemente posible por debajo del nivel de referencia, y se optimizará la estrategia.
- 2) Sobre la base de los resultados de la optimización de la estrategia de protección, utilizando el nivel de referencia, se elaborarán criterios genéricos aplicables a medidas protectoras específicas y otras medidas de respuesta, expresados en función de la dosis proyectada o de la dosis recibida. En caso de que se superen los valores numéricos de los criterios genéricos, se aplicarán dichas medidas protectoras y otras medidas de respuesta, ya sea por separado o combinadas.



3) Una vez que se haya optimizado la estrategia de protección y elaborado un conjunto de criterios genéricos, se derivarán, a partir de dichos criterios, criterios operacionales preestablecidos para iniciar las distintas partes de un plan de emergencia, principalmente en la fase inicial. Los criterios operacionales, como las condiciones en el lugar de la emergencia, los niveles de intervención operacional y los niveles de actuación de emergencia, se expresarán en función de parámetros o condiciones observables. Se establecerán por anticipado mecanismos para revisar esos criterios operacionales, según proceda, en una emergencia, teniendo en cuenta las condiciones que prevalezcan a medida que vayan evolucionando.

Artículo 210.- Cada medida protectora se justificará en el contexto de la estrategia de protección.

Artículo 211.- El responsable legal debe garantizar que se hacen provisiones adecuadas para generar información oportuna y comunicarla a las Autoridades Competentes a los siguientes fines:

- a) la predicción temprana o la evaluación de la extensión e importancia de cualquier descarga accidental de sustancias radiactivas al ambiente;
- b) la estimación continua y rápida de la evolución del accidente; y
- c) la determinación de la necesidad de acciones de protección.

Artículo 212.- Los planes de emergencia dentro de las instalaciones deben ser implantados por el responsable legal.

Exposición de los trabajadores de emergencias

Artículo 213.- El gobierno creará un programa de gestión, control y registro de las dosis recibidas en una emergencia por los trabajadores de emergencias, cuya ejecución correrá a cargo de las organizaciones de respuesta y los empleadores.

Artículo 214.- Las organizaciones de respuesta y los empleadores adoptarán todas las medidas razonables para evaluar y registrar las dosis recibidas en una emergencia por los trabajadores de emergencias. Se comunicará a los trabajadores afectados la información sobre las dosis recibidas y sobre los riesgos conexos para la salud.

Artículo 215.- En una situación de exposición de emergencia, se aplicarán a los trabajadores de emergencias, siguiendo un enfoque graduado, los requisitos pertinentes relativos a la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificadas, salvo en los casos que se indican a continuación.

Artículo 216.- Las organizaciones de respuesta y los empleadores velarán por que ningún trabajador de emergencias esté sometido, en una situación de emergencia, a una exposición superior a 50 mSv salvo:

- a) a los efectos de salvar vidas o prevenir lesiones graves;
- b) al realizar actividades para evitar efectos deterministas graves e impedir que se den condiciones catastróficas que pudieran afectar de forma importante a las personas y el medio ambiente; o
- c) al realizar actividades para evitar una gran dosis colectiva.

Artículo 217.- En las circunstancias excepcionales que se especifican en el párrafo anterior, las organizaciones de respuesta y los empleadores harán todo esfuerzo razonable por mantener las dosis de los trabajadores de emergencias por debajo de los valores que figuran en el cuadro IV.2 del apéndice IV, del GSR, parte 3. Además, los trabajadores de emergencias que realicen actividades por las que las dosis que reciban puedan alcanzar valores próximos o superiores a los que figuran en el cuadro IV.2 del apéndice IV realizarán esas actividades solo cuando los beneficios previstos para los demás superen claramente los riesgos para los trabajadores de emergencias.

Artículo 218.- Las organizaciones de respuesta y los empleadores velarán por que los trabajadores de emergencias que realicen actividades en las que las dosis recibidas podían exceder de 50 mSv realicen esas actividades de manera voluntaria; por que se haya informado a los trabajadores de emergencias clara y detalladamente, por anticipado, de los riesgos conexos para la salud, así como de las medidas de protección y seguridad disponibles;



y por qué, en la medida de lo posible, los trabajadores de emergencias hayan recibido capacitación en las actividades que quizás deban realizar.

Artículo 219.- Normalmente no se impedirá a los trabajadores que hayan recibido dosis en una situación de exposición de emergencia seguir sometidos a exposición ocupacional. Sin embargo, se recabará asesoramiento médico cualificado antes de una nueva exposición ocupacional si un trabajador ha recibido una dosis superior a 200 mSv o si el trabajador solicita dicho asesoramiento.

SITUACIONES DE EXPOSICIÓN EXISTENTES

Artículo 220.- Los requisitos relativos a las situaciones de exposición existentes de este reglamento se aplican a:

- a) la exposición debida a la contaminación de zonas por materiales radiactivos residuales derivados:
 - i. de actividades del pasado que nunca estuvieron sometidas a control reglamentario, o que lo estuvieron, pero no de conformidad con los requisitos de las presentes Normas;
 - ii. de una emergencia nuclear o radiológica una vez que se haya declarado terminada una emergencia;
- b) la exposición debida a productos básicos, como alimentos, forrajes, agua potable y materiales de construcción, que contengan radionucleidos derivados de materiales radiactivos residuales;
- c) la exposición debida a fuentes naturales, entre ellas:
 - i. el ^{222}Rn y su progenie y el ^{220}Rn y su progenie, en lugares de trabajo distintos de aquellos en los que la exposición debida a otros radionucleidos de la cadena de desintegración del uranio o la cadena de desintegración del torio esté controlada a modo de situación de exposición planificada, en viviendas y en otros edificios con elevados factores de ocupación para miembros del público;
 - ii. radionucleidos de origen natural, independientemente de la concentración de la actividad, presentes en productos básicos, como alimentos, forrajes, agua potable, fertilizantes agrícolas y enmiendas del suelo y materiales de construcción, así como materiales radiactivos residuales en el medio ambiente;
 - iii. materiales, distintos de los indicados en el apartado anterior, en los que la concentración de la actividad de ninguno de los radionucleidos de la cadena de desintegración del uranio o la cadena de desintegración del torio exceda de 1 Bq/g y en los que la concentración de la actividad del ^{40}K no exceda de 10 Bq/g;
 - iv. la exposición de las tripulaciones de aeronaves y naves espaciales a la radiación cósmica.

Requisitos genéricos

Artículo 221.- La ARNR debe asegurar que en el marco jurídico y regulador para la protección y la seguridad se incluyan las disposiciones relativas a la gestión de situaciones de exposición existentes y para ello se deberá tener en cuenta, según proceda, lo siguiente:

- a) se especifiquen las situaciones de exposición comprendidas en el ámbito de las situaciones de exposición existentes;
- b) se especifiquen los principios generales subyacentes a las estrategias de protección que se elaboren para reducir la exposición cuando se haya determinado que las medidas reparadoras y protectoras están justificadas;
- c) se asignen responsabilidades en materia de establecimiento y aplicación de estrategias de protección a la ARNR y a otras autoridades competentes y, según corresponda, a los representantes legales y otras partes relacionadas con la aplicación de medidas reparadoras y medidas protectoras;
- d) adoptará disposiciones para dar participación a las partes interesadas en decisiones relacionadas con la elaboración y aplicación de estrategias de protección, según corresponda.

Exposición del público

Artículo 222.- Los requisitos relativos a la exposición del público en situaciones de exposición existentes se aplican a cualquier exposición del público derivada de las situaciones especificadas en el presente Reglamento.

Justificación de las medidas protectoras y optimización de la protección y la seguridad



Artículo 223.- La ARNR debe asegurar que la estrategia de protección para la gestión de situaciones de exposición existentes, sea proporcional a los riesgos radiológicos asociados y se aseguren que los beneficios previstos de las medidas reparadoras o protectoras sean suficientes para compensar el detrimento asociado a la adopción de dichas medidas, comprendido el detrimento en forma de riesgos radiológicos.

Artículo 224.- Las partes responsables de las medidas reparadoras o protectoras garantizarán la optimización de la forma, el alcance y la duración de esas medidas. Si bien este proceso de optimización tiene por objetivo brindar protección optimizada a todas las personas sometidas a exposición, se dará prioridad a los grupos cuya dosis supere el nivel de referencia. Se adoptarán todas las medidas razonables para impedir que las dosis se mantengan por encima de los niveles de referencia. Normalmente los niveles de referencia se expresarán en forma de dosis efectiva anual que recibe la persona representativa del orden de 1 a 20 mSv u otra cantidad correspondiente y el valor real dependerán de la viabilidad de controlar la situación, así como de la experiencia en la gestión de situaciones similares en el pasado.

Artículo 225.- La ARNR examinará periódicamente los niveles de referencia para asegurar que sigan siendo apropiados a la luz de las circunstancias imperantes.

Responsabilidades por la restauración de zonas con material radiactivo residual

Artículo 226.- Con respecto a la restauración de zonas con materiales radiactivos residuales derivados de actividades del pasado o de una emergencia nuclear o radiológica se deberán adoptar disposiciones en el marco de la protección y la seguridad en relación con:

- a) la especificación de las personas u organizaciones responsables de la contaminación de zonas, así como de las responsables de la financiación del programa de restauración y la determinación de disposiciones apropiadas para fuentes alternativas de financiación si esas personas u organizaciones ya no están presentes o no pueden hacer frente a sus obligaciones;
- b) la designación de personas u organizaciones responsables de la planificación, aplicación y verificación de los resultados de las medidas reparadoras;
- c) el establecimiento de cualquier restricción respecto del uso de las zonas de que se trate o del acceso a ellas antes, durante y, de ser necesario, después de la restauración;
- d) un sistema apropiado de mantenimiento, recuperación y modificación de registros que abarquen la naturaleza y el alcance de la contaminación; las decisiones adoptadas antes, durante y después de la restauración; e información sobre la verificación de los resultados de las medidas reparadoras, comprendidos los resultados de todos los programas de monitorización una vez concluida la aplicación de dichas medidas.

Artículo 227.- El gobierno asegurará que se establezca una estrategia de gestión de desechos radiactivos que se ocupe de los desechos derivados de las medidas reparadoras y se prevea esa estrategia en el marco de la protección y la seguridad.

Artículo 228.- Las personas u organizaciones responsables de la planificación, aplicación y verificación de las medidas reparadoras asegurarán, según convenga, que:

- a) se elabore un plan de medidas reparadoras, respaldado por una evaluación de la seguridad y se presente dicho plan a la ARNR para su aprobación;
- b) el plan de medidas reparadoras tenga por objeto la reducción oportuna y progresiva de los riesgos radiológicos y con el tiempo, de ser posible, la eliminación de las restricciones al uso de la zona o el acceso a ella;
- c) cualquier dosis suplementaria recibida por los miembros del público como resultado de la aplicación de las medidas reparadoras se justifique sobre la base del beneficio neto resultante, teniendo en cuenta también la consiguiente reducción de la dosis anual;
- d) al seleccionar la opción optimizada de restauración:
 - i. se tomen en consideración los impactos radiológicos y los no radiológicos para las personas y el medio ambiente, así como los factores técnicos, sociales y económicos;



- ii. se tengan en cuenta los costos del transporte y de la gestión de desechos radiactivos, la exposición a la radiación de los trabajadores encargados de la gestión de desechos radiactivos y los riesgos para su salud, así como cualquier exposición posterior del público asociada a la disposición final de desechos;
- e) exista un mecanismo de información pública y las partes interesadas participen en la planificación, aplicación y verificación de las medidas reparadoras, comprendida toda actividad de monitorización posterior a la restauración;
- f) se establezca y ejecute un programa de monitorización;
- g) exista un sistema de mantenimiento de registros adecuados relativos a la situación de exposición existente y a las medidas adoptadas en aras de la protección y la seguridad;
- h) existan procedimientos de notificación a la ARNR o a cualquier otra autoridad competente sobre cualquier condición anormal relacionada con la protección y la seguridad.

Artículo 229.- La ARNR asumirá la responsabilidad en particular de:

- a) el examen de la evaluación de la seguridad presentada por la persona u organización responsable, la aprobación del plan de medidas reparadoras y de toda modificación posterior de dicho plan, así como la concesión de las autorizaciones que sean necesarias;
- b) el establecimiento de criterios y métodos de evaluación de la seguridad;
- c) el examen de los procedimientos de trabajo, los programas de monitorización y los registros;
- d) el examen y la aprobación de cambios importantes en los procedimientos o el equipo que puedan tener impactos radiológicos ambientales o alterar las condiciones de exposición de los trabajadores encargados de la puesta en práctica de medidas reparadoras o de los miembros del público;
- e) el establecimiento, en caso necesario, de requisitos reglamentarios relativos a las medidas de control posteriores a la restauración.

