	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 1 de 87

MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

ÁREA DE SALUD DE BADAJOZ

Realizado por el Servicio de Protección Radiológica
del Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz


Noviembre de 2024

--	--

D. Demetrio Pérez Civantos
Director Gerente


D. Pedro Javier Mancha Mateos
Jefe de Protección Radiológica

Área de Salud de Badajoz


	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 2 de 87

Índice


1. Introducción.....	8
1.1. Siglas y abreviaturas usadas en el Manual.....	8
1.2. Objeto.....	9
1.3. Ámbito de aplicación.....	9
1.4. Disponibilidad.....	10
1.5. Revisión del manual.....	10
1.5.1. Objeto de las revisiones.....	10
1.5.2. Frecuencia de las revisiones.....	10
1.5.3. Procedimiento a seguir.....	10
2. Organización y responsabilidades.....	10
2.1. Introducción.....	10
2.2. Funciones y responsabilidades en materia de protección radiológica.....	11
2.2.1. Dirección gerencia.....	11
2.2.2. Dirección médica.....	11
2.2.3. Dirección de enfermería.....	12
2.2.4. Subdirección de obras, servicios y equipos del Servicio Extremeño de Salud.....	12
2.2.5. Servicio de Mantenimiento.....	12
2.2.6. Dirección de recursos humanos.....	13
2.2.7. Jefes de los servicios o unidades médicas.....	13
2.2.8. Personal de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.....	13
2.2.9. Unidad de prevención de riesgos laborales.....	15
2.2.10. Trabajadores externos.....	15
2.2.11. Jefe de protección radiológica.....	17
2.3. Servicio de Protección Radiológica.....	17
2.3.1. Organización.....	17
2.3.2. Funciones y obligaciones.....	18
2.3.3. Funciones del Jefe de Protección Radiológica.....	18
3. Medidas fundamentales de protección radiológica.....	19
3.1. Introducción.....	19
3.2. Riesgos radiológicos.....	19
3.2.1. Radiodiagnóstico.....	19
3.2.2. Radioterapia.....	20
3.2.3. Medicina Nuclear y Radiofarmacia.....	20
3.3. Clasificación del personal.....	20

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 3 de 87


3.3.1. Trabajadores expuestos.	20
3.3.2. Contratación y traslado de trabajadores expuestos.	22
3.3.3. Miembros del público.	22
3.4. Límites de dosis.	22
3.4.1. Límites de dosis para trabajadores expuestos.	23
3.4.2. Límites de dosis para personas en formación y estudiantes.	24
3.4.3. Límites de dosis para los miembros del público.	24
3.5. Restricciones de dosis.	24
3.5.1. Trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes.	24
3.5.2. Trabajadores externos.	24
3.5.3. Miembros del público.	25
3.6. Clasificación de zonas.	25
3.6.1. Zona vigilada.	25
3.6.2. Zona controlada.	25
3.6.3. Clasificación genérica de zonas en el ámbito de actuación del SPR.	26
3.7. Señalización.	27
3.8. Normas generales en zonas con riesgo radiológico.	28
3.8.1. Zona controlada.	28
3.8.2. Acceso y trabajo en zonas vigiladas.	29
4. Protección ocupacional de los trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes.	29
4.1. Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo.	29
4.1.1. Vigilancia y control de la radiación externa.	29
4.1.2. Vigilancia y control de la contaminación.	30
4.2. Evaluación de la exposición del trabajador expuesto.	32
4.2.1. Control dosimétrico personal.	32
4.2.2. Superación de los límites de dosis.	33
4.2.3. Utilización de dosímetros.	34
4.2.4. Historial dosimétrico.	34
4.3. Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.	36
4.3.1. Exámenes de salud.	36
4.3.2. Clasificación médica.	37
4.3.3. Historial clínico – laboral.	37
4.3.4. Vigilancia especial de los trabajadores expuestos.	37
4.3.5. Medidas adicionales.	37
4.3.6. Recursos.	38

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 4 de 87


4.4. Protección para personas en formación y estudiantes.	38
5. Protección radiológica de los miembros del público en condiciones normales.	38
5.1. Introducción.	38
5.1.1. Miembros del público.	38
5.1.2. Principios básicos.	38
5.1.3. Principios generales.	38
5.2. Protección de los miembros del público.....	39
5.2.1. Exposición externa.	39
5.2.2. Contaminación por radionucleidos.	40
5.2.3. Incorporación de radionucleidos. Emisión de efluentes.	40
5.3. Sistema de vigilancia para evaluar y controlar la dosis del público.	40
5.3.1. Irradiación externa.	41
5.3.2. Contaminación.	41
5.3.3. Incorporación. Efluentes.....	41
5.3.4. Medidas de vigilancia. Estimación de dosis y límites.	41
5.4. Protección radiológica de las personas en contacto con pacientes sometidos a tratamientos o diagnóstico con radionucleidos.	42
5.4.1. Información.	42
5.4.2. Restricciones de dosis.....	42
5.4.3. Restricciones de actividad.....	42
6. Protección radiológica de las personas cuidadoras.....	42
6.1. Restricciones de dosis.	42
6.2. Inmovilizaciones.....	43
7. Protección radiológica de las personas con ocasión de las exposiciones médicas.....	43
7.1. Introducción.	43
7.2. Justificación de las exposiciones médicas.	43
7.3. Prácticas especiales.	45
7.4. Protección especial durante el embarazo y la lactancia.	45
7.5. Optimización de las exposiciones médicas.	46
7.6. Procedimientos.	46
7.7. Equipos.	47
8. Proyecto y aceptación de las instalaciones y equipos con riesgo radiológico.	48
8.1. Introducción.	48
8.2. Diseño de proyectos y elaboración de especificaciones técnicas.	48
8.2.1. Diseño de proyectos.....	48
8.2.2. Especificaciones técnicas de los equipos.....	49

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 5 de 87


8.3. Adquisición de equipos.....	49
8.4. Recepción y aceptación de instalaciones y equipos.	49
8.5. Solicitud del permiso de funcionamiento, modificación y declaración de instalaciones... 50	
8.5.1. Instalaciones radiactivas de medicina nuclear y radioterapia.....	50
8.5.2. Instalaciones de radiodiagnóstico.	51
8.6. Puesta en servicio de las instalaciones.	51
8.6.1. Instalaciones de radioterapia y medicina nuclear.	51
8.6.2. Instalaciones de radiodiagnóstico.	51
9. Gestión y control del material radiactivo.....	51
9.1. Adquisición.....	52
9.1.1. Normas generales.	52
9.1.2. Tratamiento con fuentes no encapsuladas.....	52
9.1.3. Tratamiento con fuentes encapsuladas.	52
9.2. Recepción.....	52
9.2.1. Recepción de fuentes no encapsuladas.	52
9.2.2. Recepción de fuentes de braquiterapia.....	53
9.3. Almacenamiento.	53
9.4. Transporte de material radiactivo.....	53
9.4.1. Movimiento interno.	54
9.4.2. Movimiento externo.	54
9.4.3. Distribución a otros centros.	54
10. Residuos radiactivos.	54
10.1. Generalidades.	54
10.2. Fuentes radiactivas encapsuladas y generadores fuera de uso.	55
10.2.1. Retirada de fuentes por el suministrador.....	55
10.2.2. Retirada de fuentes por una empresa autorizada.....	55
10.2.3. Registros, archivos e informes.....	55
10.3. Materiales residuales sólidos con contenido radiactivo.....	55
10.3.1. Gestión de residuos radiactivos sólidos.	55
10.3.2. Fases en la gestión.	58
10.3.3. Verificaciones de control.	59
10.3.4. Registros, archivos e informes.....	59
10.4. Residuos radiactivos líquidos.	59
10.4.1. Gestión de efluentes líquidos.....	60
10.4.2. Fases de la gestión.	60
10.4.3. Verificaciones de control.	62

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 6 de 87

11. Emergencias.....	63
11.1. Introducción.....	63
11.2. Situaciones de emergencia.	63
11.2.1. Incidentes, accidentes y emergencias radiológicas.	63
11.2.2. Línea de autoridad.....	63
11.2.3. Datos e informes.	63
11.3. Emergencias en medicina nuclear.	64
11.3.1. Accidentes e incidentes previsibles.	64
11.3.2. Procedimientos de actuación.....	65
11.4. Emergencias en radiodiagnóstico.	67
11.5. Emergencias en radioterapia.	67
11.5.1. Accidentes e incidentes previsibles.	67
11.5.2. Procedimientos de actuación.....	68
11.6. Simulacros.	68
12. Registros.	69
12.1. Introducción.....	69
12.2. Registros dosimétricos de los trabajadores expuestos.	69
12.2.1. Contenido del historial dosimétrico.	70
12.2.2. Registro de las dosis por exposición especialmente autorizada, accidente o emergencia.	70
12.2.3. Archivo de documentación.	70
12.3. Registros relativos a la vigilancia de las áreas.	70
12.4. Registros relativos a las fuentes y equipos productores de radiaciones ionizantes.	71
12.4.1. Fuentes radiactivas encapsuladas.	71
12.4.2. Fuentes radiactivas no encapsuladas.	71
12.4.3. Equipos productores de radiación de uso en radioterapia.	72
12.4.4. Equipos productores de radiación de uso en Radiodiagnóstico.	72
12.4.5. Residuos radiactivos sólidos.	72
12.4.6. Residuos radiactivos líquidos.....	73
12.5. Vigilancia médica.	73
12.6. Información de las instalaciones radiactivas.	74
13. Procedimientos.....	74
13.1. Introducción.....	74
13.2. Código y archivo.	75
13.3. Actualización.	75
13.4. Informe al CSN.	75

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 7 de 87

14. Formación y entrenamiento en protección radiológica.	75
14.1. Introducción.....	75
14.2. Formación.....	76
14.2.1. Formación inicial en protección radiológica.	76
14.2.2 Formación básica y avanzada en protección radiológica para residentes.	76
14.2.3 Cursos de formación continuada.	77
14.2.4 Formación bienal en protección radiológica para trabajadores de instalaciones radiactivas de segunda categoría.	77
14.2.5. Formación del segundo nivel en protección radiológica.	77
14.2.6. Formación del personal del SPR.	77
14.3. Organización de las actividades docentes.	77
15. Criterios de optimización.....	78
15.1. Optimización de las exposiciones médicas.	78
15.2. Optimización de la exposición ocupacional.....	78
15.3. Optimización de la exposición del público.....	79
15.4. Restricción de dosis.....	79
Anexo 1. Definiciones y conceptos básicos.	81
Anexo 2. Referencias.	86

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 8 de 87

1. Introducción.

El objeto principal de la protección radiológica es asegurar un nivel apropiado de protección a las personas y al medio ambiente sin limitar de forma indebida las prácticas beneficiosas de la exposición a radiaciones. Este objetivo no sólo se puede conseguir mediante la aplicación de conceptos científicos, es necesario establecer unas normas que garanticen la prevención de la incidencia de efectos biológicos deterministas (manteniendo las dosis por debajo de un umbral determinado) y la aplicación de todas las medidas razonables para reducir la aparición de efectos biológicos estocásticos (probabilistas) a niveles aceptables. Para conseguir estos objetivos, se deben aplicar los principios del Sistema de Protección Radiológica propuestos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y que se han trasladado a la normativa nacional y europea:

- a) **Justificación:** las decisiones que introduzcan una práctica deberán justificarse mediante un análisis que asegure que el beneficio individual o social que resulte de la práctica compense el detrimento de la salud que esta pueda causar.
- b) **Optimización:** la protección radiológica de las personas sometidas a exposición ocupacional o como miembros del público se optimizará con el objetivo de mantener la magnitud de las dosis individuales, la probabilidad de exposición y el número de personas expuestas lo más bajos que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos técnicos y factores económicos y sociales.
- c) **Limitación de dosis:** en situaciones de exposición planificada, la suma de las dosis recibidas por cualquier persona no superará los límites de dosis establecidos, tanto para la exposición ocupacional como para la de los miembros del público. En su cómputo no se incluirá la dosis debida al fondo radiactivo natural ni la exposición sufrida como consecuencia de exámenes y tratamientos médicos.


Sin perjuicio de lo anterior, esta limitación no se aplicará a la exposición deliberada y voluntaria de personas, cuando ello no constituya parte de su ocupación, para ayudar o aliviar a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico; ni a la exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica.

En el área médica, de acuerdo con la legislación europea y nacional, se deben establecer requisitos relativos a:

- Funciones, responsabilidades y cualificaciones del personal involucrado en las instalaciones médicas.
- Equipamiento.
- Procedimientos.
- Prácticas especiales.

1.1. Siglas y abreviaturas usadas en el Manual.

CHUB:	Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz.
CSN:	Consejo de Seguridad Nuclear.
RD 1566/1998:	Real Decreto 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia.
RD 1836/1999:	Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
RD 1976/1999:	Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 9 de 87

RD 601/2019:	Real Decreto 601/2019, de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para protección radiológica de las personas con ocasión de las exposiciones médicas.
RD 1085/2009:	Real Decreto 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.
RD 1029/2022:	Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
RD 673/2023:	Real Decreto 673/2023, de 18 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad y seguridad de las unidades asistenciales de medicina nuclear.
SDP:	Servicio de Dosimetría Personal
SPR:	Servicio de Protección Radiológica
UPRL:	Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Objeto.

El objeto de este manual es establecer las directrices para la aplicación de la normativa básica relativa a la protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes en las instalaciones radiactivas y radiológicas hospitalarias del Área de Salud de Badajoz, sus trabajadores expuestos, los pacientes y los miembros del público.

Este manual debe:

- Definir el marco de desarrollo de la protección radiológica en su ámbito de aplicación, de modo que se cumplan los tres principios básicos citados en el apartado anterior.
- Unificar los criterios básicos de protección radiológica.
- Determinar las líneas de responsabilidad del personal de las instalaciones.
- Establecer las actuaciones básicas a llevar a cabo, tanto por los trabajadores expuestos, como por los servicios, unidades o personas responsable de conseguir estos objetivos y del cumplimiento de la legislación vigente, determinando la relación entre ellos.

1.3. Ámbito de aplicación.


Será de aplicación a todo el personal de los centros sanitarios del Área de Salud de Badajoz que utilice equipos emisores de radiación ionizante o material radiactivo, o que esté involucrado en su adquisición, mantenimiento o en cualquier otra actividad relacionada con dichos equipos o materiales.

En particular, será de aplicación en las instalaciones radiactivas de segunda categoría:

- IRA/1462: medicina nuclear y ciclotrón.
- IRA/0584: radioterapia.

Y de las instalaciones de radiodiagnóstico:

- IR/BA 1008: Hospital Universitario de Badajoz
- IR/BA 1118: Hospital Perpetuo Socorro.
- IR/BA 1032: Hospital Materno Infantil.
- IR/BA 1120: Centro de Salud de Alburquerque.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 10 de 87

- IR/BA 1030: Centro de Salud de Alconchel.
- IR/BA 1029: Centro de Salud de Jerez de los Caballeros.
- IR/BA 1428: Centro de Salud de Montijo.
- IR/BA 1023: Centro de Salud de Olivenza.
- IR/BA 1340: Centro de Salud de Santa Marta.

1.4. Disponibilidad.

Una copia actualizada de este Manual estará disponible en el SPR del CHUB y la página web del Área de Salud de Badajoz. Se remitirán copias con cada actualización:

- A la persona representante del titular de las instalaciones.
- A la Coordinación de Calidad del Área de Salud.
- A los responsables de los servicios o unidades que realicen sus funciones en las instalaciones mencionadas para su difusión entre los trabajadores de éstas.

Deben tener conocimiento y acceso al Manual todos los trabajadores expuestos y/o relacionados con actividades que impliquen riesgo radiológico, por lo que se les comunicará su existencia y su contenido antes de ocupar su puesto de trabajo.

1.5. Revisión del manual.

1.5.1. Objeto de las revisiones.

Este Manual estará sometido a revisión con el fin de perfeccionar los métodos o procedimientos que conduzcan a un logro mejor de los objetivos de la protección radiológica.

1.5.2. Frecuencia de las revisiones.

Este Manual deberá someterse a revisión:


- Siempre que se modifique la legislación nacional o autonómica en esta materia.
- Cuando las circunstancias lo aconsejen, debido a una modificación de las recomendaciones o protocolos de organismos internacionales o nacionales vinculados con la protección radiológica.
- Si se estima oportuno a la vista de la experiencia adquirida en la puesta en práctica de los procedimientos de este Manual, o porque la mejor evidencia científica así lo recomiende.

1.5.3. Procedimiento a seguir.

Las modificaciones deben ser realizadas por el Servicio de Protección Radiológica y aprobadas por la persona Directora Gerente del Área de Salud de Badajoz, como máxima responsable y representante del titular en el centro sanitario. En cualquier caso, cualquier modificación deberá ser remitida al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) para su apreciación favorable, según lo dispuesto en la autorización del SPR/BA-0001.

2. Organización y responsabilidades.

2.1. Introducción.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 11 de 87

Conseguir los objetivos de protección radiológica es una tarea en la que están involucrados todos los estamentos de cada centro del Área de Salud de Badajoz: las personas que ostentan la autoridad en los órganos de dirección y gestión, los profesionales dedicados al ejercicio de la protección radiológica y los trabajadores, expuestos o no a las radiaciones ionizantes.

Del conocimiento de sus obligaciones y del estricto cumplimiento de las normas con relación a dichos objetivos, dependerá la disminución el riesgo, con el consiguiente beneficio, tanto para los profesionales sanitarios y no sanitarios como para los pacientes y miembros del público.

2.2. Funciones y responsabilidades en materia de protección radiológica.

Las funciones y responsabilidades en materia de protección radiológica de los distintos profesionales implicados son:

2.2.1. Dirección gerencia.

La persona directora gerente, como máxima autoridad ejecutiva del Área de Salud de Badajoz y representante del titular, es responsable legal de que en los centros adscritos a esta área de salud se sigan las normas contenidas en este Manual, que se cumplan las disposiciones legales vigentes sobre protección radiológica y que se instruya e informe al personal, en el ámbito de su responsabilidad, en los aspectos relacionados con dicha materia.

Así mismo, es el responsable de la coordinación de los distintos servicios hospitalarios implicados en la gestión, utilización y mantenimiento de las instalaciones radiactivas y radiológicas

Firmará y tramitará la documentación preceptiva de las instalaciones y aprobará los procedimientos relativos a la protección radiológica.

Implantará el programa de garantía de calidad en las distintas unidades asistenciales en las que se haga uso de radiaciones ionizantes y nombrará al responsable en cada caso para su confección, desarrollo y ejecución.

En las inspecciones que realicen los funcionarios del CSN, estará obligado a facilitar el acceso, la documentación y los medios necesarios para el cumplimiento de su misión.


Aunque la responsabilidad final no puede delegarse, la persona directora gerente atribuirá al Jefe de Protección Radiológica la autoridad necesaria para velar por el cumplimiento de las normas establecidas en este Manual y que obligan a todos los miembros de los distintos servicios y unidades del área de salud.

2.2.2. Dirección médica.

El/la Director/a Médico/a, de acuerdo con las atribuciones de su cargo, es el/la responsable del cumplimiento de las normas establecidas en este Manual relativas al personal facultativo y al funcionamiento de los servicios y unidades.

Necesariamente, debe establecer las líneas de responsabilidad de las unidades asistenciales de cada instalación radiactiva o de radiodiagnóstico, dependiendo sus peculiaridades y recursos.

Estará obligado/a a comunicar al SPR los movimientos de personal facultativo producidos en los servicios con riesgo radiológico con antelación suficiente.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 12 de 87

2.2.3. Dirección de enfermería.

El/la Director/a de Enfermería, de acuerdo con sus atribuciones, es el/la responsable del cumplimiento de las normas establecidas en este Manual relativas al personal a su cargo, debiendo asignar las funciones de cada puesto de trabajo en los servicios o unidades con riesgo radiológico.

Estará obligado/a a comunicar al SPR los movimientos de personal (altas, bajas y traslados) producidos en los servicios o unidades con riesgo radiológico con la suficiente antelación.

2.2.4. Subdirección de obras, servicios y equipos del Servicio Extremeño de Salud.

La compra de equipos, los contratos de mantenimiento y la ejecución de las obras en las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico dependen de dónde provengan los fondos que permitan estas actividades.

La Subdirección de Obras, Servicios y Equipos del Servicio Extremeño de Salud, en función de cómo se gestione la compra, serán los responsables de la adquisición de los equipos productores de radiaciones ionizantes, materiales radiactivos y resto de la dotación que comporte el correcto funcionamiento de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.

Serán los responsables de las obras o modificaciones que se ejecuten bajo su gestión dentro de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico del área.

Así mismo, serán los responsables de la gestión de los contratos de mantenimiento obligatorios de los equipos productores de radiaciones ionizantes o portadores de material radiactivo de las instalaciones radiactivas de medicina nuclear y radioterapia.

En todos estos casos, debe establecer, en colaboración con el SPR, la metodología más apropiada para el cumplimiento de lo establecido en este Manual en lo referente a las propuestas de adquisición, obras y contratación de materiales, equipos y servicios que afecten a las instalaciones con riesgo radiológico o actividades directamente relacionadas con ellas.


2.2.5. Servicio de Mantenimiento.

La compra de equipos, los contratos de mantenimiento y la ejecución de las obras en las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico dependen de dónde provengan los fondos que permitan estas actividades.

El Servicio de Mantenimiento, en función de cómo se gestione la compra, será el responsable de la adquisición de los equipos productores de radiaciones ionizantes, materiales radiactivos y resto de la dotación que comporte el correcto funcionamiento de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.

Serán los responsables de las obras o modificaciones que se ejecuten bajo su gestión dentro de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico del área.

Así mismo, serán los responsables de la gestión de los contratos de mantenimiento obligatorios de los equipos productores de radiaciones ionizantes o portadores de material radiactivo de las instalaciones radiactivas de medicina nuclear y radioterapia, en caso de que la Subdirección de obras, servicios y equipos del SES delegue esta facultad.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 13 de 87

El Servicio de Mantenimiento será responsable de la gestión de las intervenciones de los servicios técnicos de los equipos de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico del área.

En todos estos casos, debe establecer, en colaboración con el SPR, la metodología más apropiada para el cumplimiento de lo establecido en este Manual en lo referente a las propuestas de adquisición, obras y contratación de materiales, equipos y servicios que afecten a las instalaciones con riesgo radiológico o actividades directamente relacionadas con ellas.

2.2.6. Dirección de recursos humanos.

El/la Director/a de Recursos Humanos, de acuerdo con sus atribuciones, es el responsable del cumplimiento de las normas establecidas en este Manual en lo relativo a la contratación del personal, sanitario o no, que vaya a ser destinado a servicios o unidades con riesgo radiológico. Además, establecerá, en colaboración con el SPR, la metodología más apropiada para la incorporación de los trabajadores expuestos en sus puestos de trabajo, en cumplimiento de lo establecido en este Manual.

2.2.7. Jefes de los servicios o unidades médicas.

Los jefes de servicio o responsables de unidades médicas deben establecer la organización y las líneas de responsabilidad dentro de sus servicios o unidades en lo relativo a su funcionamiento como instalación radiactiva o de radiodiagnóstico. Así mismo, deben coordinar SPR las actividades que deben realizar en la instalación, facilitándole el acceso a los equipos y la documentación necesaria para el desarrollo de sus funciones.

Como responsables de sus respectivos programas de garantía de calidad, deben redactar y mantener actualizados los procedimientos específicos de su instalación en colaboración con el SPR, en lo que se refiere a aspectos relacionados con la protección radiológica.

2.2.8. Personal de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.


Todas las personas que trabajen en una instalación radiactiva deben estar formadas y capacitadas para ello. Aquellas que, en virtud de su puesto de trabajo, manipulen material o equipos emisores de radiación y el que dirija dichas manipulaciones, deben estar provistas de su correspondiente acreditación (en el caso de una instalación de radiodiagnóstico) o licencia de operador o supervisor (en el caso de las instalaciones radiactivas), ambas otorgadas por el CSN.

Las responsabilidades y funciones de cada una de estas personas son las siguientes:

Supervisor/a de instalación radiactiva.

En virtud de su licencia, está capacitado/a para dirigir y planificar el funcionamiento de la instalación radiactiva y las actividades de los operadores, siendo el responsable de llevar al día el Diario de Operación.

Como responsable directo del funcionamiento de la instalación, es responsable del cumplimiento de las normas legales que afectan a la instalación y, en especial, del Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, el presente Manual, el reglamento de funcionamiento y el plan de emergencia de la instalación y cualquier otro documento oficialmente aprobado. De igual forma, deberá verificar que las actividades de los operadores ejecutadas bajo su supervisión, se ajustan al contenido de este Manual.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 14 de 87

Tiene autoridad para detener, en cualquier momento, el funcionamiento de la instalación o de algún equipo o actividad si estima que se han reducido las condiciones de seguridad radiológica, comunicándolo inmediatamente al Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica. Para autorizar la reanudación de su funcionamiento deberá tener constancia explícita de que se han restablecido dichas condiciones de seguridad radiológica, a juicio del especialista en Radiofísica Hospitalaria asignado a la instalación.

En caso de emergencia, adoptará las medidas que estime oportunas, de acuerdo con los planes de emergencia aprobados, dejando constancia de ellas y comunicándolo, a la mayor brevedad posible, al SPR.

Participará activamente con el SPR en la elaboración de la documentación reglamentaria de la instalación, incluido el informe anual de la instalación.

Comunicará al SPR, previamente a su aplicación, las nuevas técnicas o la modificación de las existentes, que puedan variar las condiciones de seguridad radiológica.

Operador/a de instalación radiactiva.

En virtud de su licencia, está capacitado, bajo la dirección de un supervisor, a manipular materiales o equipos productores de radiaciones ionizantes, conforme a procedimientos e instrucciones preestablecidos.

Tiene autoridad para detener, en cualquier momento, el funcionamiento de la instalación o de algún equipo o actividad si estima que se han reducido las condiciones de seguridad radiológica y le es imposible informar al supervisor o al SPR con la prontitud requerida.

