

Manual de Protección Radiológica

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio Ambiente
Universitat de València

Revisión: 1.3 [Octubre 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Octubre 2011
Revisado por: Ana San Matías Izquierdo	Octubre 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

Manual de Protección Radiológica

1. Introducción	4
1.1. Objeto de Manual	4
1.2. Ámbito de aplicación del Manual.....	4
1.3. Disponibilidad del Manual.....	4
1.4. Revisión del Manual	4
2. Organización y responsabilidades.....	5
2.1. El Área de Protección Radiológica.....	5
2.1.1. Actividades a desarrollar por el Área de Protección Radiológica.....	5
2.1.2. Funciones del Jefe de Servicio de Protección Radiológica.....	7
2.2. Personal de las instalaciones radiactivas.....	7
2.2.1. Titular de la instalación radiactiva.....	8
2.2.2. Supervisor responsable de instalación radiactiva	8
2.2.3. Operador de instalación radiactiva	9
2.2.4. Usuarios de material radiactivo	9
2.3. Servicio de Prevención y Medio Ambiente.....	10
2.4. Comisión de Protección Radiológica.....	10
3. Medidas fundamentales de Protección Radiológica.....	11
3.1. Introducción	11
3.2. Riesgos radiológicos	11
3.2.1. Laboratorios con equipos generadores de rayos X.....	11
3.2.2. Instalaciones con equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.....	11
3.2.3. Laboratorios con fuentes encapsuladas	12
3.2.4. Laboratorios con fuentes no encapsuladas	12
3.3. Clasificación del personal.....	12
3.3.1. Trabajadores expuestos	12
3.3.2. Miembros del público.....	13
3.4. Límites de dosis.....	13
3.4.1. Límites de dosis para trabajadores expuestos	13
3.4.2. Protección especial durante el embarazo y la lactancia.....	14
3.4.3. Límites de dosis para los miembros del público.....	14
3.5. Clasificación de zonas.....	14
3.5.1. Zona vigilada.....	14
3.5.2. Zona controlada	15
3.6. Señalización	15
3.7. Normas generales en zonas con riesgo radiológico	16
3.7.1. Acceso a zona controlada	16
3.7.2. Trabajo en zona controlada	16
3.7.3. Salida de zona controlada	17
3.7.4. Acceso y trabajo en zonas vigiladas.....	17
3.7.5. Equipamiento y material	17
4. Vigilancia y control de la radiación.....	18
4.1. Vigilancia del ambiente de trabajo	18
4.1.1. Vigilancia y control de la radiación externa	18
4.1.2. Vigilancia y control de la contaminación.....	19

4.2. Evaluación de la exposición del trabajador expuesto	20
4.2.1. Control dosimétrico personal	20
4.2.2. Superación de los límites de dosis	21
4.2.3. Utilización de los dosímetros	21
4.2.4. Historial dosimétrico.....	22
4.3. Vigilancia sanitaria.....	23
4.3.1. Vigilancia sanitaria especial.....	23
4.4. Normas de protección de personas en formación y estudiantes	23
4.5. Vigilancia del público.	24
5. Vigilancia y control de material radiactivo.....	25
5.1. Normas Generales.	25
5.2. Recepción de productos radiactivos.	25
5.3. Movimiento de material radiactivo.....	25
5.4. Inventario y almacenamiento.....	26
6. Vigilancia de efluentes y residuos radiactivos	27
6.1. Introducción	27
6.2. Fuentes encapsuladas fuera de uso	27
6.3. Transferencia de sales naturales de uranio y torio	28
6.4. Gestión de materiales residuales con contenido radiactivo	28
6.5. Gestión de efluentes líquidos	29
7. Procedimientos de emergencia.....	32
7.1. Plan de Emergencia	32
7.2. Fases del Plan de Emergencia	33
8. Formación en protección radiológica.....	35
8.1. Introducción	35
8.2. Planes de formación en protección radiológica.....	35
9. Criterios de optimización	37
9.1. Optimización de la exposición ocupacional.....	37
9.2. Restricción de dosis	37
10. Definiciones y conceptos básicos	38
Relación de documentos descriptivos del Área de Protección Radiológica.....	42
Relación de procedimientos de trabajo del Servicio de Protección Radiológica	42

1. Introducción

El creciente uso de las radiaciones ionizantes en los diferentes laboratorios docentes y de investigación de la Universitat de València, así como la diversidad de las técnicas radioisotópicas utilizadas y del equipamiento empleado, ha motivado la creación del Área de Protección Radiológica, integrada dentro del Servicio de Prevención y Medio Ambiente.

El Área de Protección Radiológica nace con el objetivo principal de organizar, asesorar y controlar el funcionamiento de las diferentes instalaciones radiactivas existentes en la Universitat de València.

1.1. Objeto de Manual

El objetivo del presente Manual es establecer las bases de actuación de la referida Área de Protección Radiológica como Servicio de Protección Radiológica, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, el Real Decreto sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico y siguiendo las directrices marcadas en la Guía de Seguridad 7.3 del Consejo de Seguridad Nuclear sobre “Bases para el establecimiento de los servicios y unidades técnicas de protección radiológica.

1.2. Ámbito de aplicación del Manual

El Manual de Protección Radiológica es una guía de referencia para todas las instalaciones radiactivas de la Universitat de València. En el documento anexo APR-01 “*Ámbito de actuación del Área de Protección Radiológica*” se detallan las diferentes instalaciones existentes, con indicación de su ubicación así como de las fuentes radiactivas y equipos productores de radiaciones ionizantes disponibles.

Cada instalación debe desarrollar su propio Reglamento de funcionamiento, en el que se detallarán los métodos de trabajo y las reglas de manipulación que garanticen la operación segura de la instalación. Dichos reglamentos constituirán anexos a este Manual.

1.3. Disponibilidad del Manual

El Manual de Protección Radiológica estará a disposición de todos los trabajadores relacionados con actividades que impliquen riesgo radiológico. Deberá quedar constancia de su conocimiento en el correspondiente archivo, conservado por el Área de Protección Radiológica.

1.4. Revisión del Manual

La revisión del Manual de Protección Radiológica se realizará siempre que:

- Se modifique la legislación vigente en España.
- El Responsable de Protección Radiológica lo estime oportuno debido a cambios en el funcionamiento de las instalaciones radiactivas.
- Se pongan en marcha nuevas técnicas que impliquen modificaciones en las normas establecidas.

Cualquier modificación del Manual deberá ser realizada por el Área de Protección Radiológica y aprobada por la Comisión de Protección Radiológica, como órgano consultivo y asesor en materia de protección radiológica de la Universitat de València. En todo caso, cualquier modificación deberá ser remitida al Consejo de Seguridad Nuclear para su apreciación favorable.

2. Organización y responsabilidades

La correcta aplicación de la protección radiológica requiere que se defina la línea de responsabilidad para las distintas instalaciones radiactivas de la Universitat de València y las funciones asignadas a cada estamento, que deberán ser conocidas y asumidas por todos los profesionales implicados.

En los apartados siguientes se describe la organización del personal implicado con indicación de sus funciones y responsabilidades.

2.1. El Área de Protección Radiológica.

El Área de Protección Radiológica (APR), está integrada dentro del Servicio de Prevención y Medio Ambiente. Está ubicada en el Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear, en la Facultad de Física, en la 2ª planta del Bloque C, del Campus de Burjassot.

El Área de Protección Radiológica se constituirá como Servicio de Protección Radiológica, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes. En calidad de tal, a lo largo de los siguientes capítulos de este Manual, nos referimos al APR también como Servicio de Protección Radiológica.

El Área de Protección Radiológica estará dirigida por un PDI, que actuará como Jefe de Servicio de Protección Radiológica y que estará en posesión de un diploma, expedido por el Consejo de Seguridad Nuclear, que le habilite al respecto.

El APR contará con personal técnico experto en protección radiológica, cuya dotación y cualificación serán acordes con el ámbito de actuación y las funciones que desempeñen.

En el documento anexo APR-02 *“Recursos humanos del Área de Protección Radiológica”* se detallan las personas que constituyen el APR, con indicación de su titulación y su calificación en materia de protección radiológica.

2.1.1. Actividades a desarrollar por el Área de Protección Radiológica.

El APR es responsable de la vigilancia del cumplimiento de la legislación vigente en materia de protección radiológica, además de los condicionados específicos impuestos a las distintas instalaciones y de la normativa propia establecida en los Reglamentos de funcionamiento de las mismas.

Las principales misiones del APR serán:

- ✓ **Evaluar y emitir informes en materia de protección radiológica en los siguientes casos:**
 - Diseño, montaje, operación, modificación y clausura de las instalaciones radiactivas y radiológicas.
 - Actividad con nuevas fuentes o técnicas, así como modificación de las condiciones de trabajo con las mismas.
 - Participación en los procesos de adquisición de equipos o dispositivos productores de radiaciones ionizantes.
 - Estudio de los riesgos radiológicos derivados del funcionamiento de las instalaciones y de las actividades que en ellas se desarrollan.
 - Comprobación periódica de la eficacia de los dispositivos y procedimientos de protección establecidos.

- Colaboración con los responsables de las distintas instalaciones en el establecimiento de normas, instrucciones y procedimientos específicos sobre protección radiológica, aplicables a las actividades realizadas en las mismas.
 - Asesoramiento a los supervisores de las instalaciones que utilizan radiaciones ionizantes.
 - Información sobre optimización, de las técnicas nuevas o de los proyectos de investigación que impliquen el uso de radiaciones ionizantes.
 - Investigación de las causas de las anomalías, incidencias y accidentes que pudieran producirse en las instalaciones, como por ejemplo superaciones de límites de dosis establecidos y niveles de referencia.
 - Colaboración en la preparación de los Planes de Emergencia de las instalaciones.
- ✓ **Vigilancia operacional.**
- Clasificación de los trabajadores expuestos en función de su riesgo radiológico.
 - Control de la vigilancia dosimétrica de los trabajadores expuestos decidiendo las técnicas y procedimientos a emplear teniendo en cuenta los principios de optimización.
 - Clasificación y señalización de las zonas con riesgo radiológico de las instalaciones.
 - Realización de la vigilancia radiológica de las instalaciones y de las actividades en ellas realizadas, decidiendo el tipo y frecuencia de las medidas a efectuar.
 - Gestión y realización de la vigilancia radiológica de los residuos radiactivos, sólidos y líquidos generados en las instalaciones, decidiendo el tipo y frecuencia de las medidas.
 - Establecimiento de los niveles de referencia de los parámetros a medir en los distintos procedimientos de vigilancia radiológica.
 - Realización de los controles de calidad pertinentes en el equipamiento en las instalaciones de Radiodiagnóstico.
 - Realización de la calibración y comprobación periódica del buen estado y funcionamiento de los equipos de detección de la radiación.
 - Establecimiento de las circunstancias en las cuales se ha de definir el cese de la operación de una instalación o desarrollo de una práctica, por incumplimiento de las normas de protección radiológica o por la aparición de riesgos radiológicos no aceptables.
- ✓ **Documentación, registros y controles administrativos.**
- Elaboración de los procedimientos específicos aplicables a las actividades del APR.
 - Registro de los datos recogidos en los programas de vigilancia radiológica del personal, de las instalaciones, de las operaciones y de los efluentes radiactivos.
 - Archivo de los historiales dosimétricos individuales de los trabajadores expuestos de las instalaciones.
 - Control de la vigilancia médica de los trabajadores expuestos.
 - Gestión del inventario de las fuentes radiactivas de las instalaciones que por su naturaleza lo requieran.
 - Conocimiento de las fuentes radiactivas utilizadas en cada instalación, así como su actividad.
 - Registro de las copias de la documentación preceptiva que se envíe desde/a los organismos competentes.
- ✓ **Formación en materia de Protección Radiológica.**
- Control y gestión de las licencias o acreditaciones del personal expuesto de las diferentes instalaciones.

- Colaboración con los responsables de las instalaciones, en la formación y entrenamiento del personal expuesto, en un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes.
- Organización y participación en cursos y seminarios relacionados directamente con la Protección Radiológica.

