

Guía de Seguridad 7.1 (Rev. 1)

Requisitos técnicos-administrativos para los servicios de dosimetría personal

Madrid, 15 de febrero de 2006

Índice

Prólogo	7
1 Introducción	8
1.1 Objeto	8
1.2 Ámbito de aplicación	8
2 Definiciones	8
3 Solicitud de autorización de un Servicio de Dosimetría Personal	10
4 Funciones de un Servicio de Dosimetría Personal ...	11
5 Dosimetría de la radiación externa mediante sistemas de termoluminiscencia	12
5.1 Medios humanos	12
5.2 Medios técnicos	13
5.2.1 Sistemas de lectura	13
5.2.2 Dosímetros corporales	13
5.2.3 Sala de lectura y lugar de almacenamiento ..	14
5.2.4 Fuentes de irradiación de dosímetros ...	14
5.2.5 Detectores de contaminación superficial ...	15
5.2.6 Hornos de borrado	15
5.2.7 Verificación y mantenimiento	16
5.3 Gestión de dosímetros	16
5.3.1 Control de calidad en dosímetros de nueva adquisición	16
5.3.2 Asignación y uso de dosímetros	16
5.3.3 Homogeneidad de la población de dosímetros	18
5.3.4 Aspectos propios de la gestión de dosímetros de área para estimación de dosis personales y de dosímetros de extremidades	18

5.3.4.1	Gestión de dosímetros personales TL usados como dosímetros de área para asignación de dosis personales	18
5.3.4.2	Gestión de dosímetros utilizados para la vigilancia de las dosis a feto en trabajadores expuestas en estado de gestación	20
5.3.4.3	Dosimetría de extremidades . . .	20
5.4	Calibración del sistema de lectura	21
5.4.1	Caracterización del sistema de lectura	21
5.4.2	Estimación y verificación periódica de los factores de calibración y conversión de dosis aplicados en la estimación de dosis	22
5.5	Envío y recepción	23
5.5.1	Período de uso del dosímetro	24
5.5.2	Etiquetado externo de los dosímetros . . .	24
5.5.3	Seguimiento y control del proceso de envío y recepción	25
5.5.4	Instrucciones de uso de los dosímetros	25
5.5.5	Control de dosis en tránsito	25
5.5.6	Comprobaciones en la recepción de dosímetros de usuarios	26
5.6	Proceso de lectura	27
5.7	Tratamiento térmico de los dosímetros	28
5.8	Aspectos relevantes en la estimación de dosis	28
5.8.1	Sustracción del fondo natural	28
5.8.2	Niveles de registro	29
5.9	Actuaciones en caso de anomalías o pérdida de lectura	29
5.10	Archivo de datos	31
5.11	Elaboración de informes	32

6	Dosimetría de la contaminación interna mediante contadores de radiactividad corporal	33
6.1	Medios humanos	33

6.2	Medios técnicos	33
6.2.1	Contador de radiactividad corporal (CRC) . .	33
6.2.2	Sistemas de adquisición de datos	35
6.2.3	Verificación y mantenimiento	35
6.2.3.1	Verificaciones periódicas	35
6.2.3.2	Mantenimiento	36
6.3	Metodología de estimación de dosis	36
6.3.1	Obtención del espectro de medida y cálculo de la actividad asociada	37
6.3.2	Estimación de la actividad incorporada y de las dosis asociadas	37
6.4	Calibración del CRC	38
6.5	Control de la contaminación interna	39
6.5.1	Frecuencia de la vigilancia	39
6.5.2	Preparación previa del sujeto	39
6.5.3	Geometría de medida	40
6.6	Niveles de referencia	40
6.7	Archivo de datos	42
6.8	Elaboración de informes	42
7	Programa de control de calidad	44
7.1	Consideraciones generales	44
7.2	Características fundamentales del programa de control de calidad. Documentación asociada	44
	Referencias	47
	Bibliografía	49

Prólogo

El Real Decreto 21519/1982, de 12 de agosto, por el que se aprobaba el *Reglamento de Protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*, establecía que la dosimetría individual debía ser efectuada por entidades expresamente autorizadas y supervisadas por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Con objeto de facilitar la labor de esas entidades, en noviembre de 1985, el Consejo de Seguridad Nuclear publicó la guía de seguridad 7.1, *Requisitos técnico administrativos para los servicios de dosimetría personal individual*, en la que se establecía el contenido y alcance de la documentación a presentar en apoyo de las solicitudes de autorización de dichos servicios.

Desde entonces, la temática de la dosimetría personal ha sufrido una notable evolución, tanto a nivel tecnológico, puesto que las técnicas dosimétricas se han desarrollado de forma espectacular en la última década, como a nivel normativo, puesto que esta temática ha sido objeto de atención monográfica en diversas normas del Organismo internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Unión Europea (UE).

Por otra parte, en julio de 2001, se aprobaba un nuevo *Reglamento de Protección sanitaria contra radiaciones ionizantes* en el que se introducían importantes novedades en aspectos directamente relacionados con la dosimetría personal (límites de dosis, magnitudes dosimétricas, etc.).

Habida cuenta de estas circunstancias, y de las lecciones aprendidas a lo largo de veinte años de experiencia en el control regulador de los servicios de dosimetría personal autorizados en España, el Consejo de Seguridad Nuclear ha estimado necesario realizar una revisión de la guía de seguridad 7.1 con objeto de actualizar su contenido, adaptándole con las disposiciones del nuevo *Reglamento de Protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*, y con los criterios y recomendaciones de las normas internacionales antes mencionadas.

Madrid, 15 de febrero de 2006

1 Introducción

1.1 Objeto

En la presente Guía se exponen criterios en relación con las funciones, medios humanos y técnicos, procedimientos de trabajo, registro y archivo de datos, y control de calidad, asociados al funcionamiento de los servicios de dosimetría personal (SDP).

Asimismo, se desarrollan los trámites administrativos y el contenido de la documentación a presentar, en relación con la solicitud de autorización de los SDP, de conformidad con lo establecido en el art. 27 del *Reglamento sobre Protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio.

1.2 Ámbito de aplicación

La presente Guía es de aplicación a las entidades o instituciones que soliciten al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) autorización para un Servicio de Dosimetría Personal, así como al funcionamiento de dichos servicios. Todo ello tanto para los que realizan la dosimetría externa, como para los que realizan la dosimetría interna mediante medidas directas de la radiactividad corporal.

2 Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente Guía de Seguridad, se corresponden con las contenidas en los siguientes documentos legales:

- *Ley 25/1964*, de 29 de abril, *sobre Energía Nuclear* (BOE nº 107, del 04-05-64, artículo segundo), modificada por la *Ley 54/1997*, de 27 de noviembre, del *Sector Eléctrico* (BOE nº 285, de 28-11-97).
- *Ley 15/1980*, de 22 de abril, de *Creación del Consejo de Seguridad Nuclear* (BOE nº 100, del 25-04-80), modificada por la *Ley 14/1999*, de 4 de mayo, de *Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear* (BOE nº 107, del 05-05-99).
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el *Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas* (BOE nº 313, del 31-12-99).

- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el *Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes* (BOE nº 178, del 26-07-01).

Además de lo anterior, dentro del contexto de esta Guía, los términos siguientes se entienden como sigue:

- *Dosímetro oficial*: dosímetro personal utilizado para determinar la dosis equivalente personal y leído por un Servicio de dosimetría personal externa autorizado por el CSN.
- *Dosímetro corporal*: dosímetro utilizado para estimar la dosis equivalente personal debida a una exposición a cuerpo entero proporcionado por un Servicio de Dosimetría Personal externa autorizado por el CSN. La lectura del dosímetro corporal colocado en el tronco a la altura del pecho se utiliza a menudo para el cálculo de la dosis efectiva.
- *Dosímetro de extremidades*: dosímetro utilizado para medir la dosis equivalente personal en la parte del cuerpo más expuesta mediante un dosímetro oficial proporcionado por un Servicio de Dosimetría Personal Externa. La lectura del dosímetro de extremidades es utilizada a menudo para el cálculo de la dosis equivalente en la parte del cuerpo afectada.
- *Verificación*: proceso en el que se determina si la calidad o funcionamiento de un producto o servicio es tal que se adecue a lo establecido o requerido.
En relación con la verificación hay que tener en cuenta que este tipo de comprobaciones no sustituye en ningún caso a la calibración, si bien su ejecución puede evitar la utilización de un instrumento cuyos resultados presentan errores inaceptables.
- *Calibración*: conjunto de operaciones que establecen en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia y los valores correspondientes a esa magnitud realizados por patrones.

Un requisito indispensable en la calibración es la utilización de un patrón. Una calibración esta referida a condiciones específicas y solo es valida para estas condiciones.

- *Factores de corrección de la sensibilidad*: el factor de corrección de sensibilidad de un dosímetro proporciona una respuesta relativa del mismo frente a la media del colectivo de dosímetros de termoluminiscencia empleado. Proporcionan una normalización de la sensibilidad de los dosímetros en uso corrigiendo las diferencias de sensibilidad relativa que presentan los dosímetros debido a las diferencias de fabricación entre ellos.

- *Factores de calibración*: se calcula el factor de calibración en dosimetría externa a partir del valor verdadero de la magnitud del dosímetro que se intenta medir (H) dividido por el valor de la lectura del dosímetro (M):

$$N = \frac{Hp}{M}$$

- *Niveles de referencia*: valores de las magnitudes medidas por encima de los cuales se debería tomar alguna acción o decisión especificada:
 - Niveles de registro: por encima de los cuales se debería registrar el resultado ignorándose los valores inferiores
 - Niveles de investigación: a partir de los cuales habrá que examinar la causa o implicaciones de un resultado
 - Niveles de intervención: por encima de los cuales habrá que considerar la conveniencia de emprender acciones reparadoras
- *Límite Inferior de detección (LID)*: cantidad mínima de *actividad* que es posible medir con el método analítico empleado.
- *Actividad mínima detectable (AMD)*: se define AMD como la actividad mas baja que puede medirse para un determinado nivel de confianza. Indica la capacidad del equipo de detección para discernir entre recuentos correspondientes a individuos contaminados internamente y aquellos que no lo están. Debido a las variaciones que existen en tamaño y forma del cuerpo entre la población general y a la distribución variable de radiactividad dentro del organismo y de cada órgano, los valores de la AMD están dados para una distribución uniforme y para un “hombre patrón”.