Artículo 230.- La persona u organización responsable de llevar a cabo las medidas reparadoras:

- a) velará para que las actividades, comprendida la gestión de los desechos radiactivos derivados de ellas, se realicen de conformidad con el plan de medidas reparadoras;
- b) asumirá la responsabilidad por todos los aspectos relacionados con la protección y la seguridad, comprendida la realización de una evaluación de la seguridad;
- c) supervisará la zona durante las operaciones de restauración para verificar los niveles de contaminación, para verificar el cumplimiento de los requisitos en materia de gestión de desechos radiactivos y para poder detectar cualquier nivel imprevisto de radiación y modificar el plan de medidas reparadoras en consecuencia, con sujeción a la aprobación por la ARNR u otra autoridad competente;
- d) realizará un reconocimiento radiológico una vez concluida la aplicación de las medidas reparadoras para demostrar que se han cumplido las condiciones referentes al punto final establecidas en el plan de medidas reparadoras;
- e) elaborará y conservará un informe final sobre la restauración y presentará una copia a la ARNR.

Artículo 231.- Una vez concluida la aplicación de las medidas reparadoras, la ARNR:

- a) examinará, modificará según proceda y formalizará el tipo, el alcance y la duración de las medidas de control posteriores a la restauración ya determinadas en el plan de medidas reparadoras, teniendo debidamente en cuenta los riesgos radiológicos persistentes;
- b) determinará cuál es la persona, entidad u organización responsable de las medidas de control posteriores a la restauración;
- c) impondrá, en caso necesario, restricciones específicas a la zona restaurada para controlar:
 - i. el acceso de personas no autorizadas;
 - ii. la retirada de materiales radiactivos o la utilización de esos materiales, comprendida su utilización en productos básicos;
 - iii. el uso de la zona en el futuro, comprendidas la utilización de los recursos hídricos y su empleo para la producción de alimentos o forrajes y el consumo de alimentos procedentes de la zona;
- d) examinará periódicamente las condiciones de la zona restaurada y, si procede, modificará o eliminará las restricciones.



Artículo 232.- La persona, entidad u organización responsable de las medidas de control posteriores a la restauración establecerá y mantendrá, durante todo el tiempo que exija la ARNR u otra autoridad competente, un programa adecuado, comprendidas las disposiciones que sean necesarias para la monitorización, destinado a verificar la eficacia a largo plazo de las medidas reparadoras concluidas en zonas en las que se deben realizar controles tras la restauración.

Artículo 233.- En las zonas con materiales radiactivos residuales de larga duración en las que el gobierno haya decidido permitir el asentamiento de poblaciones y la reanudación de actividades sociales y económicas, el gobierno, en consulta con las partes interesadas, velará por que se disponga de lo necesario para el control permanente de la exposición con el objetivo de crear condiciones para la vida sostenible, entre ellas:

- a) el establecimiento de niveles de referencia para la protección y la seguridad que sean compatibles con la vida diaria;
- b) la creación de una infraestructura en apoyo de “medidas protectoras de autoayuda” constantes en las zonas afectadas, por ejemplo, mediante el suministro de información y asesoramiento y la monitorización.

Artículo 234.- Se considerará que, tras concluir la aplicación de las medidas reparadoras, si la ARNR u otra autoridad competente no han impuesto restricciones o controles, las condiciones vigentes constituirán las condiciones de fondo para nuevas instalaciones y actividades o para habitar la zona.

Exposición del público debida al Radón en interiores

Artículo 235.- El gobierno velará por que:

- a) se recopile información sobre las concentraciones de la actividad del Radón en viviendas y en otros edificios para miembros del público con elevados factores de ocupación (escuelas, hospitales, jardines de infancia), utilizando medios apropiados como los estudios representativos de la concentración de Radón;
- b) se suministre al público y a otras partes interesadas información pertinente sobre la exposición debida al Radón y sobre los riesgos conexos para la salud, como el aumento de los riesgos relacionados con el consumo de tabaco.

Artículo 236.- Cuando se determinen concentraciones de la actividad del Radón que sean motivo de preocupación para la salud pública sobre la base de la información recopilada, el gobierno asegurará que se establezca un plan de acción que comprenda medidas coordinadas para reducir las concentraciones de la actividad del Radón en los edificios existentes y futuros, entre ellas medidas para:

- a) establecer un nivel de referencia apropiado de ^{222}Rn en viviendas y otros edificios para miembros del público con elevados factores de ocupación, teniendo en cuenta las circunstancias sociales y económicas imperantes, que, en general, no exceda de un promedio anual de concentración de la actividad debida al ^{222}Rn de 300 Bq/m^3 ;
- b) reducir las concentraciones de la actividad del ^{222}Rn y de las consiguientes exposiciones a niveles en que se optimice la protección;
- c) otorgar prioridad a las medidas encaminadas a reducir las concentraciones de la actividad del ^{222}Rn en las situaciones en que probablemente esa medida tenga la mayor eficacia;
- d) incluir en los códigos de construcciones medidas de prevención y correctoras apropiadas a fin de impedir la entrada del ^{222}Rn y facilitar otras medidas reparadoras siempre que sea necesario.

Artículo 237.- El gobierno asignará responsabilidades en relación con:

- a) el establecimiento y la aplicación del plan de acción para controlar la exposición del público debida al ^{222}Rn doméstico;
- b) la determinación de las circunstancias en las que las medidas deben ser obligatorias o voluntarias, teniendo en cuenta los requisitos legales y las circunstancias sociales y económicas existentes.

Exposición debida a los radionúclidos presentes en los productos básicos



Artículo 238.- La ARNR u otra autoridad competente establecerá los niveles de referencia específicos relativos a la exposición debida a los radionucleidos en productos básicos, como materiales de construcción, alimentos y forrajes y en el agua potable, cada uno de los cuales normalmente se expresará como dosis efectiva anual para la persona representativa que en general no sea superior a un valor de aproximadamente 1 mSv, o sobre la base de esa dosis.

Artículo 239.- La ARNR u otra autoridad competente adoptarán los niveles de orientación para radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional que podrían contener sustancias radiactivas como resultado de una emergencia nuclear o radiológica, niveles que han sido publicados por el Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura/Organización Mundial de la Salud ⁽⁷⁾. La ARNR u otra autoridad competente adoptarán los niveles de orientación para radionucleidos en el agua potable, publicados por la Organización Mundial de la Salud. ⁽⁸⁾

Exposición ocupacional

Artículo 240.- Los requisitos relativos a la exposición ocupacional en situaciones de exposición existentes se aplican a cualquier exposición ocupacional derivada de las situaciones especificadas en el Artículo 208.

Restauración de zonas con materiales radiactivos residuales

Artículo 241.- Los empleadores velarán por que la exposición de los trabajadores que realicen actividades de restauración esté sometida a control de conformidad con los requisitos pertinentes sobre la exposición ocupacional en las situaciones de exposición planificadas que se indican en el presente Reglamento.

Exposición debida al Radón en los lugares de trabajo

Artículo 242.- La ARNR u otra autoridad competente formulará una estrategia de protección contra la exposición debida al ²²²Rn en los lugares de trabajo y establecerá el nivel de referencia apropiado en un valor que no supere un promedio anual de concentración de la actividad del ²²²Rn de 1000 Bq/m³, teniendo en cuenta las circunstancias sociales y económicas existentes.

Artículo 243.- Los empleadores velarán por que las concentraciones de la actividad del ²²²Rn en los lugares de trabajo sean tan bajas como sea razonablemente posible e inferiores al nivel de referencia establecido de conformidad con el artículo anterior y garantizarán la optimización de la protección. Si, pese a todos los esfuerzos razonables del empleador por reducir las concentraciones de la actividad del Radón, la concentración de la actividad en los lugares de trabajo sigue siendo superior al nivel de referencia establecido, se aplicarán los requisitos pertinentes para la exposición ocupacional en situaciones de exposición planificadas que se indican en el presente Reglamento.

Exposición de las tripulaciones de aeronaves debida a la radiación cósmica

Artículo 244.- Para el caso que amerite considerar estas situaciones, la ARNR u otra autoridad competente aplicará las disposiciones del Organismo Internacional de Energía Atómica sobre el tema referido.



GLOSARIO

Las siguientes definiciones se aplican a las presentes Normas. Este glosario fue tomado de la GSR-Parte 3, OIEA⁽¹⁾ y adaptado a la terminología más común en nuestro país.

El símbolo '□' indica que lo que sigue es una nota de información.

El símbolo '!' indica que lo que sigue es una nota de advertencia.

Las notas no forman parte de la definición.

accidente (accident)

Todo suceso involuntario, incluidos errores de operación, fallos del equipo u otros contratiempos, cuyas consecuencias, reales o potenciales, no sean despreciables desde el punto de vista de la protección y la seguridad.

activación (activation)

Proceso de inducción de radiactividad en materia mediante la irradiación de esa materia.

actividad (activity)

1. Magnitud A correspondiente a una cantidad de un radionucleido en un estado determinado de energía, en un tiempo dado, definida por la expresión:

$$A(t) = \frac{dN}{dt}$$

siendo dN el valor esperado del número de transformaciones nucleares espontáneas a partir de ese estado determinado de energía, en el intervalo de tiempo dt .

□ En el SI, la unidad de la actividad es la inversa del segundo (s^{-1}), que recibe el nombre de becquerel (Bq).

2. Véase instalaciones y actividades.

alimentos (food)

Toda sustancia procesada, semiprocesada o sin procesar, que está destinada al consumo humano.

□ Esto incluye bebidas (que no sean agua dulce), chicles y sustancias utilizadas en la preparación o el procesamiento de alimentos; no incluye cosméticos, tabaco o medicamentos. El consumo en este contexto se refiere a la ingestión.

almacenamiento (storage)

Colocación de fuentes radiactivas, material radiactivo, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su contención, con la intención de recuperarlos.

aprobación (approval)

Consentimiento por parte de un órgano regulador.

autorización (authorization)

Concesión, por parte de un órgano regulador u otro órgano gubernamental, de un permiso por escrito para que una persona o entidad (el explotador) realice actividades especificadas.

ciclo del combustible nuclear (nuclear fuel cycle)

Conjunto de todas las operaciones relacionadas con la producción de energía nuclear.

□ Estas incluyen:

- a) la extracción y el procesamiento de minerales de uranio o torio;
- b) el enriquecimiento del uranio;
- c) la fabricación del combustible nuclear;
- d) la explotación de los reactores nucleares (incluidos los reactores de investigación);



- e) el reprocesamiento del combustible gastado;
- f) todas las actividades de gestión de desechos (incluida la clausura) relativas a operaciones asociadas a la producción de energía nuclear;
- g) cualesquiera actividades de investigación y desarrollo conexas.

combustible gastado (spent fuel)

Combustible nuclear que se descarga de un reactor tras su irradiación y que no se puede volver a usar en la forma en que se encuentra debido a su empobrecimiento en material fisible, a la acumulación de veneno o a su deterioro por radiación.

El adjetivo “gastado” hace pensar que el combustible gastado no puede usarse como combustible en la forma en que se encuentra (como, por ejemplo, en el caso de una fuente gastada). En la práctica, sin embargo, la expresión combustible gastado se suele emplear para referirse al combustible que se ha usado como tal pero ya no se volverá a usar, independientemente de que se pueda hacerlo (un término más exacto, en este sentido, sería “combustible en desuso”).

confinamiento (confinement)

Prevención o control de las emisiones de material radiactivo al medio ambiente durante la explotación o en el caso de accidentes.

contaminación (contamination)

Presencia de sustancias radiactivas sobre superficies, o dentro de sólidos, líquidos o gases (incluido el cuerpo humano), donde tal presencia no es ni intencionada ni deseable, o proceso que provoca la presencia de sustancias radiactivas en dichos lugares.

- La contaminación no incluye el material radiactivo residual que queda en un emplazamiento una vez clausurado.
- El término “contaminación” puede tener una connotación no intencionada. Este término se refiere solo a la presencia de radiactividad y no indica la magnitud del peligro que esta conlleva.

contención (containment)

Métodos o estructuras físicas diseñados para evitar o controlar la emisión y la dispersión de sustancias radiactivas.

control (control)

Función, facultad o medios (normalmente llamados controles) de dirigir, regular o restringir.

Debe destacarse que el significado usual de la palabra inglesa control en contextos relacionados con la seguridad es, en cierto modo, “más fuerte” (más activo) que el de sus traducciones habituales y otras palabras similares en algunos otros idiomas. Por ejemplo, “control” implica normalmente no solo la comprobación o supervisión de algo, sino también el asegurarse de que se tomen medidas correctoras o coercitivas si los resultados de la comprobación o de la supervisión indican tal necesidad. Esto contrasta, por ejemplo, con el uso más limitado del término equivalente en español y francés.

control reglamentario (regulatory control)

Cualquier forma de control o reglamentación que un órgano regulador aplica a instalaciones o actividades por motivos relacionados con la protección radiológica o con la seguridad tecnológica o física de las fuentes radiactivas.

cuidadores y confortadores (carers and comforters)

Personas que libre y voluntariamente prestan asistencia (salvo en el ejercicio de su profesión) para el cuidado, apoyo y bienestar de los pacientes sometidos a procedimientos radiológicos con fines de diagnóstico o tratamiento médicos.

cultura de la seguridad (safety culture)



Conjunto de características y actitudes de las organizaciones y personas que establece, como prioridad absoluta, que las cuestiones relativas a la protección y la seguridad reciban la atención que merecen por su importancia.

descontaminación (decontamination)

Eliminación total o parcial de la contaminación mediante la aplicación deliberada de un proceso físico, químico o biológico.