Es responsable de desarrollar su actividad profesional cumpliendo las normas legales que afectan a la instalación y, en especial, del RD 1029/2022, el presente Manual, el reglamento de funcionamiento y el plan de emergencia de la instalación y cualquier otro documento oficialmente aprobado.

Director/a de instalación de radiodiagnóstico.

En virtud de su acreditación, podrá dirigir la instalación de radiodiagnóstico y los procedimientos en ella se realicen y operar o dirigir la operación de los equipos emisores de rayos X. Será responsable, además, de supervisar el cumplimiento del Programa de Protección Radiológica de la instalación y de que se sigan los procedimientos de protección radiológica contenidos en éste.


Operador de instalación de radiodiagnóstico.

En virtud de su acreditación, será responsable de la operación de los equipos de rayos X que no sean directamente operados por un director de la instalación, bajo la supervisión de éste.

Es responsable de desarrollar su actividad profesional cumpliendo las normas legales que afectan a la instalación y, en especial del Programa de Protección Radiológica de la instalación, del presente Manual y de cualquier otro documento oficialmente aprobado.

Especialista en radiofísica hospitalaria.

Las instalaciones de radiodiagnóstico, cuando el número de equipos o las técnicas empleadas lo aconsejen, las de radioterapia y las de medicina nuclear, dispondrán de un especialista en radiofísica hospitalaria.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 15 de 87

Según el Real Decreto 601/2019, sobre justificación y optimización del uso de radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de las exposiciones médicas (en adelante, RD 601/2019), es responsable de:

- El asesoramiento en protección radiológica y uso de las radiaciones ionizantes.
- La dosimetría física y clínica para evaluar la dosis administrada al paciente u otras personas, incluyendo la selección del equipamiento y procedimientos necesarios para su realización.
- La optimización de la protección radiológica.
- La realización de las pruebas de aceptación de los equipos emisores de radiaciones ionizantes y de medicina nuclear y de realizar el estado de referencia inicial de éstos.
- De realizar el programa de control de calidad de los equipos emisores de radiaciones ionizantes y de medicina nuclear y su restitución al estado de referencia inicial tras cambios o intervenciones.
- De la validación de los indicadores dosimétricos.
- De la vigilancia, en lo referente a la protección radiológica, de las instalaciones médico – radiológicas.
- De la selección del equipamiento de protección radiológica.
- De programar la formación en protección radiológica.

Personal sin acreditación ni licencia.

Toda persona que, sin necesitar licencia ni acreditación, trabaje en una instalación deberá conocer y cumplir las normas de protección contra las radiaciones ionizantes, así como su actuación en caso de emergencia.

2.2.9. Unidad de prevención de riesgos laborales.


Es responsable de la vigilancia y control sanitario de los trabajadores expuestos. Deberá contar con la colaboración del Servicio de Protección Radiológica para la determinación y evaluación de los riesgos derivados del uso de radiaciones ionizantes que puedan afectar a la seguridad y a la salud de los trabajadores. Esta colaboración se hará extensiva a la formación e información a los mismos.

2.2.10. Trabajadores externos.

Según el RD 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (en adelante, RD 1029/2022), se definen un trabajador externo como cualquier trabajador expuesto que esté empleado de forma temporal o permanente por una empresa externa, que efectúe una actividad de cualquier carácter en una zona vigilada o controlada de las instalaciones o actividades incluidas en el ámbito de aplicación de este reglamento. Se incluyen personas de formación o estudiantes y trabajadores por cuenta propia que lleven a cabo tales actividades.

El sistema de vigilancia radiológica individual deberá proporcionar a los trabajadores externos una protección equivalente a la de los trabajadores expuestos empleados con carácter permanente por el titular.

Obligaciones de la empresa externa.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 16 de 87

La empresa externa es responsable de la protección radiológica de sus trabajadores en aplicación de lo establecido en el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes y, en particular, deberá:


- Llevar a cabo el procedimiento de declaración establecido para su inclusión en el Registro de Empresas Externas del CSN.
- Respetar y hacer respetar los principios y las normas de protección fijados en el Reglamento mencionado y, en particular, los límites de dosis.
- Proporcionar a sus trabajadores la información y la formación relativas a la protección radiológica exigidas en ejecución de su trabajo.
- Controlar las dosis recibidas por sus trabajadores en la ejecución de sus trabajos y mantener los archivos dosimétricos correspondientes.
- Mantener la vigilancia de la salud de sus trabajadores.
- Solicitar al CSN y asignar a cada trabajador expuesto de categoría A el carné radiológico y mantener éste siempre actualizado.

Obligaciones del titular de la instalación o actividad.

El titular de la instalación o actividad en cuya zona controlada o vigilada realicen actividades los trabajadores externos será responsable, en el ámbito de su actividad y competencia, de los aspectos operativos de la protección radiológica de estos trabajadores, garantizando que se respeten los principios, las normas de protección y los límites de dosis fijados en el Reglamento de protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ionizantes y desarrollados en los documentos oficiales de la instalación.

El titular de la instalación o actividad estará obligado a:

- Previamente al inicio de la ejecución de las actividades en zona controlada o vigilada, asegurarse de:
 - Que la empresa está incluida en el Registro de Empresas Externas.
 - Que la clasificación del trabajador externo es adecuada en relación con las dosis que puede recibir en la instalación o actividad.
 - Que la clasificación del trabajador externo es adecuada en relación con las dosis que puede recibir en la instalación o actividad.
 - Que el trabajador externo haya recibido la formación básica sobre protección radiológica.
 - Proporcionar la información y la formación específicas en relación con las particularidades tanto de la zona controlada como de la actividad a ejecutar.
 - Proporcionar las instrucciones de trabajo sobre el riesgo radiológico relacionado con las fuentes y con las operaciones a realizar en zona vigilada.
 - Que el trabajador externo cuente con una vigilancia individual de la exposición adecuada a la índole de las actividades, y con la vigilancia dosimétrica operacional que pueda ser necesaria.
 - Que el trabajador externo expuesto de categoría A esté reconocido como médicamente apto para la ejecución de las actividades que se le vayan a asignar.
 - Que el trabajador expuesto externo de categoría A esté sometido a un control dosimétrico individual oficial de su exposición resultante de las actividades a realizar en la instalación, que deberá ser adecuado a las características de la

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 17 de 87

actividad a ejecutar. En el caso de los trabajadores externos de categoría B, se podrán estimar las dosis por procedimientos establecidos.

- Que los datos dosimétricos estén completos y que las condiciones dosimétricas del trabajador externo sean adecuadas a la naturaleza de la actividad a ejecutar.
- En cada actividad: asegurarse de que el trabajador externo tiene a su disposición los equipos de protección individual necesarios, suministrando, en su caso, el material específico que haya de utilizarse en el área de trabajo de la zona controlada.
- Posteriormente a la finalización de la actividad: registrar en el carné radiológico, para los trabajadores externos expuestos de categoría A, los datos referentes a la instalación, al periodo de la actividad ejecutada, dosis ocupacional estimada como consecuencia del seguimiento dosimétrico ocupacional que haya podido ser necesario, y dosis interna determinada por servicios técnicos dependientes del titular.

Obligaciones de los trabajadores externos.

Todo trabajador externo tiene la obligación de colaborar con los responsables de protección radiológica, tanto de su empresa como del titular de la instalación, en su protección contra las radiaciones ionizantes, cumpliendo las normas establecidas por ellos.

2.2.11. Jefe de protección radiológica.

Según el artículo 27 del RD 1029/2022, el Jefe de Protección Radiológica deberá velar por el cumplimiento del reglamento contenido en éste. En el supuesto de que no se cumpliera, estará obligado a comunicarlo por escrito al titular de la práctica, manteniendo el correspondiente registro a disposición de la Inspección del CSN.

Las misiones y obligaciones del Servicio de Protección Radiológica y del Jefe del Servicio se incluyen en el apartado 2.3. *Servicio de Protección Radiológica*.

2.3. Servicio de Protección Radiológica.

El CSN, considerando el riesgo radiológico, podrá exigir al titular que se doten de un SPR con el fin de proporcionarle asesoramiento específico y de que asuma las funciones que en materia de protección radiológica le son atribuidas según el RD 1029/2022.

Los Servicios de Protección Radiológica deben ser expresamente autorizados por el CSN


2.3.1. Organización.

El SPR del CHUB está expresamente autorizado por el CSN y constituido y organizado jerárquicamente por:

- El Jefe de Protección Radiológica, que deberá ser un especialista en radiofísica hospitalaria y estar en posesión del diploma otorgado por el CSN.
- Especialistas en radiofísica hospitalaria.
- Técnicos expertos en protección radiológica.
- Personal administrativo.

El Servicio de Protección Radiológica restringirá su ámbito de actuación al área de cobertura otorgada por el CSN y especificada en su autorización.

El Servicio de Protección Radiológica se organizará y actuará independientemente del resto de unidades funcionales, sin perjuicio de la coordinación necesaria con la UPRL.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 18 de 87

El Jefe de Protección Radiológica dependerá directamente de la persona Directora Gerente del Área de Salud de Badajoz.

2.3.2. Funciones y obligaciones.


El SPR es responsable de la vigilancia del cumplimiento de la legislación vigente en materia de protección radiológica, además de la normativa propia y la establecida en los reglamentos de funcionamiento de las distintas instalaciones.

Las principales funciones, contenidas en el RD 1029/2022, son:

- Optimización y establecimiento de restricciones de dosis.
- Planificación de nuevas instalaciones y autorización de puesta en servicio de fuentes de radiación nuevas. Evaluación de riesgos previa.
- Clasificación radiológica de las zonas de trabajo.
- Clasificación de los trabajadores expuestos.
- Vigilancia dosimétrica de los trabajadores expuestos.
- Asignación de dosis a los trabajadores expuestos a partir de los datos dosimétricos aportados por el Servicio de Dosimetría Personal autorizado.
- Actualización y mantenimiento de los historiales dosimétricos de los trabajadores expuestos.
- Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo.
- Determinación de características de la instrumentación para la vigilancia de la radiación; comprobaciones, calibraciones y garantía de calidad asociada.
- Gestión de efluentes y residuos radiactivos y residuos NORM.
- Vigilancia radiológica ambiental y control de dosis al público.
- Elaboración y aplicación de procedimientos de trabajo para el control, recepción, manejo, transporte y almacenamiento de material radiactivo.
- Establecimiento de medidas de prevención de accidentes e incidentes.
- Preparación e intervención en situaciones de exposición de emergencia.
- Programas de formación y perfeccionamiento de los trabajadores expuestos.
- Investigación y análisis de accidentes e incidentes y medidas correctoras.
- Evaluación de los riesgos y definición de las condiciones de trabajo de las trabajadoras embarazadas y en periodo de lactancia.
- Elaboración del Manual de Protección Radiológica y de los procedimientos asociados sometidos a garantía de calidad.
- Mantenimiento de registros y archivo.
- Preparación de la documentación necesaria en materia de protección radiológica.

2.3.3. Funciones del Jefe de Protección Radiológica.

Aun cuando el titular de las instalaciones es el responsable último de su funcionamiento, el Jefe de Protección Radiológica es responsable de velar por el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de protección radiológica, del condicionado de las autorizaciones de puesta en marcha o modificación, del Programa de Protección Radiológica de las instalaciones de radiodiagnóstico y de los reglamentos de funcionamiento y planes de emergencia de las instalaciones radiactivas. En caso de incumplimiento, de acuerdo con la normativa vigente, estará obligado a comunicarlo por escrito al titular de la práctica, manteniendo el registro a disposición de la inspección del CSN. Del mismo modo, requerirá al titular de la práctica la paralización de los

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 19 de 87

trabajos o el desalojo de un área, cuando a su juicio estime que no se cumplen los debidos requisitos de protección radiológica.

El Jefe de Protección Radiológica asesorará al titular en materia de protección radiológica y lo mantendrá informado de sus obligaciones respecto a la normativa legal vigente.

Establecerá las actividades del SPR y supervisará el cumplimiento de los procedimientos específicos que regulan el funcionamiento de éste. Será también responsable de la gestión dosimétrica de los trabajadores expuestos.

Corresponde al Jefe de Protección Radiológica, además:

- Responsabilizarse con su firma de todas las certificaciones que expida el Servicio de Protección Radiológica.
- Responsabilizarse con su firma de los informes remitidos a la Administración y a los titulares de las instalaciones.
- Conservar los registros.
- Velar por el cumplimiento de este Manual y de los Programas de Garantía de Calidad.
- Certificar la cualificación de los técnicos expertos en protección radiológica y velar, mediante la programación de su formación continuada, por su mantenimiento y actualización.

El Jefe de Protección Radiológica debe tener conocimiento y, a ser posible, estar presente durante las inspecciones del CSN, así como tener constancia y conocimiento de los informes y comunicaciones que remita dicho organismo.

3. Medidas fundamentales de protección radiológica.

3.1. Introducción.

Se tomarán las medidas necesarias para conseguir que las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad que se produzcan exposiciones potenciales sean lo más bajas posibles. En cualquier caso, las dosis recibidas por los trabajadores expuestos y miembros del público siempre han de ser inferiores a los límites de dosis establecidos en el RD 1029/2022 y que se citan en este manual.

3.2. Riesgos radiológicos.

En las instalaciones sanitarias se pueden presentar los siguientes tipos de riesgos radiológicos:


- Irradiación externa.
- Contaminación radiactiva, que puede ser externa o interna.

A continuación, se detalla, en cada tipo de instalación, los riesgos que se pueden presentar y las fuentes de radiación más habituales.

3.2.1. Radiodiagnóstico.

En las instalaciones de radiodiagnóstico, el único riesgo posible es el de irradiación externa, que sólo se produce cuando está en funcionamiento el tubo de rayos X. Los equipos emisores de rayos X diagnósticos que pueden encontrarse en el CHUB son:

- Equipos convencionales.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 20 de 87

- Angiógrafos.
- Arcos quirúrgicos.
- Equipos teledirigidos.
- Equipos portátiles.
- Radiografía dental.
- TC.
- Mamografía.
- Densitometría ósea.

3.2.2. Radioterapia.

En las instalaciones de radioterapia del CHUB, el riesgo es de irradiación externa. Este puede afectar parcialmente a la totalidad del organismo. Las fuentes de radiación son:

- Aceleradores lineales, emisores de fotones y electrones.
- TC simulador.
- Fuente de alta tasa de braquiterapia, emisora de fotones.

3.2.3. Medicina Nuclear y Radiofarmacia.

En las instalaciones de medicina nuclear, en radiofarmacia, en las salas donde se inyecten o manipulen isótopos radiactivos para terapia metabólica y en las habitaciones donde puedan ingresarse estos pacientes, los posibles riesgos son de irradiación externa y de contaminación interna y externa.

Las fuentes de radiación son los radionucleidos, emisores de radiación alfa, beta o gamma, y los TC de los equipos diagnósticos, emisores de rayos X, que se encuentran en las siguientes áreas:


- Cámara caliente.
- Salas de preparación de radiofármacos.
- Salas de inyección o administración de las dosis.
- Áreas de adquisición de imagen.
- Sala de espera de pacientes inyectados.
- Habitaciones de hospitalización de terapia metabólica.
- Aseos para pacientes a los que se les haya administrado radiofármacos.
- Almacén de residuos.
- Unidad de radiofarmacia y ciclotrón.
- Cualquier otra zona del hospital donde deban aplicarse terapias metabólicas fuera de las anteriormente mencionadas.

3.3. Clasificación del personal.

Por razones de seguridad, vigilancia y control radiológico, las personas que trabajan en las instalaciones con riesgo radiológico se clasifican, en función de las condiciones en las que realizan su trabajo, en:

- Trabajadores expuestos.
- Miembros del público.

3.3.1. Trabajadores expuestos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 21 de 87

Son las personas que, trabajando, bien por cuenta propia o ajena, están sometidas a exposición en el trabajo realizado en una práctica regulada por el RD 1029/2022, que puede recibir dosis que superen alguno de los límites de dosis para los miembros del público o que, implicando su exposición a radón, desarrollan su trabajo en actividades laborales que se gestionan como situaciones de exposición planificada.

Los estudiantes y personas en formación, mayores de 18 años, que, durante sus estudios, se encuentren expuestos a radiaciones ionizantes, se consideran incluidos en esta categoría. No podrán asignarse a los menores de 18 años tareas que pudieran convertirlos en trabajadores expuestos.

Por razones de vigilancia y control radiológico, los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

- a) Categoría A: pertenecen a esta categoría aquellos trabajadores expuestos que, por las condiciones en las que realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 15 mSv por año oficial al cristalino o superior a 150 mSv para la piel y las extremidades.
- b) Categoría B: pertenecen a esta categoría aquellos trabajadores expuestos que no sean clasificados como trabajadores expuestos de categoría A.


Los trabajadores serán clasificados por el SPR según el procedimiento *PR-TE-001 Criterios generales de asignación de dosímetros a trabajadores expuestos*, antes de que asuman las tareas que pudieran dar lugar a exposición. La clasificación será revisada regularmente con arreglo a las condiciones de trabajo y a la vigilancia médica. La clasificación también tiene en cuenta las exposiciones potenciales.

Información y formación.

Antes de iniciar su actividad, se informará a los trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes de radiación, sobre:

- a) Los riesgos para la salud relacionados con la exposición a la radiación en su puesto de trabajo.
- b) Los procedimientos generales de protección radiológica y precauciones que deban tomarse.
- c) Los procedimientos de protección radiológica y precauciones que deban tomarse en relación con las condiciones operacionales y de trabajo, tanto de la práctica en general como de cada tipo de puesto de trabajo o tarea que se les pueda asignar.
- d) Las partes pertinentes de los procedimientos y planes de respuesta ante emergencia.
- e) La importancia que reviste el cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos.
- f) En el caso de trabajadoras, la necesidad de comunicar cuanto antes la situación de embarazo y el periodo de lactancia, habida cuenta de los riesgos de exposición para el feto, así como el riesgo de contaminación del lactante en caso de incorporación de radionucleidos o contaminación radiactiva corporal.

Además, el titular debe asegurar que se proporcione a los trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes, formación en materia de protección radiológica a un nivel y con una periodicidad adecuados a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 22 de 87

En ningún caso se ofrecerán al trabajador beneficios a cambio de relajación de las medidas de protección.

3.3.2. Contratación y traslado de trabajadores expuestos.

El SPR, conocidas las funciones asignadas a cada puesto de trabajo, realizará la valoración radiológica del mismo y su correspondiente clasificación, que quedará establecida en el procedimiento *PR-TE-001 Criterios generales de asignación de dosímetros a trabajadores expuestos*. La UPRL será informada de la clasificación y de las modificaciones y actualizaciones de este procedimiento.

En virtud de esta clasificación, las personas, al ser contratadas, deberán mostrar su aptitud desde el punto de vista médico y acreditar la formación adecuada para desempeñar tales puestos de trabajo. En todo caso, los trabajadores que vayan a clasificarse como categoría A, deberán superar el examen de salud realizado por la UPRL. La clasificación del trabajador como apto, no apto o apto en determinadas circunstancias, así como la fecha del examen de salud, será comunicada al SPR.

El responsable de recursos humanos, conocida la aptitud médica, exigirá la capacitación o acreditación para aquellos puestos de trabajo que lo requieran, como paso previo a su contratación o traslado. La capacitación o acreditación deberá presentarse en el SPR para su comprobación y gestión posterior.

Una vez superados los requisitos anteriores, el trabajador se personará en el SPR para que se le suministre la información en protección radiológica adecuada y, en su caso, entregarle el dosímetro personal.

Antes de producirse el traslado interno de un trabajador a una zona con riesgo radiológico, se procederá de forma similar a la descrita anteriormente.


3.3.3. Miembros del público.

Serán considerados en esta categoría las personas que puedan estar sometidas a exposición que no sea ocupacional o médica. Concretamente, se consideran en esta categoría:

- Los trabajadores no expuestos.
- Los trabajadores expuestos, fuera de su horario de trabajo.
- Los usuarios de las instituciones sanitarias mientras no estén siendo atendidos como pacientes con fines diagnóstico o terapéuticos.
- Cualquier otro individuo de la población.

3.4. Límites de dosis.

En situaciones de exposición planificada, la suma de las dosis recibidas por cualquier persona no superará los límites de dosis establecidos en el RD 1029/2022, tanto para la exposición ocupacional como para la de los miembros del público. Los límites de dosis se aplican a la suma de las dosis procedentes de las exposiciones externas en el período especificado y las dosis comprometidas a cincuenta años (hasta setenta años en el caso de niños) a causa de las incorporaciones producidas en el mismo periodo. En su cómputo no se incluirá la dosis debida al fondo radiactivo natural, salvo la exposición al radón, ni la exposición sufrida como consecuencia de exámenes y tratamientos médicos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 23 de 87

Sin perjuicio de lo anterior, los límites de dosis no se aplicarán a la exposición deliberada y voluntaria de personas, cuando ello no constituya parte de su ocupación, para ayudar o aliviar a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico.

3.4.1. Límites de dosis para trabajadores expuestos.

- El límite de dosis efectiva para los trabajadores expuestos es de 20 mSv por año oficial.
- Sin perjuicio de límite anterior, se aplicarán las siguientes limitaciones:
 - El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 100 mSv a lo largo de cinco años oficiales consecutivos, y una dosis máxima de 50 mSv en un único año oficial.
 - El límite de dosis equivalente en piel será de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie cutánea de 1 cm², con independencia de la superficie expuesta.
 - El límite de dosis equivalente para cada extremidad será de 500 mSv por año oficial.

Límites de dosis durante el embarazo.

Tan pronto como una trabajadora comunique su estado de embarazo al titular o al SPR, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Para ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que dicha dosis no exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo.

De acuerdo con esta limitación, existen muchos puestos de trabajo compatibles con la situación de embarazo. Los puestos excluidos están definidos en el procedimiento *PR-TE-001 Criterios generales de asignación de dosímetros a trabajadores expuestos*, y son aquellos de mayor riesgo potencial, como braquiterapia, medicina nuclear (excepto el densitómetro) y dentro de las salas mientras se esté operando un equipo de rayos X. En cualquier caso, se procurará destinar a la mujer gestante a puestos con la mínima exposición que sea razonablemente posible.


Limitación de actividades durante la lactancia.

Desde el momento en que una trabajadora, que se encuentre en período de lactancia, informe de su estado al titular o al SPR, no se le asignarán trabajos que supongan un riesgo significativo de incorporación de radionucleidos o de contaminación radiactiva.

Exposiciones especialmente autorizadas.

En situaciones excepcionales, excluidas las exposiciones accidentales y las situaciones de exposición de emergencia, el CSN podrá autorizar, para cada caso concreto, exposiciones ocupacionales individuales superiores al límite de dosis efectiva establecido. El SPR indicará al titular la necesidad de esta autorización expresa del CSN, que podrá ser concedida o no, o sólo en determinadas circunstancias. En cualquier caso, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Solo serán admitidos en exposiciones especialmente autorizadas los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría A.
- No se autorizará la participación en exposiciones especialmente autorizadas a:
 - Las trabajadoras embarazadas y, si hay riesgo de incorporación de radionucleidos o contaminación corporal, a aquellas en período de lactancia.
 - Las personas en formación o estudiantes.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 24 de 87

- El titular de la práctica deberá justificar con antelación dichas exposiciones e informar razonadamente a los trabajadores involucrados, a sus representantes, a la UPRL y al SPR.
- Antes de participar en una exposición especialmente autorizada, los trabajadores deberán recibir la información adecuada sobre los riesgos que implique la operación y las precauciones que deberán adoptarse durante la misma. La participación de dichos trabajadores tendrá el carácter de voluntaria.

La superación de los límites de dosis como resultado de exposiciones especialmente autorizadas no constituirá motivo para excluir al trabajador de sus ocupaciones habituales o cambiarlo de puesto sin su consentimiento. Las condiciones de exposición posteriores deberán someterse, por el titular de la práctica, al criterio de la UPRL.

3.4.2. Límites de dosis para personas en formación y estudiantes.

Los límites de dosis para las personas en formación y los estudiantes que, durante sus estudios, tengan que utilizar fuentes de radiación, serán:

- Para las personas en formación y los estudiantes mayores de dieciocho años, los mismos que para los trabajadores expuestos.
- Para las personas en formación y los estudiantes entre 16 y 18 años:
 - El límite de dosis efectiva será de 6 mSv por año oficial.
 - El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 15 mSv por año oficial.
 - El límite de dosis equivalente para la piel será de 150 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie cutánea de 1 cm², con independencia de la superficie expuesta.
 - El límite de dosis equivalente para cada extremidad será de 150 mSv por año oficial.
- Para las personas en formación y los estudiantes no incluidos en los apartados anteriores, serán los mismos que para los miembros del público.

3.4.3. Límites de dosis para los miembros del público.

- El límite de dosis efectiva para los miembros del público será de 1 mSv por año oficial.
- El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 15 mSv por año oficial.
- El límite de dosis equivalente para la piel será de 50 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie cutánea de 1 cm², con independencia de la superficie expuesta.


3.5. Restricciones de dosis.

En cumplimiento del principio de optimización de la protección radiológica, cuando resulte procedente, se podrán aplicar restricciones de dosis, en términos de dosis efectiva o equivalente individual por año oficial, que serán supervisadas por el CSN.

3.5.1. Trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes.

Para las exposiciones ocupacionales, el titular de la práctica establecerá estas restricciones como herramienta de optimización bajo la supervisión general del CSN.

3.5.2. Trabajadores externos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 25 de 87

En el caso de los trabajadores externos, la restricción de dosis la establecerá el titular de la instalación en coordinación con el titular de la empresa externa.

3.5.3. Miembros del público.

Para la exposición de los miembros del público, la Dirección General de Política Energética y Minas, previo informe del CSN, establecerá la restricción de dosis individual que pueda recibir una persona debido al uso planificado de una fuente de radiación específica. El CSN se asegurará de que las restricciones sean coherentes con el límite de dosis para la suma a la misma persona de las dosis debidas a todas las prácticas autorizadas.

3.6. Clasificación de zonas.

El SPR clasificará los lugares de trabajo en función del riesgo de exposición, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.