3 Solicitud de autorización de un Servicio de Dosimetría Personal

La solicitud de autorización de un SDP irá dirigida al presidente del CSN y firmada por el titular de la entidad solicitante o persona en quien haya delegado. Se acompañará del documento acreditativo del titular de la entidad y de la siguiente documentación:

Memoria descriptiva, que incluirá información relativa al SDP tanto en lo que se refiere a los medios humanos como técnicos.

Procedimientos de trabajo, en los que se describirá el funcionamiento global del SDP y que deberán estar validados por el responsable del servicio.

Tanto la memoria descriptiva como los procedimientos de trabajo se ajustarán al contenido de esta Guía de Seguridad.

4 Funciones de un Servicio de Dosimetría Personal

Las principales funciones de un SDP autorizado por el CSN son las siguientes:

- a) Determinar las dosis individuales, mediante un sistema de detección y medida adecuado a los tipos y energías de la radiación a que están expuestos los trabajadores expuestos y con arreglo a los procedimientos de trabajo que garanticen la calidad y fiabilidad de los resultados aportados.
- b) Manipular, almacenar y controlar aquellas fuentes radiactivas necesarias para la verificación de la calibración de los sistemas dosimétricos, de conformidad con lo establecido en el *Reglamento sobre Instalaciones nucleares y radiactivas*, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre.
- c) Informar a la empresa contratante del servicio sobre la capacidad del sistema dosimétrico utilizado por el SDP para la determinación de las dosis debidas al tipo y energía de la radiación a que los trabajadores estén expuestos.
- d) Coordinar el proceso asociado a la asignación de dosis en aquellos casos que den lugar a la pérdida de la información dosimétrica.
- e) Remitir periódicamente información dosimétrica al CSN.
- f) Comunicar a la empresa contratante del servicio las dosis asignadas.
- g) Archivar y mantener los registros que permitan la reproducción de las dosis estimadas y asignadas. Estos registros deberán mantenerse durante un período de tiempo conforme a lo establecido en el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- h) Establecer, para la dosimetría personal interna, en base a la información aportada por el responsable de protección radiológica de la instalación, la periodicidad mínima de reali-

zación de los análisis o contajes, en función de las características de los radisótopos a detectar y del sistema de detección y medida utilizado.

5 Dosimetría de la radiación externa mediante sistemas de termoluminiscencia

Se describen a continuación los requisitos aplicables al funcionamiento de un SDP que realice dosimetría personal externa. En la memoria descriptiva y procedimientos de trabajo a presentar junto con la solicitud de autorización del servicio se deberá aportar cuanta información resulte pertinente para acreditar el cumplimiento de dichos requisitos.

5.1 Medios humanos

El funcionamiento de un SDP exige disponer de personal con una formación adecuada para garantizar la operación fiable de los equipos, efectuar con garantía las evaluaciones dosimétricas y gestionar los datos dosimétricos. Para ello el titular de la entidad garantizará que el SDP cuenta, como mínimo, con:

- Un responsable técnico con titulación universitaria de grado superior o medio en alguna de las ramas científicas y tecnológicas impartidas en el país, o bien, reconocidas oficialmente como tal, en el caso de no tratarse de títulos nacionales. Además, deberá disponer de conocimientos básicos de protección radiológica, así como de conocimientos adecuados en dosimetría y en el manejo y funcionamiento del sistema de lectura disponible en el servicio.
- Personal técnico, para el que se recomienda una titulación mínima de Formación Profesional de grado superior o equivalente, que deberá disponer de conocimientos adecuados en dosimetría y en el manejo y funcionamiento del sistema de lectura disponible en el SDP.
- Personal administrativo para llevar a cabo de manera adecuada las actividades relacionadas con la gestión administrativa del servicio.

El número de personas pertenecientes al servicio deberá ser tal que se garantice el funcionamiento del mismo aún en caso de periodos vacacionales y bajas laborales.

El titular de la entidad garantizará la formación continua del personal del SDP de modo que se mantenga un nivel de conocimientos en consonancia con las funciones asignadas al mismo.

En los procedimientos de trabajo se deberán definir las funciones y responsabilidades asignadas a cada una de las personas del SDP.

En aquellos casos en los que el SDP forme parte de entidades tales como servicios o unidades técnicas de protección radiológica, las responsabilidades y funciones del personal del SDP deben estar claramente delimitadas.

5.2 Medios técnicos

5.2.1 Sistemas de lectura

Para la lectura de dosímetros se dispondrá de sistemas capaces de realizar de forma automática las siguientes prestaciones: identificación de dosimétricos ^(*), lectura, registro y archivo de los datos necesarios para la elaboración de las curvas de emisión termoluminiscente, aplicación de factores de corrección, chequeos de la estabilidad del sistema, estimación y asignación de dosis y transferencia y almacenamiento de datos. Se deberá indicar en qué casos se activan alarmas o se produce la parada de los sistemas.

Por otra parte, las características del equipamiento disponible serán adecuadas en todo momento al número de trabajadores expuestos a los que se preste servicio, de modo que se garantice la calidad de los resultados y el correcto funcionamiento del Servicio.

5.2.2 Dosímetros corporales

Los dosímetros utilizados en un SDP deben cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar resultados en términos de “dosis equivalente superficial” y “dosis equivalente profunda” correspondientes a densidades superficiales de $7,0 \times 10^{-3}$ y $1,0 \text{ g.cm}^{-2}$ respectivamente. Estas magnitudes se identifican en adelante como Hp (0,07) y Hp (10), respectivamente.
- Características técnicas acordes con el tipo y energía de radiación a medir.
- Disponer de código de identificación para su lectura automática.

(*) En el caso de la dosimetría de extremidades y en función del tipo y número de dosímetros a procesar se podría considerar la posibilidad de una identificación manual de los mismos.

En lo que se refiere a los portadosímetros asociados a los dosímetros, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estanqueidad.
- Disponer de sistemas de cierre o sellado para evitar la manipulación por personal no autorizado.
- Disponer de medios adecuados para la identificación, una vez que han sido asignados, del uso o destinatario

5.2.3 Sala de lectura y lugar de almacenamiento

Las condiciones ambientales de la sala de lectura y del lugar de almacenamiento de los dosímetros serán aquellas que garanticen que el sistema de lectura y los dosímetros no se ven afectados en su respuesta. En el establecimiento de las condiciones ambientales del lugar de almacenamiento de los dosímetros (relativas a parámetros tales como humedad, luz, temperatura y sistemas de aire acondicionado existentes en la sala de lectura), habrá que tener en cuenta las características del material termoluminiscente (TL) y las recomendaciones del fabricante al respecto.

En la memoria descriptiva se reseñarán los criterios de aceptación establecidos por el SDP externo para cada uno de estos parámetros de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o características del material TL, así como los sistemas disponibles en el SDP para control de estabilidad y seguimiento de dichos parámetros.

Tanto la sala de lectura como la zona de almacenamiento de dosímetros estarán ubicadas en áreas de fondo radiactivo no significativo, cuya evolución a lo largo del tiempo se vigilará y se controlará con ayuda de dispositivos de detección y medida adecuados.

Los resultados obtenidos de la vigilancia de todos estos parámetros deben quedar registrados y archivados.

5.2.4 Fuentes de irradiación de dosímetros

El SDP deberá contar con fuentes o equipos adecuados para la irradiación controlada de los dosímetros, que pueden ser propiedad del SDP o de otra entidad externa con la que se tenga establecido el pertinente acuerdo contractual.

En el caso de utilización de fuentes radiactivas propias ^(*), el titular de las mismas dispondrá de un certificado de actividad y hermeticidad para cada fuente, cuyo contenido sea acorde con la norma ISO 2919-1999.

El SDP deberá informar al CSN de cualquier modificación en el inventario de fuentes disponibles en el mismo.

Coincidiendo con el proceso de calibración del sistema de lectura, el SDP realizará un estudio comparativo entre la respuesta de los dosímetros irradiados en un laboratorio de calibración autorizado o acreditado y los irradiados con las fuentes disponibles en el SDP, con objeto de definir los valores de referencia que permitan verificar mensualmente la vigencia de los factores de calibración y conversión a dosis.

5.2.5 Detectores de contaminación superficial

Como paso previo a la lectura de los dosímetros se realizará un control de la contaminación superficial de aquellos procedentes de instalaciones donde se manipulen fuentes radiactivas no encapsuladas o bien exista riesgo de presencia de contaminación radiactiva desprendible.

Para ello se dispondrá de un sistema con capacidad para detectar la potencial contaminación acorde con el tipo de radionucleidos existentes en dichas instalaciones. Dicho sistema deberá estar sometido a un programa de verificación o calibración periódica, en función de las recomendaciones del fabricante y de lo indicado por un laboratorio de calibración autorizado o acreditado.

5.2.6 Hornos de borrado

Cuando un SDP disponga de hornos para el borrado del material TL, se deberá prestar gran atención a un buen control de la temperatura y de la estabilidad de la misma, mediante el uso de sistemas adecuados.

Se deberá disponer de procedimientos para el seguimiento y verificación de los perfiles o curvas de temperatura frente a tiempo en los hornos de borrado y se registrarán los datos obtenidos en estos controles.

(*) La utilización de fuentes radiactivas quedara sujeta a los requisitos de autorización, declaración o exención establecidos en la legislación vigente sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

5.2.7 Verificación y mantenimiento

Se dispondrá de un programa de verificación y mantenimiento de los medios técnicos disponibles, que cubra aspectos mecánicos, electrónicos, limpieza, etc., cuyo contenido dependerá de sus características y de las recomendaciones establecidas por el fabricante.

El SDP deberá disponer de medios técnicos y humanos, propios o contratados, que garanticen la aplicación de los programas de verificación y mantenimiento de los diferentes sistemas y equipos disponibles en el Servicio así como la asistencia técnica en caso de avería. Se mantendrán registros de las operaciones de reparación, verificación y mantenimiento.