2.1.2. Funciones del Jefe de Servicio de Protección Radiológica.

El responsable del APR, como Jefe de Servicio de Protección Radiológica, tendrá entre sus funciones y responsabilidades las siguientes:

- Vigilancia del cumplimiento de las normas establecidas en este Manual.
- Establecimiento de las actividades del APR y supervisión del cumplimiento de los procedimientos específicos que regulan el funcionamiento del mismo.
- Visado de los dictámenes, evaluaciones e informes emitidos, en relación con las misiones del APR.
- Certificado de los historiales dosimétricos de los trabajadores expuestos.
- Comunicación por escrito, a los responsables de las instalaciones y prácticas, de las circunstancias que aconsejan o exigen la paralización de las mismas por incumplimiento de las normas de Protección Radiológica o la existencia de riesgos radiológicos indebidos.
- Informe periódico a la Comisión de Protección Radiológica de las actuaciones del APR, poniendo en su conocimiento todas las deficiencias que puedan incidir en la seguridad de las instalaciones y en la protección de los trabajadores expuestos y miembros del público.

Otras actuaciones que son competencia del Jefe de Servicio de Protección Radiológica son:

- Establecimiento de una vía de comunicación fluida para la transmisión de información y documentación necesaria para el cumplimiento de las misiones del APR con las distintas instalaciones, de acuerdo con lo establecido por este Manual y en los procedimientos específicos aplicables.
- 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.

2.2. Personal de las instalaciones radiactivas

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 materiales o equipos radiactivos o dirijan dichas actividades, deben estar provistas de la correspondiente licencia de operador o supervisor, concedida por el Consejo de Seguridad Nuclear. En el caso de instalaciones de radiodiagnóstico deben disponer de la correspondiente acreditación otorgada igualmente por el CSN.

Adicionalmente, todo el personal que realice tareas relacionadas con la seguridad nuclear o la protección radiológica, deberá disponer de la formación necesaria para desempeñar adecuadamente sus funciones. A tal fin, el APR debe definir claramente los conocimientos y especialización necesarios y establecer los programas de formación que se precisen en cada caso.

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

2.2.1. Titular de la instalación radiactiva

El titular es el máximo responsable de la aplicación de los principios de Protección Radiológica reflejados en la legislación vigente, en el ámbito de la instalación radiactiva. La titularidad de la instalación radiactiva corresponde al Rector de la Universitat de València. Sin embargo, la complejidad de la estructura de la Universitat de València, hace que la gestión se realice de forma descentralizada. Por ello, la responsabilidad de la instalación radiactiva recae en el Director del Departamento correspondiente.

El titular de la instalación es responsable de:

- Garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la autorización de la instalación radiactiva, las normas establecidas en el correspondiente Manual de Protección Radiológica, así como las disposiciones legales vigentes sobre instalaciones radiactivas.
- Asegurar que se imparta una formación en protección radiológica adecuada previa y continuada a todo el personal de la instalación.
- Dotar a la instalación radiactiva de las capacidades y medios humanos y materiales necesarios.
- Comunicar al Consejo de Seguridad Nuclear cualquier situación, accidente ó incidente que reduzca la seguridad de los trabajadores en materia de protección radiológica.
- Tomar las medidas oportunas en caso de incumplimiento de las normas de Protección Radiológica establecidas.
- Firmar y tramitar la documentación preceptiva de la instalación radiactiva.
- Facilitar a los inspectores del Consejo de Seguridad Nuclear el acceso, la documentación y los medios necesarios para el cumplimiento de su misión.

Aunque la responsabilidad final no puede delegarse, el Titular atribuirá al Supervisor Responsable la autoridad necesaria para velar por el cumplimiento de las normas establecidas en el Manual de Protección Radiológica, dotándole de los medios humanos, técnicos y materiales necesarios según las características de la instalación radiactiva.

2.2.2. Supervisor responsable de instalación radiactiva

En virtud de su licencia, está capacitado para dirigir el funcionamiento de la instalación y las actividades de los operadores.

Como responsable directo del funcionamiento de la instalación, está obligado a cumplir y hacer cumplir las normas especificadas en este Manual, en el Reglamento de Funcionamiento, en el Plan de Emergencia y en cualquier otro documento, al amparo del cual se haya concedido la correspondiente autorización de la instalación, en lo relativo a la operación de la misma.

Asimismo, deberá seguir fielmente los procedimientos de operación, de los que una copia, puesta al día, deberá estar permanentemente en lugar prefijado. Cuando no exista un procedimiento para realizar una determinada operación de carácter imprevisto y que no admite demora, el supervisor procederá a redactarlo antes de su ejecución y lo incluirá en el diario de operación. En caso de urgencia adoptará las medidas que estime oportunas, dejando constancia de ellas en dicho diario.

Entre sus obligaciones y facultades tendrá las siguientes:

- Tiene la obligación de detener, en cualquier momento, el funcionamiento de la instalación, si estima que se han reducido las condiciones de seguridad radiológica, comunicándolo inmediatamente al APR. Para autorizar la reanudación de su funcionamiento deberá tener constancia explícita de que se han restablecido dichas condiciones de seguridad radiológica, con conocimiento del APR.

- 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 APR.
- Ante cualquier accidente o incidente, que pueda afectar a la seguridad o la protección radiológica de los trabajadores, debe comunicarlo al Consejo de Seguridad Nuclear, informando de ello al Jefe de Servicio de Protección Radiológica.
- Elaboración del informe anual de la instalación radiactiva, que debe remitir al APR, para su posterior envío por parte de éste, conjunto con el de las demás instalaciones, al Consejo de Seguridad Nuclear dentro de los tres primeros meses del año.
- Debe llevar actualizado el diario de operación de la instalación.
- Debe conocer y autorizar los trabajos que se realicen en la instalación, siempre que afecten directamente a la operación de la misma.
- Debe redactar las normas de realización de nuevas técnicas u operaciones comunicándoselas al Jefe de Servicio de Protección Radiológica e incluyéndolas en el diario de operación.
- Debe controlar que sólo salgan de la instalación radiactiva radionucleidos con actividades exentas.
- Debe controlar que en los laboratorios con zonas autorizadas se utilicen exclusivamente los radioisótopos y las actividades permitidas.
- Debe velar por la disponibilidad de los medios necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación radiactiva y su adecuada utilización por el personal de la instalación.
- Control de los diferentes equipos de medida de la instalación radiactiva.
- Control y mantenimiento de un inventario actualizado del material radiactivo.
- Gestión de los residuos radiactivos.

2.2.3. Operador de instalación radiactiva

En virtud de su licencia está capacitado, bajo la dirección de un supervisor para manipular los dispositivos de control de los equipos y/o el material radiactivo de la instalación, siguiendo los procedimientos de operación, el Reglamento de Funcionamiento y cualquier otro documento oficial de la instalación, en lo relativo a la operación de la misma.

Esta licencia es obligatoria, sin perjuicio de la titulación que, por otros motivos, también pueda ser exigible.

Tendrá autoridad para detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si estima que se han reducido las condiciones de seguridad y le es imposible informar al supervisor de esta circunstancia con la prontitud requerida.

2.2.4. Usuarios de material radiactivo

Toda persona que, sin necesitar licencia, utilice material radiactivo en una instalación radiactiva, deberá estar autorizado a tal efecto por el supervisor responsable de la misma, tras recibir la formación y entrenamiento establecido.

Entre sus funciones y responsabilidades cabe señalar las siguientes:

- Deberá conocer y cumplir las normas de protección contra las radiaciones ionizantes así como su actuación en caso de emergencia
- Debe comunicar al supervisor responsable de la instalación, de forma inmediata, cualquier accidente o incidente.

2.3. Servicio de Prevención y Medio Ambiente

El Área de Protección Radiológica colaborará con el resto de las áreas del Servicio de Prevención y Medio Ambiente (SPMA) y sus técnicos trabajarán de forma coordinada, en particular en relación con la identificación y evaluación de los riesgos derivados del uso de radiaciones ionizantes y en la gestión de residuos. Esta colaboración se hará extensiva a la formación e información de los trabajadores.

2.4. Comisión de Protección Radiológica

La Comisión de Protección Radiológica es un órgano de carácter consultivo y asesor del Área de Protección Radiológica de la Universitat de València.

Está constituida por el Director del SPMA y un Técnico del mismo, por el Jefe del Área de Protección Radiológica y un Técnico del mismo y por los supervisores responsables de las diferentes instalaciones radiactivas y radiológicas de la Universidad de Valencia. Actuará como presidente de la Comisión el Director del SPMA.

La Comisión se reunirá al menos una vez al año, o a petición del Jefe del Servicio de Protección Radiológica o del responsable de cualquiera de las instalaciones.

3. Medidas fundamentales de Protección Radiológica

Este capítulo resume las medidas fundamentales de Protección Radiológica que se deben aplicar y se incluye en este Manual de Protección Radiológica para que pueda servir de referencia en las distintas instalaciones radiactivas.

3.1. Introducción

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

3.2. Riesgos radiológicos

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

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

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. Laboratorios con equipos generadores de rayos X

En los equipos generadores de rayos X, cabe distinguir entre los aprobados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con lo establecido en el anexo II del Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas y los que no están aprobados.

En las instalaciones con equipos generadores de rayos X aprobados, al estar autoblandados y disponer de sistemas de seguridad redundantes, el riesgo de irradiación es prácticamente nulo. Entre ellos se encuentran algunos de los siguientes:

- Equipos de difracción de rayos X
- Irradiadores gamma de muestras biológicas

En las instalaciones con equipos generadores de rayos X no aprobados, el único riesgo posible es el de irradiación externa, que sólo se produce cuando está en funcionamiento el tubo de rayos X. Su utilización puede darse en:

- Investigación en física corpuscular
- Experimentación con animales

3.2.2. Instalaciones con equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico

En las instalaciones con equipos generadores de rayos X con fines de diagnóstico médico, el único riesgo posible es el de irradiación externa, que sólo se produce cuando está en funcionamiento el tubo de rayos X. Su utilización se da en:

- radiografía dental en la clínica odontológica
- radiografía y fluoroscopia en la clínica podológica

3.2.3. Laboratorios con fuentes encapsuladas

En las instalaciones con fuentes encapsuladas el riesgo más habitual es el de irradiación externa.

Las fuentes de radiación son, en general:

- Emisores gamma usados en espectrometría Mössbauer
- Emisores gamma y beta que pueden encontrarse en:
 - ✓ gammatecas
 - ✓ laboratorios de docencia
 - ✓ laboratorios de investigación

3.2.4. Laboratorios con fuentes no encapsuladas

En las instalaciones que utilicen fuentes no encapsuladas los riesgos posibles son los de irradiación externa y/o contaminación interna y externa. Dependiendo del radionucleido usado y de su forma de presentación los riesgos pueden ser muy diversos.

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 que realizan su trabajo, en trabajadores expuestos y miembros del público.

3.3.1. Trabajadores expuestos

Son personas que, por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, bien sea de modo habitual, bien de modo ocasional, están sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Los estudiantes y personas en formación, mayores de dieciocho años, que, durante sus estudios, se encuentren expuestos a radiaciones ionizantes, se consideran incluidos en esta categoría.

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

- **Categoría A**

Pertencen a esta categoría los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

La condición de trabajador expuesto de categoría A exige obligatoriamente:

- Superar el reconocimiento médico inicial y los reconocimientos periódicos.
- Haber recibido formación en protección radiológica.
- Utilizar obligatoriamente dosímetro individual que mida la dosis externa, representativa de la totalidad del organismo siempre que realicen trabajos que supongan riesgos de exposición externa.
- Utilizar dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas, en el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo.

▪ **Categoría B**

Pertencen a esta categoría aquellos que es muy improbable que reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

La condición de trabajador expuesto de categoría B exige obligatoriamente:

- Superar el reconocimiento médico establecido.
- Haber recibido formación en protección radiológica.
- Estar sometido a un sistema de vigilancia dosimétrica que garantice que las dosis recibidas son compatibles con su clasificación en categoría B.

A cada trabajador expuesto le será abierto:

- Un protocolo médico individual, conteniendo los resultados del examen de salud previo a su incorporación a la instalación y los exámenes médicos anuales y ocasionales.
- Un historial dosimétrico individual que, en el caso de personas de categoría A, debe contener como mínimo las dosis mensuales, las dosis acumuladas en cada año oficial y las dosis acumuladas durante cada período de 5 años oficiales consecutivos, y en el caso de personas de categoría B, las dosis anuales determinadas, o estimadas, a partir de los datos de la vigilancia radiológica de zonas.

