

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1. Objeto del Manual .....	5
1.2. Ámbito de aplicación del Manual .....	5
1.3. Disponibilidad del Manual.....	5
1.4. Revisión del Manual.....	5
1.4.1. Objeto de las revisiones .....	5
1.4.2. Frecuencia y procedimiento de las revisiones.....	6
<b>2. ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDAD</b>	<b>7</b>
2.1. Personal que integra la UTPR y misiones encomendadas .....	7
2.2. Relación de la UTPR con los órganos de dirección y demás servicios y departamentos de las instalaciones .....	8
2.3. Responsabilidades de PR del personal y de los estamentos de la organización de las instalaciones .....	8
2.3.1. Responsabilidades del titular de la instalación.....	8
2.3.2. Responsabilidades del personal de la UTPR .....	9
2.3.3. Responsabilidades de los supervisores .....	10
2.3.4. Responsabilidades de los operadores .....	10
2.3.5. Revisión de la organización .....	11
<b>3. MEDIDAS FUNDAMENTALES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</b>	<b>12</b>
3.1. Riesgos radiológicos de las instalaciones.....	12
3.1.1. Riesgo de irradiación.....	12
3.1.2. Riesgo de contaminación .....	13
3.1.2.1. Fuentes radiactivas encapsuladas .....	13
3.1.2.2. Fuentes radiactivas no encapsuladas .....	13
3.1.2.3. Contaminación de zonas .....	13
3.1.2.4. Contaminación ambiental .....	13
3.1.2.5. Contaminación de personas .....	14
3.1.2.6. Contaminación de equipos .....	14
3.2. Clasificación del personal.....	14
3.2.1. Trabajador expuesto .....	14
3.2.2. Persona en formación o estudiante.....	14
3.2.3. Miembros del público .....	14
3.3. Clasificación de zonas.....	15
3.3.1. Criterios generales de clasificación de zonas .....	15
3.3.2. Establecimientos de zonas.....	16
3.3.3. Zona vigilada .....	16

3.3.4. Zona controlada .....	16
3.3.4.1. Zona de permanencia limitada .....	16
3.3.5. Criterios para la vigilancia y control de permanencia .....	17
3.3.6. Criterios para actualizar la clasificación, delimitación y señalización de zonas .....	17
<b>3.4. Vigilancia radiológica de áreas.....</b>	<b>17</b>
3.4.1. Vigilancia de la radiación.....	17
3.4.1.1. Periodicidad .....	17
3.4.1.2. Realización de las medidas de radiación .....	18
3.4.1.3. Niveles de registro, investigación e intervención .....	18
3.4.2. Vigilancia de la contaminación .....	18
3.4.2.1. Periodicidad .....	18
3.4.2.2. Realización de las medidas de radiación .....	19
3.4.2.3. Niveles de registro, investigación e intervención .....	19
3.4.3. Registro, evolución y archivo de los resultados .....	19
<b>3.5. Verificación de las instalaciones.....</b>	<b>20</b>
3.5.1. Verificación de los sistemas de detección y medida de la radiación.....	20
3.5.2. Verificación de los sistemas de seguridad y blindaje .....	20
3.5.3. Control de hermeticidad de las fuentes encapsuladas.....	20
3.5.4. Verificación del material radiactivo .....	21
3.5.5. Controles periódicos, averías, reparaciones y modificaciones de los generadores de radiaciones ionizantes.....	21
<b>3.6. Normas de acceso, permanencia y trabajo en zonas de significado radiológico.....</b>	<b>21</b>
3.6.1. Requisitos exigidos para acceder a zonas vigiladas .....	21
3.6.2. Requisitos para acceder a zonas controladas, medida de control de acceso y permanencia en las mismas .....	21
3.6.2.1. Control de acceso y permanencia en zonas limitadas y/o de permanencia reglamentada .....	22
3.6.3. Métodos de estimación de dosis para el personal que acceda a zonas vigiladas .....	22
3.6.4. Prácticas no permitidas en zonas vigiladas y controladas .....	22
3.6.5. Criterios para el control radiológico de las personas y del material .....	22
<b><u>4. VIGILANCIA DEL PERSONAL EXPUESTO DE LAS INSTALACIONES RADIATIVAS</u></b>	<b>23</b>
<b>4.1. Vigilancia, determinación y registro de dosis.....</b>	<b>23</b>
4.1.1. Límite de dosis para los trabajadores expuestos .....	23
4.1.2. Límite de dosis para personas en formación y estudiantes .....	23
4.1.3. Límites de dosis para los miembros del público.....	24
4.1.4. Protección especial durante el embarazo y la lactancia.....	24
4.1.5. Determinación y registro de las dosis .....	24
<b>4.2. Vigilancia y determinación de la dosis externa .....</b>	<b>25</b>
4.2.1. Dosimetría oficial.....	25

4.2.1.1	Criterios de asignación de los dosímetros .....	25
4.2.1.2	Frecuencia de la determinación de la dosis .....	25
4.2.1.3	Niveles de registro, investigación e intervención .....	25
4.2.1.4	Normas de utilización del dosímetro individual .....	26
4.2.2	Dosimetría de área .....	26
4.2.2.1	Instrumentación utilizada .....	26
4.2.2.2	Criterios de estimación de dosis personal .....	27
4.2.2.3	Personal al que se le realiza esta dosimetría .....	27
4.2.2.4	Frecuencia de determinación de la dosis personal .....	28
4.2.2.5	Niveles de registro, investigación e intervención .....	28
<b>4.3.</b>	<b>Vigilancia y determinación de la dosis interna .....</b>	<b>28</b>
4.3.1.	Entidad que efectúa la dosimetría .....	28
4.3.2.	Vigilancias periódicas y especiales .....	28
4.3.3.	Niveles de registro, investigación e intervención .....	29
<b>4.4.</b>	<b>Normas de actuación en caso de superación de los límites .....</b>	<b>29</b>
<b>4.5.</b>	<b>Registro de las dosis .....</b>	<b>30</b>
4.5.1.	Frecuencia de registro de la dosis .....	30
4.5.2.	Contenido del historial dosimétrico .....	30
4.5.3.	Disponibilidad y archivo del HDI .....	30
4.5.4.	Transmisión del HDI a los servicios médicos .....	30
<b>4.6.</b>	<b>Vigilancia de la contaminación de la piel .....</b>	<b>31</b>
4.6.1.	Forma de realizar ésta vigilancia .....	31
4.6.1.1.	Nivel de contaminación externa .....	31
4.6.1.2.	Nivel de contaminación interna .....	31
4.6.2.	Niveles de referencia y registro .....	31
<b>4.7.</b>	<b>Vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos .....</b>	<b>32</b>
4.7.1.	Exámenes de salud .....	32
4.7.2.	Examen de salud previo .....	32
4.7.3.	Exámenes de salud periódicos .....	33
4.7.4.	Clasificación médica .....	33
4.7.5.	Historial médico .....	33
4.7.6.	Vigilancia sanitaria especial .....	34
4.7.7.	Medidas adicionales .....	34
<b>5.</b>	<b>VIGILANCIA DEL PÚBLICO .....</b>	<b>35</b>
<b>6.</b>	<b>VIGILANCIA Y CONTROL DE EQUIPOS Y FUENTES RADIATIVAS .....</b>	<b>36</b>
<b>6.1.</b>	<b>Normas generales .....</b>	<b>36</b>
<b>6.2.</b>	<b>Recepción de equipos y fuentes radiactivas .....</b>	<b>36</b>
<b>6.3.</b>	<b>Movimiento del material radiactivo .....</b>	<b>36</b>
<b>6.4.</b>	<b>Inventario y almacenamiento .....</b>	<b>37</b>

<b><u>7. VIGILANCIA DE EFLUENTES Y RESIDUOS RADIATIVOS</u></b>	<b>38</b>
7.1. Gestión de residuos radiactivos.....	38
7.2. Gestión de efluentes radiactivos.....	38
7.3. Almacenamiento de residuos radiactivos .....	38
<b><u>8. FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA</u></b>	<b>40</b>
8.1. Personal de la UTPR .....	40
8.2. Personal de las instalaciones .....	40
8.3. Planes de formación .....	41
<b><u>9. MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN RADIOLÓGICA</u></b>	<b>42</b>
<b><u>10. CONCEPTOS BÁSICOS DE PR</u></b>	<b>43</b>
10.1. Principios básicos de PR .....	43
10.1.1. Justificación.....	43
10.1.2. Optimización.....	43
10.1.3. Limitación de la dosis .....	43
10.2. Campo de aplicación .....	44
10.3. Procedimientos de reducción de dosis .....	44

# **1. Introducción**

## **1.1. Objeto del Manual**

Este Manual tiene por objeto definir las funciones a cubrir por la Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), establecer los principios fundamentales de la protección radiológica (PR) que deben seguir las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico de la UAB y las instalaciones que soliciten los servicios de esta UTPR, así como determinar las líneas de responsabilidad en dichas instalaciones.

Este Manual se ha elaborado siguiendo las recomendaciones de la Guía de Seguridad 7.3 (Rev.1), del Consejo de Seguridad Nuclear.

## **1.2. Ámbito de aplicación del Manual**

El Manual se aplicará a todas las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico de la UAB, así como a cualquier otra instalación que solicite los servicios de esta UTPR.

## **1.3. Disponibilidad del Manual**

Tendrán acceso a este Manual el Rector de la UAB y/o sus representantes, como máximo responsable de la protección radiológica del Campus Universitario y titular de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico de la UAB. También tendrán acceso todos los usuarios de las instalaciones y todos los miembros de la comunidad universitaria que lo soliciten, así como todos los usuarios de la UTPR externos al campus.

En cada instalación se dispondrá de una copia de los procedimientos generales y específicos de trabajo que necesitaran para realizar una correcta gestión del material radiactivo o bien de los aparatos generadores de radiaciones ionizantes.