5.3 Gestión de dosímetros

5.3.1 Control de calidad en dosímetros de nueva adquisición

En aquellos dosímetros para los que el fabricante así lo recomiende, se realizará un proceso de tratamiento térmico inicial (inicialización), con el alcance y extensión que estipule el fabricante.

Antes de proceder a utilizar dosímetros nuevos para la dosimetría personal éstos deberán estar sometidos por el SDP a un programa de control de calidad, con objeto de acreditar que poseen las características solicitadas al fabricante y la ausencia de unidades defectuosas. Este programa incluirá, al menos, lo siguiente:

- Revisión visual tanto de las pastillas TL como de las tarjetas y portadosímetros, a fin de asegurar que ni el material TL ni los filtros de los portadosímetros están dañados, que las tarjetas dosimétricas poseen el código de identificación, etc.
- Control de la homogeneidad: se comprobará el adecuado nivel de homogeneidad del conjunto de dosímetros, de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.3.3. de esta Guía.

5.3.2 Asignación y uso de dosímetros

El SDP deberá disponer de un número de dosímetros suficiente para prestar servicio a los usuarios previstos, teniendo en cuenta la necesidad de utilizar los siguientes grupos de dosímetros:

- *Usuario:* se dispondrá de dos dosímetros por usuario, para su utilización en meses alternos. La asignación del dosímetro se efectuará siempre antes de la entrega del mismo a la empresa contratante del servicio.
- *Control del proceso de lectura:* se asignarán mensualmente un conjunto de dosímetros para verificación y control del proceso de lectura.
- *Fondo:* el fondo ambiental mensual se estimará a partir de la lectura de dosímetros TL ubicados en el Servicio en lugares no influenciados por fuentes de radiación.
- *Viaje:* se utilizarán para el control de las dosis en tránsito, es decir, las dosis recibidas por los dosímetros durante el proceso de envío-recepción, así como para la detección de una posible irradiación accidental de los mismos durante su transporte. Mensualmente se asignará a este grupo un número determinado de dosímetros que acompañarán a los de usuario.
- *Calibración:* se utilizarán en la estimación de los factores de calibración y conversión de dosis.
- *Reserva:* se deberá disponer de dosímetros en condiciones adecuadas para su asignación inmediata con objeto de atender las solicitudes o incidencias que pudieran ocurrir.

Se deberá tener prevista la dotación de dosímetros suficientes para dar cumplida respuesta a la participación de los SDP externa en las campañas de intercomparación organizadas periódicamente por el CSN.

El proceso de asignación de dosímetros garantizará la homogeneidad de respuesta y la representatividad de los dosímetros de calibración.

El SDP dispondrá de información relativa a la identificación de los usuarios a los que han sido asignados todos y cada uno de los dosímetros utilizados como dosímetro personal (tanto corporal como de extremidades), para lo que remitirán las instrucciones oportunas a las empresas contratantes del servicio.

En el caso de los dosímetros de reserva asignados de forma mensual, el SDP remitirá instrucciones al responsable de la instalación donde se utilicen, relativas a la forma de asignación. En el portadosímetro se incluirá, como mínimo, el nombre (o iniciales) y apellidos del usua-

rio y el centro de trabajo. El resto de los dosímetros (fondo, viaje, etc.) reflejarán en el exterior del portadosímetro el grupo al que han sido asignados.

5.3.3 Homogeneidad de la población de dosímetros

Con objeto de garantizar la fiabilidad de las lecturas dosimétricas se deberá acreditar un adecuado nivel de homogeneidad en cuanto a la respuesta de los dosímetros del SDP.

A tal fin se establecerán factores de corrección de la sensibilidad, bien para cada lote de dosímetros, o bien para cada una de las pastillas que constituyen cada dosímetro. En el cálculo de estos factores se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La variación en la homogeneidad de la respuesta de la población de dosímetros deberá ser inferior o igual a un 30% en el caso de dosímetros corporales e inferior o igual a un 15% en el caso de dosímetros de extremidades.
- En el cálculo de los factores de corrección de sensibilidad por lotes se podrá utilizar una muestra estadísticamente significativa de cada lote.
- Estos factores se recalcularán, como norma general, al menos una vez al año, en el caso de factores de sensibilidad por lotes, coincidiendo con el proceso de calibración del sistema, o bien cada dos años en el caso de factores de sensibilidad individual (aproximadamente cada 12 usos).
- Si procede, cuando las circunstancias de deterioro así lo aconsejen se sustituirá el grupo o lote de dosímetros de referencia por otro de mas reciente adquisición.
- En caso de aplicación de factores de sensibilidad por lotes, el SDP dispondrá de información actualizada para cada dosímetro, respecto al lote al que pertenece, el número de ciclos de lectura a que ha sido sometido y la fecha de adquisición del lote.

5.3.4 Aspectos propios de la gestión de dosímetros de área para estimación de dosis personales y de dosímetros de extremidades

5.3.4.1 Gestión de dosímetros personales TL usados como dosímetros de área para asignación de dosis personales

En un gran número de instalaciones los campos de radiación son tan variables con la distancia y el tiempo que el uso de una dosimetría de área mediante dosímetros TL no resulta la

opción mas adecuada para la asignación de dosis a personas. No obstante, en aquellos casos en que esa opción sea viable, para garantizar la fiabilidad de las dosis estimadas a partir de la lectura de dosímetros personales de TL utilizados como dosímetros de área, la gestión de estos dosímetros será acorde con los criterios que se indican a continuación:

- La gestión y lectura de dosímetros personales TL usados como dosímetros de área para asignación de dosis personales se realizará mediante un Servicio de Dosimetría Personal Externa autorizado por el CSN.
- Las características de los dosímetros utilizados como dosímetros de área para estimación de dosis personales serán equivalentes a las de los dosímetros TL utilizados en dosimetría personal, siendo capaces de medir $H_p(10)$ y $H_p(0,07)$.
- El período de uso de estos dosímetros será de un mes, haciéndolo coincidir con el mes natural.
- En ningún caso se podrán asignar estos dosímetros a personas, debiendo figurar en la asignación el área de trabajo donde se encuentren ubicados.
- Mensualmente se remitirán a la entidad contratante del servicio los resultados obtenidos en la lectura de este tipo de dosímetros en términos de dosis equivalente profunda y dosis equivalente superficial.
- Se remitirán al CSN las estadísticas correspondientes a esta dosimetría de acuerdo con los formatos y periodicidad que este Organismo ha establecido.
- Se informará al CSN de los casos en que las dosis registradas en este tipo de dosímetros sean superiores a los límites anuales de dosis establecidos en la legislación vigente para los trabajadores expuestos.

El SDP externa en el momento de establecer una relación contractual con las empresas contratantes del servicio, deberá requerir la definición por parte de dicha entidad de cual será el uso definitivo de los dosímetros de área, de forma que quede constancia escrita cuando el uso que se le vaya a dar a estos dosímetros sea la estimación de dosis a trabajadores de categoría B.

Adicionalmente, se seguirán los criterios incluidos en el *Protocolo para la vigilancia dosimétrica de los trabajadores expuestos* clasificados como categoría B en el ámbito sanitario me-

diente dosimetría de área, elaborado en el marco del *Foro sobre protección radiológica en el medio sanitario*.

5.3.4.2 Gestión de dosímetros utilizados para la vigilancia de las dosis a feto en trabajadoras expuestas en estado de gestación

Las trabajadoras expuestas en estado de gestación deberán utilizar un dosímetro para la estimación de dosis recibidas por el feto que se colocará a la altura del abdomen y deberá tener características iguales o similares a las de los dosímetros personales utilizados en la estimación de dosis corporales.

Dicho dosímetro deberá disponer de medios apropiados de identificación (códigos, etiquetas, etc.) que permitan distinguirlo del resto de dosímetros utilizados para la determinación de dosis corporales a los trabajadores expuestos. Las dosis registradas en estos dosímetros se computarán separadamente de las del resto de dosímetros bajo el epígrafe “dosis en abdomen”.

A efectos de seguimiento del límite de dosis al feto (1 mSv desde el momento de declaración del embarazo), se considerará que dicho límite es equivalente a un valor de dosis de 2 mSv registrado en el dosímetro colocado en abdomen.

5.3.4.3 Dosimetría de extremidades

La gestión de la dosimetría de extremidades se ajustará a lo establecido en los puntos anteriores, si bien se tendrán en cuenta las características específicas de este tipo de dosimetría que se indican a continuación:

- Los dosímetros utilizados en un SDP como dosímetros de extremidades deberán ser capaces de proporcionar resultados en términos de dosis equivalente a una profundidad de 0,7 mm (7 mg/cm²) de material equivalente a tejido [Hp (0,07)].
- Se definirán de manera clara las características de cada uno de los tipos de dosímetros disponibles: muñeca, anillo, etc.
- Los factores de calibración utilizados en la estimación de dosis deberán ser específicos para este tipo de dosimetría. Estos factores se obtendrán mediante la irradiación de dosímetros en un laboratorio de calibración.

- Para la caracterización del sistema de dosimetría de extremidades se efectuarán los ensayos definidos en el apartado 5.4.1 de esta Guía, siguiendo las directrices recomendadas en la norma ISO 12794-2000.
- Se proporcionarán a las empresas contratantes del servicio normas de uso específicas para cada tipo de dosímetros de extremidades.

5.4 Calibración del sistema de lectura

5.4.1 Caracterización del sistema de lectura

El titular del SDP deberá acreditar el adecuado funcionamiento del sistema de lectura previamente a su autorización o modificación y, para ello, se deberán realizar los siguientes ensayos:

- Respuesta en función de la energía.
- Respuesta en función de la dosis (linealidad).
- Reproducibilidad del sistema de lectura.
- Estabilidad de la señal latente (*fading*).
- Umbral de detección.
- Dosis residual.
- Homogeneidad (en caso de aplicación de factores de sensibilidad para cada pastilla podría obviarse este ensayo).

En la realización de los anteriores ensayos se seguirán las directrices recomendadas en la norma IEC 61066 o revisiones posteriores de la misma.