□ Esta definición pretende incluir una amplia variedad de procesos de eliminación de la contaminación de las personas, los equipos y los edificios, y excluir la eliminación de radionucleidos del interior del cuerpo humano o la eliminación de radionucleidos por procesos de erosión natural o de migración, los cuales no se consideran descontaminación.

descontaminación del cuerpo humano (decorporation)

Procesos biológicos, facilitados por un agente químico o biológico, mediante los cuales los radionucleidos incorporados se eliminan del cuerpo humano.

desechos radiactivos (radioactive waste)

A efectos legales y reglamentarios, materiales para los cuales no se prevé ninguna otra utilización que contienen radionucleidos en concentraciones de la actividad mayores que los niveles de dispensa establecidos por el órgano regulador, o que están contaminados con ellos.

! Conviene reconocer que esta definición tiene solamente una finalidad reguladora, y que los materiales con concentraciones de la actividad iguales o menores que los niveles de dispensa son radiactivos desde un punto de vista físico, si bien el peligro radiológico asociado se considera despreciable.

detrimento por la radiación (radiation detriment)

Daño total que, a la larga, sufrirán un grupo sometido a exposición y sus descendientes a causa de la exposición del grupo a la radiación de una fuente.

dispensa (clearance)

Eliminación del control reglamentario por el órgano regulador respecto de materiales radiactivos o de objetos radiactivos utilizados en prácticas notificadas o autorizadas.

□ La eliminación del control reglamentario en este contexto se refiere al control reglamentario aplicado a efectos de protección radiológica.

disposición final (disposal)

Colocación de desechos en una instalación apropiada sin intención de recuperarlos.

dosis (dose)

1. Medida de la energía depositada por la radiación en un blanco.
2. Dosis absorbida, dosis equivalente comprometida, dosis efectiva comprometida, dosis efectiva, dosis equivalente o dosis a un órgano, según indique el contexto.

dosis absorbida ponderada por la eficacia biológica relativa (EBR), AD_T
(relative biological effectiveness (RBE) weighted absorbed dose, AD_T)

Magnitud $AD_{T,R}$, definida como:

$$AD_{T,R} = D_{T,R} * EBR_{T,R}$$

donde $D_{T,R}$ es la dosis absorbida debida a la radiación de tipo R promediada sobre un tejido u órgano T, y $EBR_{T,R}$ es la eficacia biológica relativa de la radiación de tipo R en la producción de efectos deterministas graves en un tejido u órgano T. Cuando el campo de radiación se compone de varios



tipos de radiación con diferentes valores de $EBR_{T,R}$, la dosis absorbida ponderada por la EBR viene dada por:

$$AD_{T,R} = \sum_R D_{T,R} * EBR_{T,R}$$

- En el SI, la unidad de la dosis absorbida ponderada por la EBR es el julio por kilogramo (J/kg), denominado gray (Gy).
- La dosis absorbida ponderada por la EBR es una medida de la dosis en un tejido u órgano concebida para reflejar el riesgo de que surjan efectos deterministas graves.
- Los valores de la dosis absorbida ponderada por la EBR en un tejido u órgano especificado a partir de cualquier tipo de radiación pueden compararse directamente.

dosis absorbida, D (absorbed dose, D)

Magnitud dosimétrica fundamental D , definida por la expresión:

$$D = \frac{\bar{d}\epsilon}{dm}$$

en la que $\bar{d}\epsilon$ es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen y dm es la masa de la materia existente en el elemento de volumen.

- En el SI, la unidad de la dosis absorbida es el julio por kilogramo (J/kg), denominado gray (Gy).
- Se puede promediar la energía con respecto a cualquier volumen definido, siendo la dosis media igual a la energía total impartida en el volumen dividido por la masa del volumen.
- La dosis absorbida se define en un punto; la dosis absorbida media en un tejido u órgano, especificado del cuerpo humano se denomina dosis en un órgano.

dosis anual (annual dose)

Dosis debida a la exposición externa en un año, más la dosis comprometida causada por las incorporaciones de radionucleidos en ese año.

dosis comprometida (committed dose)

1. Dosis de por vida que cabe prever como resultado de una incorporación.
2. Dosis equivalente comprometida o dosis efectiva comprometida.

dosis efectiva comprometida, $E(\tau)$ (committed effective dose, $E(\tau)$)

Magnitud $E(\tau)$, definida por la expresión:

$$E(\tau) = \sum w_T * H_T(\tau)$$

en la que $H_T(\tau)$ es la dosis equivalente comprometida al tejido u órgano T a lo largo del período de integración τ transcurrido desde la incorporación de las sustancias radiactivas y w_T el *factor de ponderación de un tejido* correspondiente al tejido u órgano T. Cuando no se especifique τ , se considerará que su valor es de 50 años para los adultos y hasta la edad de 70 años para las incorporaciones en niños.

dosis efectiva, E (effective dose, E)

Magnitud E , definida por el sumatorio de las dosis equivalentes en el tejido u órgano, multiplicada cada una por el factor de ponderación de un tejido correspondiente:

$$E = \sum w_T * H_T$$



T

donde H_T es la dosis equivalente recibida por el tejido u órgano T y w_T el factor de ponderación de un tejido correspondiente al tejido u órgano T. De la definición de dosis equivalente se sigue que:

$$E = \sum_T w_T \times \sum_R w_R \times D_{T,R}$$

donde w_R es el factor de ponderación de la radiación para la *radiación* de tipo R y $D_{T,R}$ es la dosis absorbida promedio en el tejido u órgano T administrada por la radiación de tipo R.

En el SI, la unidad de la dosis efectiva es el julio por kilogramo (J/kg), denominado sievert (Sv). En el anexo B de la publicación 103⁽⁹⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica se da una explicación de la magnitud.

La dosis efectiva es una medida de la dosis ideada para reflejar la cuantía del detrimento por la radiación que es probable que se derive de la dosis recibida.

La dosis efectiva no puede utilizarse para cuantificar dosis altas ni para adoptar decisiones sobre la necesidad de recibir tratamiento médico en relación con los efectos deterministas.

Los valores de la dosis efectiva por exposición a cualquier tipo de radiación y cualquier modo de exposición pueden compararse directamente.

dosis equivalente, H_T (equivalent dose, H_T)

Magnitud $H_{T,R}$, definida como:

$$H_{T,R} = w_R \times D_{T,R}$$

donde $D_{T,R}$ es la *dosis absorbida* debida a la radiación de tipo R, promediada sobre un tejido u órgano T, y w_R es el *factor de ponderación de la radiación* de tipo R. Cuando el campo de radiación se compone de varios tipos de radiación con diferentes valores de w_R , la dosis equivalente es:

$$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

En el SI, la unidad de dosis equivalente es el julio por kilogramo (J/kg), denominado sievert (Sv). En el anexo B de la publicación 103⁽¹⁰⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica se da una explicación de la magnitud.

La dosis equivalente es una medida de la dosis en un tejido u órgano concebida para reflejar la cuantía del daño causado.

La dosis equivalente no puede utilizarse para cuantificar dosis altas ni para adoptar decisiones sobre la necesidad de recibir tratamiento médico en relación con los efectos deterministas.

Los valores de la dosis equivalente en un tejido u órgano especificado de cualquier tipo de radiación pueden compararse directamente.

dosis equivalente ambiental, $H^*(d)$ (ambient dose equivalent, $H^*(d)$)

Dosis equivalente que produciría el correspondiente campo alineado y ampliado en la esfera ICRU de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas a una profundidad d del vector del radio opuesto a la dirección del campo alineado.

Parámetro definido en un punto de un campo de radiación. En monitorización (radiológica) de exposiciones externas se emplea como sustituto directamente mensurable de la dosis efectiva.

En el caso de *radiación muy penetrante* el valor recomendado de d es 10 mm.

dosis equivalente comprometida, $H_T(\tau)$ (committed equivalent dose, $H_T(\tau)$)



Magnitud $H_T(\tau)$, definida por la expresión:

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T(t) dt$$

Donde t_0 es el instante de incorporación, $H_T(\tau)$ la tasa de dosis equivalente en el tiempo t en un tejido u órgano T y τ es el período de integración transcurrido desde la incorporación de las sustancias radiactivas. Cuando no se especifica τ , se considera que su valor es de 50 años para los adultos y hasta la edad de 70 años para las incorporaciones en niños.

dosis equivalente direccional, $H'(d,\Omega)$ (directional dose equivalent, $H'(d,\Omega)$)

Dosis equivalente que produciría el correspondiente campo ampliado en la esfera ICRU de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas a una profundidad d de un radio, en la dirección especificada Ω .

- Parámetro definido en un punto de un campo de radiación. En la monitorización (radiológica) de exposiciones externas se emplea como sustituto directamente mensurable de la dosis equivalente en la piel.
- En el caso de radiación poco penetrante el valor recomendado de d es 0,07 mm.

dosis equivalente personal, $H_p(d)$ (personal dose equivalent, $H_p(d)$)

Dosis equivalente en un tejido blando a una profundidad apropiada d por debajo de un punto especificado del cuerpo.

- En la monitorización (radiológica) individual de las exposiciones externas, parámetro empleado como sustituto directamente mensurable de la dosis equivalente en órganos o tejidos o (con $d = 10$ mm) de la dosis efectiva.
- En la monitorización (radiológica) del cuerpo entero, los valores recomendados de d son 10 mm para radiaciones muy penetrantes y 0,07 mm para radiaciones poco penetrantes.
- En la monitorización (radiológica) de las manos y los pies, para todos los tipos de radiación se utiliza $H_p(0,07)$.
- En la monitorización (radiológica) de la exposición del cristalino, se utiliza $H_p(3)$.
- El "tejido blando" se interpreta corrientemente como la esfera ICRU de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas.

dosis proyectada (projected dose)

Dosis que cabría prever recibir si no se tomaran las medidas protectoras previstas.

dosis residual (residual dose)

Dosis que se prevé que se recibirá después de que se hayan dado por terminadas las medidas protectoras (o después de que se haya decidido no adoptar medidas protectoras).

- Esto se aplica en una situación de exposición existente o una situación de exposición de emergencia.

efecto determinista (deterministic effect)

Efecto en la salud inducido por la radiación para el que existe por lo general un nivel umbral de dosis por encima del cual la gravedad del efecto aumenta al elevarse la dosis.

efecto determinista grave (severe deterministic effect)

Efecto determinista que causa o puede causar la muerte o producir una lesión permanente que merma la calidad de vida.



- El nivel umbral de la dosis es característico del efecto en la salud en cuestión pero también puede depender, hasta cierto punto, de la persona expuesta. Ejemplos de efectos deterministas son el eritema y el síndrome de irradiación aguda (mal de radiación).
- Los efectos deterministas se conocen también como “reacciones tisulares nocivas”.

efecto estocástico (stochastic effect)

Efecto en la salud, inducido por la radiación, cuya probabilidad de darse aumenta al incrementar la dosis de radiación, y cuya gravedad (cuando se produce) es independiente de la dosis.

- Los efectos estocásticos pueden ser efectos somáticos o hereditarios, y por lo general se producen sin un nivel de dosis umbral. Ejemplos de efectos estocásticos son diversos tipos de cáncer sólidos y la leucemia.
- Contrasta con efecto determinista.

efecto hereditario (hereditary effect)

Efecto en la salud, inducido por la radiación, que aparece en un descendiente de la persona expuesta.

- Los efectos hereditarios suelen ser efectos estocásticos.
- Contrasta con efecto somático.

efecto somático (somatic effect)

Efecto en la salud, inducido por la radiación, que se produce en la persona expuesta.

- Incluye efectos que se dan después del nacimiento y son atribuibles a una exposición en el útero.
- Los efectos deterministas normalmente son también efectos somáticos; los efectos estocásticos pueden ser efectos somáticos o efectos hereditarios.
- Contrasta con efecto hereditario.

eficacia biológica relativa (EBR) (relative biological effectiveness (RBE))

Medida relativa de la eficacia de diferentes tipos de radiación para inducir un determinado efecto en la salud, expresada como la razón inversa de las dosis absorbidas de dos tipos de radiación diferentes que producirían el mismo grado de un punto final biológico definido.

- Los valores de la eficacia biológica relativa para inducir efectos estocásticos se representan mediante el factor de ponderación de la radiación w_R .
- Los valores de la eficacia biológica relativa para inducir efectos deterministas se seleccionan de forma que representen los efectos deterministas graves de importancia para la preparación y respuesta en caso de emergencia. Los valores de $EBR_{T,R}$ correspondientes específicamente al tejido u órgano y a la radiación en relación con la aparición de determinados efectos deterministas graves son los que se indican en la siguiente tabla.

Efecto en la salud	Tejido u órgano crítico	Exposición ^a	EBR _{T,R}
Síndrome hematopoyético	Médula ósea roja	Externa e interna γ	1
		Externa e interna n	3
		Interna β	1
		Interna α	2
Neumonitis	Pulmón ^b	Externa e interna γ	1
		Externa e interna n	3
		Interna β	1
		Interna α	7
Síndrome gastrointestinal	Colon	Externa e interna γ	1
		Externa e interna n	3
		Interna β	1
		Interna α	0 ^c
Necrosis	Tejido ^d	Externa β, γ	1
		Externa n	3
		Externa β, γ	1



Descamación húmeda	Piel ^e	Externa n	3
Hipotiroidismo	Glándula tiroides	Incorporación de isótopos de	0,2
		Otras sustancias tiroidótropas	1

^a La exposición externa β , γ incluye la exposición a la radiación de frenado producida en el material de la fuente.