## **1.4. Revisión del Manual**

### **1.4.1. Objeto de las revisiones**

Adecuación del Manual de Protección Radiológica a la nueva legislación nacional, comunitaria y a las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Revisión del método de trabajo por:

- a) Optimización de la protección radiológica,

## 1. Introducción

- b) cambios en el funcionamiento de las instalaciones
- c) puesta en marcha nuevas técnicas que impliquen modificaciones en las normas establecidas en las distintas instalaciones situadas en la UAB y en las instalaciones externas al campus que nos lo soliciten.

### **1.4.2. Frecuencia y procedimiento de las revisiones**

Al menos una vez al año y en caso de cambio de la normativa vigente en materia de Protección Radiológica. Revisar los procedimientos de trabajo establecidos y los riesgos radiológicos que se derivan, y en caso de que fuera necesario, redactar nuevos procedimientos de trabajo.

## 2. Organización y responsabilidad

### 2.1. Personal que integra la UTPR y misiones encomendadas

Actualmente, el personal técnico asignado a la UTPR es el siguiente:

- Carmen Baixeras Divar  
Directora de la UTPR y Jefe de Protección Radiológica
- Fermina Pérez Carmona  
Técnica en Protección Radiológica
- Carles Bartolomé Filella  
Técnico en Protección Radiológica
- Xavier Amat Ferrer  
Soporte administrativo

Las funciones encomendadas al personal de la UTPR son las que se describen a continuación:

- a) Participar o supervisar en las fases de diseño, montaje, instalación, operación, modificación y clausura de las instalaciones, de la UAB y de las instalaciones externas que lo soliciten.
- b) Controlar la adquisición de material radiactivo y de equipos generadores de radiación ionizante de la UAB y de las instalaciones externas.
- c) Evaluar los riesgos radiológicos de cada una de las instalaciones de la UAB y de las instalaciones externas que lo soliciten.
- d) Clasificar las zonas de trabajo y el personal profesionalmente expuesto de la UAB y de las instalaciones externas que nos lo soliciten.
- e) Establecer las normas de acceso, permanencia y de trabajo en zonas de riesgo radiológico de la UAB y de las instalaciones externas que nos lo soliciten.
- f) Vigilar la radiación y la contaminación ambiental y superficial de cada instalación.
- g) Supervisar el tratamiento, almacenamiento y evacuación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos de las instalaciones que nos lo soliciten.
- h) Controlar que la emisión de afluentes líquidos y gaseosos que se produzcan en las instalaciones, se llevan a cabo de acuerdo con los valores autorizados.

## 2. Organización y responsabilidad

- i) Verificar y comprobar que estén calibrados los sistemas de detección y medida de las radiaciones ionizantes de las instalaciones radiactivas de la UAB y de las instalaciones externas que nos lo soliciten.
- j) Supervisar que se lleve a cabo la vigilancia médica de los trabajadores expuestos de categoría A, a través de un servicio médico legalmente autorizado.
- k) Aplicar las normas de protección a todos los trabajadores expuestos en las diversas instalaciones y velar porque dichas normas sean también aplicadas a todos los usuarios eventuales.
- l) Conocer o analizar, en su caso, el impacto radiológico derivado del funcionamiento de las instalaciones de la UAB y de las instalaciones radiactivas que preste servicio la UTPR. Asimismo, en el supuesto de una situación accidental, vigilar la radiación y la contaminación ambiental de cada instalación.
- m) Asesorar y recomendar, al titular de las instalaciones de la UAB y de las externas a las que se les preste servicio, sobre todo lo relacionado a la optimización de la protección radiológica.
- n) Efectuar el control de calidad de equipos de rayos X con fines de diagnóstico.

### **2.2. Relación de la UTPR con los órganos de dirección y demás servicios y departamentos de las instalaciones**

La UTPR de la UAB se organiza y funciona independientemente del resto de unidades funcionales de las instalaciones que preste servicio y mantendrá una dependencia funcional directa con el titular de las instalaciones de la UAB y de las instalaciones radiactivas externas que se les preste servicio.

### **2.3. Responsabilidades de PR del personal y de los estamentos de la organización de las instalaciones**

#### **2.3.1. Responsabilidades del titular de la instalación**

El titular es el máximo responsable de la aplicación de los principios de PR reflejados en la legislación vigente, en el ámbito de la instalación radiactiva y de radiodiagnóstico.

El titular de la instalación es el responsable de:

- a) Garantizar el cumplimiento de las especificaciones de la autorización de la instalación radiactiva y de radiodiagnóstico, las normas establecidas en este Manual, así como las disposiciones legales vigentes sobre instalaciones radiactivas.

- b) Asegurar que se imparta una formación en PR adecuada previa y periódica a todo el personal de la instalación.
- c) Dotar a la instalación de las capacidades y medios humanos y materiales necesarios.
- d) Comunicar al CSN y al SCAR, en el caso de las instalaciones catalanas, cualquier situación, accidente ó incidente que reduzca la seguridad de los trabajadores en materia de PR. En caso de que las consecuencias del accidente pueda afectar al público, se avisará a Protección Civil.
- e) Tomar las medidas oportunas en caso de incumplimiento de las normas de PR establecidas.
- f) Facilitar a los inspectores del CSN el acceso, la documentación y los medios necesarios para el cumplimiento de su misión.
- g) La instalación en caso de que ocurra una emergencia y de las situaciones que pudieran producirse.

Aunque la responsabilidad final no puede delegarse, el titular atribuirá al Jefe de PR la autoridad necesaria para velar por el cumplimiento de las normas establecidas en este Manual dotándole de los medios humanos, técnicos y materiales necesarios para que pueda llevar a buen fin sus funciones.

### **2.3.2. Responsabilidades del personal de la UTPR**

El Jefe de Protección Radiológica es el responsable:

- a) Del cumplimiento de las normas oficialmente aprobadas en relación con la protección radiológica y de las contenidas en los reglamentos de funcionamiento de todas las instalaciones de la UAB y de las instalaciones que soliciten los servicios de la UTPR.
- b) De informar a todos los supervisores de la actuación que procede adoptar en cada momento, según lo dispuesto en la normativa aplicable y en los correspondientes reglamentos de funcionamiento, así como de comunicarlo a los titulares de las instalaciones.
- c) De comunicar los titulares de las instalaciones que preste servicio de:
  - Toda alteración de las condiciones físicas o psíquicas del titular de una licencia de operador o de supervisor que pueda provocar una disminución de la capacidad y de la responsabilidad del trabajador.
  - Cualquier funcionamiento incorrecto de los sistemas de protección incorporados a las instalaciones para impedir que se sobrepase un determinado límite de seguridad.
- a) De detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si estima que no hay suficientes condiciones de seguridad de la misma.

## 2. Organización y responsabilidad

- d) Los técnicos de la UTPR serán responsables:
- b) Del cumplimiento de las normas oficialmente aprobadas en relación con la protección radiológica y de las contenidas en los reglamentos de funcionamiento de todas las instalaciones de la UAB y de las instalaciones que soliciten los servicios de la UTPR.
- c) De actuar en todo momento atendiendo a las instrucciones del Jefe de Protección Radiológica.
- d) De detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si estima que no hay suficientes condiciones de seguridad de la misma si le es imposible informar al supervisor con la prontitud requerida.

### **2.3.3. Responsabilidades de los supervisores**

Los supervisores de las instalaciones como responsables directos del funcionamiento de la instalación:

- a) Están obligados a cumplir y hacer cumplir las especificaciones y el Reglamento de Funcionamiento, el plan de emergencia y cualquier otro documento oficialmente aprobado. Asimismo deberá seguir las normas de funcionamiento contenidas en los manuales de operación.
- b) Cuando para realizar una determinada operación no exista previamente una norma escrita, el supervisor debe proceder a redactarla antes de su ejecución y la incluirá en el diario de operaciones.
- c) El supervisor tiene plena autoridad para detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si estima que no hay suficientes condiciones de seguridad de la misma.
- d) De actuar en todo momento atendiendo a las instrucciones del Jefe de Protección Radiológica.
- e) De llevar el diario de su instalación, de conformidad con lo que establece el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, así como de archivarlo y custodiarlo.

### **2.3.4. Responsabilidades de los operadores**

Los operadores de las instalaciones son responsables:

- a) De cumplir las especificaciones y el Reglamento de Funcionamiento, el Plan de Emergencia y cualquier otro documento oficialmente aprobado. Asimismo deberá seguir las normas de funcionamiento contenidas en los manuales de operación.
- b) De detener en cualquier momento el funcionamiento de la instalación si estima que no hay suficientes condiciones de seguridad de la misma si le es imposible informar al supervisor con la prontitud requerida.

### **2.3.5. Revisión de la organización**

Se efectuará una revisión de la organización siempre que cambie la legislación y cuando se considere necesario para optimizar la protección radiológica.

## **3. Medidas fundamentales de protección radiológica**

### **3.1. Riesgos radiológicos de las instalaciones**

En una instalación radiactiva puede presentarse dos tipos de riesgo, según la naturaleza de las fuentes que tengan: riesgo de irradiación y/o riesgo de contaminación.

Los criterios que se describen a continuación, en cuanto a los tipos de riesgo, se aplicarán a todas las instalaciones radiactivas de la UAB y a instalaciones radiactivas y/o las empresas externas que soliciten los servicios de la UTPR.

#### **3.1.1. Riesgo de irradiación**

El riesgo de irradiación puede ser producido por todas las fuentes de radiación; aceleradores, equipos de rayos X, fuentes encapsuladas y fuentes no encapsuladas.

Para minimizar este tipo de riesgo hay que tener en cuenta las tres reglas principales de protección radiológica; la distancia, el tiempo y el blindaje.

Por tanto, el primer medio de protección, cuando sea posible, será permanecer a una distancia suficiente como para recibir la dosis mínima posible. Cuando esto no sea posible, se utilizará un segundo medio de protección, los blindajes. Según el tipo de radioisótopo utilizado pueden ser simples pantallas de metacrilato o bien gruesas cajas de contención plomadas. En último lugar, a estos dos medios se les sumará siempre el tercero; reducir al máximo el tiempo de exposición a las radiaciones.