Los dosímetros utilizados en los ensayos de respuesta en función de la energía y respuesta en función de la dosis (linealidad) se irradiarán en un laboratorio de metrología autorizado o acreditado al efecto.

Los dosímetros utilizados para la realización del resto de los ensayos podrán irradiarse mediante fuentes de irradiación disponibles en el SDP. En estos casos se garantizará que se mantienen constantes las condiciones de irradiación durante la realización de las pruebas de caracterización del sistema.

En la documentación a presentar al CSN se incluirá información detallada de estos ensayos y de los cálculos asociados a los mismos, se explicitará asimismo, el número de dosímetros utilizados en la realización de cada ensayo, el certificado de calibración emitido por el laboratorio metrológico autorizado o acreditado y toda la información necesaria que permita la reproducción completa de la sistemática utilizada.

5.4.2 Estimación y verificación periódica de los factores de calibración y conversión de dosis aplicados en la estimación de dosis

Se dispondrá de un procedimiento donde se definan los aspectos relativos a la estimación y verificación de los factores de calibración y conversión de dosis. Dicho procedimiento contemplará aspectos tales como:

- Recomendaciones del fabricante.
- Periodicidad.
- Número de dosímetros empleados.
- Dosis y energías de irradiación.
- Fuentes de irradiación.
- Método.
- Criterio estadístico de rechazo de lecturas anómalas.
- Supuestos en los que se repetiría el proceso.

En la elaboración y aplicación de este procedimiento se tendrá en cuenta lo siguiente:

- La estimación de los factores de calibración y de conversión de dosis (proceso de calibración) se efectuará al menos una vez al año y siempre tras la sustitución de componentes significati-

vos que afecten al funcionamiento del sistema de lectura; los dosímetros utilizados a tal fin se irradiarán en un laboratorio de metrología autorizado o acreditado al efecto. Coincidiendo con este proceso se realizará la verificación de las fuentes propias de irradiación y, si se considere oportuno, el cálculo de los factores de corrección de la sensibilidad por lotes.

- El tipo y energía de radiación de las fuentes utilizadas en el proceso de calibración anual se ajustará en la medida de lo posible al tipo y energía de radiación al que estén expuestos la mayoría de los usuarios a los que el SDP preste servicio.
- La validez de los factores obtenidos se verificará con periodicidad mínima mensual. Los dosímetros utilizados en este proceso podrán irradiarse con las fuentes de irradiación disponibles en el SDP. Se definirán los márgenes de variación permitidos en los valores obtenidos en las citadas verificaciones, así como las acciones a seguir en caso de obtener resultados fuera de margen.
- Los dosímetros destinados al establecimiento y verificación periódica de los parámetros considerados en la asignación de dosis, corresponderán siempre a una fracción estadísticamente representativa del conjunto de dosímetros en uso y se establecerán criterios estadísticos de rechazo de lecturas anómalas.
- En caso de aplicación de factores de corrección por pérdida de la señal latente (*fading*), éstos se recalcularán con periodicidad anual, coincidiendo con el proceso de calibración del sistema.

5.5 Envío y recepción

El SDP definirá en procedimiento la sistemática establecida para el envío y recepción mensual de dosímetros, en el que figurará, al menos, lo siguiente:

- Medio de transporte utilizado.
- Precauciones en el transporte (normas de utilización para usuarios, dosímetros de viaje, etc).
- Precauciones en la recepción de dosímetros (controles de contaminación superficial, inspección visual, etc).
- Etiquetado externo de los paquetes de dosímetros.

- Control del envío y recepción mensual (registros).

El contenido del procedimiento de envío y recepción mensual de dosímetros será acorde con los criterios que se indican en los apartados siguientes.

5.5.1 Período de uso del dosímetro

Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos se determinarán con periodicidad mensual y, en consecuencia, el período de uso de los dosímetros utilizados para la determinación de dosis será de un mes y se hará coincidir con el mes natural. Este requisito afectará tanto a los dosímetros personales TL utilizados como dosímetros corporales, como a los dosímetros personales TL utilizados como dosímetros de área en la estimación de dosis mensuales.

En casos de extensiones del período de uso superior a un mes, el SDP actuará de la forma siguiente:

- Informará a las empresas contratantes del servicio de la obligatoriedad de proceder al recambio de dosímetros con periodicidad mensual.
- Una vez recibido el dosímetro el SDP procederá a su lectura lo antes posible, a fin de detectar incidencias o la posible existencia de una sobreexposición.
- Se seguirán los criterios establecidos en el punto 5.9. de la presente Guía en relación con esta incidencia.

El SDP establecerá las medidas oportunas para garantizar que el período de tiempo que los dosímetros permanezcan en poder del usuario sea el imprescindible para la realización del recambio mensual.

5.5.2 Etiquetado externo de los dosímetros

Cada dosímetro remitido a la empresa contratante del servicio dispondrá de un etiquetado externo en el que se reflejen los datos de asignación (viaje, reserva o usuario) a fin de garantizar su correcta utilización, incluyendo en el caso de dosímetros de usuario el nombre (o iniciales) y apellidos del mismo y la instalación en la que presta servicio.

Se dispondrá de un sistema de identificación externa de los dosímetros en función del mes de uso de los mismos (mes par o impar) para facilitar el proceso de recambio mensual.

Se prestará especial atención al proceso de introducción de la tarjeta en el portadosímetro, de forma que se garantice que uno y otro pertenecen al usuario al que han sido asignados.

5.5.3 Seguimiento y control del proceso de envío y recepción

El SDP implantará una sistemática para el control del envío y recepción de los dosímetros, que permita registrar, como mínimo, la siguiente información:

- Fecha (momento de envío desde el SDP y momento de recepción física de los dosímetros en el mismo).
- Datos de la empresa o instalación.
- Nombre y apellidos de los usuarios.
- Código de los dosímetros remitidos.
- Período de uso.
- Observaciones (incidencias u otras).

Dichos registros quedaran almacenados dentro del conjunto de información disponible en el SDP.

5.5.4 Instrucciones de uso de los dosímetros

El SDP remitirá a la empresa contratante del servicio información relacionada con la adecuada gestión de los dosímetros y con el procedimiento de envío y recepción. Dicha información incluirá directrices relativas al período de uso de los dosímetros, colocación y normas de utilización, procedimiento de envío mensual de dosímetros, plazos de envío, comunicación de incidencias por parte del usuario al SDP, por ejemplo; en caso de pérdida de dosímetro, gestión de dosímetros de viaje, comunicación de altas y bajas, etc.

5.5.5 Control de dosis en tránsito

Con objeto de detectar y cuantificar una posible irradiación de los dosímetros durante el proceso de envío y recepción de los mismos, se utilizarán dosímetros de control (viaje), que acompa-

ñarán a lo largo de este proceso a los dosímetros de usuarios y que permanecerán almacenados en la entidad correspondiente durante el mes de uso. El SDP remitirá a las diferentes entidades instrucciones precisas sobre el uso de estos dosímetros, donde se advertirá que el almacenamiento de los mismos en la instalación será en una ubicación alejada de fuentes de radiación.

El número de dosímetros de viaje se establecerá teniendo en cuenta el número de dosímetros que componen el envío y el riesgo de irradiación asociado al mismo (transporte aéreo, controles de paquetería, etc.).

A fin de evitar que los paquetes de dosímetros sean sometidos a controles de seguridad mediante la utilización de equipos de rayos X, se dispondrá de etiquetas, que serán colocadas en un lugar visible en el exterior de los paquetes, advirtiendo de la necesidad de no exponer los mismos a radiaciones ionizantes. El SDP remitirá instrucciones a los usuarios en este sentido.

En aquellos casos en los que se detecten en los dosímetros de viaje valores de dosis significativos, se procederá de acuerdo con lo indicado en el apartado 5.9. de esta Guía.

Se realizará un seguimiento de los valores registrados mensualmente a partir de las lecturas de los dosímetros de viaje.

5.5.6 Comprobaciones en la recepción de dosímetros de usuarios

El SDP realizará, como mínimo, los controles que se indican a continuación, sobre los dosímetros usados remitidos por el usuario para su lectura:

- Comprobar que están todos los dosímetros que fueron remitidos a la empresa contratante del servicio. Existirá un registro de las comprobaciones efectuadas a tal efecto.
- Realizar una inspección visual de los dosímetros a fin de detectar posibles incidencias (rotura, deterioro, suciedad, etc.).
- Comprobar, cuando proceda, la ausencia de contaminación superficial.
- Registrar los casos de incidencia (no devolución, pérdida, presencia de contaminación superficial, etc.).

Dichos registros quedaran almacenados dentro del conjunto de información disponible en el SDP.

5.6 Proceso de lectura

El SDP elaborará un procedimiento que recoja la sistemática a seguir en el proceso de lectura de los dosímetros y que contemple, al menos, los siguientes aspectos:

- Estabilización del sistema de lectura.
- Parámetros de lectura.
- Controles previos a la lectura de dosímetros.
- Controles durante el proceso de lectura.
- Valores establecidos de alarma y parada del sistema.

Con objeto de garantizar la fiabilidad de los resultados dosimétricos es preciso asegurar que las condiciones del sistema lector a lo largo del proceso de lectura son acordes a las existentes en el momento del proceso anual de calibración del sistema.

Para acreditar la trazabilidad de estas condiciones es necesario establecer una serie de parámetros de referencia (ruido del fotomultiplicador, luz de referencia, etc.), que se establecerán inmediatamente después de la calibración del sistema de lectura y cuya estabilidad se verificará antes y durante el proceso de lectura mensual de dosímetros.

Se deberán fijar los márgenes de variación para cada uno de los parámetros y se tendrán definidas acciones a seguir en caso de obtener resultados fuera de los márgenes establecidos.

Deberá existir un registro asociado a las modificaciones de los parámetros de estabilidad del sistema de lectura realizadas como consecuencia de operaciones de mantenimiento o reparación en el mismo.

Adicionalmente se intercalarán entre los dosímetros de los usuarios dosímetros de control en número suficiente para verificar el correcto funcionamiento del sistema de lectura. Se deberán fijar los márgenes de aceptación en relación con las lecturas de estos dosímetros, así como actuaciones asociadas en caso de exceder los mismos.