A tal efecto, se identificarán, delimitarán y clasificarán todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial y se establecerán las medidas de protección radiológica aplicables. Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, y a las condiciones y normas de trabajo, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos.

El alcance de los medios de prevención y de vigilancia, así como su naturaleza y calidad, deberán estar en función de los riesgos vinculados a los trabajos que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes. El riesgo de exposición a radiaciones ionizantes y las medidas de protección radiológica deben considerarse, de manera integrada, en los planes de prevención de riesgos laborales, en las evaluaciones de riesgos y en las planificaciones de la actividad preventiva que exige la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

La clasificación de los lugares de trabajo en las zonas establecidas deberá estar actualizada de acuerdo con las condiciones reales existentes, por lo que el SPR someterá a revisión la clasificación de zonas basándose en las variaciones radiológicas habidas en dichas zonas.

3.6.1. Zona vigilada.

Es aquella zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial.


3.6.2. Zona controlada.

Es aquella zona en la que se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial.
2. Sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión significativa de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias.

Las zonas controladas se podrán subdividir en las siguientes:

- a) Zonas de permanencia limitada: son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis para trabajadores expuestos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 26 de 87

- b) Zonas de permanencia reglamentada: son aquellas en las que existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis para trabajadores expuestos y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.
- c) Zonas de acceso prohibido: son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en una exposición en muy corto período de tiempo, dosis superiores a los límites para los trabajadores expuestos.

3.6.3. Clasificación genérica de zonas en el ámbito de actuación del SPR.

Como criterios generales, la clasificación de las zonas, en función de los equipos o fuentes radiactivas que se usen en ellas, será la siguiente:


Equipos emisores de rayos X con tensiones pico menores de 150 keV:

- Radiodiagnóstico general, TC, ortopantomógrafos y mamografía:
 - Zona vigilada: puestos de control protegidos por barreras estructurales.
 - Zona controlada: interior de la sala.
- Intervenciones con angiógrafo (radiología intervencionista, hemodinámica y electrofisiología):
 - Zona vigilada: puestos de control protegidos por barreras estructurales.
 - Zona controlada de permanencia limitada: interior de la sala.
- Intervenciones con arco quirúrgico:
 - Zona vigilada: el interior del quirófano donde se esté utilizando el equipo.
 - Zona controlada: el interior del círculo de radio de 1 metro desde el centro del haz de radiación.
- Equipos telemandados:
 - Zona vigilada: puestos de control protegidos por barreras estructurales.
 - Zona controlada de permanencia limitada: interior de la sala.
- Equipos portátiles:
 - Zona vigilada: el interior de la sala donde se esté utilizando el equipo.
 - Zona controlada: el interior del círculo de radio de 2 metros desde el centro del haz de radiación.

Esta clasificación tiene validez exclusivamente durante el funcionamiento de los equipos, siendo todas ellas zonas de libre acceso en el caso de que el equipo no esté en funcionamiento.

Equipos de radioterapia:

- Radioterapia externa con acelerador lineal
 - Cuando el equipo está en funcionamiento:
 - Zona vigilada: puesto de control.
 - Zona de acceso prohibido: interior del búnker.
 - Cuando el equipo no esté en funcionamiento:
 - Zona de libre acceso: puesto de control.
 - Zona controlada: interior del búnker.
- Braquiterapia:
 - Cuando la fuente no esté en su blindaje:
 - Zona vigilada: puesto de control.
 - Zona de acceso prohibido: el interior del búnker.
 - Cuando la fuente esté en su blindaje:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 27 de 87

- Zona de libre acceso: puesto de control.
- Zona controlada: el interior del búnker.

Medicina nuclear y radiofarmacia:

- Zona controlada de permanencia limitada:
 - Almacén temporal de residuos.
 - Estancias con pacientes en tratamiento metabólico.
- Zona controlada:
 - Cámara caliente.
 - Sala de síntesis (ciclotrón).
 - Salas de control de calidad.
 - Áreas de administración de dosis.
 - Zonas de circulación y estancia de pacientes inyectados.
 - Almacén de residuos radiactivos.
 - Interior de las salas diagnósticas (PET y SPECT).

3.7. Señalización.

La señalización de las zonas controladas y vigiladas se efectuará basándose en lo establecido en la norma UNE 73302:2018, Distintivos para la señalización de radiaciones ionizantes, o revisión posterior, y de acuerdo con lo especificado en el anexo IV del RD 1029/2022.


El riesgo de exposición vendrá señalizado utilizando su símbolo internacional, un «trébol» enmarcado por una orla rectangular del mismo color del símbolo y de la misma anchura que el diámetro de la circunferencia interior de dicho símbolo. Los colores serán los siguientes:

- **Zonas controladas:** en las zonas controladas, dicho trébol será de color verde sobre fondo blanco.
- **Zonas de permanencia limitada:** en estas zonas, dicho trébol será de color amarillo sobre fondo blanco.
- **Zonas de permanencia reglamentada:** en estas zonas, el trébol será de color naranja sobre fondo blanco.
- **Zonas de acceso prohibido:** en estas zonas, el trébol será de color rojo sobre fondo blanco.
- **Zonas vigiladas:** en las zonas vigiladas el trébol será de color gris azulado sobre fondo blanco.

Si en cualquiera de las zonas existiera solamente riesgo de exposición externa, se utilizará el trébol general de la zona bordeado de puntas radiales; si existiera riesgo de contaminación y el riesgo de exposición externa fuera despreciable, se utilizará el trébol general de la zona en campo punteado; y si existiera conjuntamente riesgo de contaminación y de exposición se empleará el trébol general de la zona bordeado de puntas radiales en campo punteado.

Todas las señales correspondientes a zonas controladas, de permanencia limitada, de permanencia reglamentada, de acceso prohibido, y vigiladas, se situarán en forma bien visible en la entrada y en los lugares significativos de las mismas.

Para todo tipo de zonas, las anteriores señalizaciones se complementarán en la parte superior con una leyenda indicativa del tipo de zona, y en la parte inferior del tipo de riesgo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 28 de 87

En los lugares de acceso entre zonas contiguas de diversas características, podrán señalizarse en el suelo los límites correspondientes mediante líneas claramente visibles con los colores correlativos a las zonas de que se trate. Dicha señalización se podrá complementar con una iluminación del color apropiado a las zonas de que se trate.

Dentro de las zonas controladas y vigiladas, las fuentes radiactivas y los equipos generadores de radiación deberán estar señalizados con el distintivo básico recogido en la norma UNE 73302:2018, Distintivos para señalización de radiaciones ionizantes, o revisión posterior.

3.8. Normas generales en zonas con riesgo radiológico.

Estas zonas estarán delimitadas adecuadamente y señalizadas de forma que quede de manifiesto el riesgo de exposición existente en las mismas. Esta señalización se efectuará de acuerdo con lo especificado en el apartado 3.6.

El titular de la práctica será el responsable de que se cumpla lo establecido en los siguientes apartados y de que esto se realice con el asesoramiento y la supervisión del SPR.

3.8.1. Zona controlada.

Acceso a zona controlada.

Estará limitado a trabajadores adscritos a estas zonas, que serán expuestos en las zonas controladas por riesgo de irradiación o contaminación, y con conocimiento de las normas a aplicar y el riesgo existente en el mismo.

A los pacientes que deban ser objeto de pruebas diagnósticas o tratamientos se les dará toda la información y medios necesarios para que no se irradien accidentalmente por motivos ajenos al acto médico del que van a ser protagonistas

Trabajo en zona controlada.

Debe realizarse de modo que se cumplan estrictamente las instrucciones contenidas en los procedimientos de trabajo incluidos en los Programas de Garantía de Calidad y Seguridad de las distintas unidades asistenciales, con objeto de reducir la exposición a radiaciones ionizantes, evitar la contaminación radiactiva y prevenir y limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos, así como sus consecuencias. Estos procedimientos de trabajo deben de estar a disposición del trabajador en las diferentes unidades. Cada trabajador conocerá todos los procedimientos relacionados con su trabajo y con la Protección Radiológica.


La zona debe de contar con instrumentos adecuados para identificar los riesgos. Deben comprobarse periódicamente los dispositivos de seguridad tales como enclavamientos, filtros, etc.

Si existe riesgo de contaminación se cumplirán estrictamente las normas en cuanto a utilización de ropa, guantes y calzado especiales y todas aquellas medidas destinadas a prevenir este riesgo.

Salida de zona controlada en áreas con riesgo de contaminación:

En situación normal deben tomarse las siguientes precauciones al abandonarlas:

- Con detectores adecuados se realizará un control de contaminación superficial de manos, pies y ropa.
- Se procederá a la descontaminación si fuera necesario.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 29 de 87

Equipamiento y material.

En las zonas controladas será obligatorio disponer, a disposición de los trabajadores expuestos:

- Los medios necesarios para la detección y medida de la radiación y/o contaminación.
- Medios de protección adecuados para evitar en lo posible la irradiación externa.
- Ropa y calzado adecuado cuando los trabajadores puedan estar sometidos a riesgo de contaminación.
- Material específico que pueda ser necesario para resolver una emergencia.

3.8.2. Acceso y trabajo en zonas vigiladas.

El acceso estará limitado a las personas autorizadas al efecto que hayan recibido la formación e instrucciones adecuadas al riesgo existente en el interior de dichas zonas.

En estas zonas se establecerán procedimientos de trabajo adaptados al riesgo radiológico existente.

4. Protección ocupacional de los trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes.

4.1. Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo.

4.1.1. Vigilancia y control de la radiación externa.

Es el conjunto de medidas que deben establecerse con objeto de comprobar, experimentalmente que tanto las dosis recibidas como los niveles de riesgo existentes, están dentro de los límites correspondientes a cada zona. Dicha vigilancia incluye la dosimetría de área o ambiental y la personal.


Dosimetría de área.

La vigilancia radiológica ambiental consiste en la medición de las tasas de dosis externas debidas a la presencia de sustancias radiactivas en el medio ambiente o la medición de concentraciones de radionucleidos en el medio natural.

La vigilancia de las áreas de trabajo puede dividirse en tres categorías:

- De rutina: asociada a las operaciones habituales o cotidianas. Debe realizarse para confirmar que el trabajo se realiza satisfactoriamente. Ésta se hará mediante los procedimientos adecuados, de forma continuada y en tanto no se produzcan cambios significativos.
- Operacional: proporciona información sobre un procedimiento en particular. Se realizará para estimar el riesgo asociado con procedimientos de trabajo determinados.
- Especial: se aplica a una situación que se sospecha anómala. Se practicará cuando:
 - No haya información suficiente sobre una situación especial para decidir las medidas de seguridad a tomar.
 - Se aplique un procedimiento en circunstancias especiales.

La sistemática aplicable para el uso de dosímetros de área para el uso de dosímetros o instrumentos utilizados en la dosimetría de área y el procedimiento de asignación de dosis

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 30 de 87

asociado deberán incluirse en un protocolo escrito, sujeto a la evaluación e inspección del CSN. Los procedimientos implicados son:

- PR-MN-004 Verificación de blindajes y niveles de radiación.
- PR-RT-003 Verificación de blindajes LINACs.
- BT-QC-003 Verificaciones de seguridad y protección radiológica en braquiterapia.
- Apartado IV.1. Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo de PR-RD-001 Programa de Protección Radiológica de las zonas de trabajo.
- PR-TE-006 Asignación de dosis por no cambio de dosímetro.
- PR-TE-008 Asignación de dosis a TEB sin dosímetro.

Instrumentación.

Se realizará la vigilancia de las dosis absorbidas, las tasas de dosis absorbidas o de fluencia con los equipos del tipo y sensibilidad adecuados a la naturaleza y calidad de la radiación emitida. Dichos equipos pueden ser fijos o portátiles, distribuidos de la siguiente forma:

- Equipos fijos. Se ubicarán, previa fijación de un nivel de alarma, en:
 - Lugares de almacenamiento y preparación de material radiactivo.
 - Accesos a zonas controladas donde se manipulen fuentes encapsuladas y no encapsuladas.
 - Las salas de tratamiento de braquiterapia.
- Equipos portátiles: se dispondrá de ellos en el SPR y los servicios que manejen fuentes radiactivas, encapsuladas o no.

Niveles de actuación.

Se definirán niveles de actuación en términos de tasa de dosis de radiación, de manera que, en caso de alcanzarse, se tomen las medidas de investigación o de intervención necesarias. Estos niveles dependerán de las circunstancias que rodeen a la medida (factores de ocupación, zona radiológica, tasas de dosis habituales, ...).

Registro de documentación.

Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de esta vigilancia deberán ser archivados por el titular de la práctica, quien los tendrá a disposición del UPRL y de las correspondientes autoridades competentes.


4.1.2 Vigilancia y control de la contaminación.

Se define la contaminación radiactiva como la presencia accidental o indeseable de sustancias radiactivas en superficies o sólidos, líquidos o gases, o en el cuerpo humano.

La vigilancia y control de la contaminación se realiza mediante un conjunto de medidas, que deben establecerse con objeto de comprobar empíricamente y con la periodicidad necesaria, los niveles de contaminación existentes en las instalaciones. La medición de las concentraciones de actividad en aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físico y químico.

La vigilancia de la contaminación puede ser:

- De área: superficial y ambiental.
- Personal: interna y externa.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 31 de 87

La vigilancia rutinaria se realizará periódicamente en puntos de referencia establecidos previamente por parte del SPR y mediante el procedimiento específico correspondiente, sin perjuicio de los controles que deban realizar los operadores de la instalación de acuerdo con su Reglamento de funcionamiento.

Las medidas de control de la contaminación externa se realizarán diariamente en los lugares de trabajo, al final de la jornada, al salir de zonas con riesgo de contaminación radiactiva, y siempre que se sospeche que existe contaminación o se produzca un incidente o accidente. Las normas de actuación en el caso de contaminación personal o ambiental serán las descritas en los procedimientos correspondientes y cualquier incidencia se anotará en el Diario de Operaciones.

Se debe disponer de una zona específica con todo lo necesario para la descontaminación de las personas.

En caso de contaminación interna significativa se debe estimar la actividad incorporada y enviar si es necesario al trabajador a un Centro de referencia. Este accidente o incidente se registrará en su historial dosimétrico.

Las personas que trabajan con fuentes no encapsuladas deberán notificar al SPR cualquier sospecha de contaminación interna. De la misma forma se notificarán las situaciones de contaminación externa persistente.

Cuando se desee evaluar la contaminación desprendible, o cuando no se pueda estimar directamente el nivel de contaminación superficial, por el excesivo fondo ambiental, se procederá a la realización de frotis de las zonas posiblemente contaminadas.

Quien haya ocasionado una contaminación importante o quien conozca que se ha producido está obligado a comunicarlo inmediatamente al SPR.

Instrumentación.

La medida de la posible contaminación se realizará por medio de equipos, fijos o portátiles, adecuados en sensibilidad y respuesta en energía al radionucleido empleado en cada caso.

Los equipos fijos se situarán a la salida de las zonas con riesgo de contaminación. Los equipos portátiles estarán disponibles en el SPR y en los servicios que manejan fuentes radiactivas.

Niveles de actuación.


Contaminación externa.

Los niveles de actuación en la instalación radiactivas que usa fuentes no encapsuladas (donde trabajan el servicio de medicina nuclear y radiofarmacia) vienen definidos en el reglamento de funcionamiento de la instalación, PR-MN-001 Reglamento de funcionamiento de la IRA 1462.

Contaminación interna.

Se establece un nivel de registro de 1 mSv y un nivel de investigación de 5 mSv. Estos valores se refieren a las dosis efectivas comprometidas resultantes de la incorporación de radiactividad a lo largo de un año.

Registro de documentación.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 32 de 87

Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de esta vigilancia deberán ser archivados por el titular de la práctica, quien los tendrá a disposición del UPRL y de las correspondientes autoridades competentes.

4.2. Evaluación de la exposición del trabajador expuesto.

4.2.1. Control dosimétrico personal.

La dosimetría individual, tanto externa como interna, será efectuada a partir de los datos dosimétricos aportados por los SDP expresamente autorizados por el CSN. Estos servicios remitirán los resultados de esta vigilancia al titular de la práctica, que los enviará al SPR.

Los SDP contratados en el Área de Salud de Badajoz son:

- Centro Nacional de Dosimetría: dosimetría de solapa, muñeca, abdomen, área y delantal.
- Centro de Dosimetría: dosimetría de anillo.

En caso de asignación de dosis diferentes de las aportadas por el SDP, el titular de la práctica, a través del Jefe de Protección Radiológica, informará de tal circunstancia al SDP, enviándole la dosis finalmente asignada.

El SPR transmitirá los resultados de los controles dosimétricos, a los efectos de su valoración, a la UPRL. En caso de urgencia, dicha transmisión será inmediata.

Banco Dosimétrico Nacional.

Los resultados de la vigilancia individual de los trabajadores expuestos serán remitidos al CSN, acompañados de la información necesaria para permitir la adecuada identificación de dichos trabajadores, del empleador (Servicio Extremeño de Salud), de las instalaciones en las que desarrollan su actividad laboral y del tipo de trabajo por ellos desarrollado. El CSN incluirá estos resultados en el Banco Dosimétrico Nacional.

Determinación de dosis por irradiación externa.

Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deberán determinarse cuando las condiciones de trabajo sean normales, con una periodicidad no superior a un mes.


Estimación de las dosis de los trabajadores de categoría A.

Será obligatoria la utilización de dosímetros individuales que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral.

En caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo, será obligatoria la utilización de dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.

En situaciones de exposición especialmente autorizada y en cuantas situaciones sea necesario a criterio del SPR, se pueden utilizar dosímetros personales de lectura directa, por la ventaja que supone su lectura inmediata. Su control y registro depende del SPR. Su uso nunca sustituye a los dosímetros personales de termoluminiscencia, de uso obligatorio para todos trabajadores expuestos de categoría A.

Estimación de las dosis de los trabajadores de categoría B.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 33 de 87

Las dosis individuales recibidas por los trabajadores expuestos pertenecientes a la categoría B se podrán estimar mediante dosímetros personales o a partir de los resultados de la vigilancia radiológica realizada en los lugares de trabajo referida en el punto 4.1.1, donde se indican los procedimientos de asignación de dosis y la metodología usada.

Determinación de dosis por contaminación interna.

Se realizará con la periodicidad que se establezca en función del periodo de semidesintegración efectivo de los contaminantes. Para los trabajadores de categoría A con riesgo de exposición interna será obligatoria la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.

El SPR es responsable de identificar a aquellos trabajadores expuestos que, por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, deberían someterse a controles de contaminación interna (rutinarios o especiales) en SDP autorizados. Para ello, se tendrán en cuenta:

- El tipo de trabajo que desarrollan.
- Las características del material radiactivo que manipulan (actividad, energía, tipo de desintegración, forma física y química).
- Los resultados de la vigilancia radiológica de la contaminación ambiental y de superficie de las instalaciones.
- Las incidencias operacionales de las instalaciones (derrames, fugas, etc.).
- Los resultados de las medidas directas (gammacámara) o indirectas (orina, etc.) que el SPR pudiera realizar sobre un trabajador en caso de sospecha de contaminación.

El SPR enviará un informe con los resultados de los controles al SPR.

Estimaciones especiales de dosis.

En los casos en los que no sea posible la estimación de las dosis de los trabajadores expuestos (por pérdida, deterioro, no recambio del dosímetro, u otros motivos), la asignación de dosis se basará en una estimación realizada a partir de mediciones individuales hechas a otros trabajadores expuestos que hayan desarrollado trabajos similares, a partir de los resultados de la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo o a partir de las dosis previas recibidas en actividades similares, haciéndose constar expresamente este hecho en el historial dosimétrico del trabajador.


La asignación será realizada por el SPR y será enviada al SDP mensualmente.

Estimación de dosis en exposiciones accidentales y de emergencia.

En caso de exposiciones accidentales el SPR evaluará las dosis asociadas y su distribución en el cuerpo. En caso de exposiciones de emergencia el titular de la práctica realizará una vigilancia individual o evaluaciones de las dosis individuales, en función de las circunstancias. El titular será asesorado en todo momento por el SPR.

4.2.2. Superación de los límites de dosis.

Cuando a consecuencia de una exposición especialmente autorizada, exposición accidental o exposición de emergencia, hayan podido superarse los límites de dosis, deberá realizarse un estudio para evaluar, con la mayor rapidez y precisión posible, las dosis recibidas en la totalidad del organismo o en las regiones u órganos afectados.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 34 de 87

Estos casos y los resultados del estudio serán puestos sin demora, por el titular, en conocimiento de la UPRL, del CSN, de la autoridad sanitaria y del trabajador afectado.

Cuando se registren dosis que superen los límites de dosis establecidos, en condiciones normales de trabajo, se deberá iniciar una investigación con objeto de averiguar las causas que originaron el suceso. Al mismo tiempo, se separará al trabajador de su puesto de trabajo hasta que la UPRL determine que el trabajador es apto para seguir trabajando con radiaciones ionizantes. El momento de la reincorporación al puesto de trabajo, así como la posible necesidad de recibir atención médica, los determinará la UPRL.

En el plazo de un mes, se remitirá al CSN un informe sobre las circunstancias de la sobre exposición y se indicarán las medidas correctoras aplicables para evitar que en un futuro se produzcan situaciones similares. En este informe, se hará igualmente constar la decisión de la UPRL sobre la aptitud del trabajador.

4.2.3. Utilización de dosímetros.

El uso del dosímetro es personal y restringido al centro al que está asignado.

El dosímetro se debe de colocar en aquella posición que sea más representativa de la parte más expuesta de la superficie del tronco.

Las dosis a las extremidades, especialmente a las manos, pueden ser algo mayores, pero a menos que sea probable que estas dosis se aproximen a los tres décimos de los límites de dosis equivalente apropiados, no será necesaria la utilización de dosímetros adicionales.

En aquellos casos en los que sea necesario el uso del delantal plomado, el dosímetro se colocará debajo del delantal.

En los casos que sea necesaria la estimación de la dosis en el cristalino, se usaran dosímetros de delantal o de cristalino apropiados, a juicio del SPR.


Si un dosímetro se pierde o se daña, el usuario del mismo estará obligado a comunicarlo al SPR inmediatamente. La responsabilidad de la utilización correcta del dosímetro es del propio usuario.

El trabajador está obligado a efectuar el cambio mensual del dosímetro en el plazo y en la forma establecidos por el SPR quién deberá comunicar a la dirección del Centro el uso indebido o la negligencia reiterada en la utilización o cambio de los dosímetros por parte de algún trabajador. El uso del dosímetro y las comunicaciones por mal uso del dosímetro están establecidas en los procedimientos:

- PR-TE-001 Criterios de asignación de dosímetros a trabajadores expuestos.
- PR-TE-002 Gestión dosimétrica.
- PR-TE-003 Documentación e información para trabajadores expuestos.
- PR-TE-011 Seguimiento por mal uso del dosímetro.

4.2.4. Historial dosimétrico.

Será obligatorio registrar todas las dosis recibidas por los trabajadores de categoría A y por los trabajadores de categoría B con dosímetro individual, durante su vida laboral, en un historial dosimétrico individual que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 35 de 87

Será obligatorio registrar, conservar y mantener a disposición del trabajador los siguientes documentos:

- En el caso de exposiciones accidentales, de emergencia, así como en caso de superación de los límites de dosis, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas.
- Los resultados de la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo que se hayan utilizado para estimar las dosis individuales.

El historial dosimétrico individual de todo trabajador expuesto de categoría A deberá figurar, además, en su historial clínico – laboral.

Contenido del historial dosimétrico.

En el historial dosimétrico individual correspondiente a trabajadores de la categoría A se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial. En el caso de trabajadores de la categoría B, se registrarán las dosis anuales asignadas o estimadas.

En el caso de trabajadores a los que se le asignen dosis al cristalino en su historial dosimétrico se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales.

En el caso de los trabajadores expuestos al radón, en el historial dosimétrico se registrarán las dosis acumuladas por año oficial, así como los parámetros relevantes para la estimación de estas dosis.

Registro de las dosis por exposición especialmente autorizada, accidente o emergencia.

Toda dosis recibida como consecuencia de una exposición especialmente autorizada deberá quedar consignada como tal en el historial dosimétrico individual, especificando, en su caso, las incorporaciones de radionucleidos en el organismo. Estas dosis, así como las recibidas por exposiciones accidentales o de emergencia, figurarán en el historial dosimétrico individual, registradas por separado de las recibidas durante el trabajo en condiciones normales.

Comunicaciones de dosis.


Los trabajadores expuestos que lo sean en más de una actividad o instalación estarán obligados a dar cuenta expresa de tal circunstancia al Jefe de Servicio de Protección Radiológica o Unidad Técnica de Protección Radiológica o, en su defecto, al Supervisor o persona que tenga encomendadas las funciones de protección radiológica de cada uno de los centros en que trabajen, al objeto de que en todos ellos conste, actualizado y completo, su historial dosimétrico individual. A tal fin, el trabajador deberá comunicar en cada actividad los resultados dosimétricos que se le proporcionen en las demás. En ningún caso, un trabajador podrá utilizar el mismo dosímetro en distintas instalaciones.

En el caso de cambio de empleo, el trabajador deberá proporcionar copia certificada de su historial dosimétrico al titular de su nuevo destino. Cuando proceda, para los trabajadores externos, dicha comunicación se complementará con la presentación del carné radiológico.

Archivo de documentación.

El titular de la práctica, o en quien delegue, deberá archivar:

- El historial dosimétrico individual de los trabajadores expuestos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 36 de 87

- Los documentos correspondientes a la evaluación de dosis y a las medidas de los equipos de vigilancia.
- Los informes referentes a las circunstancias y medidas adoptadas en ellos casos de exposición accidental o emergencia.

Hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado la edad de setenta y cinco años, y nunca por un período inferior a treinta años, contados a partir de la fecha de cese del trabajador en aquellas actividades que supusieran su clasificación como trabajador expuesto.

El titular pondrá esta información a disposición del CSN y, en función de sus propias competencias, a disposición de las administraciones públicas, en los supuestos previstos en las leyes, y a disposición de los juzgados y tribunales que la soliciten.

En el caso de que el trabajador expuesto cese en su empleo, el SPR le proporcionará una copia certificada de su historial dosimétrico actualizado hasta ese momento.