En la UAB, en concreto, el riesgo de irradiación es pequeño en condiciones no accidentales, esto es debido a que las fuentes emisoras gamma de energía superior a 500 keV son encapsuladas y están dentro de contenedores blindados. Como ejemplo, se puede citar que la fuente con más riesgo de irradiación implícito, una fuente de neutrones de Americio-Berilio de 37GBq de actividad, la dosis máxima que hay en contacto con el blindaje es de 3  $\mu$ Sv/h. Por otro lado, en las instalaciones que se utilizan isótopos radiactivos no encapsulados que emiten gammas también hay riesgo de irradiación, pero de muy poca importancia, pues utilizan muestras de poca actividad.

En las instalaciones de radiodiagnóstico se utilizarán medios de protección como delantales y guantes plomados, si deben estar presentes en el momento del disparo, como es el caso en la instalación del Hospital Clínico Veterinario de la UAB.

### **3.1.2. Riesgo de contaminación**

El riesgo de contaminación puede originarse por una fuente radiactiva no encapsulada o por una encapsulada que haya perdido su hermeticidad.

Los criterios que se seguirán para minimizar este tipo de riesgo son los que se describen a continuación.

#### **3.1.2.1. Fuentes radiactivas encapsuladas**

A fin de prevenir los riesgos de contaminación derivados de la pérdida de hermeticidad de las fuentes radiactivas encapsuladas se llevará a cabo anualmente pruebas de hermeticidad a dichas fuentes, de forma que se detecte cualquier fuente que haya dejado de ser estanca. También se efectuará una prueba de hermeticidad si ha ocurrido algún incidente o accidente que pudiera dañar el encapsulamiento y se tratarán como residuos radiactivos. Esta prueba se describe en el Procedimiento de control de hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas (UPR/CH/0000-01).

#### **3.1.2.2. Fuentes radiactivas no encapsuladas**

Para prevenir el riesgo de contaminación con una fuente radiactiva no encapsulada, una manera de actuar es el confinamiento de la misma en una caja estanca con acceso provisto de guantes, vitrinas, etc..

En el caso de no poder confinar la fuente, hay que protegerse del contacto con ella empleando vestuario protector contra la contaminación, cubrecalzado, guantes, mascarillas, etc.. según sea el riesgo de contaminación.

#### **3.1.2.3. Contaminación de zonas**

Con objeto de minimizar el riesgo de contaminación de zonas, las manipulaciones de los isótopos se realizarán sobre superficies o en bandejas recubiertas de papel absorbente. En el caso de manipulaciones más arriesgadas se realizarán en una campana de gases de tiro forzado con filtración adecuada. El recubrimiento y los filtros se renovarán periódicamente.

En caso de un derrame de soluciones radiactivas, la descontaminación se realizará tal como se describe en el Procedimiento de descontaminación de materiales (UPR/DM/0000-01).

#### **3.1.2.4. Contaminación ambiental**

En las instalaciones de la UAB, este riesgo es mínimo en condiciones normales, pues, los radionucleidos que se utilizan están en forma de disolución acuosa, por lo cual no se presentan problemas de volatilidad o dispersión.

En caso de ser una instalación radiactiva que presentara este tipo de riesgo se estudiarían los medios de protección para evitar la contaminación ambiental.

### 3. Medidas fundamentales de protección radiológica

#### 3.1.2.5. Contaminación de personas

Para minimizar este riesgo al mínimo, el personal trabajará con bata adecuadas, guantes de plástico y gafas de protección en todas aquellas manipulaciones en que se utilicen sustancias radiactivas.

En caso de producirse una contaminación de una persona se actuará como se indica en el Procedimiento de descontaminación de materiales UPR/DM/0000-01.

#### 3.1.2.6. Contaminación de equipos

Si se llegara a producir una contaminación de aparatos o instrumental de laboratorio se seguirá el procedimiento UPR/DM/0000-01.

### 3.2 Clasificación del personal

#### 3.2.1. Trabajador expuesto

El trabajador expuesto es toda personas sometida a una exposición, a causa de su trabajo, que por ello pudiera recibir dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Por razones de vigilancia y control radiológico, los trabajadores expuestos, según sus condiciones de trabajo, se clasificarán en dos categorías:

- **Categoría A:** Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva  $> 6$  mSv/año o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites anuales para el cristalino, la piel y las extremidades.
- **Categoría B:** Pertenecen a esta categoría aquellas personas que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv/año o a 3/10 de los límites anuales para el cristalino, la piel y las extremidades.

No se asignará como trabajador expuesto a personas menores de 18 años.

#### 3.2.2. Persona en formación o estudiante

Se dirá que es una persona en formación o estudiante a toda persona que, no siendo trabajador, recibe formación o instrucción para ejercer una profesión, relacionado directa e indirectamente con actividades que puedan implicar exposición a las radiaciones ionizantes.

#### 3.2.3. Miembros del público

Se definen como miembros del público a las personas de la población con excepción de los trabajadores expuestos, las personas en formación o estudiantes durante sus horas de trabajo, las personas durante la exposición

mientras se realiza un diagnóstico médico, las personas que voluntariamente (fuera de su ocupación) ayudan o alivian a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico y, por último, a las que se ofrecen voluntariamente para participar en programas de investigación médica.

### **3.3. Clasificación de zonas**

#### **3.3.1. Criterios generales de clasificación de zonas**

La señalización de las zonas controladas y vigiladas se efectuará basándose en lo establecido en la norma UNE-73-302 y de acuerdo con lo especificado a continuación.

El riesgo de exposición vendrá señalado utilizando su símbolo internacional, un "trébol" enmarcado por una orla rectangular del mismo color del símbolo y de la misma anchura que el diámetro de la circunferencia interior de dicho símbolo.

Si en cualquier zona existe solamente riesgo de exposición externa se utiliza el trébol correspondiente bordeado de puntas radiales, si existe riesgo de contaminación y el riesgo de irradiación es despreciable, se utiliza el trébol correspondiente de la zona en campo punteado, y si existe conjuntamente el riesgo de contaminación y de exposición se utiliza el trébol correspondiente bordeado de puntas radiales en campo punteado.

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

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

Cuando se deban señalar con carácter temporal los límites de una zona, se emplearán vallas, barras metálicas articuladas o soportes por los que se hagan pasar cuerdas cadenas, cintas, etc que tendrán el color correspondiente a la zona de que se trate.

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

Dentro de las zonas controladas y vigiladas las fuentes deberán estar señalizadas.

### **3.3.2. Establecimientos de zonas**

Formarán parte de la instalación radiactiva los lugares de trabajo en los que sea probable recibir una dosis efectivas superiores a 1 mSv/año.

### **3.3.3. Zona vigilada**

Es aquella zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis superiores a 1 mSv/año o una dosis superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para los trabajadores expuestos en el cristalino, la piel y las extremidades pero inferiores a las indicadas en la zona controlada.

En las zonas vigiladas el trébol es de color gris azulado sobre fondo blanco.

### **3.3.4. Zona controlada**

La zona controlada es aquella que:

- a) Exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año o una dosis superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente fijado para los trabajadores expuestos en el cristalino, la piel y las extremidades.
- b) Sea necesario seguir procedimientos de trabajo, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias.

En las zonas controladas el trébol es de color verde sobre fondo blanco.

Además, las zonas controladas se podrán subdividir en zonas de permanencia limitada, de permanencia reglamentada y en zonas de acceso prohibido.

#### **3.3.4.1. Zona de permanencia limitada**

La zona de permanencia limitada es aquella en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis para personal expuesto. En la zona de permanencia limitada el trébol es de color amarillo sobre fondo blanco.

Como el personal no puede permanecer en esta zona toda la jornada laboral, hay que llevar un control del tiempo de permanencia del personal profesionalmente expuesto.

#### **3.3.4.2. Zona de permanencia reglamentada**

La zona de permanencia reglamentada es aquella en la que existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis fijados para personal expuesto y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.

En esta zona el trébol es de color naranja sobre fondo blanco.

#### **3.3.4.3. Zona de acceso prohibido**

La zona de acceso prohibido, es aquella en la que existe el riesgo de recibir en una exposición única dosis superiores a los límites anuales fijados. En esta zona, el trébol es de color rojo sobre fondo blanco.

#### **3.3.5. Criterios para la vigilancia y control de permanencia**

En las zonas vigiladas y controladas, el acceso y permanencia es controlado por el personal con licencia de la instalación bajo la supervisión del Jefe de la UTPR.

#### **3.3.6. Criterios para actualizar la clasificación, delimitación y señalización de zonas**

Cuando se realice una modificación de cualquier instalación radiactiva, se realizará un estudio de riesgos y se actualizará, si es necesario, la clasificación, delimitación y señalización de zonas.

### **3.4. Vigilancia radiológica de áreas**

En este apartado se pretende establecer un conjunto de medidas que tendrán la finalidad de comprobar experimentalmente y con la periodicidad necesaria que tanto la dosis como los niveles de contaminación están dentro de los límites permitidos.

El personal de categoría A de las instalaciones llevarán un dosímetro personal y el de categoría B se estimará anualmente la dosis recibida.

La realización de la vigilancia radiológica conlleva controlar la radiación y la contaminación radiactiva. La UTPR realizará medidas de radiación y contaminación periódicas y los supervisores responsables de cada instalación realizarán las medidas de contaminación y/o de radiación rutinarias.

#### **3.4.1. Vigilancia de la radiación**

Se realizan medidas de radiación con el fin de comprobar que las dosis y niveles de riesgo existentes están dentro de los límites correspondientes a cada zona.

##### **3.4.1.1. Periodicidad**

**Rutinaria.-** Si en la instalación hay riesgo de irradiación, el supervisor responsable realizará periódicamente medidas de radiación durante las operaciones habituales. Esta periodicidad vendrá establecida en la autorización propia de la instalación.

**Control periódico de la UTPR.-** Por otro lado, la UTPR realizará controles anuales o semestrales, dependiendo de la instalación, para poder determinar que los niveles de radiación continúan estando dentro de los límites establecidos.