5.7 Tratamiento térmico de los dosímetros

El perfil y duración del ciclo térmico (precalentamiento, lectura y borrado) a que son sometidos los dosímetros de termoluminiscencia deberán ser acordes a las recomendaciones del fabricante al respecto.

El SDP definirá una metodología adecuada que asegure que los dosímetros remitidos al usuario en el recambio mensual están regenerados y perfectamente borrados, aplicándose cualquiera de las siguientes opciones:

- Verificar el proceso de borrado mediante el registro de los valores obtenidos en la segunda lectura de un número representativo del conjunto de dosímetros utilizados durante el mes correspondiente, o bien, en el caso del borrado de los dosímetros en el horno, mediante la lectura, tras el borrado, de un número de dosímetros estadísticamente significativo.
- Efectuar el seguimiento del aumento con el tiempo de los valores de dosis residual acumulada en los dosímetros, registrando la lectura de borrado o bien, cuando los dosímetros se borren en horno, la lectura y registro de un porcentaje determinado de los dosímetros (este criterio no aplica para los SDP que estimen periódicamente el fondo intrínseco de los dosímetros).

Adicionalmente, los SDP que dispongan de horno para el borrado de dosímetros establecerán las necesarias pautas para la verificación y mantenimiento del mismo, y un sistema de registro y seguimiento del ciclo térmico aplicado, a fin de detectar posibles fallos.

5.8 Aspectos relevantes en la estimación de dosis

Se describirá la metodología aplicada en la estimación de dosis a partir de la lectura de dosímetros. Se tendrán en cuenta las consideraciones que se indican en los puntos siguientes.

5.8.1 **Sustracción del fondo radiactivo natural**

Conforme a lo establecido en la reglamentación vigente, en la determinación de las dosis totales recibidas por los trabajadores expuestos no se incluirán las dosis recibidas debidas a fondo radiactivo natural.

A tal efecto, la estimación de las dosis a partir de las lecturas obtenidas de los dosímetros de usuario debe implicar la sustracción de los valores de fondo radiactivo natural correspondientes al período de uso del dosímetro.

A falta de un método más fiable para la caracterización mensual del fondo radiactivo natural de cada instalación, se podrá efectuar una estimación de dicho fondo a partir de la lectura de un número de dosímetros no inferior a 10 situados en el SDP en lugares no influenciados por fuentes de radiación de origen artificial.

5.8.2 Niveles de registro

Se fijará como nivel de registro para dosis equivalente profunda [Hp(10)] y dosis equivalente superficial [Hp(0,07)] el valor de 0,10 mSv/mes.

Las dosis inferiores a estos valores se registrarán como fondo, tratándose como cero en el cómputo anual de dosis. El SDP verificará con periodicidad anual que el límite inferior de detección del sistema es inferior a este valor.

5.9 Actuaciones en caso de anomalías o pérdida de lectura

El SDP se responsabilizará de coordinar el proceso asociado a la asignación de dosis en caso de incidencias (lecturas anómalas, sobreexposición, etc.), o de circunstancias que puedan dar lugar a la pérdida de la información dosimétrica. A este respecto se aplicarán los siguientes criterios:

- En caso de pérdida de la información dosimétrica el SDP procederá a asignar al usuario una dosis representativa de la fracción del límite anual de dosis ^(*) correspondiente al período de uso del dosímetro. Esta circunstancia se pondrá en conocimiento de la empresa contratante del servicio a la que, asimismo informará, de la posibilidad de asignar otro valor de la dosis que, en todo caso, deberá ser autorizado por el titular de la instalación y quedar adecuadamente justificado (por persona cualificada en protección radiológica) y documentado.
- En el caso de no recambio del dosímetro por parte del usuario durante un periodo de tiempo superior a tres meses ^(**) se considerará que este dosímetro ha sido perdido y se

^(*) En el caso de la dosis profunda se asignarán 2 mSv por mes y en el caso de la dosis superficial se asignarán 40 mSv por mes.

^(**) Se entenderá por periodo superior a tres meses, por ejemplo un dosímetro enviado para uso en el mes de enero, que no haya sido recibido en el SDP para su lectura ni en el mes de febrero, ni en el mes de abril, ni en el mes de junio.

procederá a asignar la fracción correspondiente del límite de dosis para trabajadores expuestos para el periodo de uso del dosímetro.

- En caso de producirse una irradiación accidental del dosímetro del trabajador expuesto dentro de la propia instalación radiactiva o nuclear, la dosis leída correspondiente al dosímetro irradiado por el SDP podrá ser modificada sobre la base de un informe justificado y firmado por el Servicio de Protección Radiológica o la Unidad Técnica de Protección Radiológica de la instalación o, en su defecto, por el supervisor o persona a la que estén encomendadas las funciones de protección radiológica en tal instalación.

Dicho informe deberá ser elaborado tras la correspondiente investigación a fin de constatar las circunstancias que dieron lugar a la irradiación del dosímetro y a estimar la dosis que haya podido ser recibida por el usuario, durante el periodo mensual en el cual se ha producido la irradiación fortuita, y que ha de constar en el historial dosimétrico del trabajador.

En caso de que, si bien se constate la irradiación del dosímetro, no sea posible estimar o determinar la dosis recibida por el usuario, se asignará la fracción correspondiente del límite de dosis ^(*) para trabajadores expuestos para el periodo de uso del dosímetro.

De no darse las circunstancias anteriores, se mantendrá en el historial del trabajador la dosis leída.

- En caso de lectura anómala el SDP investigará si los valores registrados durante el proceso de lectura son correctos. A este respecto será de utilidad el análisis de las curvas de emisión TL o información equivalente. En caso de verificar la existencia de una mala respuesta del dosímetro, esta incidencia se tratará a efectos de asignación de dosis como una pérdida de información dosimétrica.

En caso de extensión del periodo de uso del dosímetro, el SDP asignará las dosis al mes que le corresponda dentro del proceso de lectura en que se ejecute la lectura del dosímetro. En el historial dosimétrico del usuario se reflejará la falta de datos dosimétricos durante los meses afectados por la no devolución del dosímetro y se indicará el periodo real de uso del mismo en el mes en que se haya asignado la lectura. Estos criterios serán de aplicación en la elaboración de la información a remitir al CSN para la carga del Banco Dosimétrico Nacional.

^(*) En el caso de la dosis profunda se asignarán 2 mSv por mes y en el caso de la dosis superficial se asignarán 40 mSv por mes.

- Ante una posible irradiación accidental de los dosímetros, puesta de manifiesto a partir de lecturas anómalas en dosímetros de viaje o por comunicación del usuario o, en su defecto, de la empresa contratante del servicio, y siempre que no se superen los límites de dosis, el SDP realizará una investigación a fin de establecer si realmente se ha producido esta irradiación, así como los motivos y la magnitud de la misma.

Cuando se demuestre fehacientemente que se ha producido la irradiación accidental del dosímetro, se restarán a las dosis registradas en los dosímetros afectados, los valores medios de las dosis de los dosímetros de viaje o bien las dosis estimadas como recibidas durante el transporte. En caso contrario se asignarán las dosis leídas.

En caso de que las lecturas dosimétricas impliquen una superación de alguno de los límites de dosis establecidos en la legislación vigente, se pondrá en conocimiento del CSN, detallando los datos del trabajador, empresa e instalación involucrados y cuanta información adicional resulte pertinente para esclarecer las circunstancias del caso.

El SDP no podrá modificar ninguna dosis que haya superado alguno de los límites de dosis establecidos en la legislación vigente, sin comunicación previa efectuada por parte del CSN.

5.10 Archivo de datos

Dado el carácter oficial de la dosimetría de termoluminiscencia, el SDP dispondrá de un archivo en el que se recoja cuanta información sea necesaria para reproducir las dosis asignadas a partir de la lectura de los dosímetros o de la aplicación de los criterios contenidos en el apartado 5.9 de esta Guía y en el anexo I de la instrucción de 5 de febrero de 2003 del Consejo de Seguridad Nuclear, número IS-04, por la que se regulan las transferencias, archivo y custodia de los documentos correspondientes a la protección radiológica de los trabajadores, público y medio ambiente, de manera previa a la transferencia de titularidad de las prácticas de las centrales nucleares que se efectúe con objeto de su desmantelamiento y clausura.

Estos registros deberán mantenerse durante un período de tiempo acorde a lo establecido en la legislación vigente.

El SDP dispondrá de información, para cada usuario, referente a las dosis asignadas durante cada uno de los meses en los cuales efectuó el control dosimétrico del mismo.

En lo referente al archivo de la documentación asociada al proceso de asignación de dosis en caso de incidencias, se aplicarán los siguientes criterios:

- Todo proceso que de lugar a la asignación de dosis diferentes de las estimadas a partir de la lectura de dosímetros de usuario, deberá quedar documentado a fin de justificar las dosis finalmente asignadas.

Los programas informáticos disponibles en el SDP serán suficientemente flexibles, de forma que se puedan introducir los resultados de las acciones llevadas a cabo en caso de incidencia. Para ello se dispondrá de un campo de observaciones. Aquellas incidencias que den lugar a la pérdida de la información dosimétrica y, por tanto, a dosis asignadas diferentes de las procedentes de la lectura del dosímetro de usuario, quedarán claramente identificadas en la base de datos dosimétricos del SDP y en el historial dosimétrico de cada usuario.

5.11 Elaboración de informes

El SDP deberá aplicar los siguientes criterios en la elaboración de los diferentes informes dosimétricos generados:

- Las dosis registradas cuyo valor sea inferior al nivel de registro establecido se registrarán como fondo y se tratarán a efectos de cálculo como “cero”.
- Los valores de dosis se ajustarán mediante redondeo a dos cifras decimales.
- La elaboración de informes se realizará a partir de las dosis finalmente asignadas al usuario.
- Se realizarán las comprobaciones oportunas previas a la remisión de información al CSN, a fin de garantizar la coherencia de datos.