^b Tejido de la región alveolar-intersticial del tracto respiratorio.

^c En el caso de los emisores alfa distribuidos de manera uniforme en el contenido del colon, se supone que la irradiación de las paredes del intestino es despreciable.

^d Tejido a una profundidad de 5 mm bajo la superficie de la piel en una zona de más de 100 cm².

^e Tejido a una profundidad de 0,4 mm bajo la superficie de la piel en una zona de más de 100 cm².

^f Se considera cinco veces más probable que la irradiación uniforme del tejido de la glándula tiroides produzca efectos deterministas que la que podría producir la exposición interna debida a isótopos de yodo emisores beta de baja energía como ¹³¹I, ¹²⁹I, ¹²⁵I, ¹²⁴I y ¹²³I. Los radionucleidos tiroidótropos se distribuyen de manera heterogénea en el tejido de la glándula tiroides. El isótopo ¹³¹I emite partículas beta de baja energía, lo que resulta en una disminución de la eficacia de la irradiación del tejido clave de la glándula tiroides debido a la disipación de la energía de las partículas en otros tejidos.

emergencia (emergency)

Situación no ordinaria que requiere la pronta adopción de medidas, principalmente para mitigar un peligro o las consecuencias adversas para la salud y la seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente. Esto incluye las emergencias nucleares o radiológicas y las emergencias convencionales, como los incendios, las emisiones de productos químicos peligrosos, las tormentas o los terremotos. Se incluyen también las situaciones que exigen la pronta adopción de medidas para mitigar los efectos de un peligro percibido.

emergencia nuclear o radiológica (nuclear or radiation emergency)

Emergencia en la que existe, o se considera que existe, un peligro debido a:

- la energía derivada de una reacción nuclear en cadena o de la desintegración de los productos de una reacción en cadena; o
- la exposición a la radiación.

empleador (employer)

Persona o entidad que tiene responsabilidades, compromisos y deberes reconocidos con respecto a un trabajador que es empleado de la persona o entidad en virtud de una relación aceptada de mutuo acuerdo.

! Se considera que una persona empleada por cuenta propia es a la vez empleador y trabajador.

enfoque graduado (graded approach)

Tratándose de un sistema de control, como un sistema reglamentario o un sistema de seguridad, proceso o método en el que el rigor de las medidas de control y las condiciones que deben aplicarse se corresponden, en la medida de lo posible, con la probabilidad y posibles consecuencias de la pérdida de control, así como con el nivel de riesgo asociado.

equipo radiológico médico (medical radiological equipment)

Equipo radiológico utilizado en instalaciones de irradiación médica para realizar procedimientos radiológicos que da lugar a la exposición de una persona o que ejerce control o influencia directa sobre el alcance de esa exposición. El término se aplica a generadores de radiación como las máquinas de rayos X o los aceleradores lineales médicos; a dispositivos que contienen fuentes selladas, como las unidades de teleterapia de ⁶⁰Co; a dispositivos utilizados en la imagenología médica para obtener imágenes, como las cámaras gamma, los intensificadores de imagen o los



detectores de pantalla plana, y a sistemas híbridos como los escáneres de tomografía por emisión de positrones y de tomografía computarizada.

escenario (scenario)

Conjunto postulado o supuesto de condiciones y/o sucesos.

- Se emplea habitualmente en los análisis o evaluaciones para representar posibles condiciones y/o sucesos futuros de los que se harán modelos, como posibles accidentes en una instalación nuclear o la posible evolución futura de un repositorio y sus alrededores. Un escenario puede representar las condiciones en un momento puntual o un único suceso, o una evolución en el tiempo de las condiciones y/o los sucesos (incluidos los procesos).
- Véase suceso.

esfera ICRU (ICRU sphere)

Esfera de 30 cm de diámetro hecha de material equivalente al tejido con una densidad de 1 g/cm³ y una composición en masa de 76,2 % de oxígeno, 11,1 % de carbono, 10,1 % de hidrógeno y 2,6 % de nitrógeno.

- La esfera ICRU de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas se utiliza como maniquí de referencia para definir las magnitudes relacionadas con la dosis equivalente. ⁽¹¹⁾

establecimiento nuclear (nuclear installation)

Cualquier instalación nuclear sujeta a autorización que forma parte del ciclo del combustible nuclear, con exclusión de las instalaciones de extracción o tratamiento de minerales de uranio o torio y las de disposición final de desechos radiactivos.

- Por consiguiente, esta definición comprende: las centrales nucleares; los reactores de investigación (tanto un conjunto crítico como uno subcrítico) y las instalaciones contiguas de producción de isótopos; 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 derivados de instalaciones del ciclo del combustible nuclear; y las instalaciones de investigación y desarrollo relacionadas con el ciclo del combustible nuclear.

estructuras, sistemas y componentes (structures, systems and components)

Término general que abarca todos los elementos de una instalación o actividad que contribuyen a la protección y la seguridad, con excepción de los factores humanos.

- Las estructuras (structures) son los elementos pasivos: edificios, vasijas, blindajes, etc. Un sistema (system) comprende varios componentes, montados de tal manera que desempeñen una función específica (activa). Un componente (component) es un elemento diferenciado de un sistema. Son ejemplos de componentes los cables, transistores, circuitos integrados, motores, relés, solenoides, tuberías, accesorios, bombas, cisternas y válvulas.
- Los factores humanos pueden tenerse en cuenta en las estructuras, sistemas y componentes, dado que la ergonomía —el estudio de la eficiencia de las personas en su entorno de trabajo— es un elemento del diseño de estos.

evaluación (assessment)

Proceso y resultado de analizar sistemáticamente y evaluar los peligros asociados a las fuentes y las prácticas, y las medidas de protección y seguridad conexas.

evaluación de la dosis (dose assessment)

Evaluación de la dosis o las dosis que recibe una persona o un grupo de personas.

evaluación de la seguridad (safety assessment)



Evaluación de todos los aspectos de una práctica que guardan relación con la protección y la seguridad; en el caso de una instalación autorizada, ello incluye la selección de un emplazamiento, el diseño y la explotación de la instalación.

evaluación de los peligros (hazard assessment)

Evaluación de los peligros asociados a las instalaciones, actividades o fuentes dentro o fuera de las fronteras de un Estado a fin de determinar:

- a) los sucesos y las zonas conexas respecto de las que se podrían requerir medidas protectoras dentro del Estado;
- b) las medidas que permitirían mitigar con eficacia las consecuencias de esos sucesos.

exención (exemption)

Determinación por parte de un órgano regulador de que una fuente o práctica no necesita estar sometida a alguno o ninguno de los aspectos del control reglamentario sobre la base de que la exposición y la exposición potencial debidas a la fuente o práctica son demasiado pequeñas para justificar la aplicación de aquellos aspectos, o de que esta es la mejor opción de protección independientemente del nivel real de las dosis o los riesgos.

experto cualificado (qualified expert)

Individuo que, en virtud de certificados extendidos por órganos o sociedades competentes, licencias de tipo profesional o títulos académicos y experiencia, es debidamente reconocido como persona con competencia en una especialidad de interés, por ejemplo, física médica, protección radiológica, salud laboral, prevención de incendios, gestión de calidad o en cualquier especialidad técnica o de seguridad pertinente.

exposición (exposure)

Estado o situación de estar sometido a irradiación.

exposición del público (public exposure)

Exposición sufrida por miembros del público a causa de fuentes en situaciones de exposición planificadas, situaciones de exposición de emergencia y situaciones de exposición existentes, excluidas cualquier exposición ocupacional o exposición médica.

exposición externa (external exposure)

Exposición a la radiación procedente de una fuente situada fuera del cuerpo.

exposición interna (internal exposure)

Exposición a la radiación procedente de una fuente situada dentro del cuerpo.

exposición médica (medical exposure)

Exposición a que se somete a pacientes con fines de diagnóstico o tratamiento médico o dental; a cuidadores y confortadores; y a voluntarios sometidos a exposición como parte de un programa de investigación biomédica.

- Un paciente es una persona que recibe servicios, prestados por profesionales de la atención de salud y/o por sus agentes, destinados a:
- a) la promoción de la salud;
 - b) la prevención de enfermedades y lesiones;
 - c) la vigilancia de la salud;
 - d) el mantenimiento de la salud; y
 - e) el tratamiento médico de enfermedades, trastornos y lesiones a fin de lograr una cura o, en su defecto, un bienestar y el desempeño de funciones óptimas. Se incluyen en este concepto algunas personas asintomáticas. A los efectos de los requisitos sobre la exposición médica contenidos en las normas de seguridad del OIEA, el término "paciente" se refiere solo a las personas sometidas a procedimientos radiológicos.

exposición ocupacional (occupational exposure)

Exposición sufrida por los trabajadores en el curso de su trabajo.



exposición potencial (potential exposure)

Exposición considerada prospectivamente que no se prevé que se produzca con certeza pero que puede ser resultado de un incidente operacional previsto o un accidente ocurrido en una fuente o deberse a un suceso o una serie de sucesos de carácter probabilista, por ejemplo fallos de equipo y errores de operación.

□ La exposición potencial incluye las exposiciones (hipotéticas) consideradas prospectivamente debidas a una fuente en un suceso o una serie de sucesos de carácter probabilista, comprendidas las exposiciones derivadas de un accidente, fallos de equipo, errores de operación, fenómenos naturales (como huracanes, terremotos e inundaciones) y de la intrusión humana involuntaria (como la intrusión en una instalación de disposición final de desechos cerca de la superficie una vez eliminado el control institucional).

exposición transfronteriza (transboundary exposure)

Exposición de los miembros del público de un Estado debida a los materiales radiactivos emitidos a causa de accidentes, descargas o disposición final de desechos en otro Estado.

factor de equilibrio (equilibrium factor)

Razón entre la concentración equivalente de equilibrio de la actividad del ^{222}Rn y la concentración de la actividad del ^{222}Rn en el momento de la medición.

factor de ocupación (occupancy factor)

Fracción típica de tiempo durante la cual una persona o un grupo ocupa un lugar.

factor de ponderación de la radiación, w_R (radiation weighting factor, w_R)

Número por el que se multiplica la dosis absorbida en un tejido u órgano para expresar la eficacia biológica relativa de la radiación al inducir efectos estocásticos a dosis bajas. El producto es la dosis equivalente.

□ Los valores son seleccionados para que sean representativos de la eficacia biológica relativa apropiada, y son en líneas generales compatibles con los valores recomendados anteriormente para los factores de calidad en la definición de equivalente de dosis. Los valores del factor de ponderación de la radiación ⁽¹²⁾ figuran a continuación:

Tipo de radiación	w_R
Fotones	1
Electrones y muones	1
Protones y piones cargados	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión, iones pesados	20
Neutrones	

Función continua de la energía del neutrón:

$$w_R = \begin{cases} 2,5 + 18,2 e^{-[\ln(E_n)]^2/6}, & E_n < 1 \text{ MeV} \\ 5,0 + 17,0 e^{-[\ln(2E_n)]^2/6}, & 1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV} \\ 2,5 + 3,25 e^{-[\ln(0,04E_n)]^2/6}, & E_n > 50 \text{ MeV} \end{cases}$$

Nota: Todos los valores están relacionados con la radiación que incide sobre el cuerpo o, en el caso de las fuentes de radiación internas, la radiación emitida por los radionucleidos incorporados.

factor de ponderación de un tejido, w_T (tissue weighting factor, w_T)



Factor, utilizado con fines de protección radiológica, por el que se multiplica la dosis equivalente recibida por un tejido o un órgano, para tener en cuenta la diferente sensibilidad de los distintos tejidos u órganos en cuanto a la inducción de efectos estocásticos de la radiación.

□ Los factores de ponderación de un tejido utilizados para calcular la dosis efectiva son los siguientes:

Tejido u órgano	w_T	$\dot{a} w_T$
Médula ósea (roja), colon, pulmón, estómago, mama, tejidos restantes ^a	0,12	0,72
Gónadas	0,08	0,08
Vejiga, esófago, hígado, tiroides	0,04	0,16
Superficie ósea, cerebro, glándulas salivares, piel	0,01	0,04
Total		1,00

^a El w_T de los tejidos restantes (0,12) se aplica a la dosis media aritmética recibida en esos 13 tejidos u órganos de cada sexo: glándulas suprarrenales, región extratorácica, vesícula biliar, corazón, riñones, nódulos linfáticos, músculo, mucosa oral, páncreas, próstata (hombre), intestino delgado, bazo, timo, útero/cuello del útero (mujer).

físico médico (medical physicist)

Profesional sanitario que ha recibido enseñanza y capacitación especializadas en los conceptos y técnicas de aplicación de la física a la medicina, y es competente para ejercer la profesión de manera independiente en uno o más de los subcampos (especialidades) de la física médica.