### 3. Medidas fundamentales de protección radiológica

**Vigilancia especial.-** Se realizará este tipo de vigilancia cuando en un control periódico se observe una anomalía en los registros de los niveles de radiación, y también, en caso de que se produzca un incidente. En esta vigilancia se observará si ha aumentado los niveles de radiación, en caso de que fuese así, se tomarán las medidas oportunas y se continuarán realizando comprobaciones hasta verificar que se vuelven a los niveles de radiación rutinarios.

#### 3.4.1.2. Realización de las medidas de radiación

Se utilizarán monitores de tasa de dosis, tanto las medidas realizadas por el supervisor responsable y por el personal de la UTPR, los valores obtenidos se reflejarán en el Diario de Operaciones.

De los controles periódicos que realice la UTPR, se elaborará un informe con los resultados y se les enviará a los supervisores para su conocimiento y archivo.

#### 3.4.1.3. Niveles de registro, investigación e intervención

**Nivel de registro (NR).-** Este nivel es un umbral de registro de dosis. Por encima de este nivel es conveniente tener constancia escrita. El NR se puede hallar por la fórmula:

$$NR = 0,01 \times E$$

E = límite de dosis efectiva anual.

**Nivel de Investigación (NI).-** Este nivel es un nivel que no es normal alcanzar y cuando se llega a este nivel es conveniente iniciar una investigación. El NI se puede hallar por la fórmula:

$$NI = 0,1 \times E$$

E = límite de dosis efectiva anual.

**Nivel de intervención.-** El nivel de intervención es el que obliga a actuar rápidamente porque se han superado los valores de radiación que corresponden a la zona afectada. Estos valores se alcanzan cuando se hace una imprudencia o cuando ocurre algún incidente en la instalación.

#### 3.4.2. Vigilancia de la contaminación

Se controla periódicamente el nivel de contaminación superficial, en los lugares donde se manipulan los isótopos radiactivos, especialmente cada vez que se trabaja con cantidades importantes de actividad.

##### 3.4.2.1. Periodicidad

**Rutinaria.-** Si en la instalación hay riesgo de contaminación, el supervisor responsable realizará periódicamente medidas de contaminación superficial durante las operaciones habituales. Esta periodicidad vendrá establecida en la autorización propia de la instalación.

**Control periódico de la UTPR.-** Por otro lado, la UTPR realizará controles anuales o semestrales, dependiendo la instalación, para poder determinar que los niveles de contaminación continúan estando dentro de los límites establecidos.

**Vigilancia especial.-** Se realizará este tipo de vigilancia cuando en un control periódico se observe una anomalía en los registros de los niveles de contaminación, y también, en caso de que se produzca un incidente. En esta vigilancia se observará si ha aumentado los niveles de radiación, en caso de que fuese así, se tomarán las medidas oportunas y se continuarán realizando comprobaciones hasta verificar que se vuelven a los niveles rutinarios.

#### **3.4.2.2. Realización de las medidas de radiación**

El procedimiento a seguir para realizar las medidas de contaminación, agrupando las correspondientes a las zonas de trabajo y las de nivel personal se describen en el Procedimiento de control de contaminación superficial (UPR/CC/0000-01).

#### **3.4.2.3. Niveles de registro, investigación e intervención**

El **Nivel de registro** (NR) es un umbral de registro de la contaminación superficial. Por encima de este nivel es conveniente tener constancia escrita. Este nivel es el siguiente:

- a) Laboratorio convencional con Zonas Autorizadas 3,7 Bq/cm<sup>2</sup>
- b) Laboratorio de radioisótopos 10 Bq/cm<sup>2</sup>

El **Nivel de investigación** (NI) es un nivel que no es normal alcanzar y cuando se llega a este nivel es conveniente iniciar una investigación. El NI se puede hallar por la fórmula:

$$NI = NR \times 10$$

El **Nivel de intervención** es aquel que obliga a actuar para llevar los valores de la contaminación a niveles inferiores del NR. Estos niveles se alcanzan cuando se hace alguna imprudencia o cuando ha ocurrido algún incidente en la instalación.

#### **3.4.3. Registro, evolución y archivo de los resultados**

En relación a los controles que se llevan a cabo en las instalaciones de la UAB, actualmente el Servicio de Protección Radiológica elabora un informe donde se reflejan los resultados obtenidos, donde se evalúan según los niveles antes mencionados y mantiene un archivo actualizado de cada uno de estos informes.

La UTPR realizará lo mismo en las instalaciones de la UAB y a las instalaciones radiactivas externas que nos lo soliciten.

### **3.5. Verificación de las instalaciones**

#### **3.5.1. Verificación de los sistemas de detección y medida de la radiación**

A los sistemas empleados de detección y medida de la radiación y contaminación se les efectúan un mantenimiento que comprende la verificación de parámetros tales como alimentación, alta tensión, cero del aparato de lectura cuando procede, funcionamiento correcto de las alarmas.

Los detectores de radiación se calibran con una periodicidad de 3 años en un laboratorio autorizado por el CSN.

A los detectores de contaminación superficial se les verifican las curvas de respuesta, en términos de eficiencia en función de la energía, para la cual la UTPR dispone de fuentes calibradas exentas.

#### **3.5.2. Verificación de los sistemas de seguridad y blindaje**

Los servicios de mantenimiento de la UAB hacen revisiones periódicas de los extintores de incendios , duchas de emergencia etc.. El personal responsable de los laboratorios comprueba el buen funcionamiento de duchas de emergencias, lavaojos etc..

Se verifica periódicamente la contaminación superficial de las superficies de trabajo, así como de las mamparas de metacrilato, neveras, congeladores, etc., prestando una atención especial a los pomos de las puertas y lugares que son tocados con las manos con más frecuencia.

El sistema de verificación de la posible contaminación superficial será en función del tipo de isótopo empleado. Así, para emisores Beta se verifican con ayuda de un monitor portátil de ventana delgada. La detección de emisores de baja energía se realiza mediante la aplicación sistemática de "frotis", es decir, limpiando las superficies a verificar con pequeñas porciones de papel de filtro humedecido. La hipotética contaminación radiactiva de dichos papeles es medida con un contador de centelleo.

El sistema de ventilación de las campanas de gases será revisado periódicamente por el personal técnico de la UAB y de la instalación externa que prestemos nuestros servicios.

Las instalaciones externas dispondrán de un servicio de mantenimiento para que realice estas verificaciones.

#### **3.5.3. Control de hermeticidad de las fuentes encapsuladas**

La prueba de hermeticidad es un control que se realiza, como mínimo anualmente, para comprobar el buen estado de las fuentes radiactivas encapsuladas.

El método empleado para este control se describe en el procedimiento de control de hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas UPR/CH/0000-01.

#### **3.5.4. Verificación del material radiactivo**

Se comprobará la integridad del material radiactivo al llegar al laboratorio. En caso de que se encuentre en buenas condiciones, se guardará en el frigorífico o congelador del laboratorio de radioisótopos de la instalación correspondiente. En caso contrario se considerará un residuo radiactivo.

Todo el material de un sólo uso, una vez utilizado se trata como residuo radiactivo, como se explica en el apartado de residuos radiactivos.

#### **3.5.5. Controles periódicos, averías, reparaciones y modificaciones de los generadores de radiaciones ionizantes**

Se comprobará periódicamente los sistemas de seguridad y los niveles de radiación en el exterior de los equipos radiactivos, des del punto de vista de la protección radiológica. Esta periodicidad será la que venga definida en la autorización de la instalación radiactiva. El método empleado para realizar estos controles se describe en el Procedimiento de control de niveles de radiación UPR/NR/0000-01.

También, se ha establecido un protocolo de gestión de averías, reparaciones y modificaciones de los generadores de radiaciones ionizantes que está incluido en el Procedimiento de vigilancia y control de equipos UPR/VE/0000-01.

### **3.6. Normas de acceso, permanencia y trabajo en zonas de significado radiológico**

#### **3.6.1. Requisitos exigidos para acceder a zonas vigiladas**

Podrán acceder a zonas vigiladas el trabajador expuesto de categoría A y B, así como el personal en formación. El acceso y permanencia en esta zona es controlado por el supervisor responsable de la instalación.

#### **3.6.2. Requisitos para acceder a zonas controladas, medida de control de acceso y permanencia en las mismas**

Podrá acceder a estas zonas el trabajador expuesto de categoría A, el personal de categoría B tendrá restringida su entrada a las zonas controladas donde sea muy improbable que reciba dosis superiores a 6 mSv. El acceso y permanencia, igual que en el caso de la zona vigilada, es controlado por el supervisor responsable de la instalación.

### 3. Medidas fundamentales de protección radiológica

#### **3.6.2.1. Control de acceso y permanencia en zonas limitadas y/o de permanencia reglamentada**

Para la zona limitada y/o de permanencia reglamentada, su acceso estaría restringido a las personas autorizadas por el Jefe de la UTPR. Por tanto, el control de permanencia lo realizaría la UTPR y cuando estas zonas no estén activas, permanecerían cerradas con llave.

#### **3.6.3. Métodos de estimación de dosis para el personal que acceda a zonas vigiladas**

Según sea la categoría del personal, se seguirá lo expuesto en los puntos 4.2 y 4.3.

#### **3.6.4. Prácticas no permitidas en zonas vigiladas y controladas**

Estará totalmente prohibido, en las zonas vigiladas y controladas, la manipulación de isótopos radiactivos de tal actividad y energía que la exposición del personal que tenga acceso a estas zonas, a pesar de las medidas de PR establecidas, pueda recibir más de las dosis fijadas en dichas zonas.

#### **3.6.5. Criterios para el control radiológico de las personas y del material**

Tal como se indica en el punto 3.4.2, se realiza una vigilancia rutinaria cuando se manipula fuentes radiactivas no encapsuladas. En ellas, se establece que siempre se compruebe, con un monitor adecuado, si existe contaminación en cualquier material que se quiera sacar de la instalación. Además, las personas que trabajen en la zona y quieran abandonar la instalación también se harán una monitorización, como mínimo, de las manos.

## **4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas**

Los criterios de vigilancia a los usuarios de las instalaciones radiactivas adoptadas por la UAB son las que se describen a continuación.

En el caso de las empresas externas que soliciten los servicios de la UTPR, se aplicarán los mismos criterios, si es posible, o se estudiará la manera más idónea para realizarla según la actividad de la instalación.