3.3.2. Miembros del público

Se consideran miembros del público:

- Los trabajadores no expuestos.
- Los trabajadores expuestos, fuera de su horario de trabajo.
- Cualquier otro individuo de la población.

3.4. Límites de dosis

Los límites de dosis son valores que no deben ser sobrepasados y se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa durante el período considerado.

En el cómputo de las dosis totales, a efectos de comparación con los límites aplicables, no se incluirán las dosis debidas al fondo radiactivo natural, ni las derivadas de exámenes o tratamientos médicos que eventualmente puedan recibir como pacientes.

3.4.1. Límites de dosis para trabajadores expuestos

Los límites de dosis para los trabajadores expuestos son los siguientes:

- El límite de dosis efectiva será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.
- El límite de dosis equivalente para el cristalino es de 150 mSv por año oficial.
- El límite de dosis equivalente para la piel es de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplica a la dosis promediada sobre cualquier superficie de un centímetro cuadrado, con independencia de la zona expuesta.
- El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos es de 500 mSv por año oficial.

3.4.2. Protección especial durante el embarazo y la lactancia

Tan pronto como una mujer embarazada informe de su estado, por escrito, al titular o al Área de prevención de riesgos laborales, la protección del feto debe ser comparable a la de los miembros del público y, por ello, las condiciones de trabajo deberán ser tales que las dosis al feto desde la notificación del embarazo al final de la gestación no excedan de 1 mSv.

Este límite de dosis se aplica exclusivamente al feto y no es directamente comparable con la dosis registrada en el dosímetro personal de la trabajadora embarazada. Por ello, a efectos prácticos y para exposición a radiación externa, se puede considerar que 1 mSv al feto es comparable a una dosis de 2 mSv en la superficie del abdomen.

La declaración de embarazo no implica que las mujeres gestantes tengan que evitar el trabajo en presencia de radiaciones o que deba prohibirse su acceso a zonas radiológicas. No obstante, las condiciones en que se realiza ese trabajo deben ser cuidadosamente evaluadas, de modo que se asegure la no-superación del citado límite.

Las mujeres en período de lactancia no desempeñarán trabajos que supongan un riesgo significativo de contaminación interna.

3.4.3. Límites de dosis para los miembros del público

Los límites de dosis para los miembros del público son los siguientes:

- El límite de dosis efectiva será de 1 mSv por año oficial. No obstante, en circunstancias especiales, el CSN podrá autorizar un valor de dosis efectiva más elevado en un único año oficial, siempre que el promedio en cinco años oficiales consecutivos no sobrepase 1 mSv por año oficial.
- El límite de dosis equivalente para el cristalino es de 15 mSv por año oficial.
- El límite de dosis equivalente para la piel es de 50 mSv por año oficial. Dicho límite se aplica a la dosis promediada sobre cualquier superficie cutánea de un centímetro cuadrado, con independencia de la superficie expuesta.

3.5. Clasificación de zonas

Los lugares de trabajo se clasificarán de acuerdo con la evaluación de las dosis anuales previstas y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales.

A tal efecto, se identificarán y delimitarán todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir dosis superiores a los límites de dosis establecidos para los miembros del público, y se establecerán las medidas de Protección Radiológica aplicables.

Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos. El alcance de los medios de prevención y vigilancia, así como su naturaleza y calidad, deberán estar en función de los riesgos vinculados a los puestos de trabajo que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes.

3.5.1. Zona vigilada

Aquella en la que existe probabilidad de recibir dosis superiores a los límites de dosis para los miembros del público, siendo muy improbable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv o dosis equivalentes superiores a los 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, piel y extremidades.

3.5.2. Zona controlada

Aquella en la que existe probabilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv o dosis equivalentes superiores a los 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, piel y extremidades.

En esta zona será necesario establecer procedimientos de trabajo con objeto de reducir la exposición a la radiación ionizante y prevenir y limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias.

Dentro de las zonas controladas pueden existir algunas que, por sus características y en función del riesgo radiológico, requieran una clasificación más restrictiva, como la considerada en los apartados siguientes:

3.5.2.1. Zona de permanencia limitada

Aquella en que existe un riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis si se permanece en ella durante toda la jornada laboral completa (50 semanas / año, 5 días / semana y 8 horas / día).

3.5.2.2. Zona de permanencia reglamentada

Aquella en que existe riesgo de recibir dosis superiores a cualquiera de los límites de dosis en cortos períodos de tiempo y que requiere prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.

3.5.2.3. Zona de acceso prohibido

Aquella en que existe riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites de dosis.

3.6. Señalización

El riesgo de irradiación vendrá señalizado mediante su símbolo internacional: un "trébol" enmarcado por una orla rectangular del mismo color y de idéntica anchura que el diámetro del círculo interior del mismo.

Cuando exista solamente riesgo de radiación externa y el riesgo de contaminación sea despreciable, el "trébol" vendrá rodeado de puntas radiales. Si el riesgo es de contaminación y el de radiación es despreciable el "trébol" irá sobre campo punteado. Si existen ambos riesgos irá rodeado de puntas radiales y sobre campo punteado.

Además, en la parte superior de la señal, una leyenda nos indicará el tipo de zona, y en la inferior otra el tipo de riesgo de "Irradiación externa".

Los colores de los "tréboles" indicarán la clasificación de la zona, en orden creciente al riesgo asociado, éstos son:

- Gris azulado: Zona vigilada.
- Verde: Zona controlada.
- Amarillo: Zona de permanencia limitada.
- Naranja: Zona de permanencia reglamentada.
- Rojo: Zona de acceso prohibido.

Las señales se colocarán bien visibles a la entrada de las correspondientes áreas y en los lugares significativos de ellas.

En las zonas que no tienen una clasificación permanente se colocará junto a la señal preceptiva un cartel indicando las restricciones aplicables.

▪ Con riesgo de irradiación externa



▪ Con riesgo de contaminación



▪ Con riesgo de irradiación externa y contaminación



3.7. Normas generales en zonas con riesgo radiológico

3.7.1. Acceso a zona controlada

El acceso a las zonas controladas estará restringido a personas debidamente autorizadas, es decir, a trabajadores expuestos adscritos a ese lugar y con conocimiento de las normas a aplicar y el riesgo existente en el mismo.

3.7.2. Trabajo en zona controlada

El trabajo en zona controlada debe realizarse de modo que se cumplan estrictamente las instrucciones contenidas en los procedimientos de trabajo de las distintas instalaciones, 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.
- El personal que trabaja en esta zona, obligatoriamente, debe llevar dosímetro personal.

3.7.3. Salida de zona controlada

En situación normal y en áreas con riesgo de contaminación 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.

3.7.4. Acceso y trabajo en zonas vigiladas

Las zonas vigiladas estarán delimitadas adecuadamente y señalizadas de forma que quede claramente indicado el riesgo de exposición existente en las mismas.

El acceso a las zonas vigiladas estará limitado a las personas autorizadas.

En el interior de las zonas vigiladas se establecerán procedimientos de trabajo adaptados al riesgo radiológico existente.

3.7.5. Equipamiento y material

En las zonas controladas existirán a disposición de los trabajadores expuestos:

- Los medios necesarios para 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 un riesgo de contaminación.
- Material específico que sea necesario para resolver una emergencia.

4. Vigilancia y control de la radiación

4.1. Vigilancia del ambiente de trabajo

Es el conjunto de medidas que deben establecerse con objeto de comprobar experimentalmente, y con la periodicidad necesaria, que tanto las dosis recibidas, como los niveles de riesgo existentes, en las diferentes zonas de trabajo, están dentro de los límites correspondientes a cada zona. Dicha vigilancia incluye tanto la de la radiación externa como la de la posible contaminación de superficies.

4.1.1. Vigilancia y control de la radiación externa

La vigilancia de la radiación externa en el puesto de trabajo se puede efectuar mediante dosimetría de área, que se aborda en el apartado siguiente, como también mediante dosimetría personal que se incluye en el apartado 4.2 sobre evaluación de la exposición del trabajador expuesto.

4.1.1.1. Dosimetría de área

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

- De rutina: Asociada a las operaciones habituales o cotidianas.
- Operacional: Proporciona información sobre un procedimiento en particular.
- Especial: Se aplica a una situación que se sospecha anómala.

La vigilancia de rutina en el puesto de trabajo debe realizarse para confirmar que dicho trabajo se realiza satisfactoriamente. Ésta se hará mediante los procedimientos adecuados, de forma continuada y en tanto no se produzcan cambios significativos.

La vigilancia operacional se realizará para estimar el riesgo asociado con procedimientos de trabajo determinados.

La vigilancia especial 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.

Cuando se midan las tasas de dosis externas se especificará la naturaleza y calidad de las radiaciones de que se trate.

4.1.1.2. 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 en la forma siguiente:

- Equipos fijos: Se ubicarán, previa fijación de un nivel de alarma, en aquellos lugares en que las características de las fuentes utilizadas así lo aconseje.
- Equipos portátiles: Dispondrán de ellos el Servicio de Protección Radiológica y las instalaciones que manejen fuentes encapsuladas y no encapsuladas.

4.1.1.3. Niveles de actuación

Se deberán definir 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.

4.1.1.4. Registro de documentación

Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de la vigilancia y control de la radiación externa deberán ser archivados por el Servicio de Protección Radiológica, quien los tendrá a disposición de la Autoridad competente.

4.1.2. Vigilancia y control de la contaminación

Es el conjunto de medidas que deben establecerse con objeto de comprobar empíricamente, y con la periodicidad necesaria, los niveles de contaminación existentes en las instalaciones.

Cuando se midan las concentraciones de actividad en el aire y la contaminación superficial, se especificará la naturaleza de los radionucleidos contaminantes y su estado fisicoquímico en caso de contaminación.

La vigilancia de la contaminación puede ser:

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

La vigilancia rutinaria se realizará periódicamente en puntos de referencia establecidos previamente por parte del Servicio de Protección Radiológica 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 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 de la instalación.

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 Servicio de Protección Radiológica 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 Servicio de Protección Radiológica.

4.1.2.1. 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 Servicio de Protección Radiológica y en las instalaciones que manejan fuentes radiactivas.

4.1.2.2. Niveles de actuación

- Contaminación externa.

Para aquellas instalaciones en las que, en condiciones normales de trabajo, exista contaminación superficial persistente, se definirá un nivel de acción (expresado en Bq/cm²) que, en caso de superarse, obligará a adoptar medidas de descontaminación.

- Contaminación interna.

Se establecerá 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 periodo anual.

4.1.2.3. Registro de documentación

Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de la vigilancia y control de la contaminación deberán ser archivados por el Servicio de Protección Radiológica, que los tendrá a disposición de la autoridad competente.

4.2. Evaluación de la exposición del trabajador expuesto

4.2.1. Control dosimétrico personal

4.2.1.1. Determinación de dosis por irradiación externa

La dosimetría personal externa de los trabajadores expuestos deberá ser realizada por un Servicio de Dosimetría Personal expresamente autorizado por el CSN.

Los resultados de los controles dosimétricos se remitirán al Área de Prevención de Riesgos Laborales, a quién corresponderá interpretarlos desde el punto de vista sanitario. En caso de urgencia, dicha transmisión deberá ser inmediata.

Trabajadores expuestos de categoría A

Las dosis individuales por irradiación externa se estimarán, como mínimo mensualmente, con dosímetros personales.

El dosímetro de solapa permite estimar las dosis equivalentes individuales, profunda y superficial, a cuerpo entero.

En el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo, se deberán utilizar dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.

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

Trabajadores expuestos de categoría B

Se pueden estimar las dosis a trabajadores de categoría B con dosímetros personales o a partir de los datos obtenidos de la dosimetría de área de los diferentes locales y zonas de trabajo, siempre que estos datos permitan demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la categoría B.

La metodología para el uso de los dosímetros o instrumentos utilizados para la dosimetría de área, y el procedimiento de asignación de dosis asociado, deberán incluirse en un protocolo escrito sujeto a la evaluación e inspección del CSN.

4.2.1.2. Determinación de dosis por contaminación interna

Las dosis resultantes de una eventual contaminación interna deben determinarse con una periodicidad acorde al periodo de semidesintegración efectivo de los contaminantes por servicios de dosimetría expresamente autorizados a tal fin por el CSN.