□ La competencia de las personas suele ser evaluada por el Estado mediante un mecanismo oficial para el registro, la acreditación o la certificación de físicos médicos en las diversas especialidades (por ejemplo, radiología de diagnóstico, radioterapia, medicina nuclear). Los Estados que aún no hayan elaborado ese mecanismo deberían evaluar la enseñanza, capacitación y competencia de toda persona que proponga el titular de la licencia para que actúe como físico médico y decidir, ya sea en función de las normas internacionales de acreditación o de las normas de un Estado dotado de ese sistema de acreditación, si esa persona puede desempeñar las funciones de físico médico, en la especialidad requerida.

fluencia (fluence)

□ Medida de la intensidad de un campo de radiación. Normalmente se usa sin calificación con el significado de fluencia de partículas.

fluencia de energía, Ψ (energy fluence, Ψ)

Medida de la densidad de energía de un campo de radiación, definida como:

$$\Psi = \frac{dR}{da}$$

donde dR es la energía de la radiación que incide sobre una esfera cuya sección recta es da .

□ Véase la publicación 74⁽¹³⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

fluencia de partículas, Φ (particle fluence, Φ)

Medida de la densidad de partículas en un campo de radiación, definida como:

$$\Phi = \frac{dN}{da}$$



donde dN es el número de partículas que inciden sobre una esfera cuya sección recta es da .

Véase la publicación 74⁽¹³⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

fondo natural (natural background)

Dosis, tasas de dosis o concentraciones de la actividad asociadas a fuentes naturales o a cualesquiera otras fuentes existentes en el medio ambiente que no sean susceptibles de control.

Normalmente se considera que incluye las dosis, tasas de dosis o concentraciones de la actividad asociadas a fuentes naturales, el poso radiactivo global (pero no el poso local) de los ensayos atmosféricos de armas nucleares y el accidente de Chernóbil.

fuelle (source)

1. Cualquier elemento que pueda causar exposición a las radiaciones –por ejemplo, por emisión de radiación ionizante o de sustancias o materiales radiactivos– y que pueda tratarse como un todo a efectos de la protección y la seguridad.

Por ejemplo, los materiales que emiten radón son fuentes presentes en el medio ambiente; una unidad de esterilización por irradiación gamma es una fuente para la práctica de conservación de alimentos y esterilización de otros productos por irradiación; un aparato de rayos X puede ser una fuente para la práctica del radiodiagnóstico; una central nuclear es parte de la práctica de generación de electricidad por medio de la fisión nuclear, y puede considerarse una fuente (por ejemplo, con respecto a las descargas al medio ambiente) o una colección de fuentes (por ejemplo, a efectos de la protección radiológica ocupacional). Un complejo o establecimiento múltiple situado en un mismo lugar o emplazamiento puede ser considerado, cuando proceda, como una fuente única a efectos de la aplicación de las normas de seguridad.

fuelle gastada (spent source)

Fuelle que, como resultado de la desintegración radiactiva, ya no es adecuada para cumplir la función para la que estaba prevista.

! Obsérvese que una fuente gastada puede representar un peligro radiológico.

fuelle natural (natural source)

Fuelle de radiación natural, como el sol y las estrellas (fuentes de radiación cósmica), y las rocas y el suelo (fuentes de radiación terrestres), o cualquier otro material cuya radiactividad se debe, a todos los efectos, únicamente a los radionucleidos de origen natural, como los productos o residuos derivados del tratamiento de minerales; con exclusión de los materiales radiactivos para su uso en un establecimiento nuclear y de los desechos radiactivos generados en un establecimiento nuclear.

fuelle no sellada (unsealed source)

Fuelle radiactiva en la que el material radiactivo no está a) permanentemente sellado en una cápsula, ni b) fuertemente consolidado y en forma sólida.

fuelle peligrosa (dangerous source)

Fuelle que, si no estuviera bajo control, podría dar lugar a una exposición suficiente para causar efectos deterministas graves. Esta clasificación se emplea para determinar la necesidad de disposiciones de emergencia y no debe confundirse con la clasificación de las fuentes con otros fines.

El término fuente peligrosa guarda relación con las cantidades peligrosas (valores D) recomendadas en la publicación EPR-D-VALUES 2006⁽¹⁴⁾.

fuelle radiactiva (radioactive source)

Fuelle que contiene material radiactivo utilizada como fuente de radiación.

fuelle sellada (sealed source)



Fuente radiactiva en la que el material radiactivo está a) permanentemente sellado en una cápsula, o b) fuertemente consolidado y en forma sólida.

garantía de calidad (quality assurance)

Función de un sistema de gestión que proporciona la confianza de que se cumplirán los requisitos especificados.

Se necesitan medidas planificadas y sistemáticas para proporcionar una confianza adecuada en que un elemento, proceso o servicio satisfará determinados requisitos de calidad; por ejemplo, los que se especifican en la licencia. Esta definición se ha modificado ligeramente con respecto a la que aparece en la publicación ISO 921:1997⁽¹⁵⁾ de la Organización Internacional de Normalización para sustituir “un producto o servicio” por “un elemento, proceso o servicio” y para agregar un ejemplo. En la publicación ISO 8402:1994⁽¹⁶⁾ de la Organización Internacional de Normalización figuran una definición más general de garantía de calidad (conjunto de medidas planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar confianza en que una estructura, sistema o componente funcionará satisfactoriamente cuando esté en servicio) y definiciones de expresiones relacionadas con esta.

generador de radiación (radiation generator)

Dispositivo capaz de generar radiación ionizante, como rayos X, neutrones, electrones u otras partículas cargadas, que puede utilizarse con fines científicos, industriales o médicos.

2. Material radiactivo utilizado como fuente de radiación.

Por ejemplo, las fuentes utilizadas en aplicaciones médicas o en instrumentos industriales. Por supuesto, son fuentes según la definición 1), pero este uso en 2) es menos general.

Véase fuente (1).

gestión de desechos radiactivos (radioactive waste management)

Conjunto de actividades administrativas y operacionales que se ocupan de la manipulación, el tratamiento previo, el tratamiento, el acondicionamiento, el transporte, el almacenamiento y la disposición final de los desechos radiactivos.

gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos (predisposal management of radioactive waste)

Etapas de la gestión de los desechos que se realizan con anterioridad a la disposición final, como las actividades de tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, almacenamiento y transporte.

El término gestión previa a la disposición final se utiliza como contracción de “gestión previa a la disposición final de desechos radiactivos”; la “gestión previa a la disposición final” no es una forma de disposición final.

hipótesis lineal sin umbral (linear–no threshold (LNT) hypothesis)

Hipótesis según la cual el riesgo de efectos estocásticos es directamente proporcional a la dosis para todos los niveles de la dosis y de la tasa de dosis por debajo de aquellos a los que se producen efectos deterministas.

Ello significa que cualquier dosis no nula implica un riesgo no nulo de efectos estocásticos.

Esta es la hipótesis de trabajo en que se basan las normas de seguridad del OIEA. No se ha probado –de hecho, es probable que no se pueda probar– respecto de las dosis y tasas de dosis bajas, pero se considera que es la hipótesis más defendible desde el punto de vista radiobiológico como base para las normas de seguridad.

incidente (incident)

Todo suceso no intencionado, incluidos los errores de funcionamiento, los fallos del equipo, los sucesos iniciadores, los precursores de accidentes, los cuasi accidentes y otros contratiempos, o



acto no autorizado, doloso o no, cuyas consecuencias reales o potenciales no son despreciables desde el punto de vista de la protección y la seguridad.

incorporación (intake)

1. Acto o proceso de entrada de radionucleidos en el organismo humano por inhalación, por ingestión o a través de la piel.
 - Otras vías de incorporación son la inyección (que es importante en medicina nuclear) y las heridas, que hay que distinguir de la incorporación a través de la piel (intacta).
2. Actividad de un radionucleido incorporado al cuerpo en un intervalo de tiempo dado, o como resultado de un suceso dado.

inscripción en registro (registration)

Forma de autorización de prácticas de riesgo bajo o moderado en virtud de la cual la persona o entidad responsable de la práctica, si procede, ha efectuado una evaluación de la seguridad de las instalaciones y el equipo y la ha presentado al órgano regulador. La práctica o el uso se autoriza con las condiciones o limitaciones que correspondan.

- Los requisitos de evaluación de la seguridad y las condiciones o limitaciones aplicadas a la práctica deberían ser menos rigurosos para la inscripción en registro que para la concesión de licencia.
- Las prácticas típicas que pueden ser objeto de inscripción en registro son aquellas para las cuales:
 - a) la seguridad puede en gran medida quedar garantizada por el diseño de las instalaciones y del equipo;
 - b) los procedimientos operativos son fáciles de seguir;
 - c) los requisitos de capacitación en seguridad son mínimos; y
 - d) el historial existente revela pocos problemas de seguridad en las operaciones. La inscripción en registro es apropiada sobre todo para las prácticas en las que las operaciones no varían mucho.

instalación de gestión de desechos radiactivos (radioactive waste management facility)

Instalación específicamente diseñada para la manipulación, el tratamiento, el acondicionamiento, el almacenamiento o la disposición final permanente de desechos radiactivos.

instalación de irradiación médica (medical radiation facility) Instalación médica en que se realizan procedimientos radiológicos.

instalaciones y actividades (facilities and activities)

Término general que abarca las instalaciones nucleares, los usos de todas las fuentes de radiación ionizante, todas las actividades de gestión de desechos radiactivos, el transporte de material radiactivo y cualquier otra práctica o circunstancia en la que las personas puedan estar sometidas a exposición a radiaciones procedentes de fuentes naturales o artificiales.

- El término “instalaciones” (facilities) incluye las instalaciones nucleares; los establecimientos de irradiación; algunas instalaciones de extracción y de tratamiento de materias primas, como las minas de uranio; las instalaciones de gestión de desechos radiactivos, y cualquier otro lugar o lugares donde se produzcan, traten, utilicen, manipulen, almacenen o envíen a su disposición final materiales radiactivos –o donde se instalen generadores de radiación– en tal escala que sea necesario tener en cuenta consideraciones relativas a la protección y la seguridad.
- El término “actividades” (activities) incluye la producción, el uso, la importación y la exportación de fuentes de radiación con fines industriales, médicos o de investigación; el transporte de material radiactivo; la clausura de instalaciones; las actividades de gestión de desechos radiactivos tales como la descarga de efluentes y algunos aspectos de la restauración de emplazamientos afectados por residuos de actividades previas.
- Se pretende que esta expresión sea una alternativa a la terminología de fuentes y prácticas (o intervención) para referirse a categorías generales de situaciones. Por ejemplo, en una práctica pueden intervenir muchas instalaciones y/o actividades, mientras que la definición general (1) de “fuente” es demasiado amplia en algunos casos: una instalación o actividad podría ser una fuente, o podría implicar el uso de muchas fuentes, según la interpretación que se dé.



- La expresión “instalaciones y actividades” es muy general e incluye aquellas respecto de las cuales el control reglamentario que se precisa o se puede lograr es poco o ninguno: habría que utilizar las expresiones más específicas “instalación autorizada” (authorized facility) y actividad autorizada (authorized activity) para distinguir las instalaciones y actividades a las que se ha concedido algún tipo de autorización.
- En los *Principios fundamentales de seguridad* (Nociones Fundamentales de Seguridad) se abrevia, por razones prácticas, la expresión “instalaciones y actividades –existentes y nuevas– utilizadas con fines pacíficos” a “instalaciones y actividades”, expresión general que incluye cualquier actividad humana que podría causar la exposición de seres humanos a riesgos de radiación derivados de fuentes naturales o artificiales. (Véase el párr. 1.9 de la publicación Nº SF-1¹⁰ de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*).

justificación (justification)

1. Proceso por el que se determina respecto de una situación de exposición planificada si una práctica es globalmente beneficiosa; es decir, si los beneficios previstos para las personas y la sociedad como consecuencia de la iniciación o continuación de la práctica superan los perjuicios (incluido el detrimento por la radiación) que resultan de dicha práctica.
2. Proceso por el que se determina respecto de una situación de exposición de emergencia o una situación de exposición existente si es probable que una medida protectora o una medida reparadora propuesta sea globalmente beneficiosa; es decir, si los beneficios previstos para las personas y la sociedad (incluida la reducción del detrimento por la radiación) como consecuencia de la iniciación o continuación de la medida protectora o la medida reparadora superan el costo de la aplicación de esa medida y cualquier perjuicio o daño producido por dicha medida.

kerma en aire (air kerma)

Valor del kerma para el aire.

- En condiciones de equilibrio de las partículas cargadas, el kerma en aire (en grays) es aproximadamente igual en valor numérico a la dosis absorbida en el aire (en grays).

kerma, K (kerma, K)

Magnitud K , definida como:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

siendo dE_{tr} la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas ionizantes cargadas liberadas por partículas ionizantes neutras en un material de masa dm .

- En el SI, la unidad del kerma es el julio por kilogramo (J/kg), denominado gray (Gy).

laboratorio de calibración dosimétrica (standards dosimetry laboratory)

Laboratorio, designado por la autoridad nacional competente, que posee la certificación o acreditación necesarias para establecer, mantener o mejorar patrones primarios o secundarios con fines de dosimetría de la radiación.

licencia (licence)

Documento jurídico que expide el órgano regulador por el cual se concede la autorización para realizar determinadas actividades relacionadas con una instalación o actividad.