### **4.1. Vigilancia, determinación y registro de dosis.**

La vigilancia de los usuarios de las instalaciones se realizará según lo dispuesto en el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (RPSRI), y se actualizará cuando ese Real Decreto sea sustituido por otra disposición legal.

#### **4.1.1. Límite de dosis para los trabajadores expuestos**

El límite de dosis efectiva para trabajadores expuestos será de 100 mSv durante todo periodo de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el apartado:

- a) El límite de dosis equivalente para el cristalino será de 150 mSv por año oficial.
- b) El límite de dosis equivalente para la piel será de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplicará a la dosis promediada sobre cualquier superficie de 1 cm<sup>2</sup>, con independencia de la zona expuesta.
- c) El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos será de 500 mSv por año oficial.

#### **4.1.2. Límite de dosis para personas en formación y estudiantes**

Los límites de dosis efectiva que se aplican son diferentes según la edad de la persona:

- a) Si es mayor de 18 años, serán los mismos que los de los trabajadores expuestos.
- b) Si tiene su edad comprendida entre 16 y 18 años, el límite será de 6 mSv/año.
- c) Si es menor de 16 años, se aplicarán los mismos que a los establecidos para miembros del público.

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

Sin perjuicio a estos límites, para los estudiantes definidos en los apartados a) y b) se aplican los límites de dosis equivalente:

- Para el cristalino será de 50 mSv/año.
- Para la piel y las extremidades será de 150 mSv/año.

##### **4.1.3. Límites de dosis para los miembros del público**

El límite de dosis efectiva para miembros del público es de 1 mSv/año y el límite de dosis equivalente, para el cristalino será de 15 mSv/año y para la piel de 50 mSv/año.

##### **4.1.4. Protección especial durante el embarazo y la lactancia**

Tan pronto como una mujer embarazada comunique su estado al titular de la instalación, la protección del feto deberá ser comparable a la de los miembros del público. Por ello, las condiciones de trabajo de la mujer embarazada serán tales que la dosis equivalente al feto sea tan baja como sea razonablemente posible, de forma que sea improbable que dicha dosis exceda de 1 mSv, al menos desde la comunicación de su estado hasta el final del embarazo.

##### **4.1.5. Determinación y registro de las dosis**

La dosis recibida por el personal expuesto de categoría A se determina cada mes mediante un dosímetro personal. Los que trabajan únicamente con fuentes no encapsuladas de emisores beta de baja energía, como el tritio y el carbono-14, no necesitan llevar dosímetro y se les estima la dosis recibida a partir de la actividad utilizada y de los controles de contaminación superficial que se hagan. En caso de incidente o accidente, se llevará a cabo un control dosimétrico de orina siguiendo el método establecido en el Protocolo de dosimetría interna (UPR/DI/0001-01).

El personal de categoría B puede llevar dosímetro o se hará una evaluación anual de la dosis recibida a partir de las medidas de radiación ambiental y del tiempo de permanencia en el mismo.

El sistema dosimétrico utilizado para la determinación de la dosis individual es, principalmente, el dosímetro individual de termoluminiscencia proporcionado por un centro autorizado.

De toda la dosimetría se lleva un registro individualizado con todos los resultados de todos los controles dosimétricos, tanto internos como externos. Esta información será archivada por el titular de la instalación, hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado la edad de setenta y cinco años, y nunca por un período inferior a treinta años, contados a partir de la fecha de cese del trabajador en aquellas actividades que supusieran su clasificación como trabajador expuesto.

La UTPR recibirá un informe dosimétrico de los supervisores responsables de la instalación, y se envía copia del resumen anual al actual SPR de la UAB.

## 4.2. Vigilancia y determinación de la dosis externa

### 4.2.1. Dosimetría oficial

En el caso de las instalaciones radiactivas de la UAB, la dosimetría oficial se esta llevando a cabo mediante dosímetro personal de termoluminiscencia (TLD). La entidad que efectúa esta dosimetría es el Centro de Dosimetría S.L., centro homologado por el Consejo de Seguridad Nuclear, situado en la calle Muntaner nº 447 bajos, de la ciudad de Barcelona.

#### 4.2.1.1 Criterios de asignación de los dosímetros

Según la legislación vigente, las dosis recibidas por los trabajadores expuestos clasificados en la categoría B se pueden estimar a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo. En la UAB se está realizando actualmente el seguimiento dosimétrico individualizado de los trabajadores expuestos mediante dosímetros oficiales de TLD.

La asignación de los dosímetros la realizará el supervisor responsable del laboratorio. Éste se pondrá en contacto con la UTPR y le facilitará todos los datos personales del nuevo personal fijo, para así darle de alta como personal expuesto, y también le informará sobre los isótopos que manipulará. Finalmente, el mismo supervisor, como persona responsable de la instalación, asignará o no al nuevo usuario un dosímetro personal, según el radioisótopo que vaya a manipular. La UTPR velará para que se asignen correctamente estos dosímetros.

#### 4.2.1.2. Frecuencia de la determinación de la dosis

Actualmente, los dosímetros personales de TLD se leen con periodicidad mensual. Se evalúan las dosis profundas y superficiales del mes correspondiente y la acumulada durante el año.

#### 4.2.1.3. Niveles de registro, investigación e intervención

El **Nivel de registro** es cuando la dosis equivalente mensual no supere el límite de referencia. En este nivel se evaluará la dosis recibida en función de las dosis que se pueden considerar como las habituales en la instalación o servicio que corresponda. El nivel de referencia para el personal de categoría A es de 1,5 mSv y para el de categoría B es de 0,5 mSv.

El **Nivel de investigación** es cuando la dosis equivalente mensual supere el límite de referencia. En este nivel se procederá a averiguar las causas de tal lectura dosimétrica y, si fuera el caso, se instará al responsable de la instalación a tomar las medidas oportunas para corregir tal circunstancia.

El **Nivel de intervención** es cuando la dosis equivalente mensual supere los 3/10 del límite anual. En este nivel, se requerirá la separación del lugar de trabajo se la persona implicada hasta la normalización de las técnicas de trabajo o del equipamiento empleado.

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

##### **4.2.1.4. Normas de utilización del dosímetro individual**

Al personal expuesto se les informará sobre las normas de utilización del dosímetro individual. Éstas serán las siguientes:

##### **1. Normas generales**

- a) El dosímetro debe llevarse sobre el pecho, abrochado a un botón o prendido a la bata o chaqueta. Existen también dosímetros con brazalete que deben ser llevados en el puño o en la palma de la mano.
- b) Si se utiliza vestimenta protectora (delantales, casullas....) se llevará el dosímetro debajo de esta vestimenta.
- c) El dosímetro debe llevarse constantemente durante toda la duración del trabajo, incluido el tiempo de preparación, transporte de aparatos, colocación y almacenamiento, operaciones de mantenimiento...
- d) No debe utilizarse nunca el dosímetro asignado a otra persona.

##### **2. Indicaciones importantes para los usuarios**

- a) Si se cambia de bata en el curso del trabajo, no olvide coger su dosímetro y ponérselo sobre la nueva bata.
- b) Al terminar la jornada, no olvide guardar su dosímetro en el casillero con su nombre previsto a este efecto, protegido del calor y de las radiaciones. Tener cuidado de no dejarlo en la bata, donde podría ser expuesto por otra persona, o terminar en una lavadora.
- c) Si se pierde o estropea su dosímetro avise al responsable de la protección radiológica.
- d) Si sospecha una sobreexposición accidental, advertir inmediatamente al responsable de la radioprotección.
- e) Recuerde que un dosímetro debe medir siempre la dosis que vd. recibe realmente. Preocúpese de que eso sea así.

##### **4.2.2 Dosimetría de área**

La dosimetría de área se realizará midiendo la radiación ambiental con monitores de área adecuados.

##### **4.2.2.1. Instrumentación utilizada**

Para realizar la dosimetría de área, o cualquier otro tipo de medida de radiación y/o contaminación, el actual SPR de la UAB y futura UTPR, dispone de monitores que miden radiación alfa, beta, gamma y rayos X. Estos monitores son los que se detallan a continuación:

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

Monitor; marca y modelo	Radiación que mide	Rango de medida	Fecha de calibración	Nº de serie	Sonda
ROTEM Ram Gene 1	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ y rayos X	0 a 42.000 cps 0 a 7 Sv/h	25-04-2000	2393-152	
ROTEM Ram I-125	$\gamma$	0 a 50.000 cps 16 a 40 keV		2793-026	2793-026
ROTEM Ram Ion	$\beta$ , $\gamma$ rayos X	20 keV a 1,3 MeV 0 a 500 mSv/h	13-06-2000	20192-08	Cámara de ionización
Biodex Medical	$\beta$ , $\gamma$	0 a 66.666cps 0 a 2000mR/h	31-01-2001	051-014	Geiger Müller PR 153104
ROTEM Alpha Ram	$\alpha$	0 a 40.000cps	21-2-2000	06104213	
CONTAMAT	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$	0 a 19.999 cps 0 a 20.000 Bq 0 a 20.000 Bq/cm <sup>2</sup>		111M	Tubo de Xenón proporcional
Mini-Instruments Mini-ION 2130S	$\beta$ , $\gamma$ y rayos X	0 a 500 mSv/h 0 a 500 $\mu$ Sv	24-1-2001	F0000236	Cámara de ionización

#### 4.2.2.2. Criterios de estimación de dosis personal

En caso de que el personal de la instalación no se efectúe la dosimetría personal mediante dosímetros de TLD, se estimará la dosis personal a partir de los parámetros radiológicos de las zonas. Para ello, se llevará a cabo controles periódicos, definidos según el tipo de instalación, de la dosis ambiental en condiciones normales de trabajo. También, se efectuarán controles cuando se cambie el método de trabajo o si ha habido alguna incidencia o accidente. Con los valores obtenidos en estos controles, se estimará la dosis que recibe el personal de dicha instalación.

#### 4.2.2.3. Personal al que se le realiza esta dosimetría

Este tipo de dosimetría solamente se le podrá realizar al personal expuesto perteneciente a la categoría B.