El SDP deberá remitir al CSN información dosimétrica, con la periodicidad y contenido mínimo que se indica a continuación:

- Mensualmente datos destinados a la carga y explotación del Banco Dosimétrico Nacional. Se deberá remitir esta información al CSN en un periodo de tiempo no superior a dos meses después de finalizado el proceso de lectura mensual.
- Mensualmente distribución estadística de las dosis mensuales en términos de dosis equivalente profunda y superficial.

- Anualmente distribución estadística de las dosis acumuladas en cada año natural en términos de dosis equivalente profunda y superficial.
- Relación de aquellos casos que supongan en el período objeto del informe una potencial superación de alguno de los límites de dosis reglamentarios.
- Datos destinados a la elaboración de informes sectoriales.

El SDP comunicará a la empresa contratante del servicio, mediante la emisión de un informe, los resultados obtenidos, tanto en condiciones normales como en caso de incidencia.

6 Dosimetría de la contaminación interna mediante contadores de radiactividad corporal

Se describen a continuación los requisitos aplicables al funcionamiento de un SDP que realice dosimetría personal interna. En la memoria descriptiva y procedimientos de trabajo a presentar junto con la solicitud de autorización del Servicio se deberá aportar cuanta información resulte pertinente para acreditar el cumplimiento de dichos requisitos.

6.1 Medios humanos

En cuanto a los medios humanos necesarios para la autorización y funcionamiento de un SDP serán de aplicación los requisitos descritos en el apartado 5.1. de la presente Guía, teniendo en cuenta que el personal que integre el SDP deberá de disponer de formación específica a fin de garantizar la operación fiable de los equipos y técnicas empleados en la estimación de dosis internas mediante contadores de radiactividad corporal.

6.2 Medios técnicos

6.2.1 Contador de radiactividad corporal (CRC)

Los sistemas de detección incorporados al CRC garantizarán, en conjunción con los procedimientos de medida, la detección de actividades de los radionucleidos pertinentes en niveles iguales o superiores al nivel de registro establecido.

El CRC dispondrá de un sistema de almacenamiento de datos, de forma que se garantice el archivo automático de la información asociada a cada uno de los contajes realizados.

En la memoria descriptiva se reseñarán los sistemas de detección disponibles, indicando para qué tipo de radionucleidos está previsto cada uno de ellos. Se justificará el rango energético de la radiación a detectar y medir, así como la capacidad de los medios técnicos disponibles para su detección.

La descripción del CRC incluirá información relativa a los siguientes puntos:

- Número de detectores y características de los mismos (tamaño, superficie activa, nivel mínimo de energía detectable, resolución en energía, etc.).
- Requerimientos de funcionamiento establecidos por el fabricante.
- Cadena electrónica asociada al sistema de detección (función y emplazamiento del preamplificador, amplificador, convertidor analógico digital, modulo para corrección del tiempo muerto, etc.).
- Sistema de análisis espectrométrico.
- Refrigeración del sistema.
- Suministradores de componentes del sistema.
- Asistencia técnica y mantenimiento.

El CRC deberá estar instalado en zonas de bajo fondo radiactivo, alejadas de fuentes de radiación y en condiciones ambientales acordes a las recomendaciones del fabricante.

En la memoria descriptiva se reseñarán las características de la instalación y se adjuntará un plano de la misma. En caso de que proceda se incluirá la descripción del blindaje de la sala o zona en la cual se encuentre ubicado el sistema de detección, indicando espesores y características del material. Se reseñarán, asimismo, las acciones previstas para mantener estable y a niveles aceptables el valor del fondo ambiental en la sala del contador, entre los que se indicarán, al menos, las siguientes:

- Medida, archivo y seguimiento diario de los valores de fondo detectados por el contador de radiactividad corporal.

- Realización de controles de la contaminación superficial en la sala.
- Filtración del aire de ventilación.
- Sistemas de control para mantenimiento de las condiciones de temperatura y humedad en la sala acordes a las recomendaciones del fabricante.
- Controles de contaminación externa y cambio de vestuario del trabajador, previos a la realización de un conteo.

Asimismo, se aportará información del fabricante en cuanto a los valores de temperatura y humedad relativa recomendados para el óptimo funcionamiento del contador.

6.2.2 Sistemas de adquisición de datos

Los sistemas de adquisición y registro de los resultados del conteo deberán satisfacer los siguientes puntos:

- La adquisición y registro de resultados debe efectuarse de forma automática.
- Antes de iniciar un conteo deberá disponerse de un valor del fondo del sistema.
- Los registros generados tras la realización de un conteo incluirán, como mínimo, información relativa al sujeto sometido a control, tipo de medida, valor del fondo aplicado, tiempo de medida, valores de los parámetros de calidad del conteo, valores de tiempo muerto, nº de conteo, tipo de CRC utilizado en el conteo, LID del detector para cada isótopo detectado en el conteo, fecha de conteo
- Cada medida realizada en el contador dará lugar a un espectro o histograma, en el que se relacione el número de cuentas por canal, es decir, en función de la energía de emisión. Los espectros, obtenidos en el analizador multicanal, se transferirán a un ordenador personal.
- El espectro original del conteo debe ser registrado y archivado para su posible evaluación posterior.

6.2.3 Verificación y mantenimiento

6.2.3.1 Verificaciones periódicas

Con periodicidad diaria se realizarán una serie de verificaciones de acuerdo con una metodología previamente definida en procedimiento e incluirán, como mínimo, lo siguiente:

- Ajuste en energías (comprobación de la ganancia y cero, eficiencia y resolución).
- Verificación del adecuado funcionamiento de los componentes electrónicos.
- Estimación del fondo ambiental diario. Esta medida de fondo se restará automáticamente al espectro en la medida de cada sujeto.
- Registro de los valores de temperatura y humedad relativa en la sala.

Con periodicidad no superior a un mes se verificará que la eficiencia y la resolución del detector están dentro de los márgenes de variación permitidos. Dicha verificación se realizará de acuerdo con una metodología previamente definida en procedimiento.

En aquellos CRC dotados con sistemas para detectar la eventual presencia de contaminación externa en un sujeto, se aplicará un programa de verificación periódica acorde a las recomendaciones del fabricante.

6.2.3.2 *Mantenimiento*

El SDP deberá disponer de medios técnicos y humanos, propios o contratados, que garanticen la aplicación de los programas de verificación y mantenimiento de los diferentes sistemas y equipos disponibles en el SDP, así como la asistencia técnica en caso de avería. Se mantendrán registros de las operaciones de reparación, mantenimiento y verificación.

El mantenimiento de la electrónica asociada a los sistemas de detección se realizará con un alcance y periodicidad que cubra, como mínimo, lo recomendado por el fabricante y con arreglo a una metodología previamente establecida en procedimiento. Dicho mantenimiento deberá ser realizado por la entidad suministradora.

6.3 Metodología de estimación de dosis

La metodología a aplicar en la estimación de las dosis internas incluirá los siguientes pasos:

1. Obtención del espectro de medida y cálculo de la actividad asociada.
2. Estimación de la actividad incorporada y de las dosis asociadas.

6.3.1 Obtención del espectro de medida y cálculo de la actividad asociada

En la memoria descriptiva se describirá en detalle la metodología de análisis espectrométrico utilizada en la identificación de picos que es esencial para la identificación de los radionucleidos y la evaluación del área del pico que se requiere para cuantificar la actividad del radionucleido en el organismo. Asimismo se incluirá información sobre la metodología utilizada por el sistema de análisis para la identificación y análisis de multipletes.

Se remitirá información sobre los controles de calidad realizados por el fabricante sobre el software de análisis espectrométrico.

Se describirá si para medidas de contaminación interna de vigilancia rutinaria de trabajadores se preseleccionan unas regiones de interés (ROI) para la localización de picos y cálculo de las áreas correspondientes. Asimismo, se describirá la metodología a seguir en el caso de detección de radionucleidos que no se encuentren en las regiones preseleccionadas.

En la metodología utilizada para el cálculo de la actividad medida por el equipo se tendrá en cuenta el error asociado a dicha medida, y el tiempo muerto del sistema en la realización de la misma que no deberá exceder de un 30%.

6.3.2 Estimación de la actividad incorporada y de las dosis asociadas

La metodología general para la estimación de dosis resultantes de la incorporación de radionucleidos se ajustará a las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica de acuerdo con las siguientes publicaciones:

- Modelo dosimétrico del sistema respiratorio de ICRP 66.
- Modelo dosimétrico del tracto gastrointestinal de ICRP 30.
- Funciones de retención y excreción de ICRP 78.
- Modelo sistémico de ICRP 56 para yodo y tritio.
- Modelo sistémico de ICRP 67 para neptunio, plutonio, americio, estroncio y alcalino-térreos.
- Modelo sistémico de ICRP 69 para hierro, uranio y torio.

Si no se conoce de forma precisa o aproximada la fecha de la incorporación, se considerará como tal el punto medio del período transcurrido entre la fecha de realización de la medida y la fecha de realización del anterior control de contaminación interna.

Para la estimación de las dosis equivalentes comprometidas se aplicarán factores de conversión de dosis acordes con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica y con la legislación vigente.

En la memoria descriptiva se incluirá información detallada del código informático de cálculo para la estimación de dosis equivalente comprometida, incluyendo identificación del mismo, entidad que lo ha desarrollado, organismo o entidad que lo han validado, experiencia internacional en el uso de dicho código.

Asimismo, se reseñarán los procedimientos establecidos para la estimación y asignación de dosis equivalente comprometida.

6.4 Calibración del CRC

La calibración del CRC se debe llevar a cabo con periodicidad anual y siempre tras la sustitución de componentes significativos de los sistemas o ante cualquier situación de la que pueda deducirse una variación significativa en las condiciones operativas de los sistemas.

La calibración se llevara a cabo bajo la responsabilidad de una entidad cuya cualificación a tal fin esté adecuadamente acreditada.

Se podrá plantear una periodicidad mayor en la calibración siempre que tal alternativa quede adecuadamente justificada en base a la estabilidad del sistema, intercomparaciones periódicas, etc.

El proceso de calibración anual debe incluir la calibración en energías, resolución y eficiencias, y se realizará con ayuda de un maniquí antropomórfico en el que se distribuirá de forma homogénea un conjunto estándar de radionucleidos.