- Una licencia es el resultado de un proceso de autorización y una práctica amparada por una licencia en vigor es una práctica autorizada.
- Una autorización puede revestir otras formas, como la de una inscripción en registro.



El titular de la licencia es la persona u organización que tiene la responsabilidad global de una instalación o una actividad.

límite (limit)

Valor de una magnitud, aplicado en ciertas actividades o circunstancias específicas, que no ha de ser rebasado.

límite autorizado (authorized limit)

Límite de una magnitud establecido o aceptado oficialmente por un órgano regulador.

límite de dosis (dose limit)

Valor de la dosis efectiva o de la dosis equivalente causada a los individuos en situaciones de exposición planificadas que no se debe rebasar.

límites y condiciones operacionales (operational limits and conditions)

Conjunto de reglas que establecen los límites de los parámetros, la capacidad funcional y los niveles de rendimiento del equipo y el personal aprobados por el órgano regulador para la explotación de una instalación autorizada en condiciones de seguridad.

material radiactivo (radioactive material)

Material designado en la legislación nacional o por un órgano regulador como sometido a control reglamentario a causa de su radiactividad.

Este es el sentido “reglamentario” de radiactivo (2), que no debe confundirse con el sentido “científico” de radiactivo (1): “Que presenta radiactividad; que emite radiación o partículas ionizantes que guardan relación con esas emisiones”. El sentido “científico” de radiactivo —como en sustancia radiactiva— se refiere solo a la presencia de radiactividad y no indica la magnitud del peligro que esta conlleva.

médico prescriptor remitente (referring medical practitioner)

Profesional sanitario que, de conformidad con los requisitos nacionales, puede remitir a personas a un médico realizador de procedimientos radiológicos para que se sometan a exposición médica.

médico realizador de procedimientos radiológicos (radiological medical practitioner)

Profesional sanitario, que ha recibido enseñanza y capacitación especializadas en los usos médicos de las radiaciones, competente para realizar de forma independiente o supervisar procedimientos radiológicos en una especialidad dada.

La competencia de las personas suele ser evaluada por el Estado mediante un mecanismo oficial para el registro, la acreditación o la certificación de médicos realizadores de procedimientos radiológicos en la especialidad dada (por ejemplo, radiología, radioterapia, medicina nuclear, odontología y cardiología). Los Estados que aún no hayan elaborado ese mecanismo deben evaluar la enseñanza, capacitación y competencia de toda persona que proponga el titular de la licencia para que actúe como médico realizador de procedimientos radiológicos y decidir, ya sea en función de las normas internacionales o de las normas de un Estado dotado de ese sistema, si esa persona podría desempeñar las funciones de un médico realizador de procedimientos radiológicos, en la especialidad requerida.

medida de seguridad (safety measure)

Cualquier medida que puede adoptarse, condición que puede aplicarse o procedimiento que puede seguirse para satisfacer los requisitos establecidos en los Requisitos de Seguridad.

medida protectora (protective action)

Medida encaminada a evitar o reducir las dosis que de otro modo podrían recibirse en una situación de exposición de emergencia o una situación de exposición existente.

medida protectora urgente (urgent protective action) Véase medida protectora.

medida reparadora (remedial action)



Retirada de una fuente o reducción de su magnitud (desde el punto de vista de la actividad o cantidad) a efectos de evitar o reducir exposiciones que de lo contrario podrían producirse en una situación de exposición existente.

Las medidas reparadoras también podrían denominarse medidas protectoras a más largo plazo, pero estas últimas no son necesariamente medidas reparadoras.

medio ambiente (environment)

Condiciones en que las personas, los animales y las plantas viven o se desarrollan y que preservan la vida y el desarrollo; especialmente esas condiciones en la medida que se vean afectadas por las actividades humanas.

La protección del medio ambiente incluye la protección y conservación de: especies no humanas, tanto animales como vegetales, y su biodiversidad; bienes y servicios ambientales como la producción de alimentos y piensos; recursos utilizados en la agricultura, la silvicultura, la pesca y el turismo; servicios utilizados en actividades espirituales, culturales y recreativas; medios como el suelo, el agua y el aire; y procesos naturales como los ciclos del carbono, el nitrógeno y el agua.

miembro del público (member of the public)

A los fines de protección y seguridad, en sentido general, cualquier persona del público, excepto las personas sometidas a exposición ocupacional o exposición médica. A los efectos de verificar el cumplimiento del límite de dosis anual para la exposición del público, esta es la persona representativa.

monitorización (radiológica) (monitoring)

Medición de la dosis, la tasa de dosis o la actividad por motivos relacionados con la evaluación o el control de la exposición a la radiación o la exposición debida a sustancias radiactivas, e interpretación de los resultados.

La palabra “medición” tiene aquí un significado un tanto vago. La “medición” de la dosis significa con frecuencia la medición de una magnitud relacionada con la dosis equivalente como sustituto, en lugar de una magnitud relacionada con la dosis que no se puede medir directamente. Además, como etapa previa a la medición puede ser necesario un muestreo.

En realidad, se pueden realizar mediciones de los niveles de radiación, las concentraciones de la actividad en el aire, los niveles de contaminación, las cantidades de materiales radiactivos o las dosis individuales. Los resultados de esas mediciones pueden emplearse para evaluar los peligros radiológicos o las dosis que resulten o puedan resultar de la exposición.

La monitorización (radiológica) puede subdividirse de dos maneras: según dónde se realiza la medición, en monitorización (radiológica) individual, monitorización (radiológica) del lugar de trabajo, monitorización (radiológica) de una fuente y monitorización (radiológica) del medio ambiente; y según la finalidad de la monitorización (radiológica), en monitorización (radiológica) rutinaria, monitorización (radiológica) de una tarea y monitorización (radiológica) especial.

monitorización (radiológica) de una fuente (source monitoring)

Medición de la actividad de los materiales radiactivos emitidos en el medio ambiente o de las tasas de dosis externas ocasionadas por fuentes en una instalación o actividad.

Contrasta con monitorización (radiológica) del medio ambiente.

monitorización (radiológica) de una zona (area monitoring)

Modalidad de monitorización (radiológica) del lugar de trabajo en la que se vigila una zona mediante la realización de mediciones en distintos puntos de la misma.

Se opone a la toma de mediciones con un monitor estático.

monitorización (radiológica) del lugar de trabajo (workplace monitoring)

Monitorización (radiológica) por medio de mediciones efectuadas en el entorno de trabajo.

Normalmente se contrapone a monitorización (radiológica) individual.



monitorización (radiológica) del medio ambiente (environmental monitoring)

Medición de las tasas de dosis externa ocasionadas por fuentes presentes en el medio ambiente o de las concentraciones de radionucleidos en el medio ambiente.

- Contrasta con monitorización (radiológica) de una fuente.

monitorización (radiológica) individual (individual monitoring)

Monitorización radiológica mediante mediciones efectuadas con equipo que lleva puesto cada persona, o mediciones de las cantidades de sustancias radiactivas presentes en sus cuerpos o que penetran en ellos, o mediciones de las cantidades de sustancias radiactivas excretadas por el cuerpo de las personas.

- Normalmente se opone a la monitorización (radiológica) del lugar de trabajo.

nivel de actuación de emergencia (NAE) (emergency action level (EAL))

Criterio específico observable, previamente definido, utilizado para detectar, reconocer y determinar la clase de emergencia.

nivel de dispensa (clearance level)

Valor, establecido por un órgano regulador y expresado en función de la concentración de la actividad, en el cual o por debajo del cual el control reglamentario puede eliminarse respecto de una fuente de radiación en una práctica notificada o autorizada.

nivel de exención (exemption level)

Valor, establecido por un órgano regulador y expresado en función de la concentración de la actividad, la actividad total, la tasa de dosis o la energía de la radiación, en el cual o por debajo del cual una fuente de radiación no necesita estar sometida a alguno o ninguno de los aspectos del control reglamentario.

nivel de intervención operacional (NIO) (operational intervention level (OIL))

Nivel fijado de una magnitud mensurable que corresponde a un criterio genérico.

- Los niveles de intervención operacional suelen expresarse desde el punto de vista de las tasas de dosis o de la actividad del material radiactivo emitido, las concentraciones de la actividad en el aire integradas en el tiempo, las concentraciones en el suelo o en la superficie, o las concentraciones de la actividad de los radionucleidos presentes en muestras ambientales, de alimentos o de agua. Un nivel de intervención operacional se utiliza inmediata y directamente (sin otro tipo de evaluación) para determinar las medidas protectoras apropiadas sobre la base de una medición ambiental.

nivel de investigación (investigation level)

Valor de una magnitud tal como la dosis efectiva, la incorporación o la contaminación por unidad de área o de volumen, al alcanzarse o rebasarse el cual se realizaría una investigación.

nivel de referencia (reference level)

En una situación de exposición de emergencia o una situación de exposición existente, nivel de dosis, riesgo o concentración de la actividad por encima del cual no es apropiado hacer planes para permitir que se produzcan exposiciones y por debajo del cual se seguiría aplicando el principio de optimización de la protección y la seguridad.

- El valor seleccionado para un nivel de referencia dependerá de las circunstancias existentes de la exposición objeto de examen.

nivel de referencia para diagnóstico (diagnostic reference level)

Nivel utilizado en la imagenología médica para indicar si, en condiciones rutinarias, la dosis que recibe el paciente o la cantidad de radiofármacos administrados en un procedimiento radiológico especificado de imagenología médica es excepcionalmente alta o excepcionalmente baja para ese procedimiento.

Ministerio de Industria, Energía y Minería – Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección

Paraguay 1470/401 A – C.P. 11.100

Tel.: (598) 2840 12 34 int. 6601/6605 – Fax: 2840 12 34 int. 6650

secretaria.arnr@miem.gub.uy - www.miem.gub.uy/proteccion-radiologica

Montevideo - Uruguay



normas de seguridad (safety standards)

Normas publicadas de conformidad con el artículo III A) 6) del Estatuto del OIEA⁽¹⁸⁾.

Los documentos publicados por el OIEA desde 1997 en la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA* se clasifican en tres categorías denominadas Nociones Fundamentales de Seguridad, Requisitos de Seguridad y Guías de Seguridad.

notificación (notification)

Documento que una persona o entidad presenta a un órgano regulador con objeto de comunicarle su intención de llevar a cabo una práctica o emplear una fuente de alguna otra forma.

oficial de protección radiológica (radiation protection officer)

Persona técnicamente competente en cuestiones de protección radiológica pertinentes en relación con un tipo de práctica dado y que es designada por el titular registrado, el titular de la licencia o el empleador para supervisar la aplicación de los requisitos reglamentarios.

optimización de la protección y la seguridad (optimization of protection and safety)

Proceso 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).

En el caso de las exposiciones médicas de los pacientes, la optimización de la protección y la seguridad es la gestión de la dosis de radiación administrada al paciente en proporción con los fines médicos.

Por la frase “se optimiza la protección y la seguridad” se entiende que se ha aplicado el principio de optimización de la protección y la seguridad y se ha puesto en práctica el resultado de ese proceso.

organización de respuesta (response organization)

Organización designada o reconocida de otra forma por un Estado como responsable de la gestión o aplicación de cualquier aspecto de la respuesta a emergencias.

órgano regulador (regulatory body)

Autoridad o conjunto de autoridades a las que el gobierno de un Estado confiere facultades legales para llevar a cabo el proceso de reglamentación, incluida la concesión de autorizaciones y, de este modo, reglamentar la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte.

La autoridad competente nacional encargada de la reglamentación de la seguridad del transporte de material radiactivo (véase la publicación Nº SSR-6⁽¹⁹⁾ de la *Colección de Normas de Seguridad del OIEA*) queda incluida en esta descripción, así como el órgano regulador en relación con la protección y seguridad.

parte interesada (interested party)

Persona, empresa, etc., que tiene interés en las actividades y el rendimiento de una organización, negocio, sistema, etc.

La expresión “parte interesada” se usa en sentido amplio para referirse a una persona o grupo que tiene un interés en el rendimiento de una organización. Los que pueden influir en los acontecimientos pueden convertirse en partes interesadas —se considere o no que su “interés” es “legítimo”— en el sentido de que sus puntos de vista se deben tener en cuenta. Normalmente son partes interesadas los clientes, los propietarios, las entidades explotadoras, los empleados, los suministradores, los socios, los sindicatos; la industria regulada o los profesionales; los organismos científicos; los organismos gubernamentales o los órganos reguladores (nacionales, regionales y locales) cuyas responsabilidades pueden incluir la energía nuclear; los medios de



comunicación; el público (particulares, grupos comunitarios y grupos de interés); y otros Estados, especialmente Estados vecinos que hayan suscrito acuerdos para intercambiar información respecto de posibles efectos transfronterizos, o Estados que estén implicados en la importación o exportación de ciertos materiales o tecnologías.

persona representativa (representative person)

Individuo que recibe una dosis que es representativa de las dosis que reciben los individuos más altamente expuestos de la población.

□ La Publicación 101⁽²⁰⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica indica que la dosis que recibe la persona representativa es equivalente y sustituye a la dosis media en el “grupo crítico”, y proporciona orientación sobre la evaluación de las dosis que recibe la persona representativa. El concepto de grupo crítico sigue siendo válido.