Al producirse el cese definitivo en cualquiera de las prácticas referidas en el RD 1029/2022, el titular hará entrega al CSN y a la autoridad sanitaria de los documentos del historial dosimétrico de los trabajadores y a la autoridad sanitaria de los historiales clínico – laborales.

4.3. Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos se basará en los principios generales de medicina del trabajo, así como en lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y sus normas de desarrollo.

El SPR enviará anualmente a la UPRL una relación de todos los trabajadores expuestos, en la que consten las dosis acumuladas y las incidencias dignas de mención, con el fin de actualizar sus historiales dosimétricos.

4.3.1. Exámenes de salud.

No obtener el apto médico en cualquiera de los exámenes de salud que se detallan implican la baja como trabajador expuesto de categoría A.


Examen de salud previo.

Toda persona que vaya a ser clasificada como trabajador expuesto de categoría A deberá ser sometida a un examen de salud previo, que permita comprobar su aptitud para realizar las funciones que se le asignen.

El examen médico de salud previo de toda persona que vaya a ser destinada a un puesto de trabajo que implique un riesgo de exposición que suponga su clasificación como trabajador expuesto de categoría A, tendrá por objeto la obtención de un historial clínico-laboral que incluya, al menos, el conocimiento del tipo de trabajo realizado anteriormente y de los riesgos a que ha estado expuesto como consecuencia de él y, en su caso, del historial dosimétrico que deberá ser aportado por el trabajador.

Exámenes periódicos.

Los exámenes de salud periódicos de los trabajadores expuestos de categoría A estarán adaptados a las características de la exposición a las radiaciones ionizantes o de la posible contaminación interna o externa y comprenderán un examen clínico general y aquellos otros estudios necesarios para determinar el estado de los órganos expuestos y sus funciones.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 37 de 87

La UPRL que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores podrá determinar la conveniencia de que se prolongue, durante el tiempo que estime necesario, la vigilancia de la salud de los trabajadores de categoría A que hayan sido posteriormente declarados no aptos o hayan cesado en esa actividad profesional. En los casos en que esa vigilancia de la salud post – ocupacional deba hacerse por otro Servicio de Prevención o por el Sistema Nacional de Salud, porque el trabajador haya cambiado de empresa o se encuentre en situación de desempleo o jubilación, la UPRL informará de ello al trabajador y le facilitará la información necesaria, preferiblemente mediante copia de la historia clínico-laboral.

4.3.2. Clasificación médica.

Desde el punto de vista médico y de acuerdo con el resultado de los exámenes de salud oportunos, los trabajadores expuestos de categoría A se clasificarán como:

- **Aptos:** aquellos que pueden realizar las actividades que implican riesgo de exposición asociado al puesto de trabajo.
- **Aptos en determinadas condiciones:** aquellos que pueden realizar las actividades que implican riesgo de exposición asociado al puesto de trabajo, siempre que se cumplan las condiciones que al efecto se establezcan, basándose en criterios médicos.
- **No aptos:** aquellos que deben mantenerse separados de puestos que impliquen riesgo de exposición.

No se podrá asignar o clasificar a ningún trabajador para un puesto específico como trabajador de la categoría A si no está clasificado médicamente como apto, o apto en determinadas condiciones, para el trabajo en presencia de radiaciones ionizantes.

4.3.3. Historial clínico – laboral.


A cada trabajador expuesto de categoría A le será abierto un historial clínico-laboral, que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, las informaciones referentes a la naturaleza del empleo, los resultados de los exámenes de salud previos a la contratación o clasificación como trabajador de categoría A, los exámenes de salud periódicos y eventuales, y el historial dosimétrico de toda su vida profesional.

Este historial se archivará y permanecerá bajo custodia hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado los setenta y cinco años de edad y, en ningún caso, durante un período inferior a treinta años después del cese de la actividad, en los Servicios de Prevención que desarrollen la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores correspondientes a los centros en los que aquellas personas presten o hayan prestado sus servicios, y estarán a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.

4.3.4. Vigilancia especial de los trabajadores expuestos.

En caso de superación o sospecha fundada de superación de alguno de los límites de dosis, se deberá realizar una vigilancia especial de la salud. Las condiciones posteriores de exposición se someterán al acuerdo de la UPRL. Dichas condiciones deberán asegurar que la dosis media anual del trabajador a lo largo de su vida laboral no exceda el límite de dosis anual reglamentario.

4.3.5. Medidas adicionales.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 38 de 87

Además de la vigilancia de la salud descrita, se aplicarán otras medidas que la UPRL considere adecuadas, como nuevos exámenes, medidas de descontaminación o tratamiento terapéutico de urgencia y, en caso necesario, atención y tratamiento médico en un centro autorizado para dicho fin. El Ministerio de Sanidad tendrá a disposición de cualquier interesado la relación actualizada de dichos centros.

4.3.6. Recursos.

Las declaraciones en materia de aptitud de los trabajadores y los recursos que contra ellas procedan se registrarán por lo establecido en la legislación sanitaria y laboral aplicable.

4.4. Protección para personas en formación y estudiantes.

Las condiciones de exposición y la protección ocupacional de las personas en formación y los estudiantes mayores de dieciocho años serán, según el caso, equivalentes a las de los trabajadores expuestos de categoría A o B.

Las condiciones de exposición y la protección ocupacional de las personas en formación y los estudiantes con edades comprendidas entre dieciséis y dieciocho años, serán equivalentes a las de los trabajadores expuestos de la categoría B.

5. Protección radiológica de los miembros del público en condiciones normales.

5.1. Introducción.

5.1.1. Miembros del público.

Se considerarán miembros del público:


- Los trabajadores no expuestos.
- Los usuarios de las instituciones sanitarias, mientras no estén siendo atendidos como pacientes con fines diagnósticos o terapéuticos.
- Los trabajadores expuestos fuera de su ámbito de actuación u horario laboral.
- Cualquier otro individuo de la población.
- Las personas que puedan estar en la proximidad de un paciente sometido a un tratamiento de terapia metabólica (compañeros de trabajo, alumnos familiares no cuidadores, mujeres embarazadas y niños, ...) que no actúan como cuidadores.

La exposición a que se someten los cuidadores, fuera de su ocupación, de forma consciente y voluntaria, colaborando en la asistencia y el bienestar de personas que están sometidas a exposiciones médicas, se considerará como exposición médica y no como exposición del público.

5.1.2. Principios básicos.

La protección de los miembros del se realizará mediante las medidas y controles necesarios para que las prácticas se lleven a cabo de acuerdo con los principios de justificación, optimización y limitación y con los principios generales que rigen esta protección establecidos en el siguiente punto.

5.1.3. Principios generales.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 39 de 87

La protección de los miembros del público en condiciones normales se basará en los principios siguientes:

- La contribución de las prácticas a la exposición de los miembros del público deberá mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.
- El titular de la práctica realizará los estudios adecuados a cada caso conducentes a confirmar que el riesgo de exposición a que pudieran estar sometidos los miembros del público como consecuencia de sus actividades no es significativo desde el punto de vista de la protección radiológica, teniendo en cuenta sus efectos a largo plazo.
- Las prácticas deberán ser proyectadas y ejecutadas convenientemente a fin de evitar o reducir hasta el mínimo razonablemente posible la evacuación al medio ambiente de efluentes radiactivos y la generación de residuos, a lo largo de todo el ciclo de vida de la instalación, así como las posibles dosis producidas por exposición a la radiación externa.

La vigilancia se basará fundamentalmente en las dosis que pudieran ser recibidas por los miembros del público, incluyendo la protección de la salud a largo plazo y, cuando esté justificado por el riesgo asociado, en la realización de un programa de vigilancia radiológica ambiental adecuado a dicho riesgo y a los medios potencialmente impactados.

5.2. Protección de los miembros del público.

La estimación de las dosis efectivas recibidas por los miembros del público implica la estimación de las dosis recibidas por exposición externa, así como las debidas a la incorporación de radionucleidos, de forma que se asegure que la suma de ambas no supere el límite de dosis o el valor optimizado de dosis establecido.


5.2.1. Exposición externa.

La exposición externa de los miembros del público como consecuencia de la utilización de las radiaciones ionizantes en el medio sanitario va a depender del tipo y calidad de las fuentes utilizadas.

Los tipos de fuentes a los que están expuestos los miembros del público serán en general los mismos que los descritos en el apartado 3.2 para los trabajadores expuestos. En circunstancias normales de trabajo, los miembros del público nunca estarán expuestos a una irradiación externa derivada de actividades laborales realizadas en zonas de acceso exclusivo para los trabajadores autorizados. En general, los principales riesgos que pudiesen afectar a un miembro del público serían los derivados del uso de equipos de Rayos X móviles y la presencia de algún paciente sometido a una exploración con radioisótopos. Las dosis implicadas en estas situaciones son en general muy bajas y difícilmente alcanzarán los límites para este grupo de población.

El control de la exposición externa se realizará mediante:

- Diseño de blindajes estructurales y no estructurales.
- Protección radiológica operacional.
- Señalización de zonas.
- Dispositivos luminosos o acústicos de aviso.
- Gestión de residuos radiactivos.
- Criterios de alta a pacientes sometidos a tratamientos metabólicos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 40 de 87

5.2.2. Contaminación por radionucleidos.

La probabilidad de que se produzca contaminación, tanto externa como interna, de un miembro del público en la instalación es muy baja en condiciones normales de funcionamiento.

Los tipos de fuentes a los que estén expuestos los miembros del público por contaminación interna o externa serán, en general, los mismos que para los trabajadores expuestos, descritos en el apartado 3.1 de este Manual. El acceso a los locales y laboratorios donde existe riesgo de contaminación está limitado a personal autorizado. Sólo existe riesgo de contaminación para un miembro del público si tiene contacto con excretas de algún paciente sometido a una exploración reciente con radionucleidos. La contaminación siempre será muy baja y difícilmente se podrán superar los límites de dosis para el público.

El control de la contaminación se realizará mediante:

- El diseño de la instalación.
- El control de accesos.
- La señalización de las zonas.
- La protección radiológica operacional.
- El control de la gestión de residuos.

5.2.3. Incorporación de radionucleidos. Emisión de efluentes.

Los niveles de actividad para la emisión de efluentes radiactivos al medio ambiente deberán ser tales que las concentraciones de actividad de los radionucleidos en ellos contenidos y las dosis susceptibles de ser recibidas por los miembros del público sean las más bajas razonablemente posibles, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Dichos niveles serán siempre inferiores a los límites de dosis efectiva para el público y, en su caso, a las restricciones establecidas por el CSN.

Los residuos líquidos generados en el centro provendrán, fundamentalmente, de la orina de los pacientes.


Para los radionucleidos usados en diagnóstico, teniendo en cuenta los periodos de semidesintegración y el valor de la dosis efectiva comprometida por unidad de incorporación por ingestión para miembros del público y el caudal de agua correspondiente al hospital, se llega a la conclusión de que se puede verter directamente, no necesitando un sistema de almacenamiento de orina para su tratamiento y posterior gestión controlada.

Los pacientes sometidos a tratamientos que deben permanecer en el centro durante horas o días orinan en baños que están conectados con depósitos donde se almacenan los residuos hasta que han decaído suficientemente para ser evacuados a la red general. El límite anual de actividad de la emisión de efluentes será de 1 GBq para el conjunto de isótopos evacuados.

5.3. Sistema de vigilancia para evaluar y controlar la dosis del público.

El sistema de vigilancia se adecuará al riesgo asociado a la práctica, por lo que las estimaciones de dosis incluirán, entre otros aspectos:

- La evaluación de las exposiciones externas, indicando, según los casos, el tipo y la calidad de las radiaciones.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 41 de 87

- La evaluación de la incorporación de radionucleidos, indicando la naturaleza y el estado físico – químico de las sustancias radiactivas contaminantes, así como la determinación de su actividad y concentración de actividad.
- La especificación de las características de los grupos de referencia de la población, teniendo en cuenta las vías efectivas de transferencia de las sustancias radiactivas.

5.3.1. Irradiación externa.

La medida de los niveles de radiación se realizará con los monitores de radiación convenientemente calibrados del SPR, con los que se realizará la dosimetría de área. La periodicidad de la evaluación será, como mínimo, anual.

Estos monitores se usarán también para medir los niveles de exposición de los residuos radiactivos sólidos. Para estos residuos se registrarán también los datos físico – químicos.

Los niveles de radiación a los que se exponen las personas en contacto con pacientes sometidos a tratamientos metabólicos se controlarán mediante medidas previas al alta del paciente con detectores adecuados.

5.3.2. Contaminación.

La vigilancia y control de la contaminación se realizará mediante la medida periódica de los niveles de contaminación de la instalación.

5.3.3. Incorporación. Efluentes.

La emisión de efluentes provenientes de las orinas de pacientes que se han sometido a una exploración diagnóstica de medicina nuclear se realizará directamente a la red general. Desde el SPR se estimará la dosis incorporada a la población en general, mediante el proceso descrito en el procedimiento *MN-RES-001 Gestión de residuos radiactivos*, comprobándose que en todo caso permanece por debajo de los límites de incorporación.


Respecto a la orina de los pacientes sometidos a tratamientos que requieren la permanencia del paciente durante varias horas o días en el centro, la instalación está equipada con un sistema de depósitos independiente y específico de almacenamiento, tratamiento y evacuación. Los depósitos están sometidos a revisiones adecuadas para evitar evacuaciones incontroladas o no previstas con antelación.

Las características de los depósitos proporcionan una protección suficiente contra las radiaciones ionizantes, teniendo en cuenta las condiciones del lugar de almacenamiento y la posible dispersión o fuga del material radiactivo. Los recipientes están convenientemente señalizados.

Existe un registro, descrito en el procedimiento *MN-RES-001 Gestión de residuos radiactivos*, donde se consignarán los datos de cada evacuación controlada.

5.3.4. Medidas de vigilancia. Estimación de dosis y límites.

El SPR, por delegación del titular, realizará una estimación de las dosis recibidas por los miembros del público que será proporcional al riesgo de exposición derivado de la práctica. El CSN determinará las prácticas para las que se deba proceder a una evaluación de las dosis para los miembros del público y aquellas para las que sea suficiente una evaluación exploratoria.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 42 de 87

5.4. Protección radiológica de las personas en contacto con pacientes sometidos a tratamientos o diagnóstico con radionucleidos.

5.4.1. Información.

En el caso de pacientes que estén sometidos a tratamiento o diagnóstico con radionucleidos, el profesional sanitario persona en quien delegue proporcionará al paciente o a su representante información escrita sobre los riesgos de las radiaciones ionizantes para las personas que puedan estar en contacto con el paciente como consecuencia de su proximidad a este, y las adecuadas instrucciones, también por escrito, con objeto de restringir las dosis de estas personas, hasta donde sea razonablemente posible. Esta información e instrucciones, elaboradas por el SPR, deberán constar en el programa de garantía de calidad y se deberán entregar antes de abandonar el centro sanitario.

5.4.2. Restricciones de dosis.

Los tratamientos metabólicos con isótopos con una emisión gamma relevante (I-133 y Lu-177) requieren de una propuesta sobre niveles de restricciones de niveles de restricción de dosis. Para dar el alta al paciente después de su tratamiento, se debe tener en cuenta el riesgo de exposición externa y, en menor grado, la contaminación que puedan recibir cuidadores, familiares y allegados. Para ellos se establece una restricción de dosis de 0.3 mSv por tratamiento, sin que se sobrepase 1 mSv/año.

5.4.3. Restricciones de actividad.

Para evitar sobrepasar la restricción indicada se realizarán medidas antes de proceder al alta del paciente. Se medirá con un detector adecuado a un metro del paciente a la altura del tórax. El valor medido debe ser inferior a 40 μ Sv/h para dar el alta al paciente.


6. Protección radiológica de las personas cuidadoras.

La exposición de las personas que, fuera de su ocupación, consciente y voluntariamente, se sometan a una exposición a radiaciones ionizantes, colaborando en la asistencia y el bienestar de personas que están sometidas o se han sometido a exposiciones médicas, deberá mostrar un beneficio neto suficiente, considerando los beneficios directos para la salud del paciente, los posibles beneficios para la persona cuidadora y el detrimento que para la misma la exposición pueda causar.

6.1. Restricciones de dosis.

En las exposiciones médicas se aplicarán restricciones de dosis con respecto a la protección de las personas cuidadoras. Estas restricciones se establecerán en términos de dosis efectiva o equivalente individual a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

En los diferentes programas de garantía de calidad de las unidades asistenciales de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y aquellas unidades en que se realicen procedimientos de radiología intervencionista, se incluirán las restricciones de dosis para las exposiciones de las personas cuidadoras de los pacientes que estén o hayan sido sometidos a diagnóstico o

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 43 de 87

tratamiento médico, según los casos. Así mismo, estos programas dispondrán de una guía adecuada para este tipo de exposiciones, en la que constará la información básica sobre los efectos de las radiaciones ionizantes. Dicha guía se proporcionará a las personas cuidadoras.

Para las personas cuidadoras de pacientes sometidos a tratamientos metabólicos, una vez se le ha dado el alta, se aplican las siguientes restricciones:

Tipo de persona / cuidador	Restricción de dosis (mSv)
Niños de más de 10 años y adultos hasta 60 años	3 / tratamiento
Adultos de más de 60 años	15 mSv / tratamiento

6.2. Inmovilizaciones.

Siempre que por las características propias del procedimiento diagnóstico o terapéutico con radiaciones ionizantes se haga necesaria la inmovilización del paciente, esta se realizará mediante la utilización de sujeciones mecánicas apropiadas. Si esto no fuera posible y, a excepción de los procedimientos de radioterapia, se recurrirá a personas cuidadoras, entre las que en ningún caso se encontrarán personas menores de dieciocho años ni gestantes. Estas personas cuidadoras, que serán siempre el menor número posible, recibirán las instrucciones precisas para reducir al mínimo su exposición a la radiación, procurarán en todo momento no quedar expuestas al haz directo y deberán ir provistas del material de protección adecuado. Si no se dispusiera de personas cuidadoras, la inmovilización se llevará a cabo por trabajadores expuestos, en turnos rotativos.

7. Protección radiológica de las personas con ocasión de las exposiciones médicas.

7.1. Introducción.


En este punto se establecen los principios básicos de justificación y optimización en el uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas según lo dispuesto en el RD 601/2019 frente a las siguientes exposiciones médicas:

- La exposición de pacientes para su diagnóstico o tratamiento médico, dental o podológico.
- La exposición de las personas trabajadoras en la vigilancia periódica de su estado de salud.
- La exposición de personas en programas de cribado sanitario.
- La exposición de personas asintomáticas o de pacientes que participen voluntariamente en programas de investigación médica o biomédica, de diagnóstico o terapia.
- La exposición de personas cuidadoras.

7.2. Justificación de las exposiciones médicas.

Todas las exposiciones médicas deberán justificarse previamente, teniendo en cuenta los objetivos específicos de la exposición y las características de cada persona afectada.

Las exposiciones médicas deberán mostrar un beneficio neto suficiente, teniendo en cuenta los posibles beneficios diagnósticos y terapéuticos que producen, incluidos los beneficios directos para la salud de una persona y los beneficios para la sociedad, frente al detrimento personal que pueda causar la exposición, debiendo considerarse siempre la eficacia, los beneficios y los riesgos

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 44 de 87

de otras técnicas alternativas disponibles que tengan el mismo objetivo pero que no impliquen exposición a radiaciones ionizantes, o impliquen una exposición menor. Se deberán también tener en cuenta, cuando proceda, las exposiciones ocupacionales y de miembros del público que lleven asociadas.

Si un tipo de práctica que implique una exposición médica no está justificada genéricamente, se podrá justificar de manera individual en circunstancias especiales, que se deberán evaluar caso por caso y documentar, teniendo en cuenta los objetivos específicos de la exposición y las características de cada individuo. Dicha justificación constará en la historia clínica del paciente y estará a disposición de la autoridad sanitaria competente.

Tanto el prescriptor como el profesional sanitario habilitado deberán involucrarse en el proceso de justificación al nivel adecuado a su responsabilidad en cada fase del proceso asistencial, en el ámbito de las propias competencias profesionales y en aplicación de los criterios, relaciones y protocolos previstos a este respecto en los correspondientes programas de garantía de calidad de las unidades asistenciales. La decisión final de la justificación quedará a criterio del profesional sanitario habilitado.


Los criterios de justificación de las exposiciones médicas deberán constar en los correspondientes programas de garantía de calidad de las Unidades asistenciales de Radiodiagnóstico, Radioterapia y Medicina Nuclear, así como de otras unidades asistenciales que realicen procedimientos de radiología intervencionista, y estarán a disposición de la autoridad sanitaria competente, a los efectos tanto de auditoría como de vigilancia.

Para la justificación de una exposición a radiaciones ionizantes, tanto el prescriptor como el profesional sanitario habilitado y el odontólogo, y el podólogo, en el ámbito de sus competencias, deberán obtener previamente información diagnóstica anterior o informes médicos relevantes y otros datos médicos pertinentes, siempre que sea posible, y tendrán en cuenta estos datos para evitar exposiciones innecesarias. A tal fin, se asegurará la disponibilidad de esta información para el profesional según los procedimientos establecidos, en cada caso, por la autoridad sanitaria competente. Así mismo, el paciente informará al prescriptor y al profesional sanitario habilitado de los procedimientos diagnósticos con radiaciones ionizantes a los que haya sido sometido con anterioridad.

De igual forma, valorarán con especial atención la necesidad de la prueba diagnóstica, teniendo en cuenta estudios alternativos que no impliquen la utilización de radiaciones ionizantes. Cuando esta utilización sea necesaria, deberán solicitar el mínimo número de estudios o proyecciones indicadas para el diagnóstico.

Las exposiciones médicas para investigación médica o biomédica deberán ser examinadas por un comité ético, formado de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Real Decreto 1090/2015, de 4 de diciembre, por el que se regulan los ensayos clínicos con medicamentos, los Comités de Ética de la Investigación con medicamentos y el Registro Español de Estudios Clínicos.

Cualquier procedimiento médico-radiológico en una persona asintomática que deba realizarse para la detección temprana de enfermedades, deberá formar parte de un programa de cribado sanitario. En otro caso, requerirá una justificación específica documentada del profesional sanitario habilitado para esa persona, en consulta con el prescriptor, y siguiendo las pautas de las sociedades médico-científicas pertinentes y las autoridades competentes. En todos los casos, se prestará especial atención a la entrega a la persona sometida a la exposición de información sobre los riesgos asociados a la misma.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 45 de 87

Los nuevos tipos de prácticas que impliquen exposiciones médicas se justificarán antes de su adopción generalizada en la práctica clínica.

Los tipos de prácticas existentes que impliquen exposiciones médicas deben ser revisadas cada vez que se obtenga nueva evidencia sobre su efectividad o riesgos asociados.

La justificación de estos tipos de prácticas constará en el correspondiente programa de garantía de calidad de la Unidad asistencial y estará a disposición de la autoridad sanitaria competente.

Toda persona sometida a exposición médica o, en su caso, su representante legal, siempre que sea viable y antes de que se produzca la exposición, deberá recibir la información adecuada sobre los beneficios y riesgos asociados con la dosis de radiación debida a la exposición.

Además, en las exploraciones de radiodiagnóstico y prácticas de radiología intervencionista que impliquen altas dosis de radiación, en los tratamientos de radioterapia y en los procedimientos terapéuticos con radiofármacos, el médico especialista recabará el correspondiente consentimiento informado, que tendrá que ser firmado por el propio paciente o por su representante legal y por el médico que informa, de acuerdo con los procedimientos establecidos.

La autoridad sanitaria competente garantizará que la información en relación con la justificación de las clases o tipos de prácticas, la regulación de las fuentes de radiación y la protección radiológica, se ponga a disposición del paciente y otras personas sometidas a exposición médica.

7.3. Prácticas especiales.

En las exposiciones médicas en la infancia, las que formen parte de un programa de cribado sanitario o las que impliquen altas dosis al paciente, lo que puede ocurrir en algunas prácticas de radiología intervencionista, medicina nuclear, tomografía computarizada y radioterapia, se emplearán los equipos médico-radiológicos, las técnicas y el equipo auxiliar adecuados, debiendo prestarse especial atención en los correspondientes programas de garantía de calidad a la evaluación de la dosis y verificación de la actividad administrada en los casos mencionados.


El profesional sanitario habilitado y los técnicos habilitados para realizar los aspectos prácticos en los anteriores procedimientos médico-radiológicos deberán disponer de la adecuada formación específica en estos supuestos, de acuerdo con la normativa vigente.

7.4. Protección especial durante el embarazo y la lactancia.

En la exposición médica de una mujer en edad de procrear se le preguntará, inmediatamente antes de la realización de la misma, si está embarazada o en período de lactancia. Si el embarazo no puede excluirse, dependiendo del tipo de exposición y especialmente si están implicadas la región abdominal y la pélvica, se prestará especial atención a la justificación, sobre todo la urgencia, y a la optimización de la técnica, teniendo en cuenta el nivel de riesgo tanto para la mujer como para el feto.

En el caso de una mujer en período de lactancia que haya de someterse a procedimientos diagnósticos o terapéuticos de medicina nuclear y según el procedimiento indicado, se prestará especial atención a la justificación, sobre todo la urgencia, y a la optimización, teniendo en cuenta los efectos tanto para la mujer como para el lactante.

El titular del centro sanitario donde esté ubicada la correspondiente unidad asistencial adoptará las medidas necesarias, como la colocación de carteles en los lugares adecuados u otras, para informar a las mujeres que hayan de someterse a procedimientos diagnósticos o terapéuticos que

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 46 de 87

utilicen radiaciones ionizantes, acerca de la necesidad, antes de someterse al procedimiento, de comunicar al profesional sanitario habilitado si está embarazada o cree estarlo, o en período de lactancia.

En el caso de gestantes sometidas a procedimientos diagnósticos o terapéuticos con radiaciones ionizantes que afecten a la región pélvicoabdominal será preceptiva la estimación de la dosis en útero, que se recogerá en un informe dosimétrico que constará en la historia clínica.