En la memoria descriptiva se incluirá, como mínimo, información en relación con los siguientes puntos:

- Entidad responsable de la calibración.

- Características del maniquí antropomórfico utilizado, (según normativa establecida en publicaciones ICRU).
- Composición del conjunto de radionucleidos y distribución en el maniquí.
- Geometrías de medida y radionucleidos para las cuales se ha calibrado el sistema.
- Curvas de calibración disponibles.
- Criterios de aceptación.

El cálculo del límite inferior de detección o de la actividad mínima detectable se efectuará al menos cada doce meses o bien cuando se produzcan variaciones significativas en los valores de fondo de la sala. Dicho cálculo se realizará con arreglo a una metodología previamente definida en procedimiento. El límite inferior de detección o la actividad mínima detectable para cada radionucleido deberá ser compatible con lo establecido en el apartado 6.6. de esta Guía.

Se deberá disponer de un procedimiento que incluya los programas de calibración, los registros asociados a este proceso, así como verificaciones anteriores y posteriores a la misma en caso de que sean consideradas necesarias.

6.5 Control de la contaminación interna

Se definirán y establecerán los diferentes tipos de controles aplicados en la práctica y se indicarán los criterios utilizados para la realización de los mismos.

6.5.1 Frecuencia de la vigilancia

Es responsabilidad del SDP establecer la periodicidad mínima de realización de los análisis o contajes rutinarios. Se establecerá, asimismo, la frecuencia con que se realizaran los controles repetitivos asociados a la superación del nivel de registro e investigación, que deberá ser acorde con el periodo físico y biológico de los contaminantes que se hayan detectado, y con las características del CRC utilizado.

6.5.2 Preparación previa del sujeto

En la memoria descriptiva se reseñarán las acciones fundamentales que garanticen, previamente a la medida del sujeto, la ausencia de contaminación externa en el mismo, tales como

cambio de vestuario y chequeo de la contaminación externa. Todo ello deberá ser, asimismo, recogido en procedimientos.

Con anterioridad a la realización del conteo del sujeto, se le informará sobre el proceso para evitar sensaciones de ansiedad.

6.5.3 Geometría de medida

Se reflejarán en procedimientos internos de trabajo las diferentes geometrías de medida aplicadas en función del tipo de radionucleido a detectar o medir. Para cada tipo de geometría establecida se definirán los siguientes puntos:

- Verificaciones previas del sistema de detección.
- Tiempo de conteo de fondo.
- Posición del sujeto en el contador.
- Tiempo de conteo del sujeto.
- Criterios de aceptación de un conteo como válido.
- Registro de datos.

6.6 Niveles de referencia

Se definirán y establecerán niveles de referencia de acuerdo a los siguientes criterios:

- Nivel de registro e investigación: 1 mSv en un año, salvo para aquellos radisótopos que en virtud de sus características físico y biológicas la “actividad mínima detectable” asociada a la técnica de medida sea superior a nivel de registro, se seguirá la sistemática de asignar dosis siempre que se obtengan actividades superiores a la citada “actividad mínima detectable”.
- Nivel de intervención: aquel valor de la actividad medida que, extrapolada al instante de la incorporación, dé lugar a una dosis efectiva comprometida de 5 mSv en un año.

En los procedimientos internos de trabajo del SDP se definirán las actuaciones derivadas de la aplicación de los anteriores niveles de referencia, tales como:

- Cuando la actividad medida resulte inferior al nivel de registro se considerará como todos los efectos como una medida de fondo, tratándose como cero en el computo anual de dosis. No obstante se archivarán los registros de los datos asociados a dichos contajes.
- Cuando la estimación de dosis asociada a la realización de un contaje muestre valores iguales o mayores al nivel de registro, éstos se reflejarán en el historial dosimétrico del trabajador y, en el caso de los trabajadores externos, en el apartado correspondiente del carné radiológico. Adicionalmente, se archivarán los registros de los datos asociados a dichos contajes.
- La superación del *nivel de registro e investigación* requiere que por parte de la instalación involucrada se adopten actuaciones encaminadas a:
 - Confirmar los cálculos iniciales mediante la realización de contajes adicionales, y cuando resulte pertinente, mediante la utilización de técnicas complementarias.
 - Investigar y analizar las circunstancias que hubieran podido conducir a la ocurrencia de la contaminación.
- La superación del *nivel de intervención* requiere que se adopten, como mínimo, las actuaciones necesarias para:
 - Confirmar los cálculos iniciales mediante la realización de contajes adicionales y, cuando resulte pertinente, en función de los resultados obtenidos en dichos contajes:
 - Mediante la utilización de técnicas de medida complementarias (medidas ambientales, bioeliminación, etc)
 - Mediante la corrección de los parámetros del modelo biocinético del hombre patrón.
 - Mediante la caracterización química y granulométrica del contaminante.
 - Investigar y analizar las circunstancias que hubieran podido conducir a la ocurrencia de la contaminación.
 - Adoptar medidas encaminadas a tratar de evitar la ocurrencia de sucesos similares.

- En todas las situaciones donde hay una superación de los niveles de referencia, el SDP debe abrir un proceso encaminado a asegurar que la sistemática aplicada para la estimación de dosis es adecuada.

6.7 Archivo de datos

El SDP deberá archivar cuanta información resulte necesaria para poder reproducir el algoritmo de cálculo asociado a las dosis estimadas por dicho Servicio.

Si dicha información se archivara en soporte informático, deberán proveerse las salvaguardias necesarias para asegurar que, en cualquier momento, dicha información es recuperable.

Los aspectos relativos al registro y archivo de la información dosimétrica y las salvaguardias utilizadas para asegurar la recuperabilidad de dicha información se deberán recoger en procedimiento.

Asimismo, el sistema de archivo será acorde con lo establecido en el anexo I de la instrucción de 5 de febrero de 2003 del Consejo de Seguridad Nuclear, numero IS-04, por la que se regulan las transferencias, archivo y custodia de los documentos correspondientes a la protección radiológica de los trabajadores, público y medio ambiente, de manera previa a la transferencia de titularidad de las prácticas de las centrales nucleares que se efectúe con objeto de su desmantelamiento y clausura.

Este archivo deberá mantenerse durante un periodo de tiempo acorde con la legislación vigente.

6.8 Elaboración de informes

El SDP deberá disponer de los medios técnicos necesarios para poder remitir al CSN y a los usuarios información dosimétrica, así como la información necesaria para la elaboración de los estudios sectoriales por parte del CSN, de acuerdo con los formatos y periodicidad que este Organismo establezca en cada caso.

El SDP deberá aplicar los siguientes criterios en la elaboración de los diferentes informes dosimétricos generados:

- Las dosis registradas cuyo valor sea inferior al nivel de registro establecido se registrarán como fondo y se tratarán a efectos de cálculo como “cero”.
- Los valores de dosis se ajustarán mediante redondeo a dos cifras decimales.
- La elaboración de informes se realizará a partir de las dosis finalmente asignadas al usuario.
- Se realizarán las comprobaciones oportunas previas a la remisión de información al CSN, a fin de garantizar la coherencia de datos.

El SDP deberá remitir al CSN información dosimétrica, con la periodicidad y contenido mínimo que se indica a continuación:

- Mensualmente datos destinados a la carga y explotación del Banco Dosimétrico Nacional.
- Listados de aquellos que supongan una potencial superación de 20 mSv en un año, incluyendo información relativa a:
 - Identificación (no nominal) de la persona involucrada.
 - Empresa en la que presta servicios.
 - Radionucleidos contaminantes.
 - Dosis asignada.
 - Posibles causas.
- Con periodicidad anual se remitirá un resumen de los controles realizados por el SDP en el que se refleje:
 - El número de personas vigiladas.
 - El número de personas con dosis superiores a 1mSv.
 - El número de personas con dosis superiores a 5mSv.

Para cada uno de aquellos casos que impliquen una superación del nivel de registro se remitirá información que incluya los mismos aspectos descritos en el punto anterior en relación con la información a remitir en el caso de que se produzca una potencial superación de 20mSv.

El SDP comunicará a la empresa contratante del servicio, mediante la emisión de un informe, los resultados obtenidos de la realización de las medidas de control de la contaminación interna.

7 Programa de control de calidad

7.1 Consideraciones generales

El SDP deberá establecer un programa de control de calidad que identificará los procedimientos aplicables en la realización de las diferentes actividades e incluirá los métodos para asegurar que los materiales, equipos y servicios de la instalación se suministran de acuerdo con los requisitos especificados.

El programa definirá la estructura de la organización, precisando las responsabilidades, niveles de autoridad e interrelaciones externas e internas del personal y de las organizaciones involucradas.

7.2 Características fundamentales del programa de control de calidad. Documentación asociada

El programa de control de calidad quedará recogido en documentos tales como procedimientos e instrucciones y cuando sea necesario exigirá el cumplimiento de los códigos, normas y prácticas que resulten aplicables.

El programa establecerá medidas para que las actividades que afecten a la calidad se realicen bajo condiciones controladas, por ejemplo: uso del equipo y adecuación de las condiciones ambientales.

El programa tendrá en cuenta la necesidad de controles, procesos, equipos de pruebas y herramientas especiales y de la aptitud de los mismos para obtener la calidad requerida.

Asimismo, se tendrá en cuenta que cualquier modificación de los procedimientos de trabajo deberá quedar registrada, indicando las revisiones realizadas sobre el documento antiguo mediante algún sistema que permita, de forma rápida, conocer las modificaciones efectuadas.

Como documentación asociada al programa de control de calidad cabe destacar:

- Documentación descriptiva del SDP, prestando atención especial a:
 - Campos de actividad: tipos de dosimetría efectuada, usuarios a los que presta servicio.