Actualmente en la UAB, se realiza esta dosimetría a personal que manipula isótopos en forma no encapsulada que sean emisores beta de energía baja. En ellos los dosímetros personales no son eficientes y, por tanto, se les realiza la dosimetría mediante su estimación a partir de la actividad utilizada y de los controles de contaminación superficial que se hagan.

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

En caso de ocurra un incidente o accidente, se llevará a cabo un control dosimétrico de orina de la persona afectada, siguiendo el método establecido en el Protocolo de dosimetría interna (UPR/DI/0001-01).

##### **4.2.2.4. Frecuencia de determinación de la dosis personal**

La frecuencia de determinación de la dosis personal vendrá determinada según el tipo de instalación, el radioisótopo que se manipule y se realizará, como mínimo, una vez al año.

##### **4.2.2.5. Niveles de registro, investigación e intervención**

El **Nivel de registro** es cuando la dosis equivalente mensual no supere el límite de referencia. En este nivel se evaluará la dosis recibida en función de las dosis que se pueden considerar como las habituales en la instalación o servicio que corresponda. El nivel de referencia para el personal de categoría A es de 1,5 mSv y para el de categoría B es de 0,5 mSv.

El **Nivel de investigación** es cuando la dosis equivalente mensual supere el límite de referencia. En este nivel se procederá a averiguar las causas de tal lectura dosimétrica y, si fuera el caso, se instará al responsable de la instalación a tomar las medidas oportunas para corregir tal circunstancia.

El **Nivel de intervención** es cuando la dosis equivalente mensual supere los 3/10 del límite anual. En este nivel, se requerirá la separación del lugar de trabajo se la persona implicada hasta la normalización de las técnicas de trabajo o del equipamiento empleado.

#### **4.3. Vigilancia y determinación de la dosis interna**

##### **4.3.1. Entidad que efectúa la dosimetría**

En las instalaciones de la UAB no es necesario realizar dosimetría interna, pero en el caso de que ésta sea necesaria será efectuada por los Servicios de dosimetría Personal expresamente autorizados por el CSN.

##### **4.3.2. Vigilancias periódicas y especiales**

Se realizará la dosimetría interna con la periodicidad que, en cada caso, se establezca en la resolución de autorización de la instalación, para los trabajadores que están expuestos a riesgo de incorporación de radioisótopos.

En caso de que ocurra una situación anómala en la instalación o bien un incidente, en la cual haya un aumento de riesgo de incorporación de radioisótopos, se realizará vigilancia especial para controlar la exposición de los trabajadores de la instalación.

### 4.3.3. Niveles de registro, investigación e intervención

El **Nivel de Registro** (NR) es un umbral de registro del Límite de Incorporación Anual (LIA). Por encima de este nivel es conveniente tener constancia escrita. El NR se puede hallar por la fórmula:

$$NR = 0,01 \times LIA$$

LIA = límite de incorporación anual calculado según la fórmula siguiente:

$$LIA(\text{Bq}) = \frac{\text{Límite de dosis (Sv)}}{\text{Coef. dosis a 50 años (Sv/Bq)}}$$

El coef. dosis a 50 años se obtiene de las publicaciones 68 (1994), 78 (1997) y del CD-Rom "The ICRP Database of Dose Coeficientes: Workers and Members of the Public" (1999) de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. También de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra las Radiaciones Ionizantes y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (tabla II-III), Safety series 115 del OIEA de 1996.

El **Nivel de Investigación** (NI) es un nivel que no es normal alcanzar y cuando se llega a este nivel es conveniente iniciar una investigación. El NI se puede hallar por la fórmula:

$$NI = 0,1 \times LIA$$

LIA= límite de incorporación anual explicado anteriormente.

El **Nivel de Intervención** es aquel que obliga a actuar para llevar los valores de la contaminación a niveles inferiores al LIA. Estos niveles se alcanzan cuando se hace alguna imprudencia o cuando ha ocurrido algún incidente en la instalación.

## 4.4. Normas de actuación en caso de superación de los límites

Si se sospecha que una persona ha podido recibir dosis superiores a los límites legales porque ha sufrido un accidente radiológico, se enviaría con carácter urgente el dosímetro personal al Centro de Dosimetría para que procediese a la lectura del mismo.

En caso de que esta persona haya sufrido una contaminación con un isótopo emisor beta de baja energía, se procedería a la descontaminación de la parte o partes afectadas y se efectuaría un control dosimétrico interno en la orina para saber si se le ha incorporado al organismo.

Por último, si la persona afectada ha sufrido una contaminación con un isótopo que no puede detectarse mediante bioensayo, iría a realizarse una dosimetría interna a un centro especializado a que le realizasen un examen de antropogammimetría.

## **4.5. Registro de las dosis**

### **4.5.1. Frecuencia de registro de la dosis**

Se registrarán todas las dosis recibidas durante la vida laboral del personal expuesto, en el Historial Dosimétrico Individual (HDI) que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del personal expuesto.

Se registrará, conservará y mantendrá a disposición del personal expuesto los siguientes documentos:

- a) En el caso de sufrir una exposición accidental y de emergencia, o en caso de superación de los límites de dosis, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas.
- b) Los resultados de la vigilancia del ambiente de trabajo que se hayan utilizado para estimar las dosis individuales.

### **4.5.2. Contenido del historial dosimétrico**

En el historial dosimétrico del trabajador expuesto de la categoría A, se registrarán 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 los trabajadores de la categoría B, se registrarán las dosis anuales determinadas o estimadas.

### **4.5.3. Disponibilidad y archivo del HDI**

El archivo del HDI estará a disposición del CSN y las administraciones públicas que lo soliciten, en función de sus propias competencias, y a los Juzgados y Tribunales que lo soliciten.

El HDI del personal expuesto y los documentos especificados en el apartado 4.5.1., los archivará el titular de la instalación, en el caso específico de la UAB los archivará la UTPR. Estos documentos serán archivados hasta que la persona haya o hubiera alcanzado la edad de setenta y cinco años, y nunca por un período inferior a treinta años, contados a partir de la fecha de cese del trabajador en aquellas actividades que supusieran su clasificación como personal expuesto.

En el caso de que una persona expuesta cese en su empleo, la UTPR le proporcionará una copia certificada de su HDI.

### **4.5.4. Transmisión del HDI a los servicios médicos**

Se transmitirán los resultados de los controles dosimétricos al Servicio médico autorizado que efectúa la vigilancia de los trabajadores, para que lo incluyan en su protocolo médico

## **4.6. Vigilancia de la contaminación de la piel**

Las medidas del nivel de contaminación personal tiene como finalidad reducir las dosis equivalentes que el organismo puede recibir por irradiación directa o por incorporación de radioisótopos, e impedir que la contaminación se propague a zonas no contaminadas. Se realizarán dos tipos de medidas:

- a) Externa o cutánea: piel, ropa y calzado.
- b) Interna: Cuando se sospeche la posible incorporación de algún radioisótopo contaminante.

Las medidas de contaminación interna sólo se realizan cuando los valores obtenidos en la vigilancia de las zonas de trabajo indiquen la posibilidad de producirse incorporaciones significativas de radioisótopos o cuando se produzca un accidente radiológico que de lugar a una contaminación interna.

Cualquier indicio de posible contaminación interna será notificada, de inmediato al UTPR. Se hará una estimación de la actividad incorporada. Si se confirma la contaminación de la persona afectada será remitida a un Servicios de dosimetría Personal expresamente autorizados por el CSN.

### **4.6.1. Forma de realizar ésta vigilancia**

#### **4.6.1.1. Nivel de contaminación externa**

Utilizando los monitores de contaminación portátiles, con la sensibilidad adecuada para el radioisótopo a medir. Se realizarán medidas de contaminación externa al finalizar las manipulaciones con radioisótopos y siempre que se produzca una contaminación.

#### **4.6.1.2. Nivel de contaminación interna**

La estimación de dosis interna se efectuará teniendo en cuenta la actividad incorporada, periodo de semidesintegración biológico y tipo y energía de la radiación.

Si de la estimación se desprende la posibilidad de que exista contaminación interna, la persona será remitida a un Servicio de dosimetría Personal autorizado por el CSN.

### **4.6.2. Niveles de referencia y registro**

Los niveles de referencia cuya superación implica el registro de las medidas realizadas en el Diario de Operaciones de la instalación y, por tanto, se

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

consideraría la existencia de contaminación superficial en la piel son los siguientes:

a) Contaminación superficial total:  $< 0,4$  ( $\beta, \gamma$ )

$< 0,04$  ( $\alpha$ )

b) Contaminación desprendible: No debe haber

### **4.7. Vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos**

La vigilancia sanitaria del personal expuesto se basará en los principios generales de Medicina del Trabajo y en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales, y en el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (RPSRI).

Sin perjuicio de lo anterior, el contenido del reconocimiento médico también estará de acuerdo con lo indicado en la Guía 7.4 del Consejo de Seguridad Nuclear: Bases para la Vigilancia Médica de los Trabajadores Expuestos a las Radiaciones Ionizantes.

#### **4.7.1. Exámenes de salud**

Toda persona que vaya a ser clasificada como trabajador expuesto de categoría A será sometida a un examen de salud previo, que permita comprobar que no se halla incurso en ninguna de las incompatibilidades que legalmente estén determinadas y decidir su aptitud para el trabajo.

Los trabajadores expuestos de categoría A estarán sometidos, además, a exámenes de salud periódicos que permitan comprobar que siguen siendo aptos para ejercer sus funciones. Estos exámenes se realizarán cada doce meses y más frecuentemente, si lo hiciera necesario, a criterio médico, el estado de salud del trabajador, sus condiciones de trabajo o los incidentes que puedan ocurrir.

El personal de categoría B se le realizará la vigilancia sanitaria según lo que disponga el Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores.

En el caso de la UAB, el Servicio de Prevención ha acordado que todo el personal expuesto continúe con los exámenes de salud anuales, tal como se venía haciendo hasta la entrada en vigor del Real Decreto 783/2001.