7.5. Optimización de las exposiciones médicas.

La protección radiológica de las personas sometidas a exposiciones médicas se optimizará con el objetivo de mantener las dosis individuales tan bajas como razonablemente sea posible y será coherente con la finalidad médica de la exposición.

En las exposiciones médicas con fines diagnósticos debidas a radiodiagnóstico, medicina nuclear, procedimientos de radiología intervencionista, planificación, guía y verificación, las dosis se mantendrán lo más bajas que sea razonablemente posible, para que pueda obtenerse la información médica requerida, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.

En las exposiciones médicas de pacientes debidas a tratamientos de radioterapia o de medicina nuclear, los volúmenes de planificación se planificarán individualmente y se verificará convenientemente su realización, teniendo en cuenta que las dosis de órganos sanos y tejidos fuera de los considerados de planificación deberán ser lo más bajas que sea razonablemente posible y estarán de acuerdo con el fin deseado del tratamiento.


En los procedimientos diagnósticos con radiaciones ionizantes y, si procede, en los de radiología intervencionista, se establecerán y aplicarán niveles de referencia, que deberán ser revisados regularmente, teniendo en cuenta los niveles de referencia para diagnóstico europeos o nacionales, cuando existan, y, en otro caso, la evolución del conocimiento científico suficientemente acreditado.

El principio general de optimización deberá ser siempre considerado, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, en los siguientes aspectos:

- La elección del equipo.
- La producción coherente de la información adecuada del diagnóstico o de los resultados terapéuticos.
- Los aspectos prácticos de los procedimientos médico-radiológicos.
- El programa de garantía de calidad.
- La estimación y evaluación de las dosis a pacientes o la verificación de las actividades administradas.

7.6. Procedimientos.

Las unidades asistenciales de diagnóstico o terapia dispondrán de protocolos escritos de cada tipo de procedimiento médico-radiológico estándar para cada equipo destinado a categorías específicas de pacientes, que se actualizarán periódicamente y se revisarán siempre que se introduzcan modificaciones o nuevas técnicas clínicas. Dichos protocolos constarán en los programas de garantía de calidad, en los que también se deberán incluir los correspondientes a los procedimientos especiales.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 47 de 87

En los procedimientos médico-radiológicos de radioterapia y medicina nuclear, así como en las prácticas especiales, la información relativa a la exposición del paciente se recogerá en el correspondiente informe dosimétrico, que formará parte de la historia clínica.

Los prescriptores dispondrán de orientaciones de referencia para la obtención de imágenes médicas, teniendo en cuenta las dosis de radiación.

Siempre que se superen de manera constante y significativa los niveles de referencia para el diagnóstico o se degrade la calidad de imagen de manera reiterada se procederá a las correspondientes revisiones locales y se adoptarán las medidas correctoras adecuadas sin dilación.

7.7. Equipos.

Todos los equipos médico-radiológicos en uso se mantendrán bajo estricta vigilancia en lo referente a la protección radiológica, conforme a las disposiciones vigentes, nacionales o internacionales, de aplicación.

Las Unidades asistenciales de diagnóstico o terapia implantarán los correspondientes programas de control de calidad del equipamiento y de evaluación de la dosis impartida o verificación de la actividad administrada, ajustados a protocolos establecidos para tal fin, aceptados y refrendados por sociedades científicas competentes, organismos o instituciones internacionales, de reconocida solvencia. Estos programas de control de calidad formarán parte de los programas de garantía de calidad de las correspondientes Unidades asistenciales.


Así mismo el especialista en Radiofísica Hospitalaria realizará una validación de los indicadores dosimétricos de los equipos de radiodiagnóstico y radiología intervencionista, con una periodicidad anual y tras intervenciones en los equipos que puedan afectar a la dosis o a la calidad de imagen, así como de la adecuada utilización de las técnicas.

En el caso de equipos de bajo riesgo radiológico y baja complejidad, como los de radiodiagnóstico dental intraoral, densitometría ósea y podológicos, la realización de las pruebas y validaciones contempladas en los puntos anteriores será comprobada, en todo caso, por un especialista en Radiofísica Hospitalaria, quien determinará el procedimiento oportuno al respecto.

El titular del centro sanitario deberá tener prevista la adopción de las medidas necesarias para corregir el eventual funcionamiento inadecuado o defectuoso del equipo médico-radiológico en uso, así como la aplicación de criterios específicos de aceptabilidad del equipo, europeos o de organizaciones internacionales de reconocida solvencia, para la adopción de las medidas correctoras apropiadas, incluida la retirada de servicio del mismo, con informe del responsable de la Unidad asistencial correspondiente. A tal fin, las anteriores medidas y criterios se recogerán en los correspondientes programas de garantía de calidad de las unidades asistenciales.

En particular, se observarán las siguientes prescripciones:

- Queda prohibido el uso clínico de equipos de fluoroscopia sin un dispositivo que controle automáticamente la tasa de dosis, o sin un intensificador de imagen o dispositivo similar.
- Los equipos utilizados para radioterapia mediante haces externos que funcionen con una energía nominal superior a 1 megaelectronvoltio (MeV) deberán contar con un dispositivo de verificación de los parámetros de tratamiento más importantes.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 48 de 87

- Los equipos utilizados para radiología intervencionista deberán contar con un dispositivo o función para informar al profesional sanitario habilitado y a los encargados de los aspectos prácticos de los procedimientos médicos sobre la cantidad de radiación producida por el equipo durante el procedimiento.
- Todo equipo utilizado para radiología intervencionista y tomografía computarizada y todo equipo nuevo utilizado a efectos de planificación, simulación y verificación, deberá contar con un dispositivo o función para informar al profesional sanitario habilitado, al final del procedimiento, sobre los parámetros pertinentes para evaluar la dosis al paciente.
- Los equipos utilizados para radiología intervencionista y tomografía computarizada, así como los equipos que se destinen exclusivamente a uso pediátrico, programas de cribado sanitario o a procedimientos que impliquen altas dosis al paciente, deberán tener la capacidad de transferir la información contemplada en el párrafo al registro de la exploración.
- Los nuevos equipos de radiodiagnóstico médico que produzcan radiaciones ionizantes deberán contar con un dispositivo, o un medio equivalente, para informar al profesional sanitario habilitado sobre los parámetros pertinentes para evaluar la dosis al paciente.

8. Proyecto y aceptación de las instalaciones y equipos con riesgo radiológico.

8.1. Introducción.

La instalación y aceptación de equipos nuevos o modificados, cuyo funcionamiento implique riesgo radiológico, debe llevarse a cabo siguiendo criterios de optimización. Esto es, además de permitir que se logren los objetivos clínicos, diagnósticos o terapéuticos perseguidos deben de minimizarse las dosis asociadas a dichos estudios.

Para ello, la toma de decisiones para la adquisición o modificación de este tipo de equipamiento debe hacerse teniendo en cuenta:


- Las necesidades clínicas a que pretende dar respuesta dicha adquisición o modificación.
- Las dosis a pacientes, trabajadores y público.
- El riesgo potencial de accidente radiológico.
- La normativa legal existente.

Deberá, por tanto, existir una fase previa a la compra, en la que se estudie y se planifique la misma teniendo en cuenta las anteriores consideraciones.

8.2. Diseño de proyectos y elaboración de especificaciones técnicas.

8.2.1. Diseño de proyectos.

Según el artículo 24 del RD 1029/2022, el titular de la práctica será responsable de que el examen y control de los dispositivos y técnicas de protección y de los instrumentos de medición se efectúen de acuerdo con los procedimientos establecidos, y con el asesoramiento y la supervisión del SPR y comprenderán, en particular:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 49 de 87

- El examen crítico previo de los proyectos de la instalación o actividad laboral, desde el punto de vista de la protección radiológica.
- La adquisición y puesta en servicio de fuentes de radiación nuevas o modificadas, desde el punto de vista de la protección radiológica.
- La comprobación periódica de la eficacia de los dispositivos y técnicas de protección.
- La calibración, verificación y comprobación periódica del buen estado y funcionamiento de los instrumentos de medición.
- La verificación de que los equipos de detección son utilizados adecuadamente.

El resultado se reflejará en un documento autorizado por el titular y servirá de referencia para las fases posteriores.

8.2.2. Especificaciones técnicas de los equipos.

La elaboración de las especificaciones técnicas de los equipos o componentes a adquirir o modificar será responsabilidad de los especialistas correspondientes y del especialista en radiofísica hospitalaria (RD 601/2019). El SPR asesorará en todos los aspectos relativos a las materias de su competencia.

8.3. Adquisición de equipos.

En todos los aspectos relativos a solicitud de ofertas, evaluación y adjudicación de los equipos e instalaciones con riesgo radiológico, se seguirán los procedimientos administrativos establecidos para el resto de equipos e instalaciones sanitarias. Deberá prestarse especial atención a las especificaciones de carácter técnico y de Protección Radiológica.


El suministrador de los equipos médico-radiológicos deberá aportar al titular de la instalación la información adecuada sobre sus posibles riesgos radiológicos y su uso, ensayo y mantenimiento correctos, así como una demostración de que su diseño permite restringir las exposiciones a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible. Así mismo, deberá facilitar información adecuada sobre la valoración de los riesgos para el paciente y sobre los elementos disponibles de la evaluación de su uso clínico.

8.4. Recepción y aceptación de instalaciones y equipos.

La recepción de un equipo o de una instalación que contenga equipos productores de radiaciones ionizantes, así como la de dispositivos y accesorios precisos para la formación de imágenes y la de sistemas o elementos para el control y reducción de dosis a paciente o trabajadores expuestos, se efectuará por el procedimiento establecido en el centro u Organismo al que vaya destinado.

Antes del primer uso de cada equipo médico-radiológico con fines clínicos, el suministrador, en presencia de un especialista en Radiofísica Hospitalaria del SPR, efectuará las correspondientes pruebas de aceptación, que servirán de base para establecer el estado de referencia inicial. Posteriormente, el especialista en Radiofísica Hospitalaria realizará pruebas de funcionamiento, de forma sistemática y después de cualquier operación de mantenimiento que pueda afectar a la dosis o a la calidad de imagen. Las pruebas de aceptación incluirán, como mínimo, los parámetros detallados en las especificaciones de compra y harán referencia a protocolos nacionales o a protocolos internacionales.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 50 de 87

- Los equipos de medida para realizar estas pruebas de aceptación deberán estar acompañados por los correspondientes certificados de calibración.
- Se exigirá el marcado y certificado CE.
- Las tolerancias aplicables a los parámetros que den verificarse serán las que figuren en las especificaciones de compra o, en su defecto, las de protocolos nacionales o internacionales aplicables.
- Los parámetros cuyo valor no pueda comprobarse “in situ” deberán estar acompañados del correspondiente certificado de fábrica que demuestre que no superan las tolerancias establecidas en las especificaciones de compra o en la normativa aplicable. De igual forma se actuará con las características no mensurables.
- El especialista en Radiofísica Hospitalaria podrá exigir la comprobación de cualquier parámetro que afecte a la dosis impartida o a la calidad de imagen, aplicándose las tolerancias de los protocolos nacionales o internacionales, aunque dichos parámetros no estén explicitados en las especificaciones.

El resultado negativo de la prueba de aceptación será causa suficiente para la suspensión de la recepción del equipo o de la instalación. En estas circunstancias, el suministrador dispondrá de un plazo para corregir las deficiencias, finalizado el cual, y si no se han subsanado los fallos, se producirá el rechazo definitivo del equipo o instalación.

El resultado de las pruebas de aceptación deberá recogerse por escrito y archivarlo como documentación de base para los futuros programas de garantía y control de calidad que en cada caso se establezcan.

8.5. Solicitud del permiso de funcionamiento, modificación y declaración de instalaciones.

8.5.1. Instalaciones radiactivas de medicina nuclear y radioterapia.

Corresponde a la Dirección General de Industria de la Comunidad Autónoma la concesión de las autorizaciones de funcionamiento y modificación de las instalaciones.


Autorizaciones requeridas.

Las instalaciones radiactivas de medicina nuclear y radioterapia requieren las siguientes autorizaciones:

- Autorización de funcionamiento.
- Declaración de clausura.
- Autorización de modificación.
- Autorización de cambio de titularidad.

Contenido de la solicitud.

- Memoria descriptiva de la instalación.
- Estudio de seguridad.
- Verificación de la instalación.
- Reglamento de funcionamiento.
- Plan de emergencia interior.
- Previsiones para la clausura y cobertura económica prevista para garantizar la misma en condiciones de seguridad.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 51 de 87

- Presupuesto económico de la inversión a realizar.
- Plan de protección física, en el caso de que la instalación cuente con fuentes radiactivas incluidas en el ámbito de aplicación de la normativa relativa a la protección física.

La redacción de las solicitudes será realizada o se realizará bajo la supervisión del SPR.

8.5.2. Instalaciones de radiodiagnóstico.

Declaración requerida.

Antes de su puesta en funcionamiento, las instalaciones de rayos X de diagnóstico médico deberán ser declaradas por sus titulares ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

El cambio de los equipos o la incorporación de equipos, generadores o tubos adicionales, el cambio de ubicación de la instalación y la modificación en la disposición general de ésta, respecto de la declaración en vigor, exigirá un trámite de declaración y registro, referido a los aspectos alterados, análogo al establecido en el párrafo anterior.

Contenido de la declaración.

- Declaración del titular sobre las previsiones de uso de la instalación y de sus condiciones de funcionamiento.
- Certificación de la empresa de venta y asistencia técnica suministradora de los equipos.
- Certificación expedida por el SPR que asegure que los blindajes y distribución de las salas que constituyen la instalación son adecuados para los equipos que albergan, atendiendo a la carga de trabajo estimada de los mismos y a las zonas colindantes con dichas salas.

8.6. Puesta en servicio de las instalaciones.

8.6.1. Instalaciones de radioterapia y medicina nuclear.

La autorización de funcionamiento de la instalación radiactiva faculta a su titular para proceder al montaje y preparación de las operaciones.


En caso de una nueva instalación, cuando esté en disposición de iniciar las operaciones, el titular comunicará este hecho al CSN a fin de que pueda realizar una visita de inspección. Una vez el CSN haya estimado que la instalación puede funcionar en condiciones de seguridad, emitirá una notificación para la puesta en marcha. Ninguna instalación radiactiva podrá iniciar su funcionamiento antes de la notificación para la puesta en marcha, que facultará al titular para el inicio de operaciones.

En caso de modificación de la instalación, el CSN establecerá los criterios para determinar cuando la modificación requerirá efectuar una visita de inspección previa y emisión de notificación de puesta en marcha.

8.6.2. Instalaciones de radiodiagnóstico.

El titular de la instalación de rayos X de diagnóstico médico o de una modificación declarada no podrá ponerla en servicio hasta que el órgano competente de la comunidad autónoma le notifique la inscripción de ésta en el registro de instalaciones de radiodiagnóstico.

9. Gestión y control del material radiactivo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 52 de 87

La utilización de fuentes radiactivas, encapsuladas y no encapsuladas, en el ámbito hospitalario, en cualquiera de sus actividades puede suponer un riesgo radiológico importante si no es manipulado adecuadamente, tanto para los trabajadores expuestos, como para los pacientes, los miembros del público y el medio ambiente, debido fundamentalmente a la extensión y forma de su utilización, a su presentación y características de los mismos, y a la falta de confinamiento en su aplicación.

Por todo ello, y para ejercer un adecuado control sobre este material, y minimizar los riesgos en todos los aspectos, es necesaria la aplicación de normas de seguridad desde el momento de su adquisición. El material radiactivo debe estar controlado desde que se adquiere y llega a la instalación radiactiva hasta que el material residual generado se transfiera a un gestor autorizado o se desclasifique y se elimine.

En este capítulo no se tiene en cuenta ni el material radiactivo sobrante o desechado ni los residuos radiactivos generados por su utilización, cuya gestión y control se desarrollará en el siguiente capítulo. Tampoco se tienen en cuenta los equipos generadores de rayos X, tanto en el rango de energías propio del diagnóstico como de la terapia, no son objeto de este capítulo, ya que sólo supone riesgo radiológico durante su utilización y no su posterior desmantelamiento.

9.1. Adquisición.

9.1.1. Normas generales.

La adquisición deberá realizarse siempre a un proveedor autorizado y será realizada por el trabajador de la instalación autorizado para ello. Los servicios de radioterapia y medicina nuclear y el SPR han establecido procedimientos específicos en sus respectivos reglamentos de funcionamiento de tal forma que el SPR tiene conocimiento adecuado de la adquisición y entrada de material radiactivo.

9.1.2. Tratamiento con fuentes no encapsuladas.

La adquisición se realizará por paciente específico, siendo su tiempo de almacenamiento el menor posible. Se registrarán, en relación con la entrada del material radiactivo, los siguientes datos: fecha, radionucleido, actividad, calibración y proveedor; y a la salida de las fuentes, se registrará: fecha, actividad y tratamiento al cuál va destinado. El material radiactivo que no vaya a ser utilizado recibirá la consideración de residuo radiactivo.


9.1.3. Tratamiento con fuentes encapsuladas.

En el contrato de adquisición se debe contemplar la retirada del material radiactivo, una vez cumplido su tiempo efectivo de utilización, o porque las fuentes no han sido utilizadas. De no ser así, se contratará con una empresa autorizada para la gestión de residuos radiactivos la retirada de este material.

En ambos casos se anotará la retirada como salida de material radiactivo de la instalación.

9.2. Recepción.

9.2.1. Recepción de fuentes no encapsuladas.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 53 de 87

Los radionucleidos serán entregados en la instalación radiactiva de medicina nuclear, en la que el supervisor responsable de radiofarmacia o el operador designado por éste realizará la recepción y se hará cargo del material radiactivo. Se realizarán las siguientes verificaciones:

- Que los bultos disponen de las preceptivas etiquetas indicativas de los riesgos radiológicos.
- Que el etiquetado es acorde con la categoría del bulto.
- Que no se observa ninguna incidencia o daño significativo en los bultos que pudiera comprometer su seguridad.
- Que las unidades entregadas (viales) coinciden con lo indicado en el albarán.

Si el resultado de la comprobación de seguridad es inadecuado, el operador informará al supervisor de la Unidad de Radiofarmacia de la no conformidad. El supervisor informará al SPR, que lo pondrá en conocimiento, en un plazo inferior a 24 horas, del titular de la instalación, del laboratorio suministrador, de la sala de emergencias del CSN (SALEM) y del 112 Extremadura. Además, en un plazo máximo de 30 días desde la comunicación, se debe remitir un informe a la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear del CSN que recoja las causas de la no conformidad y de las medidas correctoras o preventivas que se han adoptado o que deben adoptarse, en un plazo máximo de 30 días desde la comunicación.

Tras la recepción de los bultos, y ya sin la necesidad de la presencia del transportista, se procederá al desembalaje de los contenedores con el material radiactivo y a la extracción de los viales con los radiofármacos o los generadores en el mismo lugar de la recepción, siguiendo los procedimientos vigentes de la unidad de radiofarmacia.

Se anotará la recepción en los registros destinados a tal fin y mensualmente se recogerá un resumen de las entradas en el diario de operaciones.

9.2.2. Recepción de fuentes de braquiterapia.

El SPR asignará un radiofísico con licencia de supervisor en radioterapia para cada cambio de fuente. Durante el cambio de fuente, la casa suministradora será responsable del transporte y custodia de la fuente hasta que quede instalada y verificada por el radiofísico designado. Asimismo, la casa suministradora será responsable del transporte y la custodia de la fuente que se retira. El radiofísico actuará como supervisor de esta parte de la instalación radiactiva durante el cambio de fuente y será responsable de que las normas de protección radiológica de la instalación se cumplan durante el cambio.


9.3. Almacenamiento.

Tras la recepción del material radiactivo, éste se almacenará en la propia instalación, en contenedores específicos y apropiados al tipo y energía de la radiación emitida, y a la actividad del mismo, en la zona habilitada al efecto. La zona en la que se almacene el material radiactivo será clasificada como zona controlada.

Se llevarán a cabo periódicamente inventarios de material radiactivo, tanto encapsulado como no encapsulado.

9.4. Transporte de material radiactivo.

Los procedimientos de utilización se establecerán de tal forma que se evite en lo posible el movimiento innecesario del material radiactivo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 54 de 87

El movimiento puede ser interno (entre diferentes unidades del centro), externo (entre diferentes hospitales) o de distribución a otros centros.

9.4.1. Movimiento interno.

El movimiento interno se realizará por personal autorizado de la instalación, bajo el control del SPR y utilizando contenedores adecuados al tipo de material radiactivo transportado y a su actividad. Éste se considerará como una aplicación y como tal se anotará en el diario de operaciones. La aplicación de los radionucleidos se realizará empleando los elementos de protección adecuados a su naturaleza y actividad.

Se aplicarán los procedimientos establecidos en los protocolos específicos, desarrollados en los respectivos programas de garantía de calidad, para asegurar su correcta utilización y las medidas de Protección Radiológica necesarias.

9.4.2. Movimiento externo.

En los casos excepcionales en los que se tuviera que utilizar material radiactivo para diagnóstico o terapia fuera de las dependencias de la instalación, se realizará siguiendo el procedimiento establecido, que recogerá las recomendaciones del SPR.

9.4.3. Distribución a otros centros.

La distribución a otros centros debe ser autorizada específicamente. El transporte se realizará siguiendo procedimientos específicos con instrucciones de protección radiológica.

El SPR deberá supervisar que los bultos de radionucleidos que salgan al exterior estén debidamente etiquetados y señalizados y que se hayan realizado los controles necesarios de los niveles de radiación y contaminación antes del envío de los mismos.

Toda salida de material radiactivo de la instalación se anotará en el diario de operaciones indicando: fecha de salida, isótopo, actividad transportada, presentación, destino, controles realizados y empresa de transporte.


Para el embalaje y transporte de material radiactivo se aplicará la reglamentación correspondiente.

10. Residuos radiactivos.

10.1. Generalidades.

Las fuentes radiactivas empleadas en instalaciones médicas, cuando alcanzan el final de su vida útil, se convierten en residuos radiactivos que precisan ser gestionados y eliminados en condiciones seguras. Además, como consecuencia de la utilización de radionucleidos, también puede producirse contaminación radiactiva de materiales diversos, sólidos, líquidos y gaseosos.

Un principio básico que debe aplicarse en el trabajo con material radiactivo es minimizar la generación de residuos, para lo cual se ha planificado dicho trabajo mediante los procedimientos y normas de actuación que contiene este reglamento. El primer paso en la gestión de los residuos es la segregación, para la que se disponen de sistemas adecuados para la recogida de los residuos y que se recogen en este documento. En primer lugar, se separarán los residuos con contenido radiactivo de los que no lo contienen. Los residuos radiactivos se pueden clasificar en función de su procedencia y forma física y en función de su gestión.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 55 de 87

Una vez separados los materiales residuales con contenido radiactivo de los que no lo tienen, se determinará o estimará la concentración de actividad de los primeros para definir la vía de evacuación a seguir. En ningún caso se mezclará el material radiactivo con material inactivo a fin de disminuir la concentración de actividad. Cuando la evacuación se haga como residuo convencional, la segregación se realiza en función de los radionucleidos y de la naturaleza del material, de la forma más homogénea posible y separando los que se pueden evacuar directamente de los que necesitan un tiempo de decaimiento.

Para los materiales que precisan un tiempo de decaimiento, los recipientes de recogida y almacenamiento se identifican y señalizan convenientemente. En la etiqueta figurará, al menos, la fecha de cierre, los radionucleidos presentes y la concentración de actividad. En el caso de que la vía de evacuación sea la retirada por una empresa autorizada para su gestión como residuo radiactivo, la segregación se realiza de acuerdo con los criterios de aceptación que establezca dicha empresa.

La gestión de los residuos radiactivos en el ámbito de actuación del SPR se realizará siguiendo el procedimiento *MN-RES-001 Gestión y evacuación de residuos radiactivos*.

10.2. Fuentes radiactivas encapsuladas y generadores fuera de uso.

10.2.1. Retirada de fuentes por el suministrador.

Las fuentes encapsuladas y los generadores serán retirados por la propia entidad que en su momento las suministró. En el caso de fuentes radiactivas o generadores con periodos de semidesintegración medio o largo que no sean retiradas conforme quedan fuera de uso, serán almacenadas en el almacén de residuos radiactivos hasta su retirada por la casa suministradora.

10.2.2. Retirada de fuentes por una empresa autorizada.

Cuando el procedimiento previsto en el punto anterior no sea posible, habrá que concertar con una empresa autorizada (normalmente ENRESA) la retirada de las fuentes en desuso.


10.2.3. Registros, archivos e informes.

Se mantendrá un registro de todas las evacuaciones de fuentes encapsuladas que se lleven a cabo en una instalación, registro que contendrá, al menos, los siguientes parámetros:

- Tipo de fuente.
- Código de identificación.
- Radionucleido.
- Fecha de retirada del uso clínico.
- Actividad original y fecha.
- Actividad medida o calculada en la fecha de retirada.
- Tasa de dosis en contacto y a un metro del contenedor.
- Identificación del responsable de la evacuación.
- Identificación del receptor.

10.3. Materiales residuales sólidos con contenido radiactivo.

10.3.1. Gestión de residuos radiactivos sólidos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 56 de 87

El criterio general será que la gestión que se lleve a cabo no suponga riesgos radiológicos inaceptables para los trabajadores expuestos, la población o el medio ambiente.

La gestión de estos materiales residuales sólidos con contenido radiactivo comprende el conjunto de actuaciones técnico-administrativas que, desde su generación hasta su destino final. El responsable de ese conjunto de actuaciones será el SPR. Los principios básicos que deben seguirse son:

- La minimización de la producción de residuos.
- La segregación de los residuos de diferentes características, en función de su vía de gestión final.
- La gestión de los residuos por la vía más adecuada, de acuerdo con sus contenidos de actividad.
- La trazabilidad del proceso de gestión de los residuos.

El orden de actuación, basado en estos principios, será el siguiente:

1. Clasificación de los residuos según los grupos establecidos (agujas y jeringas, viales, bolsas, etc.). Apertura y cierre de los contenedores de residuos.
2. Traslado al almacén de residuos sólidos.
3. Envejecimiento de los residuos durante el tiempo indicado.
4. Evacuación de los residuos como basura convencional.