El Servicio de Protección Radiológica 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 Servicios de dosimetría 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.).

El Servicio de Protección Radiológica enviará un informe con resultados de los controles al Área de Prevención de Riesgos Laborales del SPMA.

4.2.1.3. Estimaciones especiales de dosis

En los casos en los que no sea posible o resulten inapropiadas las mediciones individuales, la vigilancia individual se basará en una estimación realizada a partir de mediciones individuales hechas a otros trabajadores expuestos o a partir de los resultados de la vigilancia del ambiente de trabajo, haciéndose constar expresamente este hecho en el historial dosimétrico del trabajador.

4.2.1.4. Estimación de dosis en exposiciones accidentales y de emergencia

En caso de exposiciones accidentales se evaluarán las dosis asociadas y, en la medida de lo posible, su distribución en el cuerpo. En caso de exposiciones de emergencia se realizará una vigilancia individual o evaluaciones de las dosis individuales en función de las circunstancias que concurren.

4.2.2. Superación de los límites de dosis

Cuando a consecuencia de una exposición especialmente autorizada, exposición accidental o exposición de emergencia se hayan podido superar 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.

Estos casos, y los resultados del estudio, serán inmediatamente puestos en conocimiento del Área de Prevención de Riesgos Laborales, encargado de la vigilancia y control de la salud de los trabajadores, del CSN y del trabajador afectado.

4.2.3. Utilización de los dosímetros

El uso del dosímetro es personal y restringido a la instalación a la 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 cuerpo.

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 de este, y en la posición recomendada anteriormente.

En los casos particulares en que los valores registrados estén próximos a los niveles de investigación, puede ser necesaria, a juicio del Servicio de Protección Radiológica, la utilización de dos dosímetros, uno debajo del delantal para estimar la dosis efectiva, y otro por encima del delantal para estimación de la dosis equivalente en cristalino y piel.

Si un dosímetro se pierde o se daña, el usuario del mismo estará obligado a comunicarlo al Servicio de Protección Radiológica 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 Servicio de Protección Radiológica, quién deberá comunicar al responsable de la instalación el uso indebido o la negligencia reiterada en la utilización o cambio de los dosímetros por parte de algún trabajador.

4.2.4. Historial dosimétrico

Todas las dosis recibidas por un trabajador expuesto quedarán registradas en su historial dosimétrico. Este historial es individual para cada trabajador, se mantendrá debidamente actualizado y estará en todo momento a su disposición.

Se registrarán, conservarán y mantendrán a disposición del trabajador y de la autoridad competente los siguientes documentos:

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

El historial dosimétrico de todo trabajador expuesto de categoría A figurará, además, en su historial médico.

El historial dosimétrico correspondiente a los trabajadores de la categoría A contendrá las dosis mensuales, las dosis acumuladas en cada año oficial y las dosis acumuladas durante cada período de 5 años oficiales consecutivos.

En el caso de trabajadores de la categoría B, se registrarán las dosis anuales determinadas con el uso de dosímetro o estimadas mediante dosimetrías de área realizadas en la zona de trabajo.

La dosis recibida como consecuencia de una exposición especialmente autorizada deberá quedar consignada como tal en el historial dosimétrico especificando, en su caso, las incorporaciones de radionucleidos en el organismo.

Las dosis recibidas como consecuencia de una exposición especialmente autorizada, así como las recibidas por exposiciones en caso de accidente o de emergencia, figurarán en el historial dosimétrico, registradas por separado de las recibidas durante el trabajo en condiciones normales.

Aquellos trabajadores expuestos que trabajen en otras instalaciones radiactivas o radiológicas, ajenas a la Universitat de València, estarán obligados a informar de tal circunstancia al Servicio de Protección Radiológica o, en su defecto, al Supervisor responsable de la instalación. El Servicio de Protección Radiológica le hará entrega de una copia de sus informes dosimétricos para conocimiento de los titulares de las demás instalaciones o actividades, a la vez que le exigirá copia de las lecturas dosimétricas de las otras instalaciones, al objeto de que en todas ellas conste, actualizado y completo, su historial dosimétrico individual. A tal fin, el trabajador deberá comunicar en cada instalación los resultados dosimétricos que se le proporcionen en las demás. Nunca podrá utilizar el mismo dosímetro en distintas instalaciones.

El Servicio de Protección Radiológica, deberá archivar:

- El historial dosimétrico de los trabajadores expuestos.
- Los documentos correspondientes a la evaluación de las dosis y a las medidas de los equipos de vigilancia.
- Los informes referentes a las circunstancias y medidas adoptadas en los casos de exposición accidental o de emergencia, hasta que el trabajador haya o hubiera (en caso de fallecimiento) alcanzado la edad de 75 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.

Cuando un trabajador cause baja, el Servicio de Protección Radiológica le proporcionará una copia certificada de su historial dosimétrico actualizado hasta ese momento.

4.3. Vigilancia sanitaria

La vigilancia y control sanitario de los trabajadores expuestos de las diferentes instalaciones será realizada por el Área de Prevención de Riesgos Laborales del Servicio de Prevención y Medio Ambiente de la Universitat de València, debidamente autorizado al respecto, como Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

El Servicio de Protección Radiológica enviará anualmente al Área de Prevención de Riesgos Laborales 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.

El Área de Prevención de Riesgos Laborales, a la vista del resultado de los reconocimientos médicos, establecerá la categoría de aptitud del trabajador, notificándolo al Servicio de Protección Radiológica. En aquellos casos que presenten duda, se tomará una decisión conjunta entre ambos Servicios (valorándose aspectos radiológicos y sanitarios).

No se podrá emplear o clasificar a ningún trabajador en un puesto específico como trabajador expuesto de categoría A durante ningún período si las conclusiones médicas no lo considerasen apto para dicho puesto específico.

4.3.1. Vigilancia sanitaria especial

El Servicio de Protección Radiológica informará al Área de Prevención de Riesgos Laborales de cualquier superación de los límites de dosis establecidos por parte de los trabajadores.

En caso de superación, o sospecha fundada de superación de alguno de los límites de dosis establecidos, se deberá realizar una vigilancia sanitaria especial. Las condiciones posteriores de exposición se someterán a lo establecido por el Área de Prevención de Riesgos Laborales.

Además de lo indicado anteriormente, se aplicarán todas aquellas medidas que el Área de Prevención de Riesgos Laborales considere adecuadas, tales como otros exámenes, medidas de descontaminación o tratamiento terapéutico de urgencia y, en caso necesario, atención y tratamiento médico en los servicios de asistencia a los lesionados y contaminados por isótopos radiactivos y radiaciones ionizantes.

4.4. Normas de protección de personas en formación y estudiantes

Las condiciones de exposición y la protección radiológica operacional de las personas en formación y los estudiantes mayores de 18 años, serán, según el caso, equivalentes a las de los trabajadores expuestos de categoría A ó B.

4.5. Vigilancia del público.

La exposición de miembros del público en general debe mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible y siempre por debajo de los límites indicados en el capítulo anterior.

El Servicio de Protección Radiológica deberá confirmar que el riesgo de exposición a que pueda estar sometida la población como consecuencia de las actividades realizadas en las diferentes instalaciones radiactivas y radiológicas, no es significativo desde el punto de vista de la protección radiológica. A tal efecto, establecerá las medidas de vigilancia para evaluar y controlar, durante el ejercicio de la actividad, las dosis que pudieran ser recibidas por el público.

El acceso a zonas vigiladas y controladas debe estar restringido. Las personas ajenas a la instalación, que esporádicamente tengan necesidad de acceder a áreas protegidas, serán acompañadas por personal de la instalación.

Será el supervisor responsable de instalación radiactiva el encargado de limitar el acceso a las mismas por parte de personal no autorizado, proporcionando la información necesaria relativa a la protección radiológica y siempre reduciendo al máximo el tiempo de exposición. De igual forma, se debe controlar todas las llaves, dispositivos de cierre y contraseñas utilizadas para acceder a las áreas de seguridad, con objeto de reducir la probabilidad de utilizarlos inadecuadamente.

5. Vigilancia y control de material radiactivo

5.1. Normas Generales.

El Servicio de Protección Radiológica deberá tener conocimiento del material o equipos radiactivos adquiridos por el personal autorizado de las diferentes instalaciones radiactivas. Sólo dicho personal debe manipular el material existente y de nueva adquisición.

En caso de extravío, sustracción o abandono de fuentes radiactivas o material contaminado, el supervisor responsable de cada instalación deberá comunicarlo a la mayor brevedad posible al Servicio de Protección Radiológica, que notificará al CSN la incidencia.

En caso de incidente en el que haya personal irradiado y/o contaminado, o en el caso de sobreexposición, se remitirá al CSN la notificación, recogida de la guía de seguridad nº 7.05, antes de 24 horas.

5.2. Recepción de productos radiactivos.

La adquisición del material radiactivo corre a cargo del supervisor responsable en cada una de las instalaciones, con el conocimiento del Servicio de Protección Radiológica.

En cada instalación se establecerán los procedimientos adecuados de control de compra para que la realización de los pedidos de material radiactivo se someta a dicho procedimiento. Está totalmente prohibido introducir productos radiactivos en una instalación si no se dispone de autorización previa del supervisor responsable de la misma, quien a su vez tendrá en cuenta los radioisótopos y actividades autorizadas en la resolución de autorización de la instalación radiactiva.

En el caso de nuevos equipos, el supervisor responsable deberá informar al Servicio de Protección Radiológica de las características del equipo, así como de su ubicación, antes de la recepción del mismo, quien dará el visto bueno. Además el supervisor responsable deberá redactar las nuevas técnicas u operaciones a realizar y reflejarlo en el Diario de operaciones.

5.3. Movimiento de material radiactivo

El Supervisor de cada instalación deberá comprobar que sólo salgan de la misma, fuentes con actividades exentas.

En caso de que el material a transportar no esté exento, el SPR, deberá comprobar que el traslado se realiza con las debidas medidas de seguridad y protección radiológica, considerando la presencia de personas ajenas a la instalación radiactiva. Para ello, se definirán el tipo de bulto y naturaleza de los materiales radiactivos transportados, las condiciones de transporte y los riesgos a que se verán expuestos los trabajadores de acuerdo a la reglamentación aplicable sobre protección radiológica, en cada caso, antes de realizar el transporte.

El transporte del material radiactivo dentro del centro se realizará en contenedores de doble contención, blindados, señalizados y cerrados para evitar la dispersión del material radiactivo en caso de cualquier accidente. Será realizado por los usuarios de la instalación radiactiva que conozcan perfectamente las normas establecidas y bajo la supervisión del supervisor responsable ó del Servicio de Protección Radiológica.

El Servicio de Protección Radiológica realizará medidas antes y después del transporte del material, para asegurar que no se ha producido contaminación superficial ni en el embalaje, ni en las personas. Dichas medidas, así como la naturaleza del material transportado será registrado por el SPR en el Diario de operaciones de la instalación.

5.4. Inventario y almacenamiento.

El material radiactivo se almacenará en cada una de las instalaciones de forma que garantice, según el estudio de seguridad realizado previamente, el nivel radiológico atendiendo a la clasificación de la zona. Los productos radiactivos deberán ir marcados al menos con la descripción del producto y fecha de almacenamiento. Si presentan riesgo de irradiación se deberán blindar convenientemente poniéndolos en contenedores secundarios apropiados que se tendrán preparados según las actividades y radioisótopos que está previsto utilizar. Dichos productos se almacenarán bajo control en lugares apropiados y señalizados (gammatecas, congeladores, neveras) y nunca junto a materiales inflamables, tóxicos, corrosivos o explosivos.

Se realizarán medidas de radiación y contaminación periódicas en las áreas de almacenamiento.

El supervisor responsable de cada laboratorio deberá mantener un inventario actualizado de todos los productos radiactivos almacenados, indicando los usos del mencionado material, registrando así mismo la salida del material del lugar almacenado en su totalidad ó en sus partes alícuotas a otras dependencias autorizadas. El material radiactivo que no haya sido utilizado se dará de baja y se eliminará cómo residuo radiactivo.

6. Vigilancia de efluentes y residuos radiactivos

6.1. Introducción

Se considera 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 la autoridad reguladora, previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear.