#### **4.7.2. Examen de salud previo**

El examen médico de salud previo de toda persona que vaya a ser destinada a un puesto de trabajo que implique un riesgo de exposición que suponga su clasificación como trabajador expuesto de categoría A tendrá por objeto la obtención de una historia clínica que incluya el conocimiento del tipo de trabajo realizado anteriormente y de los riesgos a que ha estado expuesto como

consecuencia de él y, en su caso, del historial dosimétrico que debe ser aportado por el trabajador.

#### **4.7.3. Exámenes de salud periódicos**

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

El Servicio de Prevención podrá determinar la conveniencia de que se prolongue, durante el tiempo que estime necesario, la vigilancia sanitaria de los trabajadores de categoría A que hayan sido posteriormente declarados no aptos o hayan cesado en esa actividad profesional.

En base de los resultados de este reconocimiento periódico, el Servicio de Prevención corroborará o reconsiderará la categoría de aptitud médica establecida anteriormente. De modificarse esta clasificación lo comunicará a la UTPR.

En caso de duda, la evaluación de la categoría de aptitud deberá tomarse conjuntamente con la UTPR después de analizar tanto los problemas de salud como los riesgos radiológicos.

#### **4.7.4. Clasificación médica**

Desde el punto de vista médico y de acuerdo con el resultado de los reconocimientos oportunos, los trabajadores expuestos se clasificarán como:

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

No se clasificará a ningún trabajador en un puesto específico como trabajador de la categoría A durante ningún período si las conclusiones médicas no lo considerasen apto para dicho puesto.

#### **4.7.5. Historial médico**

A cada trabajador expuesto de categoría A le será abierto un historial médico, que se mantendrá actualizado durante todo el tiempo que el interesado pertenezca a dicha categoría, y que habrá de contener, al menos, las informaciones referentes a la naturaleza del empleo, los resultados de los

#### 4. Vigilancia del personal expuesto de las instalaciones radiactivas

exámenes médicos previos a la contratación o clasificación como trabajador de categoría A, los reconocimientos médicos periódicos y eventuales, y el historial dosimétrico de toda su vida profesional.

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

En el caso de la UAB, estos historiales médicos los archivará el Servei Assistencial de Salut, lugar donde se realizan la vigilancia médica, el cual forma parte del Servicio de Prevención de la UAB.

##### **4.7.6. Vigilancia sanitaria especial**

En caso de superación o sospecha fundada de superación de alguno de los límites de dosis establecidos en el apartado 4.1 se deberá realizar una vigilancia sanitaria especial. Las condiciones posteriores de exposición se someterán a lo establecido por el Servicio de Prevención.

##### **4.7.7. Medidas adicionales**

Además de la vigilancia sanitaria descrita en los apartados anteriores, se aplicarán otras medidas que el Servicio de Prevención considere adecuadas, 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 que a tal efecto sean autorizados por la autoridad sanitaria en las respectivas Comunidades Autónomas.- Las autorizaciones concedidas al amparo de este párrafo se comunicarán al Consejo de Seguridad Nuclear y al Ministerio de Sanidad y Consumo.

## **5. Vigilancia del público**

La vigilancia se basará fundamentalmente en la evolución de las dosis que pudieran ser recibidas en régimen de funcionamiento normal y, en caso, de accidente o incidente, por la población potencialmente afectada y estará adecuada al riesgo que impliquen las actividades.

En el caso particular de las instalaciones radiactivas de la UAB, aún en le hipotético caso de que ocurriera un incendio tal que se liberara todo el material radiactivo fuera de los emplazamientos, la exposición del público no superaría los límites establecidos por el reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes (RD 783/2001). Este límite es actualmente de 1 mSv/año para el caso de exposición total homogénea.

## **6. Vigilancia y control de equipos y fuentes radiactivas**

### **6.1. Normas generales**

La UTPR llevará el control de todos los equipos y materiales radiactivos que se adquieran en las instalaciones radiactivas de la UAB y de cualquier otra instalación que lo solicite.

La adquisición de los equipos y materiales radiactivos será autorizada por el supervisor de la instalación, el cual enviará una copia del pedido a la UTPR, así como también del albarán de recepción, ver Procedimiento de compra de material radiactivo UPR/CM/0000-01.

La UTPR llevará un registro del material radiactivo almacenado en cada instalación y velará para que no se superen las actividades máximas autorizadas en las resoluciones de autorización de cada una de las instalaciones.

El supervisor responsable de la instalación radiactiva anotará en el Diario de Operaciones todas las entradas de material radiactivo. Asimismo, velará para que se utilice la mínima cantidad posible de material radiactivo y evaluará que las actividades solicitadas están de acuerdo con la técnica a realizar.

### **6.2. Recepción de equipos y fuentes radiactivas**

La recepción y almacenamiento de equipos y fuentes radiactivas se efectuará directamente en las instalaciones, para evitar así transportes innecesarios dentro del campus de la UAB, o de cualquier otra empresa, y reducir al máximo los riesgos que ello implicaría.

En la recepción del material radiactivo se comprobará que los albaranes de entrega están de acuerdo con el material solicitado y que viene debidamente embalado y con la señalización adecuada.

Antes de abrir el paquete, se comprueba el nivel de radiación y el nivel de contaminación en la superficie externa.

Los responsables de realizar las comprobaciones y los controles anteriormente indicados serán los supervisores de las instalaciones radiactivas o bien, un operador asignado por el supervisor.

### **6.3. Movimiento del material radiactivo**

En las instalaciones radiactivas de la UAB no es necesario transportar material radiactivo de unas zonas a otras, puesto que todo el material radiactivo que manipulan está almacenado en la propia instalación.

En el caso hipotético de tener que transportar material radiactivo de una instalación a otra, se realizará en contenedores blindados, según el tipo de radiación que emita la fuente, y señalizados. En caso que se transporte una fuente no encapsulada se transportará en contenedores dobles y bien cerrado, para evitar la dispersión del material radiactivo en caso de cualquier accidente.

#### **6.4. Inventario y almacenamiento**

En cada instalación habrá un responsable de tener actualizado el inventario de material radiactivo, éste será el supervisor de la instalación o bien un operador asignado por el supervisor.

Se establecerán los procedimientos adecuados para que todo el material radiactivo que se reciba quede registrado en el inventario, indicando el uso que tendrá este material.

Los productos radiactivos que se almacenen en las instalaciones deberán ir etiquetados con el nombre del isótopo, actividad, fecha de almacenamiento y se guardará bajo llave.

Si presentan riesgo de irradiación se protegerán con un blindaje adecuado, metacrilato para radiación beta o plomo para radiación gamma.

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

## **7. Vigilancia de efluentes y residuos radiactivos**

A continuación se describe la vigilancia de efluentes y residuos radiactivos, tal y como se llevará a cabo en la UAB. En el caso de las instalaciones radiactivas que soliciten los servicios de la UTPR, se les adecuará esta vigilancia según el tipo de instalación que sea y a la resolución de autorización de funcionamiento de la misma.

### **7.1. Gestión de residuos radiactivos**

La gestión de los residuos radiactivos sólidos que se generen en las instalaciones radiactivas de la UAB, se realizará de acuerdo con el Procedimiento de gestión de residuos radiactivos. Sólidos y efluentes UPR/GR/0000-01.

En las instalaciones de la UAB, los residuos se gestionarán en cada laboratorio, siendo el responsable de la gestión el supervisor del laboratorio correspondiente o bien un operador que delegue. Finalmente, la UTPR de la UAB controlará que esta gestión se realice tal y como lo especifica el correspondiente Protocolo.

### **7.2. Gestión de efluentes radiactivos**

La gestión de los efluentes radiactivos que se generen en las instalaciones radiactivas de la UAB, se realizará de acuerdo con el Procedimiento de gestión de residuos radiactivos. Sólidos y efluentes UPR/GR/0000-01.

En las instalaciones de la UAB, los efluentes se eliminarán en cada laboratorio, siendo el responsable de la gestión el supervisor del laboratorio correspondiente o bien un operador que delegue. Finalmente, la UTPR de la UAB controlará que esta gestión se realice tal y como lo especifica el correspondiente Protocolo.

En el caso específico de la UAB, las instalaciones radiactivas no generan efluentes gaseosos, únicamente generan efluentes líquidos.

### **7.3. Almacenamiento de residuos radiactivos**

En el protocolo de residuos radiactivos se especifica que en la UAB existirá un Almacén general de residuos radiactivos (MRR\*), donde se centralizarán las retiradas de ENRESA.

La UTPR será responsable de coordinar las retiradas de los residuos que se almacenen en el MRR de la UAB.

Para que una instalación de la UAB pueda almacenar sus residuos en el MRR, primero tendrá de cumplir los requisitos que se especifiquen en el Reglamento

de funcionamiento del MRR\*\*, después solicitará por escrito la retirada de estos residuos y los técnicos de la UTPR trasladarán estos residuos hasta el MRR. Por tanto, las únicas personas que tendrán acceso al MRR será el personal de la UTPR y, en todo caso, alguna persona que la UTPR autorice expresamente. Este traslado lo realizará el personal técnico de la UTPR en un medio de transporte preparado para esta función.

Cada instalación radiactiva deberá disponer de una zona para el almacenamiento temporal de residuos radiactivos.

### OBSERVACIONES:

\* MRR: Siglas en catalán, Magatzem de residus radioactius

\*\* No se presenta copia de este reglamento porque estamos tramitando la modificación de la IRA-1729 para poder incluir el MRR y todavía no está autorizado por la Dirección General de Energía (Generalitat de Catalunya).

## **8. Formación y entrenamiento en protección radiológica**

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 para ello. Por ello se establecerá un Programa de formación adecuándolo a los diferentes niveles de responsabilidad del personal vinculado a la instalación.

Como se ha indicado en el apartado 2.3.1., el titular de la instalación asegurará que se imparta una formación en PR adecuada previa y periódica a todo el personal de la instalación.

### **8.1. Personal de la UTPR**

El Jefe de la UTPR garantizará la formación del personal expuesto que compone dicha Unidad, así como su entrenamiento y reciclaje en los casos que proceda.