Cualquier operador o supervisor de la instalación radiactiva que genera un residuo de gestión interna, deberá depositarlo en el contenedor o bolsa adecuado. La apertura y cierre de los contenedores corresponderán al operador designado por el supervisor principal de la instalación.


El destino final de estos residuos puede ser la evacuación como residuo convencional o como residuo radiactivo. Los criterios básicos para decidir uno u otro destino dependerán de si superan o no los niveles de exención determinados en la instrucción *IS-05, de 26 de febrero de 2003, del CSN, por la que se definen los valores de exención para nucleidos según se establece en las tablas A y B del anexo I del Real Decreto 1836/1999*. En la mayoría de los casos, podrá evacuarse como residuo convencional tras el periodo de envejecimiento determinado en función del periodo de semidesintegración del isótopo radiactivo y que está incluido en el procedimiento *MN-RES-001 Gestión de residuos radiactivos*. Los criterios básicos para decidir uno u otro destino son los siguientes:

- Si el nivel de actividad A contenido en el material residual es muy bajo, de forma que no se supera un determinado valor N, el residuo se evacuará por vía convencional, con arreglo a la legislación general que le sea aplicable.
- Si el nivel de actividad A contenido en el material residual supera el valor N, dicho material habrá de considerarse como residuo radiactivo y ser gestionado por una empresa autorizada. En la mayoría de los casos, aunque el nivel de actividad A supere el valor N, tras un periodo de decaimiento adecuado se reducirá lo suficiente para ser evacuado por vía convencional.

En la siguiente tabla se presentan los valores aceptables de N, expresados en términos de actividad y de actividad por unidad de masa de los isótopos más habituales, según aparecen en la IS-05:

Elemento / nucleido	Actividad (Bq)	Actividad por unidad de masa (kBq / kg)
H-3	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^6$
Ca-14	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^4$
F-18	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^1$
P-32	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$
Cr-51	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^3$
Co-57	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Fe-59	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^1$
Co-60	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^1$
Ga-67	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Ge-68	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^1$
Se-75	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Sr-89	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^3$
Sr-90	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$
Y-90	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$
Mo-99	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Tc-99m	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^2$
In-111	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
I-123	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^2$
I-125	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^3$
I-131	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Cs-137	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^1$
Sm-153	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Er-169	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^4$
Ho-166	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^3$
Lu-177	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^3$
Re-186	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^3$
Re-188	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^2$
Tl-201	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^2$
Ra-223	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^2$

En el caso de material residual contaminado por una mezcla de radionucleidos, para que pueda ser gestionado como residuo convencional deberá cumplirse la siguiente condición:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 58 de 87

$$\sum_{i=1}^n \left\{ \frac{C_i}{N_i} \right\} \leq 1$$

Siendo:

- C_i: la actividad por unidad de masa en kBq/kg de cada radionucleido “i” presente en el material residual.
- N_i: El valor establecido en la tabla para el radionucleido “i”
- n: El número de radionucleidos existentes en el material residual.

10.3.2. Fases en la gestión.

Caracterización y segregación.

El primer paso en la gestión de los residuos que se producen en una instalación es la segregación de los mismos, la cual incluye:

- La separación de los materiales residuales con contenido radiactivo de aquellos sin él.
- La separación, según su naturaleza, de los materiales residuales con contenido radiactivo en función de su vía de gestión.

En la instalación existirán sistemas adecuados para la recogida de los residuos y procedimientos para la segregación, que están incluidos en el procedimiento *MN-RES-001 Gestión de residuos radiactivos*.

Cuando la evacuación final sea por vía convencional, la segregación se realizará en función del radionucleido y de la naturaleza del material, separando los que puedan evacuarse directamente de los que necesitan un tiempo de decaimiento. Los recipientes de recogida y almacenamiento (contenedores, bolsas de plástico, ...) se identificarán y señalarán convenientemente. Cuando el recipiente esté lleno se procederá a su cierre, sellado y etiquetado. En la etiqueta deberá figurar la fecha de cierre, los radionucleidos presentes y una estimación de su actividad.

En el caso de que la vía de evacuación final sea la retirada por una empresa autorizada para su gestión como residuo radiactivo, la segregación se hará de acuerdo con los criterios de aceptación que establezca dicha empresa.

Valoración de la actividad.


Una vez segregados los materiales residuales con contenido radiactivo de los que no lo tienen, se determinará o estimará la concentración de actividad de aquellos, para definir la vía de evacuación a seguir.

Se aplicará el procedimiento correspondiente para esa determinación o estimación. No es admisible en ningún caso la mezcla con material inactivo para reducir la concentración en un determinado material residual.

Almacenamiento.

La instalación de medicina nuclear dispone de almacenes de residuos radiactivos adecuados para albergar los materiales residuales con contenido radiactivo que se generan. El almacén está gestionado por el SPR. El procedimiento *MN-RES-001 Gestión de residuos radiactivos* contempla los siguientes aspectos relativos al almacenamiento:

- Personas que realizan los traslados.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 59 de 87

- Medios de transporte que utilizan.
- Rutas a seguir.
- Medidas de protección radiológica.
- Aspectos administrativos (registros, controles, ...).

El almacén se encuentra señalizado de conformidad con el RD 1029/2022, como zona controlada con riesgo de contaminación e irradiación externa.

Evacuación.

En todos los casos deberá quedar identificado el destino de los residuos, se haga la evacuación por vía convencional o como residuo radiactivo.

Para los materiales que vayan a ser evacuados por vía convencional, se realizarán una serie de controles previos a su evacuación, tales como:

- Se inspeccionarán visualmente los materiales residuales a evacuar a fin de comprobar la correcta segregación de los mismos.
- Se hará una medida de los niveles de radiación en contacto y a un metro y de contaminación superficial antes de la evacuación.
- Se eliminará toda señalización indicativa de radiactividad en los materiales para evitar errores en la percepción de riesgos y alarmas sociales innecesarias.
- Se cumplimentarán los registros correspondientes.

En el caso de que los materiales residuales deban ser gestionados como residuos radiactivos, los controles a efectuar en la instalación, previamente a su salida de la misma, serán los que establezca la empresa gestora de dichos residuos y deberán conservarse en la instalación los correspondientes albaranes de retirada.

10.3.3. Verificaciones de control.

A fin de garantizar que la gestión de material residual se efectúa adecuadamente, se seguirá un programa de verificaciones periódicas en el que se incluirán todas las fases de la gestión. La periodicidad se determinará teniendo en cuenta el volumen de material residual generado.


El programa de verificación incluirá los indicadores de aceptación adecuados a cada fase de la gestión, así como el procedimiento a seguir, la periodicidad, las personas encargadas de su ejecución, los criterios cualitativos y cuantitativos de aceptación, los registros adecuados, así como el tratamiento de las posibles desviaciones.

10.3.4. Registros, archivos e informes.

Los registros que se cumplimenten en relación con la gestión de los materiales residuales sólidos con contenido radiactivo estarán en todo momento actualizados y a disposición del CSN.

En lo que se refiere a los registros correspondientes al almacenamiento deberán estar disponibles, al menos, durante el tiempo que el material permanezca en el almacén. Los registros relativos a la evacuación deberán quedar archivados y permanecerán bajo la custodia del titular de la instalación, al menos, durante 5 años.

10.4. Residuos radiactivos líquidos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 60 de 87

Toda evacuación de efluentes radiactivos y residuos radiactivos sólidos al medio ambiente requerirá autorización expresa, previo informe del CSN. La competencia para la emisión de dicha autorización corresponderá a las comunidades autónomas.

La evacuación se ajustará a los límites y condiciones que en la citada autorización se establezcan atendiendo a las características de la práctica.

En la autorización de funcionamiento se adjuntarán los estudios adecuados en cada caso, relativos al vertido de efluentes radiactivos al medio ambiente y a la capacidad de recepción de contaminantes radiactivos de la zona en función de sus características, teniendo en cuenta las condiciones demográficas, meteorológicas, geológicas, hidrológicas y ecológicas pertinentes.

Los niveles de actividad para la emisión de efluentes radiactivos al medio ambiente deberán ser tales que las concentraciones de actividad de los radionucleidos en ellos contenidos y las dosis susceptibles de ser recibidas por los miembros del público sean las más bajas razonablemente posibles, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Dichos niveles serán siempre inferiores a los límites de dosis y, en su caso, a las restricciones establecidas por el CSN.

Los residuos radiactivos líquidos generados van asociados a la eliminación de excretas por los propios pacientes, a quienes se han administrado sustancias radiactivas con fines diagnósticos o terapéuticos. La gestión de estos líquidos debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Solubilidad en agua.
- Concentración de los diversos radionucleidos.
- Periodo de semidesintegración de los radionucleidos presentes.

10.4.1. Gestión de efluentes líquidos.

El criterio general es que la gestión se lleve a cabo sin que suponga riesgos radiológicos inaceptables para los trabajadores expuestos, los miembros del público o el medio ambiente.


La gestión de estos líquidos contaminados con contenido radiactivo comprende el conjunto de actuaciones técnico-administrativas aplicables desde su generación hasta su destino final. El responsable de ese conjunto de actuaciones será el SPR.

El destino final de los líquidos a los que aquí se hace referencia puede ser la descarga al sistema de alcantarillado o su evacuación como residuo radiactivo. Los criterios básicos para decidir uno u otro destino son los siguientes:

- Los radioisótopos usados para el diagnóstico, con radionucleidos hidrosolubles, se descargarán directamente al sistema general de efluentes convencionales del centro sanitario.
- Los radioisótopos utilizados para terapia se descargarán después de un tiempo de almacenamiento suficiente para reducir las concentraciones de radionucleidos por debajo de niveles aceptables.

10.4.2. Fases de la gestión.

Como en el caso de los sólidos, un principio básico que ha de aplicarse en el trabajo con radionucleidos es el de minimizar cantidad de residuos generados. Las normas y procedimientos pertinentes afectan a las sucesivas fases de la gestión que, a efectos prácticos, pueden

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 61 de 87

identificarse como las siguientes: segregación, valoración de la actividad, etiquetado, almacenamiento, verificación y evacuación.

Caracterización y segregación.

El diseño de la instalación permitirá:

- La separación de los efluentes líquidos de los sólidos.
- La separación de los efluentes líquidos con contenido radiactivo de aquellos sin él.
- La separación, según su naturaleza, de los efluentes líquidos con contenido radiactivo en función de su vía de gestión.

Existirán en la instalación sistemas adecuados para la recogida y canalización de los residuos líquidos, y procedimientos para la segregación.

La mayor parte de los líquidos contaminados hidrosolubles pueden ser evacuados por vía convencional. No obstante, será preciso separar las vías de eliminación de aquellos que puedan evacuarse directamente de los que necesitan un tiempo de decaimiento.

Normalmente será posible descargar directamente, por un lado, los residuos de muchas técnicas de análisis "in vitro" y, por otro, los residuos y excretas procedentes de las técnicas de exploración "in vivo" de pacientes en Medicina Nuclear, que contienen radiofármacos marcados con radionucleidos de periodo de semidesintegración muy corto, principalmente Tc-99m.

En muchos casos, será necesario almacenar durante un cierto tiempo los residuos procedentes de las excretas de pacientes tratados con actividades relativamente altas y radionucleidos de periodo de semidesintegración más largo, especialmente el I-131. Estará siempre operativo un sistema independiente de recogida de estos residuos, dotado de los depósitos adecuados para su retención durante el tiempo preciso.

En el caso de otros líquidos, cuya vía de evacuación final sea la retirada por una empresa autorizada para su gestión como residuo radiactivo, la segregación se hará de acuerdo con los criterios de aceptación que establezca dicha empresa.


Valoración de la actividad.

Se establecerán procedimientos para determinar o estimar la concentración de radiactividad en todos los líquidos real o potencialmente contaminados que se produzcan en la instalación.

En el caso de aquellos cuya vía de eliminación prevista sea su evacuación como residuos radiactivos, no será admisible su mezcla con material inactivo para reducir la concentración.

En el caso de los efluentes cuyo destino previsto sea la descarga directa a la red de evacuación del establecimiento sanitario o centro, será precisa la vigilancia y control periódicos para garantizar que la concentración de radionucleidos se mantiene por debajo de los límites derivados a partir de los límites de incorporación anual y las condiciones de descarga vigentes. Los límites de incorporación anual correspondientes serán los deducidos a partir de los límites de dosis vigentes. Dicha vigilancia y control periódicos se atenderán a un procedimiento que contendrá, como mínimo, lo siguiente:

- Método de medida o estimación utilizado. Se indicará el sistema de muestreo, su periodicidad, el volumen de la muestra, las condiciones de la recogida, así como los criterios para la selección del instante en que se lleva a cabo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 62 de 87

- Equipos de medida utilizados. Se incluirán referencias a la sensibilidad del equipo, a su eficiencia, fondo asociado, tiempo de contaje y error asociado a la medida. También se considerará la calibración de los equipos y los procedimientos de chequeo de la instrumentación.
- Lugar de la medida. Se indicará en qué lugar de la instalación se realizarán las medidas, lugar que deberá presentar un bajo nivel de radiación ($\leq 0,5 \mu\text{Gy/h}$).

En el caso de los líquidos que precisen retención durante un cierto tiempo para reducir su concentración a valores aceptables, se dispondrá de un sistema de depósitos específico. El control de la concentración de actividad en los líquidos que entran en el sistema, de su decaimiento durante el almacenamiento y de la concentración final en el momento de la descarga se llevará a cabo con arreglo a procedimientos y con criterios semejantes a los que se describen más arriba para los residuos de descarga directa.

Almacenamiento.

Los depósitos para el almacenamiento de residuos líquidos durante el tiempo necesario para la reducción de su actividad, así como los contenedores en que se conserven los residuos líquidos cuyo destino final es la retirada por una empresa autorizada, se ubicarán en uno o varios almacenes específicos.

El almacén o almacenes deben situarse próximos al lugar o a los lugares de producción. Siempre que sea posible se diseñarán de forma que la transferencia de los líquidos contaminados se produzca de manera automática y por gravedad. Se reducirá al mínimo la manipulación para evitar la innecesaria exposición de personas a la radiación y la probabilidad de contaminación.

El almacén estará señalizado de conformidad con el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, como zona controlada con riesgo de contaminación e irradiación externa, y su acceso estará cerrado con llave.

Evacuación.


Para todos los líquidos que se descarguen a la red de desagüe general del establecimiento sanitario o centro, sea directamente después de su producción o después de un tiempo de decaimiento, los criterios de evacuación serán los mismos. Es decir, deben adecuarse a los principios generales de protección radiológica y, en particular, han de ser tales que se garantice que las dosis recibidas por los miembros del público estarán por debajo de los límites legalmente establecidos.

En el caso de que los residuos líquidos deban ser gestionados como residuos radiactivos, los controles a efectuar en la instalación, previamente a su evacuación, serán los que establezca la empresa gestora de dichos residuos y deberán archivarse en la instalación los correspondientes albaranes de retirada con indicación expresa en el Diario de Operación.

10.4.3. Verificaciones de control.

A fin de garantizar que la gestión de los residuos líquidos se efectúa adecuadamente, se seguirá un programa de verificaciones periódicas en el que se incluirán todas las fases de la gestión. La periodicidad se determinará teniendo en cuenta el volumen generado.

El programa de verificación incluirá los indicadores de aceptación adecuados a cada fase de la gestión y el procedimiento de verificación incluirá el método a seguir, la periodicidad, las personas

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 63 de 87

encargadas de su ejecución, los criterios cualitativos y cuantitativos de aceptación, los registros adecuados, así como el tratamiento de las posibles desviaciones.

11. Emergencias.

11.1. Introducción.

En las instalaciones médicas que utilizan radiaciones ionizantes, el plan de emergencia establece el conjunto de actuaciones a desarrollar para el caso en que se produzca un incremento del riesgo radiológico para los trabajadores expuestos, los pacientes, o el público en general.

En él se incluye la descripción de las situaciones de emergencia previsibles, las medidas a tomar en cada caso, los datos e informes correspondientes y los responsables de ejecutar cada actuación.

11.2. Situaciones de emergencia.

11.2.1. Incidentes, accidentes y emergencias radiológicas.

Se entiende por **incidente** aquella situación en la que se puede producir una pérdida de seguridad, con sobreexposición o contaminación de los trabajadores, pero por debajo de los límites de dosis establecidos por la legislación vigente.

Se entiende por **accidente** aquella situación en la que se puede producir una pérdida de seguridad, con sobreexposición o contaminación de los trabajadores por encima de los límites de dosis establecidos por la legislación vigente.

Se entiende por **emergencia radiológica** aquella situación anómala consecuencia de una pérdida súbita de control de una fuente de radiación, que directa o indirectamente, puede entrañar riesgos para la vida y/o la salud.

La consecuencia inmediata de estos sucesos son las situaciones de emergencia. En dichas situaciones se seguirán los planes de emergencia propios de cada instalación y si las consecuencias lo requieren o en situación de catástrofe el Plan de Emergencia general del Centro.


Ante un caso de incendio, inundación u otra catástrofe se dará prioridad a la seguridad de las personas. Una vez dominada la situación, el SPR procederá a la evaluación de sus consecuencias sobre la seguridad radiológica de la instalación y actuará en consecuencia.

11.2.2. Línea de autoridad.

Ante cualquier incidencia que afecte a las condiciones de seguridad radiológica de la instalación, el Operador o profesional que la detectase estará obligado a ponerlo en conocimiento del Supervisor, que hará una primera valoración de la que se derivarán las actuaciones inmediatas a seguir.

Se informará al SPR y en función del grado de afectación de la seguridad radiológica con mayor o menor urgencia al Titular y al CSN. En todo caso se registrará en el Diario de Operaciones y en la Memoria Anual que se ha de remitir al CSN.

11.2.3. Datos e informes.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 64 de 87

En todos los casos de emergencia radiológica, el SPR, con los datos recogidos y la colaboración del Supervisor, determinará su importancia y alcance desde el punto de vista de la Protección Radiológica, siguiendo en todo momento la Instrucción Técnica complementaria a la autorización de la instalación por el CSN, circular 12/01.

En su caso, elaborará un informe detallado del suceso que comprenda la causa, si es conocida, desarrollo y consecuencias; la relación de posibles afectados con sus niveles de exposición y/o contaminación; las actuaciones desarrolladas y/o programadas sobre personas e instalación; y la propuesta de todas aquellas medidas que se estimen oportunas para prever la causa y evitar la reincidencia remitiendo copias al titular de la Instalación y al CSN.

En caso de que la emergencia suponga superación de los límites anuales de dosis, se contactará de forma inmediata con la UPRL y se comunicará al CSN y al trabajador.


11.3. Emergencias en medicina nuclear.

11.3.1. Accidentes e incidentes previsibles.

Estas instalaciones se caracterizan por el uso de fuentes radiactivas no encapsuladas generalmente en estado líquido y de periodo de semidesintegración corto. Presentan riesgo de irradiación externa y de contaminación por radionucleidos y para minimizarlo se deberá actuar en todo momento de acuerdo con el Reglamento de Funcionamiento de la Instalación, este Manual y el Programa de Garantía de Calidad.

Los accidentes e incidentes previsibles en estas instalaciones, el lugar donde es más factible que se produzcan y sus causas son los siguientes:


- **Incendio en la instalación.** un incendio puede acarrear contaminación general de zonas, provocando la liberación de gases y líquidos, pero es difícil de evaluar de una forma exacta antes de realizar las correspondientes medidas, tanto en lo que refiere al tipo y actividad del radionúclido como a la posible zona afectada. El caso más desfavorable es cuando este accidente pudiera producirse en la sala del ciclotrón. Sin embargo, los materiales seleccionados para esta sala presentan una baja carga de fuego lo que, en caso de accidente, dificultaría la posible alimentación de un incendio.
- **Inundación:** si ocurriesen precipitaciones intensas en la zona, dado que el almacén de residuos líquidos se encuentra en el sótano (bajo el nivel de la carretera), podría producirse la inundación de dicha zona. En cualquier caso, se provocaría contaminación de suelo y superficies.
- **Contaminación de superficies:** el derrame de una solución radiactiva puede acarrear la contaminación del personal. Esta contaminación es fácilmente evaluable, en cuanto es conocido de una forma bastante exacta el tipo y actividad del radionucleido derramado y aproximadamente, la zona que ha quedado afectada, antes de tomar ningún tipo de medidas. También pueden producirse derrames de líquidos (orinas) en los aseos del Servicio de Medicina Nuclear y, accidentalmente, en otras zonas de la instalación.
- **Contaminación de personal:** aunque la mayoría de las contaminaciones no suponen un incidente reseñable y pueden solucionarse con facilidad, puede darse el caso de que se produzca una contaminación grave del personal o una contaminación interna que haga necesaria la aplicación de medidas de protección radiológica.
- **Pérdida de control de material radiactivo:** el caso más probable de pérdida de fuente encapsulada es el de las semillas de I-125 que se utilizan para la radiolocalización de lesiones ocultas, debido a su pequeño tamaño y a la manipulación de las semillas en el

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 65 de 87

quirófano y en el momento de la extracción para analizar el tejido. Respecto del resto de las fuentes encapsuladas, el caso de pérdida puede considerarse como poco probable, gracias al control de acceso a las dependencias donde se encuentran guardadas. También resultaría altamente improbable la pérdida de alguna de las jeringas que contienen material en formato no encapsulado.

- **Posible sobreexposición externa durante la operación:** se entiende por sobreexposición un nivel anormalmente alto en las lecturas dosimétricas de un trabajador, que puede deberse a varias causas como, por ejemplo, una contaminación personal que haya pasado inadvertida. Es improbable que la sobreexposición sobrepase los límites legales en casos de operación normal, dado el control dosimétrico mensual de los operadores, pero puede producirse en circunstancias poco habituales, sobre todo en el personal de enfermería del servicio de medicina nuclear que realiza la inyección a pacientes y los operadores de radiofarmacia de cámara caliente y ciclotrón, más expuestos a contaminaciones.
- **Posible rotura del blanco del ciclotrón:** produce una contaminación en la zona próxima a éste, pero siempre dentro del autoblandaje del ciclotrón. Si parte de la contaminación pasara al aire de la sala del ciclotrón, sería detectado en la sonda de la sala y/o en la sonda del conducto de extracción de la sala del ciclotrón. Si se produjera la superación de alguno de los límites de tasa de dosis establecidos se activaría la alarma correspondiente, cortándose de forma automática, además, la ventilación de la sala y el cierre del conducto de extracción si la sonda afectada fuera esta última.
- **Bloqueo en el funcionamiento automático del módulo de síntesis y/o dispensación:** en estos casos, las muestras quedan confinadas en el interior de las celdas correspondientes. El bloqueo se detecta a través del sistema de control, sin que se produzca exposición del personal.
- **Bloqueo en el funcionamiento del sistema neumático para la transferencia de las monodosis:** el sistema neumático de transferencia de monodosis permite transportar las dosis automáticamente sin necesidad de exposición. Las monodosis se introducen en un recipiente adecuado y se envían desde el edificio del ciclotrón hasta la sala de inyección mediante un sistema de tubo neumático. El tubo pasa por debajo de la carretera que hay entre los dos edificios, por lo que podría quedarse atascada la monodosis en cualquiera de los puntos de su recorrido.
- **Emergencia médica de un paciente al que se ha administrado una dosis radiactiva:** pudiera ocurrir que un paciente inyectado necesitara de atención médica urgente por parte del personal de medicina nuclear o de otro servicio hospitalario.
- **Fallecimiento de un paciente al que se ha administrado una dosis radiactiva:** aunque es improbable, puede producirse el fallecimiento de un paciente al que se ha administrado una dosis radiactiva antes de que haya tenido tiempo de eliminarla.
- **Accidente o avería del vehículo de transporte de medicamentos radiofármacos entre hospitales:** es habitual que se transporten radiofármacos y semillas radiactivas de baja actividad usadas para el marcaje entre el Hospital Universitario de Badajoz y el Hospital Perpetuo Socorro. El transporte está autorizado y realizado el procedimiento. El transporte se realiza en taxi y puede producirse un accidente o avería en el trayecto.
- **Error en la administración de los radiofármacos a los pacientes:** puede suponer una irradiación interna no justificada.

11.3.2. Procedimientos de actuación.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 66 de 87

Los procedimientos de actuación se encuentran detallados en el plan de emergencia de la instalación radiactiva de medicina nuclear (*PR-MN-002*). Se describen en este documento el procedimiento general de actuación.

Todos los sucesos mencionados pueden conducir a situaciones de:

- Contaminación de superficies.
- Liberación de gases y líquidos radiactivos.
- Incorporación no deseada de material radiactivo.

La contaminación puede producirse sobre superficies de trabajo y pavimentos, equipos y materiales, ropas de trabajo y personas.

Según el tipo de radiación emitida, podemos clasificar los radionucleidos en emisores de partículas alfa, beta o energía electromagnética, y, según la relación entre contaminante y contaminado hablamos de contaminación fija o desprendible.

La dispersión de la contaminación está en relación con la forma física del contaminante y es fundamental evitar que pase de zonas activas a zonas inactivas.

Para detectarla se pueden utilizar métodos directos con equipos adecuados o indirectos mediante frotis.

Con carácter general se adoptarán, entre otras, las siguientes medidas:

- Descontaminación de equipos y materiales.
- Descontaminación de superficies y pavimentos.
- Descontaminación de personas.

El SPR o en su defecto el propio Supervisor, instruirá a los servicios de extinción sobre las particularidades, naturaleza y nivel de riesgo que implican las fuentes radiactivas existentes.

Tras la extinción, el SPR evaluará el estado de las dependencias, equipos y material respecto del riesgo radiológico, y actuará procurando restablecer la situación de normalidad en la Instalación. Todas las personas afectadas serán sometidas a estudio y convenientemente informadas, y atendidas de acuerdo con su estado.


En cualquier otra situación de catástrofe se tendrán las mismas prioridades.

Si se diera el caso de una administración errónea de radionucleidos, se actuará de manera que se reduzca la absorción y se facilite la eliminación. Se estimará la dosis recibida por el órgano o sistema más expuesto.