La gestión de esos materiales contaminados, así como la de las propias fuentes cuando han dejado de ser útiles, debe llevarse a cabo con arreglo a los principios generales de protección radiológica y, en el caso de residuos sólidos, siguiendo las recomendaciones de la Guía de Seguridad del CSN “Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas”. Son necesarias medidas para minimizar las dosis que, por esa causa, puedan recibir los trabajadores de la instalación o el público en general. Además, toda evacuación de efluentes y residuos radiactivos ha de someterse a un estricto control, requiriendo autorización expresa del Ministerio de Economía, previo informe del CSN, y se ajustará a los límites y condiciones que en la misma se establezcan atendiendo a las características de la práctica.

Los niveles de actividad de los efluentes radiactivos liberados 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 la población a la que potencialmente pueda afectar, sean las más bajas razonablemente posibles, teniendo en cuenta factores económicos y sociales, y siempre inferiores a los límites especificados para los miembros del público y, en su caso, a aquellos otros valores inferiores que estuvieran establecidos por el CSN.

6.2. Fuentes encapsuladas fuera de uso

Las fuentes encapsuladas utilizadas en determinados laboratorios de investigación o docencia se convierten en residuos radiactivos sólidos cuando ya no son útiles en la instalación, por diversas causas, como deterioro, baja actividad para el uso que tenían o, simplemente porque ya no se van a utilizar más. En tales casos, se debe establecer la vía de gestión más adecuada.

En el caso de que se trate de fuentes exentas, éstas pueden ser evacuadas por métodos convencionales. Lo mismo ocurre si su actividad, en el momento de la evacuación, está por debajo de los niveles que se hayan establecido para su evacuación convencional, con la correspondiente autorización.

En caso contrario, las fuentes deben gestionarse como residuos radiactivos a través de una empresa autorizada. El procedimiento normal de gestión de las fuentes agotadas o fuera de uso debe ser la retirada por la propia entidad que en su momento las suministró, o en su defecto por otra empresa autorizada al efecto.

En el caso de fuentes radiactivas con periodo de semidesintegración medio o largo, el supervisor responsable de la instalación debe prestar especial atención, en el momento de establecer los acuerdos de adquisición, para que los contratos correspondientes incluyan una cláusula que comprometa a los suministradores a su retirada posterior, tanto si la fuente ha de ser sustituida por otra semejante como si no es ése el caso.

Cuando el procedimiento anterior no sea posible, el supervisor responsable de la instalación tendrá que concertar con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (ENRESA) la retirada de las fuentes en desuso, informando de ello al Servicio de Protección Radiológica.

Para una adecuada gestión de las fuentes es necesario conservar, durante toda su vida útil, el certificado de calibración y cualquier otro certificado que facilite su retirada y transporte (certificado de forma especial, certificado de hermeticidad, etc.). Cualquiera que sea la vía de eliminación de las fuentes radiactivas que han estado en uso en una instalación, a la hora de su transferencia, el

supervisor responsable de la instalación deberá registrar en el Diario de operación de la instalación la siguiente información:

- Isótopo, actividad total (Bq) y fecha de la actividad.
- Medida de tasa de dosis en contacto con el contenedor de la fuente y niveles de contaminación en el mismo.
- Fecha de la transferencia.
- Empresa a la que se transfiere la fuente.

Por su parte, el Servicio de Protección Radiológica mantendrá un registro de todas las evacuaciones de fuentes que se lleven a cabo en las diferentes instalaciones.

6.3. Transferencia de sales naturales de uranio y torio

Para determinadas técnicas de microscopía electrónica se utilizan sales de uranio y torio en cantidades no exentas pero siempre inferiores a los 3 Kg. El Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (artículo 79), indica que el empleo de dichas sales en estas condiciones queda sometido únicamente a un procedimiento de declaración ante el Consejo de Seguridad Nuclear, no siendo necesario llevar a cabo el proceso de solicitud de autorización como instalación radiactiva.

La mayoría de los residuos sólidos, líquidos y mixtos provenientes de la utilización de sales de uranio y torio en estas técnicas tienen actividades por debajo de los límites de exención. Por tanto no han de ser gestionados como residuos radiactivos, pero sí como residuos tóxicos teniendo en cuenta su riesgo químico. No obstante, pueden producirse determinados residuos que superen los límites de exención. En estos casos, los residuos generados deberán tratarse como radiactivos y ser retirados a través de ENRESA. Uno u otro caso deberían explicitarse en el citado procedimiento de declaración.

El Servicio de Protección Radiológica efectuará el procedimiento de declaración ante el Consejo de Seguridad Nuclear del empleo de dichas sales por las diferentes instalaciones que las utilicen. Por su parte, el supervisor responsable de cada instalación se encargará de la gestión de los residuos, dejando registro de ello, cuando proceda, en el Diario de operaciones y notificándolo al SPR.

6.4. Gestión de materiales residuales con contenido radiactivo

La gestión de los materiales residuales con contenido radiactivo implica el establecimiento de una serie de procedimientos técnicos y administrativos, cuyo objetivo es acondicionar y controlar los residuos, de manera que desde el momento de su generación se optimice su gestión y se minimice el impacto radiológico y el detrimento que podrían causar a la salud y el medio ambiente en su conjunto. Dichos procedimientos deben permitir que el flujo de entrada-salida del material radiactivo en la instalación sea fácilmente trazable, dejando constancia de ello en los registros correspondientes.

En cualquier plan de gestión de materiales residuales con contenido radiactivo se han de tener en cuenta una serie de operaciones que se indican a continuación:

- **Caracterización:** Consiste en la determinación, con la mayor exactitud y fiabilidad posible, de la actividad de los residuos que se generan en el desarrollo de las técnicas radioisotópicas, teniendo en cuenta para ello, el radionucleido contaminante, su actividad y sus propiedades físico-químicas.
- **Clasificación.** La clasificación de materiales residuales con contenido radiactivo puede realizarse en función de diferentes parámetros, como por ejemplo:
 - ✓ Vía de evacuación de los residuos, por vía convencional o a través de ENRESA.

- ✓ Tipología de los residuos, sólidos, líquidos, mixtos o biológicos.
- ✓ Actividad de los residuos, de baja o media actividad.
- **Segregación.** La segregación de los materiales residuales con contenido radiactivo se debe realizar teniendo en cuenta la generación y las características fisicoquímicas de cada tipo de residuo, el radioisótopo contaminante, el riesgo radiológico asociado y la posible existencia de otros riesgos.

Los procedimientos de segregación deben estar debidamente documentados en el Reglamento de funcionamiento de las instalaciones.

- **Señalización.** Los embalajes y contenedores utilizados para el acondicionamiento en origen de los materiales residuales radiactivos deberán estar señalizados mediante etiquetas adhesivas específicas, que permita identificar fácilmente el radioisótopo contaminante y los posibles riesgos asociados.
- **Almacenamiento.** Los materiales residuales con contenido radiactivo se mantendrán almacenados hasta el momento de su evacuación por vía convencional o su transferencia a ENRESA. Cada instalación dispondrá de un lugar adecuado para albergar los materiales residuales con contenido radiactivo que se generen, con las medidas de seguridad adecuadas, supervisadas por el SPR.
- **Evacuación.** Antes de su salida de la instalación, se haga la evacuación por vía convencional o como residuo radiactivo, se deben realizar una serie de controles previos a su evacuación que deben estar recogidos en los correspondientes procedimientos de evacuación. En el caso de que la retirada sea gestionada como residuos radiactivos los controles serán los que establezca la empresa gestora de dichos residuos y deberán conservarse en la instalación los correspondientes albaranes de retirada.

En el Diario de Operación de la instalación se registrarán adecuadamente las evacuaciones efectuadas.

El responsable de este conjunto de actuaciones será el supervisor de la instalación, con la colaboración del Servicio de Protección Radiológica. A fin de garantizar que la gestión de material residual se efectúa adecuadamente, el Servicio de Protección Radiológica llevará a cabo 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.

De acuerdo con la Guía de Seguridad 9.2 del C.S.N., 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.

6.5. Gestión de efluentes líquidos

En las instalaciones radiactivas de investigación se generan líquidos que contienen radionucleidos, como consecuencia del uso de fuentes no encapsuladas. Una parte de esos líquidos proceden de actividades de laboratorio y se producen en cantidades relativamente pequeñas.

La gestión de esos líquidos contaminados con radionucleidos debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

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

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 este conjunto de actuaciones será el supervisor de la instalación, con la colaboración del Servicio de Protección Radiológica.

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 líquidos contaminados con radionucleidos hidrosolubles se descargarán directamente al sistema general de efluentes convencionales de la instalación, o después de un tiempo de almacenamiento suficiente para reducir las concentraciones de radionucleidos por debajo de niveles aceptables de acuerdo con el condicionamiento de autorización de las instalaciones.
- Se evacuarán como residuos radiactivos los líquidos orgánicos insolubles en agua o aquellos hidrosolubles que por su concentración de actividad y características no puedan ser descargados después de tiempos razonables al sistema general convencional del establecimiento sanitario o centro.

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

- **Caracterización y segregación.** El diseño de la instalación debe permitir:
 - ✓ 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.

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.
- **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.
- **Evacuación.** Los criterios de evacuación de todos los líquidos que se descarguen a la red de desagüe general de la instalación, 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.

A fin de garantizar que la gestión de los residuos líquidos se efectúa adecuadamente, el Servicio de Protección Radiológica llevará a cabo 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.

7. Procedimientos de emergencia

En todas las instalaciones radiactivas existe un Plan de Emergencia que forma parte de la documentación preceptiva de puesta en marcha de la instalación radiactiva. En el figuran las normas de actuación en caso de que se produzca un accidente radiológico, es decir, en caso de que se pierda el control normal sobre el material radiactivo.

Para poder definir un Plan de Emergencia hay que conocer las características de la instalación radiactiva y, según éstas, analizar los posibles accidentes que se puedan producir. En una instalación radiactiva de investigación los accidentes pueden ser:

- Accidentes probables. Producidos por una manipulación errónea de material radiactivo: derrames, roturas de viales, etc. dando lugar a la contaminación superficial de zonas de trabajo, pavimentos, material de laboratorio, contaminación personal, ropa, equipos, etc.
- Accidentes improbables. Producidos por el uso indebido de material radiactivo (robo, contaminaciones no detectadas, manipulación en zonas no autorizadas, etc.) o fallos en los sistemas de protección (averías en los sistemas de ventilación, monitores).
- Accidentes catastróficos. Producidos por fenómenos tales como incendios, terremotos, inundaciones, explosiones, etc. Normalmente los riesgos producidos por la catástrofe minimizan el riesgo radiológico.

Si el accidente producido no causa contaminación ni radiación personal se considera incidente y no activa el Plan de Emergencia de la instalación radiactiva. El Plan de Emergencia se activa sólo si existe contaminación y/o radiación externa de personal o posibilidad de contaminación interna.

7.1. Plan de Emergencia

Se define como el conjunto de actuaciones a seguir en caso de producirse un accidente radiológico. Los objetivos fundamentales son:

- Restringir las exposiciones todo lo razonablemente posible.
- Controlar la situación.
- Obtener la información necesaria para evaluar las causas y consecuencias del accidente.

Medios materiales.

La instalación radiactiva tiene que estar dotada, al menos, de los siguientes recursos de emergencia:

- Sistema contra incendios.
- Alumbrado de emergencia.
- Ducha de emergencia.
- Lavabo
- Equipos de medida de contaminación y radiación.
- Productos descontaminantes.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Equipos de protección personal.

Personal implicado.

Las personas que vayan a participar en el Plan de Emergencia deben poseer un conocimiento suficiente de la instalación y de protección radiológica. Estarán controladas mediante dosimetría personal. Tienen que protegerse de los riesgos de:

- Exposición externa. Es necesario conocer los factores básicos para reducir la exposición externa: tiempo, distancia, blindaje.
- Exposición interna. Utilizar máscaras respiratorias de protección, provistas de los filtros adecuados, cuando la concentración en aire de material radiactivo sea elevada.
- Contaminación externa. Utilizar ropa de protección desechable (bata, calzas, guantes, gorro).