Actualmente, el personal técnico de la UTPR tiene el nivel de formación siguiente:

- Carmen Baixeras Divar  
Nivel de Superior de Protección Radiológica
- Fermina Pérez Carmona  
Nivel de Supervisor de instalaciones radiactivas
- Carles Bartolomé Filella  
Nivel de Operador de instalaciones radiactivas

### **8.2. Personal de las instalaciones**

El personal expuesto de cualquier instalación que no esté en formación debe tener una licencia de supervisor o de operador.

Una de las características que tienen las instalaciones radiactivas de las universidades es que el mayor porcentaje de personas que manipulan material radiactivo son estudiantes o personal en formación (becarios, doctorandos, etc). Según la legislación vigente, estas personas no tienen porque tener la licencia de operador ni de supervisor, lo que conlleva que muchos de ellos no tienen una formación básica relacionada con el riesgo radiológico asociado a su puesto de trabajo.

Para asegurar de que todo el personal de la instalación tiene los conocimientos adecuados, se realizarán un curso anual de protección radiológica para todas las

personas que no sea necesario que tengan licencia de supervisor ni de operador y que trabajen en las instalaciones.

Las personas que haga tiempo que tienen la licencia, y quieran refrescar sus conocimientos, también tendrán la oportunidad de asistir a este curso.

### **8.3. Planes de formación**

Anualmente se realizará un curso que se dividirá en dos días, el primero será común para todo el personal y el segundo se dividirá en dos especialidades; una será para las personas que trabajan con fuentes no encapsuladas y el otro para las personas que trabajan con fuentes encapsuladas.

El contenido del curso será el siguiente:

#### PRIMER DÍA

1. Naturaleza de la radiación e interacción de las partículas con la materia
2. Magnitudes y unidades
3. Detectores de radiación
4. Efectos biológicos de las radiaciones
5. Legislación y normativa

#### SEGUNDO DÍA

6. Protección Radiológica y riesgos de las radiaciones
7. Procedimientos operativos
8. Gestión de residuos radiactivos
9. Discusión y vídeo divulgativo

## 9. Métodos de optimización radiológica

Reconociendo que la aplicación del criterio de optimización debe partir del compromiso formal y real del titular de la actividad y que la distribución de responsabilidades debe difundirse a lo largo de toda la estructura organizativa, desde el más alto nivel de gestión al último trabajador, las funciones de la UTPR a este respecto serán en general las siguientes:

- Asesorar y recomendar al titular o a la Dirección por delegación del titular, tanto sobre los objetivos de dosis, como sobre los programas de actuaciones que garanticen que las dosis recibidas sean tan bajas como sea razonablemente posible.
- Diseñar y realizar un programa de vigilancia y control de la exposición de los trabajadores que permita un seguimiento adecuado del cumplimiento de los objetivos de dosis, tanto a nivel individual como por departamentos, trabajos y tareas.
- Identificar los lugares, operaciones y condiciones de trabajo que puedan causar exposición significativa.
- Revisar, comentar y recomendar cambios en los procedimientos y técnicas de trabajo que les aplique, desde el punto de vista ALARA.
- Participar en la revisión de las modificaciones de diseño de las instalaciones, que puedan afectar a la exposición del personal.
- Participar en el desarrollo de los programas de entrenamiento relativos a trabajos dentro de áreas de radiación o que supongan manipulación de material radiactivo.
- Coordinar la ejecución del programa de actuaciones ALARA aprobado por la Dirección, con otros departamentos de la instalación.
- En aquellas instalaciones donde se haya constituido un Comité ALARA, ser miembro del mismo.

## 10. Conceptos básicos de PR

### 10.1. Principios básicos de PR

El organismo internacional que se preocupa de la protección radiológica (protección de las personas y del medio ambiente contra los efectos de las radiaciones ionizantes) es la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Este organismo emite una serie de recomendaciones, los tres principios básicos de las recomendaciones de la ICRP son los que se expresan a continuación.

#### 10.1.1. Justificación

***No se deberá adoptar ninguna práctica salvo que dicha práctica implique un beneficio suficiente como para compensar el detrimento causado.***

El primero de los tres principios pone énfasis en la necesidad obvia de considerar los efectos nocivos de la radiación antes de decidir si una práctica que implique exposición a las radiaciones ionizantes es aceptable o no. Los efectos perjudiciales han de ser examinados como uno de los costes de la operación y ser contrastados con los eventuales beneficios. Asimismo, las posibles alternativas para conseguir esos mismos beneficios han de ser cuidadosamente analizadas y comparadas con la que conlleva el uso de radiaciones ionizantes. Este problema puede ser de gran alcance y requerir decisiones últimas en el ámbito gubernamental o parlamentario.

#### 10.1.2. Optimización

***La dosis individual, el número de personas y la probabilidad de que se produzca la exposición deberían mantenerse tan bajo como sea razonablemente posible.***

Este segundo principio subraya la necesidad de minimizar las dosis resultantes de las prácticas aceptadas, pero no hasta extremos absurdos. También implica la insuficiencia del mero cumplimiento de los límites máximos. Las dosis deben ser tan pequeñas como sea posible, habida cuenta de los factores sociales y económicos pertinentes. Este procedimiento debería ser encuadrado mediante restricciones de las dosis o del riesgo potencial, con el fin de limitar la falta de equidad que pudiera resultar de las valoraciones económicas y sociales. Este principio es también denominado ALARA ("as low as reasonably achievable").

#### 10.1.3. Limitación de la dosis

***Ninguna persona debe estar expuesta a riesgos de irradiación inaceptables.***

La tercera condición es la de garantizar que ni los individuos ni su descendencia se vean afectados por un riesgo inaceptable. En la práctica, esto se consigue

fijando un límite máximo estricto a la dosis que cualquier persona pueda recibir. Estos límites deben ser respetados cualquiera que sea el coste y sirven para limitar los efectos como el cáncer o los defectos hereditarios. Aun así, se debe aclarar que dichos límites no determinan un umbral por debajo del cual no hay riesgo, y el mero cumplimiento de la norma que impide superar los límites es suficiente. Como expone el segundo principio, de optimización, se debe minimizar la dosis tanto como sea posible, así pues, una situación en la que un trabajador recibiera cada 5 años una dosis de 100 mSv no sería aceptable.

### **10.2. Campo de aplicación**

Los tres principios básicos mencionados son de aplicación a cualquier fuente de radiación. Sin embargo, poco se puede hacer en lo que a la radiación natural se refiere, salvo quizá evitar dosis anormalmente grandes en circunstancias muy específicas como vuelos estratosféricos o edificios herméticos en cuyo interior se alcancen elevadas concentraciones de radón. En cuanto a la contaminación radiactiva debida a las pruebas nucleares estratégicas realizadas en el pasado, la única medida a tomar es prohibirlas para el futuro y esperar a que la contaminación actual vaya descendiendo con el paso del tiempo. Las irradiaciones asociadas a las aplicaciones médicas, bien sean diagnósticas o terapéuticas, son materia de juicio clínico por parte de los facultativos, aunque la filosofía general de los tres principios indicados resulta válida.

Por consiguiente, los tres principios esenciales de la ICRP son de aplicación estricta a los trabajadores expuestos (industria nuclear, médicos, investigadores, etc...), a los estudiantes y al público en general en la medida en que esté expuesto a fuentes artificiales de radiación, exceptuando las que recibimos como pacientes.

### **10.3. Procedimientos de reducción de dosis**

Una vez que una práctica ha sido justificada y adoptada, es necesario considerar cómo utilizar mejor los recursos disponibles para reducir el riesgo de las radiaciones para los individuos y la población. El objetivo principal debería ser asegurar que tanto la magnitud de las dosis individuales como el número de personas expuestas y la probabilidad de recibir exposiciones, cuando no haya una certeza de ser recibida, se mantengan tan bajas como razonablemente sea alcanzable, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Habrá que considerar las interacciones que pudiera haber entre estas diferentes magnitudes. Si el siguiente paso en la reducción del detrimento se puede conseguir sólo mediante un despliegue de recursos evidentemente desproporcionados respecto a la reducción a conseguir, dicho paso no será de interés para la sociedad, si se ha asegurado la protección adecuada de los individuos. En este caso, la protección se podrá considerar como optimizada y las exposiciones serán tan bajas como razonablemente sea alcanzable, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Este procedimiento también se debería aplicar a la hora de revisar prácticas ya existentes.

El procedimiento de optimización de la protección debería estructurarse con sumo cuidado. Esencialmente, se trata de un procedimiento relacionado con la fuente, que se debería aplicar, en primer lugar, en la etapa de diseño de todo proyecto. Es en esta etapa cuando existe la mayor probabilidad de conseguir reducciones de dosis de manera económicamente efectiva. Para conseguir un diseño optimizado desde el punto de vista de la protección, los diseñadores deberían tener en cuenta la forma en que será utilizado posteriormente el equipo o planta, e influir en ese uso, aunque su información e influencia sobre estos aspectos operacionales futuros, pueden ser limitadas. Posiblemente también quieran tener en cuenta las sustanciales ventajas que ofrece la normalización en la ingeniería. Por lo tanto, en la etapa de diseño, la optimización de la protección tendrá algunos aspectos genéricos. El proceso de optimización de la protección debería continuar durante la fase de operación. La optimización operacional suele ser informal y consistir en cambios en los procedimientos basados en el sentido común; no obstante es, a menudo, muy efectiva.

La mayoría de los métodos utilizados para la optimizar la protección tienden a poner énfasis en los beneficios y en el detrimento para la sociedad y para el conjunto de la población expuesta. Es poco probable que los beneficios y detrimentos se distribuyan en la sociedad de forma homogénea, por lo que la optimización de la protección puede introducir una sustancial falta de equidad entre los individuos. Esta falta de equidad se puede limitar incorporando, en el proceso de optimización, restricciones relacionadas con las fuentes y sobre las dosis individuales. La Comisión llama restricciones de dosis a estas limitaciones relacionadas con la fuente, anteriormente llamadas confines de dosis. Ellas forman parte integral de la optimización de la protección. El concepto correspondiente para exposiciones potenciales es el de restricción del riesgo.