En caso de que la emergencia suponga superación de los límites anuales de dosis, se contactará de forma inmediata con la UPRL y se comunicará al CSN y al trabajador.

Normas específicas para terapia metabólica.

Si por motivos clínicos los pacientes ingresados en tratamiento metabólico han de ser atendidos por personas no consideradas como trabajadores expuestos, éstas serán instruidas en las normas básicas de Protección Radiológica, incidiendo sobre las destinadas a prevenir la contaminación con sustancias radiactivas se les dotará de elementos de protección frente a la exposición y frente a la contaminación, así como de dosímetro que permita evaluar la dosis recibida.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 67 de 87

Los pacientes sólo podrán abandonar la Unidad en situaciones imprevisibles de carácter grave y urgente en que pueda peligrar su vida por motivos clínicos o en caso de siniestro.

Cuando se precise practicar una intervención quirúrgica con carácter de urgencia a un paciente en tratamiento con radionucleidos, se llevará a cabo bajo las premisas de minimizar los riesgos de irradiación y contaminación para las personas participantes y de contaminación para el área quirúrgica y el instrumental. Para ello:

- Se limitará al mínimo el número de personas a intervenir y el material quirúrgico a usar.
- Las personas que intervengan serán instruidas en la medida de lo posible, utilizarán guantes dobles, mascarillas y protectores de calzado y se colocará material absorbente sobre mesas y suelo; todo ello será recogido y considerado como residuo radiactivo.
- Eventualmente se usará material de protección como: delantales, gafas o protectores de tiroides.
- Las ropas y prendas personales de protección, al igual que el instrumental usado, serán confinados hasta su clasificación y/o descontaminación, si procede, por el SPR.
- Las dosis del personal serán evaluadas mediante dosimetría personal o de área.

11.4. Emergencias en radiodiagnóstico.

Entre las circunstancias que pueden quebrantar la seguridad radiológica de una instalación de radiodiagnóstico, o ser sintomáticas de ello, se encuentran: Error de funcionamiento en modo “fluoroscopia”:


- Fallo en el circuito de fluoroscopia, normalmente a nivel del pedal del operador, que supusiera irradiación no deseada del equipo.
- Error de funcionamiento en el modo “grafía”: Fallo del disparador. El temporizador corta en tiempo de máxima exposición autorizada por el generador.
- Fallo en el sistema de alimentación del tubo o indicador de exposición que dé lugar a “dobles disparos”.
- Falta de coincidencia inadmisibles entre los campos luminoso, de radiación y de registro, que provoca la falta de colimación sistemática del haz de radiación por parte del operador.
- Falta de formación e información de los operadores, que puede redundar en la utilización de técnicas radiográficas inapropiadas y excesiva irradiación al paciente. Esto cobra especial importancia en radiología digital, por su rápida y generalizada implantación, su amplio rango dinámico y la relación directa existente entre dosis al detector y mejora de la relación señal-ruido.

El operador, ante cualquier circunstancia que provoque la pérdida del control integral y efectivo del haz de radiación procederá a la desconexión inmediata del equipo y a su revisión.

11.5. Emergencias en radioterapia.

11.5.1. Accidentes e incidentes previsibles.

Los accidentes previsibles recogen y actualizan en el plan de emergencia de la instalación (PR-RT-002). Se detallan en este punto de forma general los más importantes:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 68 de 87

- **Presencia inadvertida de una persona en la sala durante la operación del equipo:** es una situación improbable debido a los mecanismos de seguridad que tienen los búnkeres. Provocaría la irradiación externa de la persona.
- **Fallo en los mecanismos de control del acelerador:** los aceleradores tienen una serie de medidas de seguridad que hacen muy difícil que se produzca un fallo, ya que todos tienen al menos una doble cadena de seguridad, y en algunos casos, incluso una triple. Estas medidas permiten asegurar que la energía y la uniformidad del haz permanecen estables durante el tratamiento. Si las medidas de seguridad funcionan correctamente, cuando se produce un fallo durante el tratamiento, éste se detendrá automáticamente y aparecerá un mensaje de error. Provocaría la irradiación del paciente.
- **No retorno de la fuente a su posición de seguridad en braquiterapia:** Al igual que ocurre con los aceleradores, existen sistemas de seguridad en el equipo de braquiterapia de alta tasa que hacen muy complicado que la fuente no retorne a su posición de seguridad. El equipo tendrá un suministro continuo de corriente por baterías, en caso de que hubiera cortes de luz, y un botón de emergencia que permite la retracción de ésta. Provocaría la irradiación de paciente y trabajadores.
- **Incendios y otras catástrofes:** Un incendio puede producir que el paciente quede atrapado dentro del búnker o que se irradie de forma indebida por movimientos no previstos. Lo mismo podría ocurrir en caso de terremotos o inundaciones, estos últimos sucesos muy improbables.
- **Fallo del sistema de apertura automática de la puerta o del electroimán:** Es uno de los fallos más probables que pueden producirse en la instalación. Las salas de tratamiento de los aceleradores tienen un mecanismo que permite la apertura y cierre mecánico de las puertas, necesario debido a su peso. Este mecanismo puede sufrir una avería o dejar de funcionar debido a cortes de luz. En braquiterapia existen mecanismos de seguridad que bloquean la puerta con un electroimán para evitar su apertura accidental o por personal no autorizado. Este mecanismo pudiera no funcionar correctamente por avería.
- **Pérdida o robo de la fuente de alta tasa de braquiterapia:** Existen diversos mecanismos de seguridad instalados para evitar intrusiones y el robo de la fuente. Estos mecanismos están recogidos en el Plan de Protección Física de fuentes radiactivas de la instalación.


11.5.2. Procedimientos de actuación.

El supervisor de la instalación dirigirá las actuaciones según aparecen en el plan de emergencia de la instalación radiactiva (*PR-RT-002*). Excepto en braquiterapia, no existen fuentes radiactivas en la instalación, por lo que la emergencia desaparece en el momento en el que se interrumpe el disparo. Sin embargo, deben evaluarse los efectos adversos que pudieran darse en el paciente o los trabajadores expuestos que se hayan visto afectados.

En todos los casos, se dará prioridad a evitar la irradiación de, por este orden: pacientes, trabajadores no expuestos y trabajadores expuestos.

11.6. Simulacros.

La realización de ejercicios y simulacros de situaciones de emergencia que se pueden presentar, anteriormente citadas, con relativa frecuencia supone el entrenamiento del personal que trabaja en las instalaciones cuyo fin último es ensayar la respuesta en estas situaciones para evitar fallos y reducir en lo posible las exposiciones potenciales que se recibirían en estos casos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 69 de 87

Tales ejercicios periódicos deben ser dirigidos por el SPR, debiendo quedar registrado en el Diario de Operación, y tendrán una periodicidad mínima bienal.

12. Registros.

12.1. Introducción.

En la normativa en protección radiológica se contempla la obligatoriedad de registrar la información concerniente a la protección radiológica de las personas y áreas relacionadas con la actividad donde exista riesgo potencial de exposición a fuentes de radiación.

En este manual, se denomina registro a todo documento a partir del cual se pueda establecer un seguimiento de las actividades relacionadas con la protección radiológica y el cual estará en todo momento a disposición de la autoridad competente.

Existen distintos tipos de registro, en función de la información de la que consten:

- Vigilancia de los trabajadores expuestos.
- Vigilancia radiológica de las instalaciones.
- Vigilancia de fuentes y equipos productores de radiaciones ionizantes.
- Formación de los trabajadores expuestos.

El sistema de archivo será preferentemente digital y debe asegurarse en cualquier caso las medidas necesarias para asegurar la confidencialidad de los datos relativos a los trabajadores.

12.2. Registros dosimétricos de los trabajadores expuestos.


A cada trabajador dado de alta en las instalaciones radiactivas o de radiodiagnóstico se le abrirá un registro individual en el SPR, siguiendo el procedimiento: *PR-TE-002 Gestión dosimétrica*. El contenido mínimo de los registros relacionados con el trabajador es el siguiente:

- Nombre y apellidos.
- DNI.
- Servicio y unidad a la que pertenece.
- Categoría profesional.
- Categoría dosimétrica.
- Fecha de alta y baja como trabajador expuesto.
- Dosímetros asignados y fecha de alta y baja de cada uno de ellos.

Será obligatorio registrar todas las dosis recibidas por los trabajadores de categoría A y por los trabajadores de categoría B con dosímetro individual, durante su vida laboral, en un historial dosimétrico individual que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador.

Será obligatorio registrar, conservar y mantener a disposición del trabajador los siguientes documentos:

- En el caso de exposiciones accidentales, de emergencia, así como en caso de superación de los límites de dosis, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas.
- Los resultados de la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo que se hayan utilizado para estimar las dosis individuales.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 70 de 87

El historial dosimétrico individual de todo trabajador expuesto de categoría A deberá figurar, además, en su historial clínico – laboral.

12.2.1. Contenido del historial dosimétrico.

En el historial dosimétrico individual correspondiente a trabajadores de la categoría A se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial. En el caso de trabajadores de la categoría B, se registrarán las dosis anuales asignadas o estimadas.

En el caso de trabajadores a los que se le asignen dosis al cristalino en su historial dosimétrico se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales.

En el caso de los trabajadores expuestos al radón, en el historial dosimétrico se registrarán las dosis acumuladas por año oficial, así como los parámetros relevantes para la estimación de estas dosis.

12.2.2. Registro de las dosis por exposición especialmente autorizada, accidente o emergencia.

Toda dosis recibida como consecuencia de una exposición especialmente autorizada deberá quedar consignada como tal en el historial dosimétrico individual, especificando, en su caso, las incorporaciones de radionucleidos en el organismo. Estas dosis, así como las recibidas por exposiciones accidentales o de emergencia, figurarán en el historial dosimétrico individual, registradas por separado de las recibidas durante el trabajo en condiciones normales.

12.2.3. Archivo de documentación.

El titular de la práctica, o en quien delegue, deberá archivar:

- El historial dosimétrico individual de los trabajadores expuestos.
- Los documentos correspondientes a la evaluación de dosis y a las medidas de los equipos de vigilancia.
- Los informes referentes a las circunstancias y medidas adoptadas en ellos casos de exposición accidental o emergencia.


Hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado la edad de setenta y cinco años, y nunca por un período inferior a treinta años, contados a partir de la fecha de cese del trabajador en aquellas actividades que supusieran su clasificación como trabajador expuesto.

El titular pondrá esta información a disposición del CSN y, en función de sus propias competencias, a disposición de las administraciones públicas, en los supuestos previstos en las leyes, y a disposición de los juzgados y tribunales que la soliciten.

12.3. Registros relativos a la vigilancia de las áreas.

Existirá un archivo donde se registrarán los datos derivados de la vigilancia del ambiente de trabajo, que deberá incluir:

- Identificación de la zona:
 - Instalación a la que pertenece;
 - Ubicación en el edificio;
 - Clasificación radiológica.
- Datos de la estimación de la tasa de dosis debida a fuentes externas:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 71 de 87

- Fecha en la que se ha realizado la medida;
- Tipo y calidad de la radiación;
- Valor de la tasa resultante;
- Identificación del equipo con el que se ha realizado la medida.
- Concentración de la actividad en aire:
 - Fecha de la estimación;
 - Naturaleza de las sustancias contaminantes;
 - Equipo y método de medida.
- Contaminación de superficies:
 - Fecha de la estimación;
 - Naturaleza de las sustancias contaminantes;
 - Equipo y método de medida.

El Titular de la instalación, a través del Servicio de Protección Radiológica, archivará durante un periodo de treinta años los resultados obtenidos de la vigilancia de los niveles de radiación en los puestos de trabajo y en las áreas colindantes accesibles al público.

12.4. Registros relativos a las fuentes y equipos productores de radiaciones ionizantes.

Las características técnicas y dosimétricas de los equipos y fuentes productoras de radiaciones ionizantes son además objeto de la legislación relativa a la garantía de calidad de los tratamientos y pruebas diagnósticas realizadas con radiaciones ionizantes (RD 1566/1998, RD 1976/1999, RD 673/2023). En este punto, la información a registrar son las características de las fuentes y equipos que afecten a la protección radiológica de profesionales, miembros del público y pacientes. El archivo deberá permanecer en la instalación radiactiva o de Radiodiagnóstico y/o en el SPR durante el periodo de tiempo que la instalación esté en funcionamiento.


12.4.1. Fuentes radiactivas encapsuladas.

En el archivo se consignarán:

- Descripción: nombre del equipo mediante el cual se controla la fuente y situación de la misma.
- Fecha de recepción de la fuente.
- Identificación de la fuente: marca, modelo, número de serie, etc.
- Características de la fuente dadas en el certificado de calibración emitido por el fabricante: radionucleido, actividad o tasa de kerma en aire, composición físicoquímica, dimensiones, espesor y material de la cápsula.
- En el caso de fuentes iguales, no identificables individualmente, que se suministran en forma de lotes, se registrará también el número de fuentes que forman el lote.
- Fecha y resultado de las pruebas de hermeticidad.
- Tiempo estimado de validez de la fuente.
- Fecha en que ha sido dada de baja y destino de la misma.

12.4.2. Fuentes radiactivas no encapsuladas.

Dadas las especiales características de las fuentes no encapsuladas utilizadas en las instalaciones radiactivas, variedad de radionucleidos y actividades bajas, será suficiente con tener un archivo donde se registren:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 72 de 87

- Fecha de recepción.
- Nombre que identifique el producto o compuesto químico y albarán de transporte.
- Actividad del radionucleido que marca el producto y fecha de la calibración.
- Fecha de cierre.
- Porcentaje de actividad estimada de los residuos sólidos y líquidos generados por dicha fuente.
- Nombre del supervisor u operador responsable de su control.
- Fecha prevista de la evacuación.

12.4.3. Equipos productores de radiación de uso en radioterapia.

Una vez instalada una unidad de irradiación en Radioterapia, la empresa suministradora realizará, en presencia de un especialista en Radiofísica Hospitalaria del Centro, la prueba de aceptación mediante la cual se compruebe que el equipo cumple con los requisitos especificados en el contrato de compra. El documento resultado de esta evaluación será firmado por el Radiofísico responsable, quedando archivado en el departamento correspondiente. El SPR deberá tener conocimiento de las pruebas de aceptación y acceso al documento resultante. Además, se deberá registrar:

- Ubicación.
- Identificación y descripción: marca, modelo y número de serie de la unidad de irradiación.
- Tipo y valor de la energía nominal máxima emitida por ésta.
- Características de la fuente encapsulada si la hubiese.
- Copia de los certificados y control de calidad del equipo.

12.4.4. Equipos productores de radiación de uso en Radiodiagnóstico.

Una vez realizada la instalación de un equipo de Rayos X, la empresa suministradora realizará las pruebas de aceptación en presencia de un especialista en Radiofísica Hospitalaria para comprobar que el equipo cumple los requerimientos especificados en el contrato de compra.


Se registrarán también:

- Ubicación del equipo.
- Tipo: móvil o fijo.
- Marca, modelo, número de serie y fecha de instalación del generador.
- Marca, modelo, número de serie y fecha de instalación del tubo.
- Factores máximos de técnica: kVp, mA y tiempo.
- Resultado de las pruebas de aceptación y estado de referencia del equipo.
- Controles periódicos de calidad.
- Copia de los certificados de marcado CE de fabricación del equipo.

12.4.5. Residuos radiactivos sólidos.

En el caso de producirse la evacuación controlada de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo al medio ambiente, se habrán de registrar los resultados de la estimación de la dosis recibida por la población debida a exposición externa o a incorporación de radionucleidos.

Para el resto de los residuos radiactivos almacenados en recipientes especiales, se registrará:

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 73 de 87

- Identificación y fecha de cierre del recipiente.
- Datos físicoquímicos más relevantes del contenido.
- Valores máximos de exposición en contacto y a 1 metro de distancia del residuo.
- Fecha de la medida y estimación, si es posible, de la actividad.

La documentación se archivará en la instalación radiactiva y/o en el SPR.

12.4.6. Residuos radiactivos líquidos.

Los registros de evacuación de efluentes líquidos evacuados por vía convencional, después de un tiempo de decaimiento adecuado, deberán incluir, como mínimo lo siguiente:

- Radionucleidos contaminantes.
- Volumen de efluente evacuado.
- Concentración de actividad (Bq/g) y fecha de su determinación.
- Fecha(s) de evacuación.
- Vía de evacuación.
- Estimación de concentraciones finales y comparación con los criterios de evacuación aplicables.
- Identificación del responsable.

Para los efluentes líquidos que no precisen ser almacenados y que se evacúen directamente a la red, se llevarán a cabo evaluaciones mensuales, que se registrarán con indicación de los parámetros siguientes:

- Radionucleidos contaminantes.
- Actividad total estimada.
- Periodo de evacuación.
- Vía de evacuación.
- Estimación de concentraciones finales y dosis incorporada.
- Identificación del responsable.

Se registrarán independientemente los resultados de las tomas de muestras, manuales o automáticas, que se efectúen en los depósitos de almacenaje durante el tiempo que los residuos líquidos permanecen en ellos.


Todos estos registros deberán estar actualizados en todo momento y a disposición de la autoridad competente. Quedarán archivados durante al menos cinco años bajo la custodia del Titular de la instalación.

En el informe anual de la instalación se incluirán los datos correspondientes a todas las evacuaciones efectuadas por cualquiera de las dos vías.

12.5. Vigilancia médica.

A cada trabajador expuesto de categoría A le será abierto un historial clínico-laboral, que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, las informaciones referentes a:

- La naturaleza del empleo;
- Los resultados de los exámenes de salud previos a la contratación o clasificación como trabajador de categoría A;

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 74 de 87

- Los exámenes de salud periódicos y eventuales, y
- El historial dosimétrico de toda su vida profesional.

Este historial se archivará y permanecerá bajo custodia hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado los setenta y cinco años de edad y, en ningún caso, durante un período inferior a treinta años después del cese de la actividad, en los Servicios de Prevención que desarrollen la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores correspondientes a los centros en los que aquellas personas presten o hayan prestado sus servicios, y estarán a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.

12.6. Información de las instalaciones radiactivas.

De cada una de las instalaciones radiactivas y/o de rayos X, deberá existir un registro que constará de:

- Memoria descriptiva de la instalación, donde consten:
 - Las características técnicas detalladas de los equipos y fuentes productoras de radiaciones ionizantes.
 - Las características técnicas de los equipos de detección de medida de las radiaciones, el factor de calibración y la fecha y laboratorio donde ha sido obtenido.
- Estudio de seguridad.
- Reglamento de funcionamiento.
- Plan de emergencia interior.
- Autorización de funcionamiento.
- Diario de operación (instalaciones radiactivas).
- Intervenciones de los servicios técnicos.
- Pruebas de hermeticidad de las fuentes.

Toda esta documentación estará bajo la custodia del titular de la práctica y a disposición del SPR.

Es aconsejable mantener actualizado un archivo con toda la documentación generada en la instalación que pueda afectar a la seguridad en materia de Protección Radiológica.


El SPR, a su vez, deberá mantener actualizado un registro de todas las unidades productoras de radiación, de todos los detectores y equipos de medida y de las fuentes radiactivas accesorias (usadas en la calibración y verificación de equipos, etc.).

13. Procedimientos.

13.1. Introducción.

Buena parte de los aspectos que se han tratado en este manual deben ser desarrollados en reglamentos, procedimientos e instrucciones técnicas. Los procedimientos más relevantes son:

- Programa de protección radiológica para las instalaciones de radiodiagnóstico.
- Reglamento de funcionamiento de la instalación radiactiva de radioterapia.
- Reglamento de funcionamiento de la instalación radiactiva de medicina nuclear.
- Plan de emergencia de la instalación radiactiva de radioterapia.
- Plan de emergencia de la instalación radiactiva de medicina nuclear.
- Vigilancia de los trabajadores profesionalmente expuestos.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 75 de 87

- Clasificación de los lugares de trabajo.
- Programas de formación en protección radiológica.
- Verificación de detectores.
- Gestión y evacuación de residuos radiactivos.
- Vigilancias radiológicas de área.
- Programas de control de calidad de los equipos y fuentes radiactivas.

13.2. Código y archivo.

Una copia actualizada de los procedimientos de protección radiológica se almacenará digitalmente en el lugar que determine el SPR.

Toda la información sobre la creación, actualización, notación y archivo de los procedimientos estará desarrollada en el procedimiento *PR-001 Notación y archivo de procedimientos de protección radiológica*.

Los nombres de los documentos se codifican de la siguiente forma:

	Sección	Subsección	Nº de orden	Tipo	Descripción breve / título	Versión
Nº de caracteres y tipo:	XX-	XXX-	000-	XX-	Los necesarios	V0.0

Donde:

- Sección (XX-): permitirá identificar la sección donde se aplica el documento.
- Subsección (XXX-): opcional. En el caso de sea necesario se añadirá una subsección que permita agrupar documentos que versen sobre el mismo tema.
- Nº de orden (000-): número de orden dentro de los procedimientos de cada sección o subsección, en caso de que exista.
- Tipo (XX): opcional. Tipo de documento. Permitirá identificar anexos, plantillas, cartas, etc. que formen parte de un procedimiento.
- Descripción breve (caracteres necesarios): descripción breve o título del documento que contenga las palabras clave que permitan encontrarlo y saber su contenido.
- Versión (V0.0): Constará de una "V" (versión) acompañada por el número de la versión.

13.3. Actualización.


Los procedimientos se revisarán, al menos, cada dos años para comprobar su actualización y vigencia, y siempre que sea necesario por cambios en los métodos de trabajo o normativa.

13.4. Informe al CSN.

Los procedimientos con modificaciones importantes y los de nueva creación deben ser enviados al Consejo de Seguridad Nuclear junto con el informe anual o en el momento de su creación.

14. Formación y entrenamiento en protección radiológica.

14.1. Introducción.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 76 de 87

La formación en protección radiológica para las profesiones sanitarias viene regulada en distintos reales decretos, órdenes ministeriales e instrucciones del CSN y afectan, de distinto modo, a los trabajadores de los servicios de:

- Trabajadores expuestos a radiaciones de cualquier servicio;
- Residentes de todas las especialidades que operan con rayos X o fuentes radiactivas o pueden prescribir procedimientos con radiaciones ionizantes;
- Radiodiagnóstico;
- Medicina Nuclear;
- Radiofarmacia;
- Radioterapia;
- Servicios y secciones que utilizan angiógrafos (Hemodinámica, Electrofisiología y Radiología intervencionista);

Para cada uno de ellos, se articula una formación inicial y periódica en protección radiológica adaptada a las particularidades de la exposición que puedan sufrir y a su nivel de responsabilidad, para dar cumplimiento al artículo 21 del RD 1029/2022.

14.2. Formación.

14.2.1. Formación inicial en protección radiológica.

Dirigida a todos los trabajadores expuestos en el momento de su incorporación y los no expuestos que acceden a instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.

Antes de comenzar su actividad, se le suministrará al trabajador, en función de su puesto de trabajo y responsabilidades, la formación básica necesaria en protección radiológica. El trabajador recibirá la información en varios documentos en función de lo establecido en los procedimientos de protección radiológica y firmará un recibí, garante de que la información ha sido suministrada.

14.2.2 Formación básica y avanzada en protección radiológica para residentes.


Debe incorporarse a los programas formativos de las especialidades formación en protección radiológica, estructurada en dos niveles (básico y avanzado) en función de la relación futura con los procedimientos con radiaciones ionizantes. Esta formación viene regulada en la Resolución Conjunta de las direcciones generales de salud pública y de recursos humanos y servicios económico-presupuestarios del Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante la que se acuerda incorporar en determinados programas formativos de especialidades en ciencias de la salud, formación en protección radiológica.

Los contenidos serán los definidos en la *Guía Europea de Protección Radiológica 116*. Estos cursos deben completarse durante la residencia. El nivel básico es recomendable realizarlo durante el primer año y el nivel avanzado durante los últimos dos años.

Nivel básico.

Dirigido a residentes de todas las especialidades que operan con rayos X, fuentes radiactivas o pueden prescribir procedimientos con radiaciones ionizantes.

Nivel avanzado.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 77 de 87

Dirigido a residentes de radiodiagnóstico, medicina nuclear, radiofarmacia y oncología radioterápica.

14.2.3 Cursos de formación continuada.

Todo el personal implicado en las actividades que se realizan en las Unidades asistenciales de Radiodiagnóstico, Radioterapia, Medicina Nuclear y en aquellas otras relacionadas con el uso de las radiaciones ionizantes, deberá actualizar sus conocimientos en protección radiológica participando en actividades de formación continuada, adecuadas a su nivel de responsabilidad, correspondiendo al titular de la instalación garantizar el cumplimiento de dicha obligación. Los programas y cursos de formación continuada deberán ser acreditados por la autoridad sanitaria competente.

Dirigidos a trabajadores expuestos que trabajen en instalaciones de radiodiagnóstico.

14.2.4 Formación bienal en protección radiológica para trabajadores de instalaciones radiactivas de segunda categoría.

El titular, a través del SPR y los servicios implicados, impartirá, con periodicidad bienal, a todos los trabajadores expuestos de la instalación, un programa de formación en materia de protección radiológica a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, en el que se incluirán sesiones relativas al contenido del reglamento de funcionamiento y del plan de emergencia, su aplicación práctica y el desarrollo, en su caso, de simulacros de emergencia. Se conservarán registros de los programas de formación impartidos, contenidos y asistentes a los mismos.

14.2.5. Formación del segundo nivel en protección radiológica.

Los profesionales que realicen intervenciones con angiógrafos deberán, adicionalmente, realizar un segundo nivel de formación en protección radiológica orientado específicamente a la práctica clínica. Esta formación viene articulada en la *Orden SCO 3276/2007, mediante la que se articula el segundo nivel en protección radiológica para los profesionales de radiología intervencionista.*

14.2.6. Formación del personal del SPR.


La Dirección del Centro facilitará al personal adscrito a este Servicio su formación continuada en Protección Radiológica.

14.3. Organización de las actividades docentes.

Periódicamente el SPR impartirá cursos de formación continuada en Protección Radiológica.