7.2. Fases del Plan de Emergencia

Un Plan de Emergencia tiene que ser lo suficientemente flexible para permitir su adaptación a las situaciones reales de cada accidente. A continuación se enumeran una serie de fases que, generalmente, hay que cumplir:

- 1) Impedir el acceso de personal a la dependencia donde se ha producido el accidente.
- 2) Localizar a las personas que puedan haber estado sometidas a exposiciones o contaminaciones. Proceder a la lectura inmediata de su dosímetro personal y a un reconocimiento médico en un sitio especializado.
- 3) Cuando la contaminación afecta a una dependencia completa o puede dar lugar a contaminación ambiental, clausurar el lugar del accidente y cerrar los sistemas de ventilación. En caso de que el accidente solo afecte a una zona de la dependencia, acotarla y señalizarla mediante cinta que indique "Precaución. Zona contaminada".
- 4) Descontaminación del personal afectado.
- 5) Descontaminación de áreas.
- 6) Notificación a las autoridades competentes. Se notificará inmediatamente al Consejo de Seguridad Nuclear y a las autoridades autonómicas y locales competentes.

En esta notificación previa constarán los siguientes datos:

- ✓ Nombre, dirección, teléfono del Centro en que se encuentra la instalación radiactiva.
- ✓ Titular de la instalación radiactiva.
- ✓ Naturaleza del accidente: radioisótopo, actividad inicial de la fuente y estimación de la actividad liberada en el accidente, información física y química sobre el material radiactivo.
- ✓ Descripción del lugar del accidente.
- ✓ Medidas de contaminación y radiación realizadas.
- ✓ Daños producidos, radiológicos y no radiológicos.
- ✓ Posibilidad de riesgo para el público

Independientemente, y en un plazo máximo de 10 días, se remitirá a estos Organismos un informe detallado sobre el accidente en el que conste:

- ✓ Información inicial, corregida si fuera necesario.
- ✓ Métodos empleados para solventar el accidente.
- ✓ Medidas de contaminación y radiación finales.
- ✓ Exposiciones ocurridas.
- ✓ Informe sobre los reconocimientos médicos realizados y datos dosimétricos.

- ✓ Causas del accidente y medidas correctoras para evitar que se pueda volver a producir.

7) Registro del accidente en el Diario de Operaciones de la instalación radiactiva.

8. Formación en protección radiológica

8.1. Introducción

Con objeto de minimizar los riesgos radiológicos, es necesario que todo el personal que trabaje en las instalaciones radiactivas reciba la formación y entrenamiento necesarios en esta materia. Por ello se debe establecer un Programa de formación adecuándolo a los diferentes estamentos de personal vinculado a la instalación.

Como se ha indicado previamente, la responsabilidad de la formación y entrenamiento del personal es del titular de la instalación. Ahora bien, podrá delegar estas funciones en el Supervisor Responsable de la misma, con la colaboración en su caso del Servicio de Protección Radiológica. Por lo tanto la formación y entrenamiento será canalizada de la siguiente manera.

- Supervisor Responsable de la instalación: entregará al personal de nueva incorporación el Manual de Protección Radiológica y el reglamento de funcionamiento de la instalación, enseñará los procedimientos de trabajo con material radiactivo en la instalación a nivel práctico (equipamiento específico, monitores, diario de utilización del material radiactivo, etc.)
- Servicio de Protección Radiológica: apoyará la labor formativa de los responsables de los laboratorios mediante seminarios básicos, cursos, circulares, entrevistas, etc.

Posteriormente, el Jefe del Servicio de Protección Radiológica valorará la formación obtenida por el nuevo personal, mediante el método que estime más adecuado (examen, encuesta, entrevista, etc.), procediendo a la autorización del mismo como usuario de material radiactivo y por lo tanto como trabajador expuesto.

Es necesario que quede archivado, en el Servicio de Protección Radiológica, el registro individual de la formación recibida por cada trabajador.

8.2. Planes de formación en protección radiológica

La formación básica para trabajar en la instalación radiactiva debe contemplar los siguientes aspectos:

- Tipos de radiaciones ionizantes.
- Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
- Medidas básicas de protección radiológica.
- Normas de funcionamiento de la instalación.

Para impartir una formación adecuada el Servicio de Protección Radiológica tiene que tener en cuenta la vinculación que tendrá el nuevo personal en la instalación radiactiva, así como su formación anterior.

1. Personal directamente vinculado a la instalación radiactiva.
 - Personal que controla la instalación radiactiva: Supervisor responsable, Supervisores y Operadores. Estas personas deberán realizar los correspondientes cursos de Capacitación homologados por el Consejo de Seguridad Nuclear.
 - Usuarios de material radiactivo: Estarán obligados a realizar un curso ó seminario básico, que contemple las materias indicadas previamente. El modo de impartir dicho curso y la periodicidad dependerán de las características de cada instalación.

2. Personal indirectamente vinculado a la instalación radiactiva.

Este colectivo está integrado por el personal de los servicios técnicos de apoyo a la investigación (mantenimiento, animalario, instrumentación, limpieza, etc.).

Recibirán información específica adecuada a las tareas realizadas en relación con la instalación radiactiva.

9. Criterios de optimización

9.1. 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 del proyecto. En esta etapa es cuando existe la mayor probabilidad de conseguir reducciones de dosis de manera económicamente efectiva. Un adecuado diseño de la instalación puede evitar situaciones potenciales de riesgo de irradiación que, al no depender de factores humanos, a la larga redundará en una menor exposición ocupacional.

El SPR debe informar los proyectos de instalaciones para la manipulación de fuentes, tanto encapsuladas como no encapsuladas, así como la instalación de equipos de rayos X, con objeto de aplicar criterios de optimización que reduzcan los riesgos de exposiciones potenciales.

El segundo nivel en el que se debe aplicar la optimización de la protección es en los procedimientos de trabajo. Se deben revisar periódicamente los procedimientos operacionales utilizados en las instalaciones con objeto de minimizar las dosis a los trabajadores expuestos, así como al público.

El SPR debe colaborar con los responsables de las diferentes instalaciones para la adecuada selección de técnicas, equipos y procedimientos que permitan una optimización de dichas dosis.

9.2. Restricción de dosis

Las restricciones de dosis son niveles máximos utilizados en el proceso de optimización y tienen el carácter de previsiones orientativas que no se espera sobrepasar, pero no se trata de límites de dosis legales.

En el contexto de la optimización de la Protección Radiológica, cuando sea adecuado, se utilizarán restricciones de dosis que, en su caso, podrán basarse en las orientaciones que establezca el CSN. Dichas restricciones de dosis serán evaluadas y, si procede, aprobadas por el CSN.

10. Definiciones y conceptos básicos

Año oficial: Periodo de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive.

Autoridad competente: Organismo oficial al que corresponde, en el ejercicio de las funciones que tenga atribuidas, conceder autorizaciones, dictar disposiciones o resoluciones y obligar a su cumplimiento.

Autorización: Permiso concedido por la autoridad competente de forma documental, previa solicitud, o establecido por la legislación española, para ejercer una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de su aplicación.

Calibración: Determinación de la respuesta de un equipo de medida cuando se somete a determinadas condiciones de exposición o de dosis absorbida de radiación conocidas.

Consejo de Seguridad Nuclear: Único organismo español competente en materia de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica.

Declaración: Obligación de presentar un documento a la autoridad competente para notificar la intención de llevar a cabo una práctica o cualquier otra actuación dentro del ámbito de aplicación del RPSRI.

Dosímetro: Dispositivo, instrumento o sistema que puede utilizarse para medir o evaluar cualquier magnitud que pueda estar relacionada con la determinación de la dosis absorbida o equivalente.

Dosis absorbida (D): La energía absorbida por unidad de masa $D=d\varepsilon/dm$ donde $d\varepsilon$ es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen, y dm es la masa de la materia contenida en dicho elemento de volumen. En el presente Manual, la dosis absorbida indica la dosis promediada sobre un tejido u órgano. La unidad de dosis absorbida es el Gray (Gy).

Dosis efectiva (E): La suma de las dosis equivalentes ponderadas en todos los tejidos y órganos del cuerpo a causa de irradiaciones externas e internas. La unidad para la dosis efectiva es el Sievert (Sv).

Dosis equivalente (H_T): Dosis absorbida, en el tejido u órgano T, ponderada en función del tipo y la calidad de la radiación R. La unidad para la dosis equivalente es el Sievert (Sv).

Efectos biológicos deterministas: También llamados no estocásticos y que se caracterizan por tener umbral para su aparición. La gravedad de este efecto depende de la dosis.

Efectos biológicos estocásticos: También llamados probabilísticos. Estos efectos no tienen umbral y la probabilidad de su aparición aumenta con la dosis.

Emergencia radiológica: Situación que requiere medidas urgentes con el fin de proteger a los trabajadores, a los miembros del público o a la población, en parte o en su conjunto.

Empresa externa: Cualquier persona física o jurídica, distinta del titular de la instalación, que haya de efectuar actividades de cualquier tipo en una zona controlada de una instalación nuclear o radiactiva.

Estudiantes o personas en formación: Personas que en el seno o fuera de una empresa reciben una formación o enseñanza para ejercer un oficio o profesión, relacionado directa o indirectamente con actividades que pudieran implicar exposición a radiaciones ionizantes.

Especialista en Radiofísica Hospitalaria: Titulado superior que posee la especialidad médica de Radiofísica hospitalaria

Exposición: Acción y efecto de someter a las personas a las radiaciones ionizantes.

Exposición accidental: Exposición de personas como resultado de un accidente, aunque no dé lugar a superación de alguno de los límites de dosis establecidos. No incluye la exposición de emergencia.

Exposición de emergencia: Exposición voluntaria 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.

Exposición externa: Exposición del organismo a fuentes exteriores a él.

Exposición ocupacional: Exposición de los trabajadores durante el desarrollo de su trabajo, con la excepción de las excluidas del alcance de este MPR y las procedentes de fuentes y prácticas exentas de declaración y autorización según la legislación aplicable.

Exposición parcial: Exposición localizada esencialmente sobre una parte del organismo o sobre uno o más órganos o tejidos, o la exposición del cuerpo entero no homogénea.

Exposición potencial: Exposición que no se prevé que se produzca con seguridad, sino con una probabilidad de ocurrencia que puede estimarse con antelación.

Fondo radiactivo natural: Está constituido por el conjunto de radiaciones ionizantes que provienen de fuentes naturales terrestres o cósmicas.

Fuente: Equipo o sustancia capaz de emitir radiaciones ionizantes.

Fuentes artificiales: Fuentes de radiación distintas de las fuentes naturales de radiación.

Fuentes naturales de radiación: Fuentes de radiación ionizante de origen natural, terrestre o cósmico.

Gray (Gy): Nombre especial de la unidad de dosis absorbida en el Sistema internacional de medidas (S.I.). Un Gray es igual a un julio por kilogramo:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} \times \text{kg}^{-1}$$

Instalación radiactiva o radiológica: Instalación de cualquier clase que contenga una fuente radiactiva o un aparato productor de radiaciones ionizantes.

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. Dicha actuación tiene lugar sobre las fuentes, las vías de transferencia y las propias personas.

Ionización: Acción y efecto de pérdida / ganancia de electrones por un átomo.

Jefe de Servicio de Protección Radiológica: Persona responsable o al frente de un Servicio de Protección Radiológica, que será acreditada a tal efecto, mediante un diploma expedido por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Límites de dosis: Límites fijados en el RPSRI, para la dosis resultante de la exposición de los trabajadores profesionalmente expuestos y los miembros del público, no teniendo en cuenta la dosis debida al fondo natural y a las exploraciones médicas a que hayan podido ser sometidos.

Miembros del público: Individuos de la población, con excepción de los trabajadores expuestos y estudiantes en su jornada laboral.

Nivel de referencia: Valor de una magnitud física a partir del cual se toman medidas para su corrección y reducción hasta recuperar dicha magnitud valores “normales”. No se puede considerar un límite. Los valores de referencia más frecuentemente utilizados son: Nivel de registro, nivel de investigación y nivel de intervención, que a continuación se definen.

Nivel de registro: Nivel de referencia cuya superación implica el informe y archivo de los resultados obtenidos.

Nivel de investigación: Nivel de referencia cuya superación justifica una investigación de los hechos y circunstancias que la determinaron.