Véase miembro del público.

forraje (feed)

Un solo material o varios materiales, procesados, semiprocesados o sin procesar, destinados a alimentar directamente a animales que producen alimentos.

plan de emergencia (emergency plan)

Descripción de los objetivos, la política y los conceptos básicos de las operaciones para dar respuesta a una emergencia, así como de la estructura, las facultades y las responsabilidades inherentes a una respuesta sistemática, coordinada y eficaz. El plan de emergencia constituye la base para la elaboración de otros planes, procedimientos y listas de verificación.

práctica (practice)

Toda actividad humana que introduce fuentes de exposición o vías de exposición adicionales o modifica el conjunto de las vías de exposición debida a las fuentes existentes, de forma que aumente la exposición o la probabilidad de exposición de las personas o el número de las personas expuestas.

! Se generan desechos radiactivos como resultado de prácticas que tienen algún efecto beneficioso, como la generación de electricidad por medios nucleares o la aplicación de los radioisótopos al establecimiento de diagnósticos. La gestión de estos desechos es por tanto solo una parte de la práctica general.

preparación para emergencias (emergency preparedness)

Capacidad para adoptar medidas que atenuarán eficazmente las consecuencias de una emergencia para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes y el medio ambiente.

procedimiento radiológico (radiological procedure)

Procedimiento de imagenología médica o procedimiento terapéutico en que se emplea la radiación ionizante, por ejemplo los procedimientos utilizados en la radiología de diagnóstico, la medicina nuclear o la radioterapia, o procedimientos de planificación, procedimientos de intervención guiados por imágenes u otros procedimientos de intervención en que se emplean radiaciones, emitidas por un generador de radiación, un dispositivo que contiene una fuente sellada o una fuente no sellada, o mediante un radiofármaco administrado a un paciente.

procedimientos de emergencia (emergency procedures)

Conjunto de instrucciones que describen en detalle las medidas que deberá adoptar el personal de respuesta en caso de emergencia.

procesamiento (processing)

Cualquier operación que modifique las características de los desechos, incluidos el tratamiento previo, el tratamiento y el acondicionamiento.



producto de consumo (consumer product)

Dispositivo o artículo fabricado en el que se han incorporado radionucleidos o producido por activación de forma deliberada, o que genera radiación ionizante, y que se puede vender o poner a disposición de los miembros del público sin vigilancia especial ni control reglamentario después de la venta.

□ Esto incluye artículos como los detectores de humo y los diales luminosos en que se han incorporado radionucleidos de forma deliberada y tubos generadores de iones. No incluye materiales de construcción, baldosas de cerámica, aguas de balneario, minerales y alimentos, y excluye productos y aparatos instalados en lugares públicos (por ejemplo, señales de salida).

profesional sanitario (health professional)

Individuo oficialmente reconocido, previas las formalidades nacionales apropiadas, para ejercer una profesión relacionada con la salud (por ejemplo, la medicina, odontología, quinesioterapia, pediatría, cuidado de enfermos, física médica, tecnología de irradiación con fines médicos, radiofarmacia, salud ocupacional).

progenie del radón (radon progeny)

Productos de la descomposición radiactiva de vida corta del ^{220}Rn y el ^{222}Rn .

□ En el caso del ^{222}Rn , incluye la cadena de desintegración hasta el ^{210}Pb pero sin incluirlo, es decir, ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi y ^{214}Po , más trazas de ^{218}At , ^{210}Tl y ^{209}Pb . El ^{210}Pb , que tiene un período de semidesintegración de 22,3 años, y su progenie radiactiva — ^{210}Bi y ^{210}Po , más trazas de ^{206}Hg and ^{206}Tl — son, estrictamente, descendientes del ^{222}Rn , pero no se incluyen en esta enumeración porque en general no están presentes en cantidades significativas en la atmósfera. En el caso del ^{220}Rn , incluye el ^{216}Po , el ^{212}Pb , el ^{212}Bi , el ^{212}Po y el ^{208}Tl .

programa de detección de enfermedades (health screening programme)

Programa en el que se realizan pruebas de salud o exámenes médicos a los efectos de la detección temprana de enfermedades.

protección (contra las radiaciones) (protection (against radiation)) Véase protección radiológica.

protección del medio ambiente (protection of the environment) Véase medio ambiente.

protección radiológica (también radioprotección) (radiation protection (also radiological protection))

Protección de las personas contra los efectos nocivos de la exposición a la radiación ionizante y medios para conseguir esa protección.

protección y seguridad (protection and safety)

Protección de las personas contra la exposición a la radiación ionizante o la exposición debida a materiales radiactivos, así como seguridad de las fuentes, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad, y los medios para prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de estos si ocurrieran.

□ A los efectos de las normas de seguridad del OIEA, el término “protección y seguridad” comprende la protección de las personas contra la radiación ionizante y la seguridad; no incluye los aspectos de la seguridad que no guardan relación con las radiaciones. La “protección y seguridad” abarca tanto los riesgos radiológicos en circunstancias normales como esos riesgos cuando son consecuencia de incidentes, y también otras posibles consecuencias directas de la pérdida de control del núcleo de un reactor nuclear, la reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación. Las medidas de seguridad son acciones encaminadas a prevenir los incidentes, y disposiciones para mitigar sus consecuencias si llegaran a producirse.

radiación (radiation)

Ministerio de Industria, Energía y Minería – Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección
Paraguay 1470/401 A – C.P. 11.100
Tel.: (598) 2840 12 34 int. 6601/6605 – Fax: 2840 12 34 int. 6650
secretaria.arnr@miem.gub.uy - www.miem.gub.uy/proteccion-radiologica
Montevideo - Uruguay



! En las publicaciones del OIEA, el término “radiación” se refiere solo a radiación ionizante, a menos que se indique lo contrario. El OIEA no tiene ninguna responsabilidad estatutaria en relación con la radiación no ionizante.

radiación ionizante (ionizing radiation)

A los efectos de la protección radiológica, radiación capaz de producir pares de iones en materia(s) biológica(s).

A efectos prácticos, se puede suponer que la radiación muy penetrante incluye fotones de una energía superior a 12 keV aproximadamente, electrones de una energía superior a unos 2 MeV, y neutrones.

A efectos prácticos, se puede suponer que la radiación poco penetrante incluye fotones de una energía inferior a 12 keV aproximadamente, electrones de una energía inferior a unos 2 MeV, y un gran número de partículas cargadas como protones y partículas alfa.

radiactivo, va (adjetivo) (radioactive (adjective))

1. Que presenta radiactividad; que emite radiación o partículas ionizantes que guardan relación con esas emisiones.

Esta es la definición “científica”, que no debe confundirse con la definición “reglamentaria” (2).

2. Designado en la legislación nacional o por un órgano regulador como sometido a control reglamentario a causa de su radiactividad.

Esta es la definición “reglamentaria”, que no debe confundirse con la definición “científica” (1).

radiofarmacéutico (radiopharmacist)

Profesional sanitario que ha recibido enseñanza y capacitación especializadas en radiofarmacia, competente para preparar y despachar radiofármacos que se utilizan con fines de diagnóstico médico y terapia con radionucleidos.

La competencia de las personas suele ser evaluada por el Estado mediante un mecanismo oficial para el registro, la acreditación o la certificación de radiofarmacéuticos. Los Estados que aún no hayan elaborado ese mecanismo deben evaluar la enseñanza, capacitación y competencia de toda persona que proponga el titular de la licencia para que actúe como radiofarmacéutico y decidir, ya sea en función de las normas internacionales o de las normas de un Estado dotado de ese sistema, si esa persona podría desempeñar las funciones de radiofarmacéutico.

radionucleidos de origen natural (radionuclides of natural origin)

Radionucleidos presentes naturalmente en la Tierra en cantidades importantes.

Normalmente el término se usa para referirse a los radionucleidos primigenios ^{40}K , ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th y sus productos de desintegración radiactiva.

Contrasta con radionucleidos de origen artificial; también con radionucleidos artificiales, radionucleidos antropogénicos y radionucleidos producidos por el hombre.

radón (radon)

Cualquier combinación de isótopos del elemento radón.

A los efectos de las presentes Normas, por radón se entienden el ^{220}Rn y el ^{222}Rn .

respuesta a emergencias (emergency response)

Aplicación de medidas para mitigar las consecuencias de una emergencia para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes y el medio ambiente. También puede proporcionar una base para la reanudación de las actividades sociales y económicas normales.

restauración (remediation)

Cualquier medida que se pueda poner en práctica para reducir la exposición a la radiación ocasionada por la contaminación de superficies terrestres mediante la aplicación de medidas a la propia contaminación (la fuente) o a las vías de exposición para los seres humanos.

La restauración no implica una descontaminación completa.

Véase descontaminación.



restricción (constraint)

Valor prospectivo, relativo a la fuente, de dosis individual (restricción de dosis) o de riesgo individual (restricción de riesgo) que se utiliza en situaciones de exposición planificadas como parámetro para la optimización de la protección y seguridad de la fuente, y sirve como límite para definir la gama de opciones de optimización.

- En el caso de la exposición ocupacional, los titulares registrados y los titulares de licencias establecen y utilizan una restricción de la dosis individual que recibe cada trabajador para definir la gama de opciones de optimización de la protección y la seguridad de la fuente.
- En el caso de la exposición del público, la restricción de dosis es un valor relativo a la fuente establecido o aprobado por el gobierno o el órgano regulador, teniendo en cuenta las dosis recibidas a causa de la utilización planificada de toda fuente sometida a control.
- El fin de la restricción de la 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 todas las fuentes sometidas a control permanece ajustada al límite de dosis.
- En el caso de la exposición médica, la restricción de dosis es un valor relativo a la fuente que se utiliza en la optimización de la protección de los cuidadores y confortadores de los pacientes sometidos a procedimientos radiológicos, y de la protección de los voluntarios sometidos a exposición como parte de un programa de investigación biomédica.
- La restricción de riesgo es un valor relativo a la fuente que proporciona un nivel básico de protección a las personas que más riesgo corren debido a la fuente. El riesgo está en función de la probabilidad de que ocurra un suceso involuntario que dé lugar a una dosis, y de la probabilidad de que haya un detrimento por la dosis. Las restricciones de riesgo corresponden a las restricciones de dosis pero se aplican a la exposición potencial.

restricción de dosis (dose constraint) Véase restricción.

restricción de riesgo (risk constraint) Véase restricción.

riesgo (risk)

Magnitud multiatributiva con la que se expresa un riesgo en sentido general, un peligro o la posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales. Guarda relación con magnitudes tales como la probabilidad de determinadas consecuencias dañinas y la amplitud y el carácter de tales consecuencias.

Véase riesgos radiológicos.

riesgos radiológicos (radiation risks)

Efectos en la salud perjudiciales de la exposición a la radiación (incluida la posibilidad de que se produzcan esos efectos) y cualquier otro riesgo relacionado con la seguridad (incluidos los riesgos para el medio ambiente) que podría surgir como consecuencia directa de:

- a) la exposición a la radiación;
- b) la presencia de material radiactivo (incluidos los desechos radiactivos) o su emisión al medio ambiente;
- c) la pérdida de control sobre el núcleo de un reactor nuclear, una reacción nuclear en cadena, una fuente radiactiva o cualquier otra fuente de radiación.

seguridad (safety)

Véase seguridad tecnológica (nuclear), protección y seguridad.

- En los *Principios fundamentales de seguridad* (Nociones Fundamentales de Seguridad) ⁽¹⁷⁾, el uso generalizado a los efectos de ese texto del término “seguridad” (es decir, en el sentido de protección y seguridad) se explica a continuación (en los párrafos 3.1 y 3.2):

“3.1. Para los fines de la presente publicación, por “seguridad” se entiende la protección de las personas y el medio ambiente contra los riesgos asociados a las radiaciones, así como la seguridad de las instalaciones y actividades que dan lugar a esos riesgos. Tal como se utiliza aquí y en las normas de seguridad del OIEA, el término “seguridad” comprende la seguridad tecnológica de las instalaciones nucleares, la seguridad radiológica, la seguridad de la gestión de los desechos

Ministerio de Industria, Energía y Minería – Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección

Paraguay 1470/401 A – C.P. 11.100

Tel.: (598) 2840 12 34 int. 6601/6605 – Fax: 2840 12 34 int. 6650

secretaria.arnr@miem.gub.uy - www.miem.gub.uy/proteccion-radiologica

Montevideo - Uruguay



radiactivos, y la seguridad en el transporte de material radiactivo; no comprende los aspectos de la seguridad que no se relacionan con las radiaciones.

3.2. La seguridad se ocupa tanto de los riesgos asociados a las radiaciones en circunstancias normales como de esos riesgos cuando son consecuencia de incidentes, y también de otras posibles consecuencias directas de 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. Las medidas de seguridad comprenden acciones encaminadas a prevenir los incidentes, y disposiciones para mitigar sus consecuencias, si llegan a ocurrir.”

seguridad física (nuclear) ((nuclear) security)

La prevención y detección de actos delictivos o actos intencionales no autorizados que estén relacionados con materiales nucleares, otros materiales radiactivos, instalaciones conexas o actividades conexas, o que estén dirigidos contra ellos, así como la respuesta a esos actos.