El SPR enviará a los diferentes servicios y a las Direcciones Médica y de Enfermería del Centro, la información sobre el programa del curso, la fecha y el aula donde tendrá lugar.

Los cursos que se organicen para el correcto funcionamiento de alguna instalación especificarán la organización y funciones del personal adscrito a ella, tanto en condiciones normales como de emergencia. Se definirán los programas básicos de formación y entrenamiento para el personal con y sin licencia y se establecerá la competencia técnica para cada misión específica, así como los programas de actualización que se consideren adecuados.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 78 de 87

Las actividades docentes elaboradas contarán con el apoyo técnico del SPR que desarrollará los puntos adecuados del temario en función de su criterio, recayendo la responsabilidad de la organización de los mismos en las direcciones Médica y de Enfermería.

15. Criterios de optimización.

15.1. Optimización de las exposiciones médicas.

La protección radiológica de las personas sometidas a exposiciones médicas se optimizará con el objetivo de mantener las dosis individuales tan bajas como razonablemente sea posible y será coherente con la finalidad médica de la exposición.

En las exposiciones médicas con fines diagnósticos debidas a radiodiagnóstico, medicina nuclear, procedimientos de radiología intervencionista, planificación, guía y verificación, las dosis se mantendrán lo más bajas que sea razonablemente posible, para que pueda obtenerse la información médica requerida, teniendo en cuenta factores sociales y económicos.

En las exposiciones médicas de pacientes debidas a tratamientos de radioterapia o de medicina nuclear, los volúmenes de planificación se planificarán individualmente y se verificará convenientemente su realización, teniendo en cuenta que las dosis de órganos sanos y tejidos fuera de los considerados de planificación deberán ser lo más bajas que sea razonablemente posible y estarán de acuerdo con el fin deseado del tratamiento.

En los procedimientos diagnósticos con radiaciones ionizantes y, si procede, en los de radiología intervencionista, se establecerán y aplicarán niveles de referencia, que deberán ser revisados regularmente, teniendo en cuenta los niveles de referencia para diagnóstico europeos o nacionales, cuando existan, y, en otro caso, la evolución del conocimiento científico suficientemente acreditado.


El principio general de optimización deberá ser siempre considerado, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, en los siguientes aspectos:

- La elección del equipo.
- La producción coherente de la información adecuada del diagnóstico o de los resultados terapéuticos.
- Los aspectos prácticos de los procedimientos médico-radiológicos.
- El programa de garantía de calidad.
- La estimación y evaluación de las dosis a pacientes o la verificación de las actividades administradas.

15.2. Optimización de la exposición ocupacional.

El objetivo principal de la optimización de la Protección Radiológica es asegurar que tanto la magnitud de las dosis individuales, como el número de personas expuestas y la probabilidad de recibir exposiciones se mantenga tan baja como razonablemente sea posible atendiendo a criterios económicos y sociales.

El procedimiento de optimización se debe aplicar en primer lugar a la etapa de diseño de todo proyecto. En esta etapa es cuando existe la mayor probabilidad de conseguir reducciones de dosis de manera económicamente efectiva.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 79 de 87

En cumplimiento del principio de optimización de la protección radiológica, cuando resulte procedente, se podrán aplicar restricciones de dosis, en términos de dosis efectiva o equivalente individual por año oficial, que serán supervisadas por el CSN.

15.3. Optimización de la exposición del público.

En general, la exposición del público está controlada por los procedimientos de optimización restringida y el uso de los límites de dosis.

La restricción de dosis se debe aplicar a la dosis media del grupo crítico correspondiente a la fuente para la cual se está optimizando la protección. Se entiende por grupo crítico al grupo homogéneo de individuos representativo de los más expuestos por dicha fuente.

En el caso en que las exposiciones de un grupo crítico se aproximen al límite de dosis y el grupo sea crítico para varias fuentes, las restricciones aplicadas a cada fuente se deberán seleccionar de forma que se tengan en cuenta las contribuciones significativas de otras fuentes a la exposición de dicho grupo.

La optimización restringida de la exposición del público se consigue mediante el desarrollo de restricciones prácticas aplicables a las fuentes de exposición, por ejemplo, en forma de restricciones a la liberación de residuos radiactivos al medio ambiente.

15.4. Restricción de dosis.

En cumplimiento del principio de optimización de la protección radiológica, cuando resulte procedente, se podrán aplicar restricciones de dosis, en términos de dosis efectiva o equivalente individual por año oficial, que serán supervisadas por el CSN. Son niveles máximos que tienen el carácter de previsiones orientativas que no se espera sobrepasar, pero no se trata de límites de dosis legales.


Para las exposiciones ocupacionales, el titular de la práctica establecerá estas restricciones como herramienta de optimización bajo la supervisión general del CSN. En el caso de los trabajadores externos, la restricción de dosis la establecerá el titular de la instalación en coordinación con el titular de la empresa externa.

Para la exposición de los miembros del público, la Dirección General de Política Energética y Minas, previo informe del CSN, establecerá la restricción de dosis individual que pueda recibir una persona debido al uso planificado de una fuente de radiación específica. El CSN se asegurará de que las restricciones sean coherentes con el límite de dosis para la suma a la misma persona de las dosis debidas a todas las prácticas autorizadas.

El titular de la práctica deberá establecer restricciones de dosis, basándose en las orientaciones que establezca el CSN, en los procedimientos que deban aplicarse a las personas expuestas.


Deberán incluirse restricciones de dosis en los procedimientos que impliquen la exposición deliberada y voluntaria de personas, cuando ello no constituya parte de su ocupación, para ayudar o aliviar a pacientes en diagnóstico o tratamiento, así como en la exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica. Estas restricciones de dosis deberán basarse en las orientaciones que establezca el Ministerio de Sanidad y Consumo.

El establecimiento de restricciones de dosis tiene especial relevancia en las aplicaciones médicas de diagnóstico y tratamiento de personas o animales mediante la administración de sustancias radiactivas.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 80 de 87


En las aplicaciones de Medicina Nuclear, el Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante el Real Decreto 1841/1997 sobre criterios de calidad en Medicina Nuclear, establece estas restricciones para exploraciones y fármacos en forma de actividad máxima que no debe sobrepasarse en las mismas.

Dado que los pacientes tratados con radionucleidos son posibles fuentes de exposición y contaminación de otras personas, es preciso instruirlos sobre la conducta que deben observar para limitar la dosis recibida por sus familiares, personas próximas y terceros. Los niveles máximos que deben respetarse en este caso se denominan restricciones de dosis.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 81 de 87


Anexo 1. Definiciones y conceptos básicos.

1. **Actividad (A).** Magnitud física que mide la tasa de desintegración de un radionucleido, correspondiente a una cantidad de dicho radionucleido en un determinado estado energético en un momento dado. La unidad de actividad es el becquerelio (Bq). Un becquerelio es igual a una desintegración nuclear por segundo.
2. **Autoridades competentes.** Organismos oficiales a los que corresponde, en el ejercicio de las funciones que tengan atribuidas, conceder autorizaciones, dictar disposiciones o resoluciones y obligar a su cumplimiento.
3. **Autorización.** Permiso concedido por la autoridad competente de forma documental para ejercer una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de este reglamento.
4. **Calibración.** Conjunto de operaciones que, bajo condiciones especificadas, establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.
5. **Carné radiológico (documento individual de seguimiento radiológico).** Instrumento para el registro de datos, donde se recogen los aspectos oportunos relativos al trabajador, procedentes de la aplicación del sistema de protección radiológica.
6. **Cuidadores.** Personas que, fuera de su ocupación, consciente y voluntariamente, se someten a una exposición a radiaciones ionizantes, colaborando en la asistencia y el bienestar de personas que están sometidas o se han sometido a exposiciones médicas.
7. **Contaminación radiactiva.** Presencia accidental o indeseable de sustancias radiactivas en superficies o sólidos, líquidos o gases, o en el cuerpo humano.
8. **Control de calidad.** Conjunto de operaciones (programación, coordinación, aplicación) destinadas a mantener o mejorar la calidad. Incluye la vigilancia, la evaluación y el mantenimiento, en los niveles exigidos, de todas las características de funcionamiento de los equipos que pueden ser definidas, medidas y controladas.
9. **Control de calidad del equipamiento.** Vigilancia, evaluación y mantenimiento, en los niveles exigidos, de todas las características de funcionamiento de los equipos que pueden ser definidas, medidas y controladas. El control de calidad del equipamiento forma parte del programa de garantía de calidad.
10. **Cribado sanitario.** Procedimiento que consiste en el uso de equipos médico-radiológicos para el diagnóstico precoz en grupos de población de riesgo.
11. **Declaración.** Presentación de información al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, al órgano competente de la comunidad autónoma, o al Consejo de Seguridad Nuclear para comunicar la intención de llevar a cabo una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación de este manual.
12. **Detrimento de la salud.** Reducción de la esperanza o de la calidad de vida en un segmento de la población debida a la exposición a radiaciones ionizantes, incluida la derivada de reacciones tisulares, cáncer y alteraciones genéticas graves.
13. **Detrimento personal.** Efectos perjudiciales clínicamente observables en las personas o sus descendientes, cuya aparición es inmediata o tardía y que, en este último caso, entraña más una probabilidad que una certeza de aparición.
14. **Dosimetría clínica.** Conjunto de procedimientos y técnicas necesarios para estimar la distribución de la dosis absorbida en los órganos y tejidos irradiados.
15. **Dosimetría física.** Conjunto de procedimientos y técnicas que tiene por objeto la medida y establecimiento de variables dosimétricas con las que se caracterizan las fuentes y equipos

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 82 de 87


emisores de radiación y, en general, cualquier proceso de medida de radiaciones ionizantes destinado a determinar una magnitud dosimétrica.

16. **Dosis absorbida.** Energía absorbida por unidad de masa. La unidad de dosis absorbida es el Gray (Gy), que es igual a 1 J / kg.
17. **Dosis efectiva.** Suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo a causa de exposiciones internas y externas. La unidad de dosis efectiva es el Sievert (Sv).
18. **Dosis efectiva comprometida.** Suma de las dosis equivalentes comprometidas en un tejido u órgano como resultado de una incorporación, multiplicada cada una de ellas por el factor de ponderación tisular correspondiente. La unidad para la dosis efectiva comprometida es el Sievert (Sv).
19. **Dosis equivalente.** Dosis absorbida en el tejido u órgano, ponderada en función del tipo y calidad de la radiación. La unidad para la dosis equivalente es el sievert (Sv).
20. **Dosis equivalente comprometida.** Integral respecto al tiempo (t) de la tasa de dosis equivalente en un tejido u órgano T que recibirá un individuo como consecuencia de una incorporación. La unidad para la dosis equivalente es el sievert (Sv).
21. **Efluentes radiactivos.** productos radiactivos residuales en forma líquida o gaseosa.
22. **Eliminación.** Ubicación de los residuos en un emplazamiento determinado cuando no exista intención de recuperación de los mismos. La eliminación comprende también la evacuación directa de residuos en el medio ambiente, previa autorización, y su consiguiente dispersión.
23. **Emergencia radiológica.** Situación o suceso no habitual que implica una fuente de radiación y exige una intervención inmediata para mitigar las consecuencias adversas graves para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente, o un peligro que pudiera dar lugar a esas consecuencias adversas.
24. **Empresa externa.** Cualquier persona física o jurídica, distinta del titular de la instalación, que haya de efectuar actividades de cualquier tipo en una zona vigilada o controlada de las instalaciones y/o actividades incluidas en el ámbito de aplicación de este reglamento.
25. **Exposición.** Acción y efecto de someter a las personas a radiaciones ionizantes, bien procedentes del exterior del organismo (exposición externa) o interiores a él (exposición interna).
26. **Exposición al radón.** Exposición al radionucleido Rn-222 y su progenie de corto periodo de semidesintegración.
27. **Exposición accidental.** Exposición de personas como consecuencia de un accidente, aunque no dé lugar a superación de algunos de los límites de dosis establecidos. No incluye la exposición de emergencia.
28. **Exposición accidental de un paciente.** Exposición distinta de la planificada con fines clínicos que, como consecuencia de un evento imprevisto y no deseado, sufre una persona sometida a una exposición médica.
29. **Exposición de emergencia.** Exposición de personas que realizan una acción urgente necesaria para prestar ayuda a personas en peligro, prevenir la exposición de un gran número de personas o para salvar una instalación o bienes valiosos, que podría implicar la superación de alguno de los límites de dosis individuales establecidos para los trabajadores expuestos.
30. **Exposición de los miembros del público.** Exposición de las personas, excluida cualquier exposición ocupacional o médica.
31. **Exposición externa.** Exposición del organismo a fuentes exteriores a él.
32. **Exposición interna.** Exposición del organismo a fuentes interiores a él.
33. **Exposición médica.** Exposición a que se someten pacientes o personas asintomáticas en el marco de su propio diagnóstico o tratamiento médico, dental o podológico, destinada a


	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 83 de 87

beneficiar su salud o bienestar, así como la exposición a que se someten las personas cuidadoras y las personas voluntarias en la investigación médica o biomédica.


34. **Exposición normal.** Exposición prevista en las condiciones normales de explotación de una instalación o de ejercicio de una actividad (incluidos el mantenimiento, inspección y clausura), contando los posibles contratiempos menores que puedan mantenerse bajo control, es decir, durante la explotación normal y en caso de acontecimientos previsibles en la explotación.
35. **Exposición ocupacional.** Exposición de los trabajadores, personas en formación y estudiantes durante el desempeño de su actividad como tales.
36. **Exposición potencial.** Exposición que no se prevé con certeza, sino que puede ser el resultado de un suceso o secuencia de sucesos de naturaleza probabilística, como fallos de los equipos y errores en las operaciones.
37. **Fondo radiactivo natural.** Conjunto de radiaciones ionizantes que provienen de fuentes naturales terrestres o cósmicas.
38. **Fuente de radiación.** Entidad que puede causar una exposición, por ejemplo, por emitir radiación ionizante o por liberar material radiactivo.
39. **Fuente de radiación natural.** Fuentes de radiación ionizante de origen natural, terrestre o cósmico.
40. **Garantía de calidad.** Todas las acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para ofrecer la seguridad suficiente de que una estructura, un sistema, un componente o un procedimiento funcionarán satisfactoriamente con arreglo a las normas aprobadas.
41. **Incorporación.** Actividad total de los radionucleidos que se introducen en el organismo procedentes del medio externo.
42. **Indicadores dosimétricos.** Magnitudes proporcionadas por los equipos médico-radiológicos relacionadas con la cantidad de radiación emitida que, sin suponer un reflejo directo de las dosis absorbidas y una vez validadas, podrán ser utilizadas como base, con las oportunas correcciones y los parámetros técnicos correspondientes, para dar una estimación razonable de la dosis recibida por el paciente.
43. **Inspección:** Investigación realizada por cualquier autoridad competente para verificar el cumplimiento de los requisitos legales.
44. **Instalación médico radiológica.** Instalación en donde se realizan procedimientos médico-radiológicos.
45. **Intervención.** Actividad humana que evita o reduce la exposición de las personas a la radiación procedente de fuentes que no son parte de una práctica o que están fuera de control, actuando sobre las fuentes, las vías de transferencia y las propias personas.
46. **Jefe de Servicio de Protección Radiológica.** Persona responsable o al frente de un Servicio de Protección Radiológica acreditada al efecto mediante diploma expedido por el CSN.
47. **Licencia.** Permiso personal e intransferible concedido a una persona física por el Consejo de Seguridad Nuclear, de forma documental, que le autoriza a operar o a supervisar la operación de una instalación nuclear o radiactiva.
48. **Límite de dosis.** Valor de la dosis efectiva (cuando proceda, la dosis efectiva comprometida), o de la dosis equivalente, en un periodo especificado, que no debe ser superado para una persona.
49. **Material radiactivo.** Material que contiene sustancias radiactivas.
50. **Medidas correctoras.** Actuaciones encaminadas a la eliminación de una fuente radiactiva o a la reducción de su magnitud (en cuanto a su actividad o cantidad) o a la interrupción de las vías de exposición o la reducción de su impacto, con el objeto de evitar o reducir las dosis que, de otro modo, podrían recibirse en una situación de exposición existente.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 84 de 87

51. **Medidas de protección.** Medidas, diferentes de las correctoras, cuyo fin es evitar o reducir las dosis que de lo contrario podrían ser recibidas en una situación de exposición de emergencia o en una situación de exposición existente.
52. **Miembros del público.** Personas que pueden estar sometidas a exposición que no sea ocupacional o médica.
53. **Nivel de referencia.** Nivel de dosis efectiva, de dosis equivalente, o de actividad por unidad de masa o de volumen en una situación de exposición de emergencia o existente, por encima del cual se considera inapropiado permitir que se produzcan exposiciones, aun cuando no se trate de un límite que no pueda rebasarse, sino de una herramienta para la optimización de la protección radiológica.
54. **Persona en formación o estudiante.** Persona que, no siendo trabajador, recibe formación o instrucción en una empresa para ejercer una función específica.
55. **Personas cuidadoras.** Personas que, fuera de su ocupación, consciente y voluntariamente, se someten a una exposición a radiaciones ionizantes, colaborando en la asistencia y el bienestar de personas que están sometidas o se han sometido a exposiciones médicas.
56. **Población.** Conjunto de personas que comprende los trabajadores expuestos, los estudiantes y las personas en formación, los miembros del público y los pacientes de procedimientos diagnósticos, intervencionistas y terapéuticos.
57. **Práctica.** Actividad humana que puede aumentar la exposición de las personas a las radiaciones procedentes de una fuente de radiación y que se gestiona como situación de exposición planificada.
58. **Prescriptor.** Médico, odontólogo u otro profesional sanitario autorizado para remitir a personas para ser sometidas a procedimientos médico-radiológicos, con arreglo a los requisitos establecidos, a un profesional sanitario habilitado.
59. **Procedimiento médico-radiológico.** Cualquier procedimiento que dé lugar a una exposición médica. Los aspectos prácticos de estos procedimientos consisten en la ejecución física de una exposición médica y cualquiera de sus aspectos auxiliares, como el manejo y uso de equipos médico-radiológicos, la evaluación de parámetros técnicos y físicos (incluidas las dosis de radiación), la calibración y el mantenimiento de equipos, la preparación y administración de medios de contraste y radiofármacos y el procesamiento de imágenes.
60. **Profesional sanitario habilitado.** Profesional de la medicina especialista, de la odontología o la podología, en el ámbito de sus competencias, autorizado para asumir la responsabilidad clínica de una exposición médica individual. Se incluyen también a profesionales de la enfermería, en el ámbito de sus competencias, que realicen su actividad en el marco de las exposiciones médicas.
61. **Radiación ionizante.** Transferencia de energía en forma de partículas u ondas electromagnéticas de una longitud de onda igual o inferior a 100 nanómetros o una frecuencia igual o superior a 3×10^{15} hertzios, capaces de producir iones directa o indirectamente.
62. **Radioterapéutico.** Relativo a la radioterapia, incluida la medicina nuclear con fines terapéuticos.
63. **Residuo radiactivo.** Cualquier material o producto de desecho, para el que no está previsto ningún uso, que contiene o está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear.
64. **Restricción de dosis.** Restricción de las dosis individuales esperables, utilizada para definir la gama de opciones consideradas en el proceso de optimización para una fuente de radiación determinada en situaciones de exposición planificadas.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 85 de 87


65. **Servicio de dosimetría personal.** Entidad responsable de la calibración, lectura o interpretación de sistemas de vigilancia, o de la medición de radiactividad en el cuerpo humano o en muestras biológicas, o de la evaluación de las dosis, cuya capacidad para actuar al respecto sea reconocida por el Consejo de Seguridad Nuclear.
66. **Servicio de prevención.** Conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.
67. **Servicio de protección radiológica.** Entidad expresamente autorizada por el Consejo de Seguridad Nuclear para desempeñar las funciones establecidas en este reglamento. El Servicio de Protección Radiológica es una entidad propia de un titular o mancomunada por varios titulares.
68. **Sievert (Sv).** Nombre especial de la unidad de dosis efectiva y equivalente. Un sievert es igual a un julio por kilogramo.
69. **Suceso significativo.** Incidente, evento o circunstancia, relacionados con el uso de radiaciones ionizantes con fines clínicos, que ha ocasionado un daño innecesario a un paciente o podría haberlo hecho.
70. **Supervisor.** Persona provista de licencia específica concedida por el Consejo de Seguridad Nuclear, que capacita para dirigir el funcionamiento de una instalación nuclear o radiactiva y las actividades de manipulación de los dispositivos de control y protección de la instalación.
71. **Sustancia radiactiva.** Sustancia que contiene uno o más radionucleidos, y cuya actividad o concentración de actividad no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.
72. **Técnico en protección radiológica.** Persona debidamente cualificada, que forma parte de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica y que bajo la dirección del Jefe de Servicio realiza las actividades propias de dicho Servicio.
73. **Titular.** Persona física o jurídica que tiene, con arreglo a la legislación nacional, la responsabilidad respecto de una fuente de radiación (incluidos los casos en que el propietario o poseedor de la fuente de radiación no realiza actividades relacionadas con ella) o sobre el ejercicio de alguna de las prácticas o actividades laborales contenidas en este manual.
74. **Trabajador expuesto.** Persona que, trabajando, bien por cuenta propia o ajena, está sometida a exposición en el trabajo realizado en el ámbito de las exposiciones médicas, que puede recibir dosis que superen alguno de los límites de dosis para los miembros del público.
75. **Trabajador externo.** Cualquier trabajador expuesto que esté empleado de forma temporal o permanente por una empresa externa, que efectúe una actividad de cualquier carácter en una zona vigilada o controlada de las instalaciones o actividades incluidas en el ámbito de aplicación de este reglamento. Se incluyen personas en formación o estudiantes y trabajadores por cuenta propia que lleven a cabo tales actividades.
76. **Vigilancia radiológica ambiental.** Medición de las tasas de dosis externas debidas a la presencia de sustancias radiactivas en el medio ambiente o la medición de concentraciones de radionucleidos en el medio natural.
77. **Zona controlada.** zona sometida a regulación especial a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes, o para evitar la dispersión de la contaminación radiactiva, y cuyo acceso está controlado.
78. **Zona vigilada.** zona sometida a vigilancia a efectos de protección contra las radiaciones ionizantes.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 86 de 87

Anexo 2. Referencias.

Este manual ha sido redactado tomando como referencia los siguientes documentos:

- Directiva 2013/59/EURATOM del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.
- Foro sobre protección radiológica en el medio sanitario. CSN/SEPR/SEFM. Marzo de 2009. Protocolo para la vigilancia dosimétrica mediante dosimetría de área de los trabajadores expuestos clasificados como categoría B en el ámbito sanitario.
- Foro sobre protección radiológica en el medio sanitario. CSN/SEPR/SEFM. Octubre de 2011. Criterios de alta de pacientes y medidas para la protección radiológica el público después de tratamientos metabólicos con I-131.
- Guía de Seguridad, GS 07-03 (Rev. 1) del Consejo de Seguridad Nuclear. Bases para el establecimiento de los Servicios o Unidades Técnicas de Protección Radiológica. 1998.
- Guía de Seguridad, GS 9.2 del Consejo de Seguridad Nuclear. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas. 2002
- CE. Radiation Protection nº 116. 2000. Guidelines on education and training in radiation protection for medical exposures.
- ICRP. Publication 84 (Annals of the ICRP Vol. 30, 2000). Pregnancy and Medical Radiation.
- ICRP Publicación 103. Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Traducción oficial al español de la Publicación ICRP nº 103. Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica con la autorización de la International Commission on Radiological Protection (ICRP).
- Instrucción IS/03, de 6 de noviembre de 2002, del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-03, sobre cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes.
- Instrucción IS/05, de 26 de febrero de 2003, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se definen los valores de exención para nucleidos según se establece en las tablas A y B del anexo I del Real Decreto 1836/1999.
- Instrucción IS/07, de 22 de junio de 2005, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre campos de aplicación de licencias de personal de instalaciones radiactivas.
- Instrucción IS/08, de 27 de julio de 2005, del Consejo de Seguridad Nuclear para exigir, a los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas, el asesoramiento específico en protección radiológica.
- Instrucción IS/16, de 23 de enero de 2008, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se regulan los periodos de tiempo que deberán quedar archivados los documentos y registros de las instalaciones radiactivas.
- Instrucción IS/18, de 2 de abril de 2008, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los criterios aplicados por el Consejo de Seguridad Nuclear para exigir, a los titulares de las instalaciones radiactivas, la notificación de sucesos e incidentes radiológicos.
- Instrucción IS/28, de 22 de septiembre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre las especificaciones técnicas de funcionamiento que deben cumplir las instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría.
- Instrucción IS/34, de 18 de enero de 2012, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios en relación con las medidas de protección radiológica, comunicación de no conformidades, disponibilidad de personas y medios en emergencias y vigilancia de la carga en el transporte de material radiactivo.

	Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria	PR-MAN
	PR-MAN-001 Manual de Protección Radiológica	Pag: 87 de 87

- ORDEN ECO/1449/2003, de 21 de mayo, sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones radiactivas de 2.a y 3.a categoría en las que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no encapsulados.
- Orden SCO/3142/2006, de 20 de septiembre, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Oncología Radioterápica.
- ORDEN SCO/3276/2007, de 23 de octubre, por la que se publica el Acuerdo de la Comisión de Recursos Humanos del Sistema Nacional de Salud, mediante el que se articula el segundo nivel de formación en protección radiológica de los profesionales que llevan a cabo procedimientos de radiología intervencionista.
- Orden SCO/634/2008, de 15 de febrero, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Radiodiagnóstico.
- Real Decreto 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
- Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.
- Real Decreto 229/2006, de 24 de febrero, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.
- Real Decreto 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.
- Real Decreto 601/2019, de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 673/2023, de 18 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad y seguridad de las unidades asistenciales de medicina nuclear.
- Resolución conjunta de las direcciones generales de salud pública y de recursos humanos y servicios económicos-presupuestarios del Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante la que se acuerda incorporar en determinados programas formativos de especialidades en ciencias de la salud, formación en protección radiológica.