Nivel de intervención: Nivel de referencia cuya superación o previsión de superación, condiciona la realización de acciones correctivas o preventivas, según el caso, para paliar o eliminar los riesgos o los daños que pueda suponer.

Operador de instalaciones radiactivas: Persona con licencia o acreditación, otorgada por el Consejo de Seguridad Nuclear, capacitada para la manipulación de material radiactivo y/o equipos productores de radiación.

Pantalla: Dispositivo absorbente interpuesto en el trayecto de la radiación para interceptarla total o parcialmente cuya finalidad es la reducción de la dosis al otro lado del mismo.

Población en su conjunto: Toda la población comprendiendo los trabajadores expuestos, los estudiantes y las personas en formación y a los miembros del público.

Práctica: Actividad humana que puede aumentar la exposición de personas a la radiación procedente de una fuente artificial, o de una fuente natural de radiación, cuando los radionucleidos naturales son procesados por sus propiedades radiactivas, fisionables o fértiles, excepto en el caso de exposición de emergencia.

Radiaciones ionizantes: Haces de radiación con la energía suficiente para producir ionizaciones, de forma directa o indirecta.

Radiodiagnóstico: Utilización de rayos X con fines diagnósticos.

Restricción de dosis: Reducción de los valores de dosis individuales.

Servicio de Dosimetría Personal: Entidad responsable de la lectura e interpretación de las medidas obtenidas con dispositivos de vigilancia individual de dosis o de la medida de radiactividad recibida por el cuerpo humano a partir de muestras biológicas. Dichas entidades cuentan con el reconocimiento del CSN.

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales: Conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y 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. Tiene carácter interdisciplinario y puede incluir las especialidades y disciplinas preventivas de Medicina del trabajo, Seguridad en el trabajo, Higiene industrial y Psicología aplicada. Debe ser objeto de acreditación por la Administración laboral, previa aprobación de la Administración sanitaria en cuanto a los aspectos de carácter sanitario.

Servicio de Protección Radiológica: Servicio encargado del establecimiento de las normas de Protección Radiológica y de la vigilancia de su cumplimiento. Expresamente autorizada por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Sievert (Sv): Nombre especial de la unidad de dosis efectiva y de dosis equivalente en el S.I. Un Sievert es igual a un julio por kilogramo:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} \times \text{kg}^{-1}$$

Supervisor de instalaciones radiactivas: Persona con licencia específica concedida por el Consejo de Seguridad Nuclear, que capacita para dirigir el funcionamiento de la instalación y las actividades de los operadores. Todo ello según lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Técnico experto en Protección Radiológica: Persona debidamente cualificada, que forma parte de un Servicio de Protección Radiológica, y que, bajo la dirección del Jefe de Servicio de Protección Radiológica, realiza las actividades propias de dicho Servicio o Unidad.

Titular: Persona física o jurídica que tiene, con arreglo a la legislación nacional, la responsabilidad y la autoridad sobre el ejercicio de algunas de las prácticas o actividades laborales previstas en el artículo 2 del Reglamento 783/2001 de 6 de junio sobre PSCRI.

Trabajadores expuestos: Personas sometidas a una exposición a causa de su trabajo derivada de las prácticas a las que se refiere el presente MPR que pudieran entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Trabajadores externos: Cualquier trabajador, clasificado como trabajador expuesto, que efectúe actividades de cualquier tipo en la zona controlada de una instalación nuclear o radiactiva y que esté empleado de forma temporal o permanente por una empresa externa, incluidos los trabajadores en prácticas profesionales, personas en formación o estudiantes, o que preste sus servicios en calidad de trabajador por cuenta propia.

Verificación: Comprobación de la estabilidad de la respuesta de un equipo a una exposición o a una dosis absorbida de radiación determinadas, aunque no necesariamente conocidas.

Zonas controlada y vigilada: Clasificación radiológica de las zonas en función del riesgo de exposición y de la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.

Relación de documentos descriptivos del Área de Protección Radiológica

- **APR-01.** Ámbito de actuación.
- **APR-02.** Recursos humanos.
- **APR-03.** Equipamiento.
- **APR-04.** Medios de extinción de incendios.
- **APR-05.** Comisión de Protección Radiológica.
- **APR-06.** Inventario del material de protección.

Relación de procedimientos de trabajo del Servicio de Protección Radiológica

- **PTR-01.** Consideraciones generales sobre el diseño de las instalaciones radiactivas.
- **PTR-02.** Vigilancia de la radiación externa.
- **PTR-03.** Vigilancia de la contaminación radiactiva.
- **PTR-04.** Clasificación, control dosimétrico y médico del personal expuesto.
- **PTR-05.** Vigilancia de la gestión de material radiactivo.
- **PTR-06.** Vigilancia de la gestión de residuos radiactivos.
- **PTR-07.** Programa de calibraciones y verificaciones.
- **PTR-08.** Gestión de licencias y autorizaciones.
- **PTR-09.** Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas.
- **PTR-10.** Control de calidad de activímetros.
- **PTR-11.** Archivo de documentación.
- **PTR-12.** Vigilancia de trabajadoras gestantes expuestas.
- **PTR-13.** Emergencias en instalaciones radiactivas.
- **PTR-14.** Formación inicial y continuada de trabajadores expuestos.
- **PTR-15.** Control de calidad de equipos de radiodiagnóstico.

Documento APR-01

Ámbito de actuación del Área de Protección Radiológica

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universitat de València

Revisión: 1.2 [Septiembre 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Septiembre 2011
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

APR-01. Ámbito de actuación del Área de Protección Radiológica

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de las diferentes instalaciones existentes, con indicación de su ubicación así como de las fuentes radiactivas y equipos productores de radiaciones ionizantes disponibles.

Índice

1. Introducción.....	3
2. Instalación Radiactiva IRA-1737	3
2.1. Facultad de Biología	3
2.2. Facultad de Farmacia.....	4
2.3. Facultad de Física	5
2.4. Instituto de Ciencia Molecular (ICMOL)	5
2.5. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBIBE)	7
3. Instalación Radiactiva IRA-1993	8
3.1. Unidad Central de Investigación Médica	8
4. Servicio Central de Apoyo a la Investigación Experimental (SCSIE)	10
Anexo I. Organigrama de las instalaciones	11

Documento APR-02

Recursos humanos del Área de Protección Radiológica

Área de Protección Radiológica

Servicio de Seguridad, Salud y
Calidad Ambiental

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Noviembre 2009]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Noviembre 2009
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

Documento APR-03

Equipamiento del Área de Protección Radiológica

Área de Protección Radiológica

Servicio de Seguridad, Salud y
Calidad Ambiental

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Septiembre 2009]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Septiembre 2009
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

Documento APR-04

Medios de extinción de incendios en las Instalaciones Radiactivas de la UV

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.0 [Septiembre 2010]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Septiembre 2010
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Septiembre 2010
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

APR-04. Medios de extinción de incendios en las Instalaciones Radiactivas de la Universidad de Valencia.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los medios de extinción de incendios de los que se dispone en las distintas instalaciones radiactivas de la Universidad de Valencia.

Índice

Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear.....	3
Departamento de Genética.....	3
Departamento de Bioquímica.....	3
Departamento de Farmacología.....	3
Instituto de Física Corpuscular, IFIC.....	3
Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, ICBIBE.....	3
Instituto de Ciencias Moleculares, ICMOL.....	3
Servicios centrales de Apoyo a la Investigación Experimental, SCSIE.....	3
Unidad Central de Investigación de Medicina.....	4

Documento APR-05

Comisión de Protección Radiológica. Funcionamiento y competencias

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.0 [Mayo2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Revisado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

APR-05. Comisión de Protección Radiológica. Funcionamiento y competencias.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es describir el funcionamiento de la Comisión de Protección Radiológica y las competencias asignadas a la misma.

Índice

Reglamento interno de la Comisión de Protección Radiológica.....	3
SECCIÓN PRIMERA. COMPETENCIAS	3
SECCIÓN SEGUNDA: COMPOSICIÓN.....	3
4. Presidencia.	3
5. Secretario.....	3
6. Miembros de la Comisión.	4
SECCIÓN TERCERA: CONVOCATORIA Y QUORUM	5
7. Régimen de convocatorias.	5
8. Quòrum para la constitución vàlida de la Comisión.....	5
9. Votaciones y mayorías.	5
10. Actas.	5
SECCIÓN CUARTA: CONFIDENCIALIDAD	5
SECCIÓN QUINTA: CUSTODIA DE LA DOCUMENTACIÓN.....	6
13. Modificación del Reglamento.....	6

Documento APR-06

Inventario del material de protección en las distintas instalaciones

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.0 [Mayo2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Revisado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

APR-06. Inventario del material de protección en las distintas instalaciones.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es describir el material de protección disponible en cada una de las instalaciones de la Universidad de Valencia.

Índice

Material de protección disponible.....	3
Departamento de Bioquímica	3
Departamento de Genética	3
Departamento de Farmacología	3
Instituto de Ciencia Molecular (ICMOL).....	3
Instituto de Física Corpuscular	3
Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva (ICBIBE).....	4
Servicio Central de Apoyo a la Investigación Experimental (SCSIE)	4
Unidad Central de Investigación Médica	4

Procedimiento PTR-01

Consideraciones generales sobre diseño de instalaciones radiactivas

Área de Protección Radiológica

Servicio de Seguridad, Salud y
Calidad Ambiental

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Noviembre 2009]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Noviembre 2009
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-01. Consideraciones generales sobre el diseño de las instalaciones radiactivas

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de las consideraciones a tener en cuenta en el diseño de las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

1.	Introducción	3
2.	Distribución de zonas y accesos.	3
3.	Materiales y superficies.	3
4.	Instalación de ventilación y climatización.	4
5.	Instalación eléctrica.	4
6.	Sistema de protección contra incendios.	4
7.	Recintos de trabajo y almacenamiento de fuentes.	5
8.	Equipos y sistemas de protección radiológica.	5

Procedimiento PTR-02

Vigilancia de la radiación externa

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Noviembre 2009
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-02. Vigilancia de la radiación externa.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los procedimientos de determinación de los niveles de radiación en los puestos de trabajo y en aquellos lugares accesibles al público y trabajadores en las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

Objetivo	3
Material básico	3
Método experimental.....	3
Periodicidad	3
Tolerancias.....	3
Resultados	3
Archivo	3

Procedimiento PTR-03

Vigilancia de la contaminación radiactiva

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Octubre 2009
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-03. Vigilancia de la contaminación radiactiva.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los procedimientos de vigilancia de la posible contaminación en las zonas de manipulación y almacenamiento de material radiactivo en las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

Objetivo	3
Material básico	3
Método experimental.....	3
Periodicidad	4
Límites derivados para contaminación superficial	4
Resultados	4
Archivo	4

Procedimiento PTR-04

Clasificación, vigilancia dosimétrica y médica de trabajadores expuestos.

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-04. Clasificación, vigilancia dosimétrica y médica de trabajadores expuestos.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la clasificación del personal expuesto en las instalaciones radiactivas de la universidad de Valencia, así como la descripción del control dosimétrico y médico de los mismos.

Índice

Objetivo	3
Clasificación de los trabajadores expuestos.....	3
Control dosimétrico y médico del personal expuesto	4
Archivo de la información dosimétrica.	4

Procedimiento PTR-05

Vigilancia de la gestión de material radiactivo

Área de Protección Radiológica

Área de Prevención y Medio Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-05. Vigilancia de la gestión de material radiactivo.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los procedimientos de vigilancia de la recepción, almacenamiento y transporte de material radiactivo en las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

Objetivo	3
Adquisición de material radiactivo	3
Recepción	3
Almacenamiento	3
Archivo	3

Procedimiento PTR-06

Vigilancia de la gestión de residuos radiactivos

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Revisado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-06. Vigilancia de la gestión de residuos radiactivos.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los procedimientos de vigilancia de la gestión de los residuos radiactivos en las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

Objetivo	3
Evacuación de fuentes radiactivas	3
Transferencia de sales naturales de uranio y torio	3
Almacenamiento de residuos radiactivos	3
Gestión de efluentes líquidos.....	3
Gestión de tubos de rayos X, declarados y fuera de uso.....	3
Archivo	3

Procedimiento PTR-07

Programa de calibraciones y verificaciones

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.2 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-07. Programa de calibraciones y verificaciones.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción del programa de calibraciones y verificaciones de los equipos de medida de radiaciones con que cuentan las diferentes instalaciones radiactivas.