□ No existe una distinción exacta entre los términos generales “seguridad tecnológica” y “seguridad física”. En general, la “seguridad física” se ocupa de los actos delictivos o actos intencionales no autorizados realizados por seres humanos que podrían dañar o amenazar con causar daño a otros seres humanos; la “seguridad tecnológica” se ocupa de la cuestión más amplia del daño radiológico a las personas (o al medio ambiente), sea cual sea la causa. La interacción precisa entre seguridad física y seguridad tecnológica depende del contexto. La seguridad física de los materiales nucleares por razones relativas a la no proliferación está fuera del alcance de las normas de seguridad del OIEA.

seguridad tecnológica (nuclear) ((nuclear) safety)

Consecución de las condiciones de explotación correctas, prevención de accidentes o mitigación de sus consecuencias, cuyo resultado es la protección de los trabajadores, el público y el medio ambiente frente a peligros indebidos causados por la radiación.

Véanse también protección y seguridad, y seguridad.

sistema de gestión (management system)

Conjunto de elementos interrelacionados e interactuantes (sistema) destinado a establecer políticas y objetivos y a posibilitar que se logren dichos objetivos de manera eficaz y efectiva.

□ Los componentes de un sistema de gestión son, entre otros, la estructura orgánica, los recursos y los procesos organizativos. La gestión se define como el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización (en ISO 9000).

□ El sistema de gestión integra todos los elementos de una organización en un sistema coherente para posibilitar el logro de todos los objetivos de la organización. Esos elementos son, entre otros, la estructura, los recursos y los procesos. El personal, el equipo y la cultura organizativa, así como las políticas y los procesos documentados, forman parte del sistema de gestión. Los procesos de la organización deben abordar todos los requisitos impuestos a la organización tal como se establece, por ejemplo, en las normas de seguridad del OIEA y en otros códigos y normas internacionales.

situación de exposición de emergencia (emergency exposure situation)

Situación de exposición ocurrida como resultado de un accidente, acto doloso u otro suceso inesperado, que requiere la pronta adopción de medidas para evitar o reducir las consecuencias adversas.

□ Las exposiciones de emergencia solo pueden reducirse mediante la aplicación de medidas protectoras y otras medidas de respuesta.

situación de exposición existente (existing exposure situation)

Situación de exposición que ya existe cuando tiene que tomarse una decisión sobre la necesidad de control.

□ Entre las situaciones de exposición existentes figuran la exposición a la radiación de fondo natural que es susceptible de control; la exposición debida a materiales radiactivos residuales derivados de prácticas anteriores que nunca hayan estado sometidos a control reglamentario o la exposición



debida a materiales radiactivos residuales derivados de una emergencia nuclear o radiológica una vez que se haya declarado terminada la emergencia.

situación de exposición planificada (planned exposure situation)

Situación de exposición que surge a raíz de la utilización planificada de una fuente o de una actividad planificada que tiene como resultado una exposición debida a una fuente.

Puesto que pueden adoptarse disposiciones para la protección y la seguridad antes de iniciar la actividad en cuestión, las exposiciones conexas y la probabilidad de que se produzcan pueden limitarse desde el principio. El principal medio de controlar la exposición en situaciones de exposición planificadas es el diseño apropiado de instalaciones, equipo y procedimientos de explotación. En las situaciones de exposición planificadas se prevé que haya cierto nivel de exposición.

suceso (event)

En el contexto de la notificación y el análisis de sucesos, acontecimiento no intencionado por parte del operador, incluidos errores de operación, fallos de equipos u otros percances, o acción deliberada por parte de otros, cuyas consecuencias reales o potenciales no son despreciables desde el punto de vista de la protección y la seguridad.

suministrador (de una fuente) (supplier (of a source))

Toda persona o entidad a la que un titular registrado o un titular de la licencia asigna, total o parcialmente, funciones relacionadas con el diseño, fabricación, producción o construcción de una fuente.

El término “suministrador” de una fuente incluye a diseñadores, fabricantes, productores, constructores, ensambladores, instaladores, distribuidores, vendedores, importadores y exportadores de una fuente.

sustancia radiactiva (radioactive substance)

Este es el sentido “científico” de radiactivo (1), que no debe confundirse con el sentido “reglamentario” de radiactivo (2): “Designado en la legislación nacional o por un órgano regulador como sometido a control reglamentario a causa de su radiactividad.” El sentido “científico” de radiactivo se refiere solo a la presencia de radiactividad y no indica la magnitud del peligro que ésta conlleva.

tasa de referencia de kerma en aire (reference air kerma rate)

Tasa de kerma en aire, en el seno del aire, a una distancia de referencia de un metro, corregida para tener en cuenta la atenuación y la dispersión del aire.

Esta magnitud se expresa en $\mu\text{Gy/h}$ a 1 m.

tecnólogo radiológico (medical radiation technologist)

Profesional sanitario, que ha recibido enseñanza y capacitación especializadas en tecnología de irradiación médica, competente para realizar procedimientos radiológicos, con facultades delegadas por el médico realizador de procedimientos radiológicos, en una o varias especialidades de la tecnología de irradiación médica.

La competencia de las personas suele ser evaluada por el Estado mediante un mecanismo oficial para el registro, la acreditación o la certificación de tecnólogos radiológicos en las diversas especialidades (por ejemplo, radiología de diagnóstico, radioterapia, medicina nuclear). Los Estados que aún no hayan elaborado ese mecanismo deberían evaluar la enseñanza, capacitación y competencia de toda persona que proponga el titular de la licencia para que actúe como tecnólogo radiológico y decidir, ya sean función de las normas internacionales o de las normas de un Estado dotado de ese sistema, si esa persona puede desempeñar las funciones de tecnólogo radiológico, en la especialidad requerida.

tipo de absorción por los pulmones (lung absorption type)

Clasificación utilizada para distinguir las distintas tasas de transferencia de los radionucleidos inhalados del tracto respiratorio a la sangre.

Ministerio de Industria, Energía y Minería – Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección
Paraguay 1470/401 A – C.P. 11.100

Tel.: (598) 2840 12 34 int. 6601/6605 – Fax: 2840 12 34 int. 6650

secretaria.arnr@miem.gub.uy - www.miem.gub.uy/proteccion-radiologica

Montevideo - Uruguay



La Publicación 71⁽²¹⁾ de la Comisión Internacional de Protección Radiológica clasifica los materiales en cuatro tipos de absorción por los pulmones:

- a) tipo V (muy rápido): a efectos dosimétricos, los que supuestamente pasan de forma instantánea a la sangre;
- b) tipo F (rápido): los que pasan rápidamente a la sangre;
- c) tipo M (moderado): los que tienen tasas intermedias de absorción;
- d) tipo S (lento): los que son relativamente insolubles y solo pasan lentamente a la sangre.

Véase también factor de transferencia intestinal, concepto similar aplicable a los radionucleidos ingeridos en el tracto gastrointestinal.

trabajador (worker)

Toda persona que trabaja, ya sea en jornada completa, jornada parcial o temporalmente, por cuenta de un empleador y que tiene derechos y deberes reconocidos en lo que atañe a la protección radiológica ocupacional.

Se considera que una persona empleada por cuenta propia tiene a la vez los deberes de un empleador y un trabajador.

trabajador de emergencias (emergency worker)

Persona con funciones específicas como trabajador en una respuesta a una emergencia.

Los trabajadores de emergencias pueden ser trabajadores empleados por los titulares registrados y los titulares de licencias, así como personal de organizaciones de respuesta, tales como agentes de policía, bomberos, personal médico, y conductores y tripulaciones de vehículos de evacuación.

Los trabajadores de emergencias podrán ser designados como tales antes de la emergencia, aunque no necesariamente. Los trabajadores de emergencias que no hayan sido designados por adelantado no necesariamente tienen por qué ser trabajadores antes de la emergencia.

trabajador ocupacionalmente expuesto (TOE)

Trabajadores(as) que operan directamente equipos generadores o manipulan fuentes radiactivas, independiente del nivel de la exposición normal, siempre que la práctica laboral no pueda ser calificada por la autoridad como exenta.

Trabajadores(as) que no operan equipos ni manipulan directamente fuentes radiactivas, pero que en el desempeño de su trabajo se estima que tengan o puedan tener exposiciones normales, iguales o superiores a lo recomendado para individuos del público, siempre que ello esté debidamente justificado y optimizado.

Trabajadores(as) que se desempeñan en áreas controladas, independiente del tiempo que permanezcan en dicha área y de los niveles de exposición normal que tengan, aun cuando se trate de exposiciones esporádicas.

transporte (transport)

Traslado físico deliberado de materiales radiactivos (distintos de los que forman parte del sistema de propulsión del vehículo) de un lugar a otro.

vía de exposición (exposure pathway)

Ruta por la que la radiación o los radionucleidos pueden alcanzar a los seres humanos y causar exposición.

vigilancia de la salud (health surveillance)

Véase vigilancia de la salud de los trabajadores.

vigilancia de la salud de los trabajadores (workers' health surveillance)

Supervisión médica cuya finalidad es asegurar la aptitud inicial y permanente de los trabajadores para la tarea a que se los destine.

volumen blanco de planificación (planning target volume)

Concepto geométrico aplicado en radioterapia para planificar el tratamiento médico tomando en consideración el efecto neto de los movimientos del paciente y de los tejidos por irradiar, las

Ministerio de Industria, Energía y Minería – Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección

Paraguay 1470/401 A – C.P. 11.100

Tel.: (598) 2840 12 34 int. 6601/6605 – Fax: 2840 12 34 int. 6650

secretaria.arnr@miem.gub.uy - www.miem.gub.uy/proteccion-radiologica

Montevideo - Uruguay



variaciones de tamaño y forma de los tejidos y las variaciones de la geometría del haz, por ejemplo en su amplitud y dirección.

zona controlada (controlled area)

Área delimitada en la que se requieren o podrían requerirse medidas de protección y disposiciones de seguridad específicas con objeto de controlar las exposiciones o prevenir la propagación de la contaminación en condiciones normales de trabajo, y de impedir o limitar el alcance de las exposiciones potenciales.

zona supervisada (supervised area)

Área delimitada que no constituye una zona controlada pero dentro de la cual se mantienen bajo vigilancia las condiciones de exposición ocupacional, aunque normalmente no se requieran medidas de protección o disposiciones de seguridad específicas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA*, Requisitos de Seguridad Generales, GSR-Parte 3, OIEA, Viena (2014).
- (2) ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Marco gubernamental, jurídico y regulador para la seguridad, Colección Normas de Seguridad del OIEA Nº GSR Parte 1*, OIEA, Viena (2010).
- (3) ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, *Principios directivos técnicos y éticos relativos a la vigilancia de la salud de los trabajadores, Serie Seguridad y Salud en el Trabajo Nº 72*, OIT, Ginebra (1998).
- (4) ASOCIACIÓN MÉDICA MUNDIAL, *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Declaración de Helsinki)*, 18ª Asamblea Médica Mundial de la AMM, Helsinki, 1964, enmendada por la 59ª Asamblea General de la AMM, Seúl, 2008.
- (5) CONSEJO DE ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE LAS CIENCIAS MÉDICAS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos*, CIOMS, Ginebra (1983).
- (6) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Radiological Protection in Biomedical Research*, ICRP Publication 62, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).
- (7) PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS, COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS, *Norma General del Codex para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos, Lista I - Radionucleidos*, CODEX STAN 193-1995, CCA, Roma (2006).
- (8) WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Guidelines for Drinking-water Quality — 4th edn*, WHO, Geneva (2011).
- (9) COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación ICRP 103, Sociedad Española de Protección Radiológica, con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- (10) COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación ICRP 103, Sociedad Española de Protección Radiológica, con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- (11) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, *Radiation Quantities and Units*, Rep. 33, ICRU, Bethesda, MD (1980).
- (12) COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA, *Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, Publicación ICRP 103, Sociedad Española de Protección Radiológica, con la autorización de la ICRP, Senda Editorial S.A., Madrid, 2008.
- (13) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against External Radiation*, ICRP Publication 74, Pergamon Press, Oxford and New York (1997).
- (14) ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Cantidades peligrosas de materiales radiactivos (valores D)*, *Colección de Preparación y Respuesta en Caso de Emergencia*, EPR-D-VALUES-2006, OIEA, Viena (2010).
- (15) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, *Nuclear Energy: Vocabulary*



- (Second Edition), ISO 921:1997, ISO, Geneva (1997).
- (16) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Quality Management and Quality Assurance — Vocabulary, ISO 8024:1994, ISO, Geneva (1994).
- (17) COMUNIDAD EUROPEA DE LA ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA OCDE, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Principios fundamentales de seguridad, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* Nº SF-1, OIEA, Viena (2007).
- (18) Estatuto del Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA, Viena (1990).
- (19) ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, Edición de 2012, Colección de Normas de Seguridad del OIEA* Nº SSR-6, OIEA, Viena (2013).
- (20) 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, ICRP Publication 101*, Elsevier (2006).
- (21) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, *Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients*, Publication 71, Pergamon Press, Oxford and New York (1995).