- Estructura organizativa: definición de responsabilidades funcionales, niveles de autoridad, líneas de comunicación internas y externas necesarias para gestionar, dirigir y ejecutar el programa de control de calidad y el funcionamiento del SDP.
- Documentación descriptiva de los puestos de trabajo y funciones del personal técnico y directivo que realiza actividades en el SDP.
- Documentación descriptiva de los sistemas, equipos e instrumentos disponibles en el SDP, que incluya los datos siguientes:
 - Marca y modelo del equipo
 - Fecha de adquisición
 - Fechas de reparaciones y objeto de las mismas
 - Ubicación en el Servicio de forma habitual
 - Instrucciones de mantenimiento.
 - Instrucciones de calibración y verificación: frecuencia, fuentes de referencia. Registro de las calibraciones y verificaciones.
- Documentación referente a los métodos y procedimientos de trabajo, donde se incluya una relación de los documentos en uso utilizados en la operación del SDP, tales como normas, instrucciones etc.
- Documentación sobre resultados obtenidos en campañas de intercomparación efectuadas a nivel nacional e internacional.
- Documentación referente a los registros de datos dosimétricos obtenidos, así como a registros de calibraciones y parámetros utilizados en la estimación de dosis, indicando los criterios adoptados por el SDP en materia de seguridad y confidencialidad de los informes y datos dosimétricos generados.

Referencias

1. Norma ISO 2919-1999, "Radiation Protection-Sealed radioactive sources-General requirements and classification".
2. Norma ISO 12794-2000, "Nuclear Energy- Radiation Protection- Individual Thermoluminescent dosimeters for extremities and eyes".
- 3a. International Electrotechnical Commission. IEC-61066. "Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring", 1991.
- 3b. International Electrotechnical Commission. IEC-61066. "Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring". Draft, 2004.
4. ICRP 60-1991 "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection". International Commission on Radiological Protection.
5. ICRP 61-1992 "Annual limits of intakes of radionuclides by workers, based on 1990 recommendations"
6. ICRP 66-1993 "Human Respiratory Trac Model for Radiological Protection". International Commission on Radiological Protection.
7. ICRP 68-1994 "Dose coefficients for intakes of radionuclides by workers. Replacement of ICRP Publication 61"
8. ICRP 78- 1997 "Individual Monitoring for Internal Exposures of Workers. Replacement of ICRP Publication 54". International Commission on Radiological Protection.
9. ICRP 89-2003 "Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: Reference values".
10. Norma UNE 66-902-1989 "Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e instalación".
11. ICRU 69- 2003 "Direct determination of the body content of radionuclides".
12. ICRU 51-1993 "Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry". International Commission on Radiation Units and measurement.
13. ICRU 48-1992 "Phantoms and Computational Model in therapy, diagnosis and protection". International Commission on Radiation Units and measurement.

14. Norma ISO 4037-1-1996 "X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy. Part 1: Radiation characteristics and production methods".
15. Norma ISO 4037-2-1997 "X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy. Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8keV to 1,3MeV and 4MeV to 9MeV".
16. Norma ISO 4037-3-1999 "X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining theis response as function of photon energy. Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence".
17. EUR 14852 EN-1994 "Radiation Protection 73. Technical recommendations for monitoring individuals occupationally exposed to external radiation". P.Christensen, H.W. Julius and T.O. Marshall. European Commission. Directorate General DGXI.
18. IAEA Safety Series nº 114-1996 "Direct methods for measuring radionuclides in the human body" International Atomic Energy Agency.
19. IAEA RS-G-1.2-1999 "Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation" . International Atomic Energy Agency.
20. IAEA RS-G-1.1-1999 "Occupational radiation protection". International Atomic Energy Agency.
21. IAEA RS-G-1.3-1999 "Assessment of occupational exposure due to external sources of radiation". International Atomic Energy Agency.
22. IAEA-2003 "Quality management systems for technical services in radiation safety " DRAFT.
23. Final Report to the European Commission on the Ominex Project: Optimisation of monitoring for internal exposure (NRPB-W60).
24. Revista Health Physics volumen 49, nº 5 de 1985 articulo "Production of element correction factors for thermoluminiscent dosimeters".

Colección Guías de Seguridad

1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-31-1. Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-48-6. Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (16 págs.) ISBN 84-87275-44-3. Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-25-7. Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (Rev. 1, 2004) (48 págs.) ISBN 84-87275-35-4. Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-47-8. Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (Rev. 1, 2004) (70 págs.) ISBN 84-87275-67-2. Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (Rev. 1, 2006) (20 págs.) ISBN 84-87275-65-6. Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (12 págs.) ISBN 84-87275-60-5. Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) ISBN 84-95341-36-0. Referencia: GSG-01.11

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) ISBN: 84-87275-83-4. Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-18-2. Referencia: GSG-01.13.

1.14. Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (44 págs.) ISBN: 84-95341-28-X. Referencia: GSG-01.14.

1.15. Actualización y mantenimiento de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2004 (38 págs.). Referencia: GSG-01.15.

2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

3. Instalaciones del ciclo del combustible

4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares.
CSN,1993 (24 págs.) ISBN 84-87275-56-7. Referencia: GSG-04.01.

5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar la autorización de funcionamiento de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de radionucleidos no encapsulados (2ª y 3ª categoría).
CSN, 1986 (Rev. 1, 2005) (32 págs.). Referencia: GSG-05.01.

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría).
CSN,1986 (Rev. 1, 2005) (28 págs.) Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas.
CSN, 1987 (12 págs.) ISBN 84-87275-26-5. Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia.
CSN, 1988 (28 págs) ISBN 84-87275-37-0. Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas.
CSN,1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-30-3. Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico.
CSN, 1988 (16 págs.) ISBN: 84-87275-34-6. Referencia: GSG-05.07.
Anulada (*)

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas.
CSN,1988 (12 págs) ISBN 84-87275-24-9. Referencia: GSG-05.08.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X.
CSN, 1998 (20 págs) ISBN: 84-87275-85-0. Referencia: GSG-05.09.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales.
CSN, 1988 (Rev. 1, 2006) (24 págs.) ISBN 84-87275-36-2. Referencia: GSG-05.10.

(*) Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor el 4 de mayo de 1992 el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico.

CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-20-6. Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas.

CSN, 1998 (64 págs.) ISBN:84-87275-81-8. Referencia: GSG-05.12.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial.

CSN, 1999 (64 págs.) ISBN: 84-87275-91-5. Referencia: GSG-05.14.

5.15. Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo.

CSN, 2001 (24 págs.) ISBN 84-95341-33-6. Referencia: GSG-05.15

5.16. Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales.

CSN, 2001 (31 págs.) ISBN: 84-95341-29-8. Referencia: GSG-05.16.

6. Transporte de materiales radiactivos

6.1. Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas.

CSN, 2002 (32 págs.) ISBN: 84-95341-37-9. Referencia: GSG-06.01

6.2. Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radiactivos.

CSN, 2003 (52 págs.) ISBN: 84-95341-39-5. Referencia GSG-06.02.

6.3. Instrucciones escritas de emergencia aplicables al transporte de materiales radiactivos por carretera.

CSN, 2004 (28 págs.) Referencia GSG-06.03.

7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnicos-administrativos para los servicios de dosimetría personal.

CSN, 1985 (Rev. 1, 2006) (56 págs.) Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica.

CSN, 1986 (8 págs.) ISBN 84-87275-29-X. Referencia: GSG-07.02.

Anulada (*)

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica.

CSN, 1987. (Rev. 1, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-88-5. Referencia: GSG-07.03

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a la radiaciones ionizantes.

CSN, 1986 (Rev. 2, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-86-9. Referencia: GSG-07.04.

Anulada (**).

(*) Esta guía ha sido anulada al sustituirse por la instrucción del CSN (BOE 12-12-2002).

(**) Anulada por haber aprobado el Ministerio de Sanidad y Consumo un protocolo para la vigilancia médica de los trabajadores profesionalmente expuestos.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico.
CSN,1989 (12 págs.) ISBN 84-87275-19-2. Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.
CSN,1992 (16 págs.) ISBN 84-87275-49-4. Referencia: GSG-07.06.

7.7 Control radiológico del agua de bebida.
CSN,1990 (Rev. 1, 1994) (16 págs.) ISBN 84-87275-27-3. Referencia: GSG-07.07.

8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares y en instalaciones radiactivas.
CSN, 2000 (32 págs.). ISBN 84-95341-14-X. Referencia GSG-08.01.

9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad.
CSN, 1991 (16 págs.) ISBN 84-87275-28-1. Referencia: GSG-09.01.

9.2. Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas.
CSN 2001 (28 págs.) ISBN 84-95341-34-4. Referencia GSG-09.02.

10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares.
CSN, 1985 (Rev. 2, 1999) (16 págs.) ISBN 84-87275-84-2. Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.
CSN, 1986 (Rev. 1, 2002) (20 págs.) ISBN 84-95341-35-2. Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.
CSN, 1986 (Rev. 1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-95341-32-8. Referencia: GSG-10.03.

10.4 Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.
CSN, 1987 (8 págs.) ISBN 84-87275-39-7. Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.
CSN, 1987 (Rev. 1, 1999) (24 págs.) ISBN 84-95341-06-9. Referencia: GSG-10.05.

10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.
CSN, 1987 (Rev. 1, 2002) (16 págs.) ISBN 84-95341-38-7. Referencia: GSG-10.06.

10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.
CSN, 1988 (Rev. 1, 2000) (20 págs.) ISBN 84-95341-17-4. Revisión: GSG-10.07.

10.08 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.
CSN, 1988 (Rev. 1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-87275-42-7. Referencia: GSG-10.08.

10.09 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.

CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-92-3. Referencia: GSG-10.09.

10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-13-1. Referencia: GSG: 10.10.

10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría.

CSN, 2001 (16 págs.) ISBN 84-95341-25-5. Referencia: GSG-10.11.

10.12 Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras.

CSN, 2003 (36 págs.) ISBN 84-95341-40-9. Referencia: GSG-10.12.

10.13 Garantía de calidad para el desmantelamiento y clausura de instalaciones nucleares.

CSN, 2004 (28 págs.). Referencia: GSG-10.13.

Las Guías de Seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la Reglamentación nuclear española vigente. Estas Guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas Guías se considerarán en las revisiones sucesivas.

La correspondencia debe dirigirse a la Oficina de Normas Técnicas y los pedidos al Servicio de Publicaciones. Consejo de Seguridad Nuclear, C/Justo Dorado, 11, 28040-Madrid.