Índice

Objetivo	3
Criterios básicos para la calibración de los equipos de medida de las radiaciones.....	3
Control de la calibración de los equipos de medida de las radiaciones.	3
Verificación de equipos de medida de radiación y sistemas de seguridad.	3

Procedimiento PTR-08

Gestión de licencias y autorizaciones

Área de Protección Radiológica

Servicio de Seguridad, Salud y
Calidad Ambiental

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Octubre 2009]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Octubre-2009
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-08. Gestión de licencias y autorizaciones.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción del procedimiento a seguir para la concesión y renovación de licencias y autorizaciones, de los trabajadores expuestos de las instalaciones radiactivas de la Universidad de Valencia.

Índice

Objetivo	3
Gestión de Licencias y Autorizaciones	3
Archivo de documentación referida a Licencias y Autorizaciones.....	3

Procedimiento PTR-09

Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.1 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-09. Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción del método para llevar a cabo pruebas de hermeticidad a fuentes radiactivas encapsuladas almacenadas o en uso, en las diferentes instalaciones radiactivas de la Universidad de Valencia.

Índice

Objetivo	3
Ámbito de Aplicación.....	3
Equipos de medida	3
Métodos de prueba.	3
Certificado de hermeticidad	4
Medidas a tomar en caso de falta de hermeticidad	4

Procedimiento PTR-10

Control de calidad de activímetros

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-10. Control de calidad de activímetros

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de las pruebas de control de calidad a realizar a los activímetros de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1841/1997, sobre criterios de calidad en medicina nuclear y la publicación del Organismo Internacional de Energía Atómica, IAEA-TECDOC-602/S, "Control de Calidad de los Instrumentos de Medicina Nuclear" (1996).

Índice

Introducción.	5
Pruebas para el control de calidad de activímetros.	6
A1. Inspección general	8
A2. Calibración	8
A3. Respuesta en actividad	11
A4. Geometría	12
A5. Fondo	14
A6. Estabilidad	15
A8. Límites de medida	16
A9. Respuesta en energía	18

Procedimiento PTR-11

Archivo de documentación

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.2 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-11. Archivo de documentación.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de los procedimientos de archivo, de la documentación relativa a las instalaciones radiactivas incluidas en el ámbito de actuación de SPR de la Universidad de Valencia.

Índice

Objetivo	3
Documentación disponible	3
Documentación única	4
Documentación no anual	4
Documentación Anual	4
Documentación Periódica	5

Procedimiento PTR-12

Protección de trabajadoras gestantes expuestas

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-12. Protección de trabajadoras gestantes expuestas.

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción del programa de protección radiológica de trabajadoras gestantes expuestas, debido a que el feto resulta especialmente vulnerable frente a las radiaciones, ya que su exposición conlleva riesgos específicos, que no se dan en la exposición de seres ya nacidos. Por tanto, es necesario aplicar medidas adicionales de control con objeto de proteger al feto.

Índice

Riesgos derivados de una exposición prenatal	3
Valoración del riesgo.....	3
Límites y restricciones aplicables	4
Información a las trabajadoras expuestas	4
Evaluación de las condiciones de trabajo.....	4
Anexo 1. Modelo de ficha de declaración de embarazo.....	6

Riesgos derivados de una exposición prenatal

- Los factores principales a tener en cuenta para valorar el riesgo de la exposición prenatal a la radiación son, la edad gestacional, la dosis absorbida y su distribución en el tiempo.
- Respecto a la edad gestacional, el desarrollo del embrión/feto puede dividirse en tres fases:
 1. Etapa preimplantacional: desde la concepción hasta la implantación. Se estima que dosis equivalentes entre 100-200 mSv, inducen entre un 1% y un 2% de casos de letalidad.
 2. Etapa de organogénesis: entre la 3ª y la 8ª semana, se pueden producir malformaciones que afectarán a los órganos que tengan su desarrollo justamente en el tiempo en que tuviera lugar la exposición. Se considera, con carácter conservador, que en humanos, la dosis umbral, está en el intervalo de 100-200 mSv.
 3. Período fetal: de la 8ª a la 15ª semana, el efecto más importante detectado es el retraso mental severo, la dosis umbral por debajo de la cual no ocurre es de 120-200 mSv. De la semana 16ª y hasta la semana 25ª, el umbral de retraso mental severo aumenta a 500 mSv.

Durante el último trimestre de la gestación no se espera la incidencia de malformaciones o retraso mental autoinducido.

Valoración del riesgo.

- Las anomalías que puede producir la radiación no son específicas, por lo que, para estimar el riesgo por exposición a radiaciones ionizantes, se debe conocer la contribución de otros factores, como la edad de la madre, hábitos tóxicos, antecedentes familiares, enfermedades infecciosas, etc
- Una aproximación útil de valoración del riesgo consiste en indicar la probabilidad de no tener un hijo con malformaciones o cáncer y ver cómo esta probabilidad se modifica por la exposición a la radiación, como se indica en la siguiente tabla:

Probabilidad de tener un hijo sano en función de la dosis de radiación

Dosis absorbida por el embrión/feto (mGy)	Probabilidad de que el niño no tenga malformaciones (%)	Probabilidad de que el niño NO desarrolle cáncer entre los 0 y los 19 años (%)
0	97	99,7
0,5	97	99,7
1	97	99,7
2,5	97	99,7
5	97	99,7
10	97	99,6
50	97	99,4
100	Próximo a 97	99,1

Límites y restricciones aplicables

- Las recomendaciones básicas vigentes de ICRP-60 establecen que las medidas de protección aplicables al trabajo de mujeres gestantes deberían proporcionar al feto un nivel de protección comparable al de los miembros del público, es decir una dosis equivalente de 1 mSv/año. Para ello, una vez declarado el embarazo, habría que proteger al feto mediante la aplicación de un límite suplementario de dosis equivalente de 2 mSv en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer durante el resto de la gestación, debiéndose limitar la incorporación de radionucleidos a aproximadamente 1/20 del límite de incorporación anual (LIA).
- Estos límites no se deben a ninguna evidencia científica que apoye un mayor riesgo para el feto motivado por la exposición materna a radiaciones, sino a su reclasificación como miembro del público.
- Será necesario valorar cuidadosamente las condiciones de trabajo, de forma que se asegure una probabilidad suficientemente baja de incidentes que puedan dar lugar a dosis o incorporaciones significativas. Se debe garantizar que las condiciones de trabajo sean tales que resulte improbable que la dosis recibida por el feto durante el embarazo exceda de 1 mSv. Hay que evitar actividades laborales que impliquen riesgo significativo de contaminación.
- Estas disposiciones se recogen en el artículo 10 del RD 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

Información a las trabajadoras expuestas

- La declaración de embarazo por parte de la trabajadora gestante es responsabilidad exclusiva de ésta.
- Una vez declarado el embarazo directamente al Área de Protección Radiológica, es responsabilidad del titular asegurarse de que las condiciones de trabajo sean tales que la dosis equivalente en la superficie del abdomen sea inferior a 2 mSv durante el resto de la gestación.
- El titular debe procurar que la trabajadora esté totalmente informada de los riesgos que existen en su puesto de trabajo y de los límites de dosis que se le van a aplicar, proporcionándole en todo momento asesoramiento y asistencia.

Evaluación de las condiciones de trabajo

- Una vez realizada la declaración de embarazo, se realizará una estimación de la dosis que pueda recibir la trabajadora expuesta gestante en la superficie del abdomen, hasta el final de la gestación, teniendo en cuenta las condiciones en las que se desarrolla la actividad laboral, y el historial dosimétrico de los últimos meses.
- En caso de altas probabilidades de recibir dosis inferiores a 2 mSv, no será necesario realizar cambios en las condiciones de trabajo. Si es probable que la dosis sea inferior a 2 mSv, la trabajadora puede continuar con su trabajo normal, pero se deben tomar ciertas medidas para reducir la probabilidad de posibles exposiciones.

En caso de que sea probable recibir dosis superiores a 2 mSv, la trabajadora debe ser trasladada, hasta el final de la gestación, a otro puesto de trabajo donde se garanticen las situaciones anteriores.

- Debe existir una coordinación total entre el Servicio de Prevención y Medio Ambiente, y el responsable del Área de Protección Radiológica, en cuanto a las condiciones del trabajo a desempeñar por la trabajadora expuesta gestante.
- La trabajadora no deberá participar en los planes de emergencia de la instalación.

-
- Se le deberá asignar un dosímetro personal que deberá llevar a la altura del abdomen. En el caso de utilizar mandil plomado, el dosímetro deberá colocarse debajo del mandil.
 - A lo largo del período de gestación, el responsable de protección radiológica de la instalación, llevará a cabo el control de la dosis registrada en el abdomen, con objeto de asegurar que las dosis acumuladas no excedan el valor de 2 mSv. En caso de que dicho valor se superara, se considerará, a efectos prácticos como una superación de límite de dosis y se adoptarán las actuaciones técnicas y administrativas propias de tal situación.

Anexo 1. Modelo de ficha de declaración de embarazo.

Declaro voluntariamente que estoy embarazada con el fin de asegurar que, en el desempeño de mi trabajo, se apliquen las medidas de protección radiológica establecidas en la legislación vigente.

Nombre y apellidos.	
DNI	
Puesto de trabajo	
Fecha estimada de la concepción	
Fecha de la declaración	
Firma de la trabajadora	
Firma del responsable de Protección Radiológica de la Instalación	
Firma del médico responsable de Prevención de Riesgos Laborales.	

Procedimiento PTR-13

Emergencias en instalaciones radiactivas

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.0 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-13. Emergencias en instalaciones radiactivas.

Objeto del documento

El objetivo del presente procedimiento es concretar las normas de actuación en caso de que se produzca un accidente radiológico, es decir, en caso de que se pierda el control normal sobre el material radiactivo.

Índice

Objetivo	3
Procedimientos de emergencia	3
Fases del Plan de Emergencia	3
Normas de manipulación de fuentes radiactivas no encapsuladas.....	3
Actuación en caso de contaminación.	4
Actuación en caso de emergencias por pérdida o daños en fuentes radiactivas encapsuladas.	4

Procedimiento PTR-14

Formación inicial y continuada de los trabajadores expuestos

Área de Protección Radiológica

Servicio de Prevención y Medio
Ambiente

Universidad de Valencia

Revisión: 1.0 [Mayo 2011]	Fechas
Realizado por: Ana San Matías Izquierdo	Mayo 2011
Revisado por: Emilio Casal Zamorano	Mayo 2011
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-14. Formación inicial y continuada de los trabajadores expuestos.

Objeto del documento

El objetivo del presente procedimiento es definir los temas y el alcance de los mismos sobre los que debe versar la formación inicial y continuada de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes.

Índice

Objetivo	3
Formación inicial en protección radiológica	3
Formación continuada en protección radiológica	3

Procedimiento PTR-15

Control de calidad de equipos de radiodiagnóstico

Área de Protección Radiológica

Servicio de Seguridad, Salud y
Calidad Ambiental

Universitat de València

Revisión: 1.0 [Octubre 2011]	Fechas
Realizado por: Emilio Casal Zamorano	Octubre 2011
Revisado por:	
Aprobado por la Comisión de Protección Radiológica:	

PTR-15. Control de calidad de equipos de radiodiagnóstico

Objeto del documento

El objetivo del presente documento es la descripción de las pruebas de control de calidad a realizar a los equipos de radiodiagnóstico de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1976/1999, sobre criterios de calidad en radiodiagnóstico. En particular se consideran las pruebas para equipos de fluoroscopia.

Índice

- FL-1 Visualización de la forma de onda
- FL-2 Filtración: capa hemirreductora
- FL-3 Desviación de la tensión
- FL-4 Reproducibilidad de la tensión
- FL-5 Valor del rendimiento
- FL-6 Reproducibilidad de la tasa de dosis
- FL-7 Variación del rendimiento con la intensidad
- FL-8 Tasa de dosis a la entrada del intensificador de imagen en escopia
- FL-9 Umbral de sensibilidad a bajo contraste
- FL-10 Resolución a alto contraste
- FL-11 Relación entre el tamaño del campo de radiación e imagen
- FL-12 Distorsión de la imagen