



CURSO TALLER PARA CAPACITACIÓN DE OFICIALES
DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

MÓDULO II: EFECTOS DE LAS RADIACIONES

TEMA
DOSIMETRIA

POSTGRADOS:

1.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

2.- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

3.- SEGURIDAD NUCLEAR

4.- MAGISTER SISTEMAS INTEGRADOS

- **DOSIMETRIA**

SISTEMAS DE DETECCION

- Esta constituido por dos bloques basicos:
- **Detector**: Traductor que transforma la energia de campo de radiacion a medir en otras facilmente procesables.
- **Instrumentacion electronica asociada:**

Detección y medición

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

INMEDIATOS

Por ionización Gaseosos
Semiconductores

Por excitación Centelleo

RETARDADOS

Por ionización Película fotográfica

Por excitación Termoluminiscente

Monitores de Contaminación



DOSIMETRIA PERSONAL

- Consiste en medir persona a persona la dosis que se recibe en el trabajo.
- Evalúa los sistemas de protección radiológica.
- Es un instrumento que mide y registra la dosis total recibida por la persona.

Tipos de dosímetros

- Dosímetros de película
- Lapicera dosimétrica
- Dosímetros termoluminiscentes

Dosímetro Personal



EPD



PIC



TLD



Film

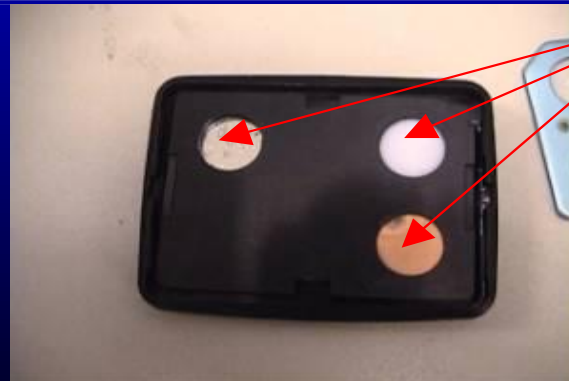


Filters

Chips



Dosímetro Termoluminiscente - TLD

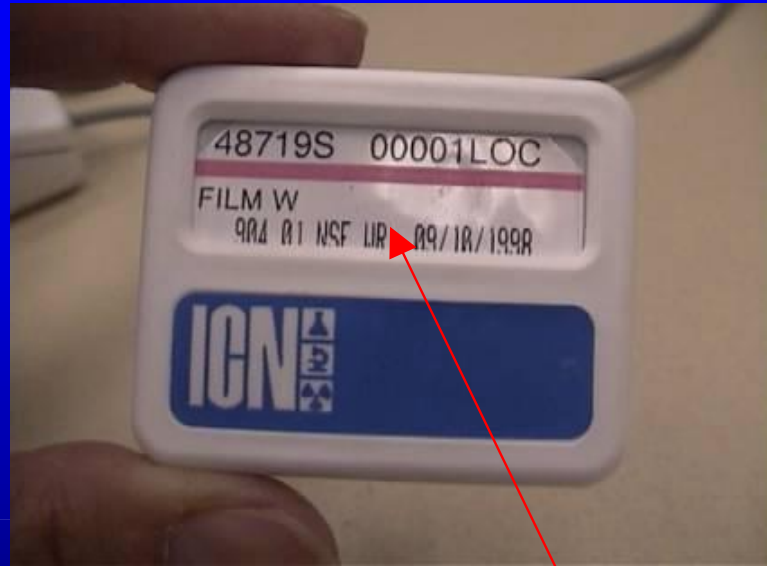


Filtros



Chips

Dosímetro de Película



Filtros



Film

Dosímetro de Película


- Radiación X y gamma, afecta la película como la luz.
- La radiación ionizante, transforma la plata iónica en plata metálica oscureciendo la película.
- Registro permanente, puede ser de nuevo leído.
- No reutilizable.
- Película se satura a altas dosis.
- La respuesta del dosímetro es dependiente de la energía.

Dosímetro Personal Electrónico



- Similar al dosímetro de bolsillo.
- Lectura en dosis o tasa de dosis.
- Alarmas para dosis y tasa de dosis.
- No deja registro.

DESVANECIMIENTO DE LA IMAGEN LATENTE :

- Por temperatura.
 - Humedad del ambiente.
 - Posibles contaminantes.
 - **VENTAJAS:**
 - Conserva la información por largo tiempo.
- 

DOSIMETRIA DE TERMOLUMINISCENCIA (TLD)

- Emision luminosa termicamente estimulada.
- El TLD expuesto a radiacion incide en unos cristales y se produce un par de huecos y electrones.
- Estos electrones se mueven en el cristal (excitado) calentandolo gradualmente.
- Los electrones que se mueven son atrapados en las trampas que emiten un foton de TLD.
- La luz que se emite es proporcional a la energia incidente o dosis recibida.
- Los Dosímetros mas usados de TLDF son los de LiF y CaF.


CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES

- Retienen informacion por largo tiempo.
- Amplio rango de medida.
- Minima perdida de informacion.
- Menor del 1% en tres meses.
- DESVENTAJAS:
- En la primera lectura se pierde informacion.
- Su costo es alto.

DOSIMETRO DE EMISION FOTOGRAFICA

- Esta cubierta de material delgado.
- Dentro de un armazon que tiene ventanas abiertas sin filtro.
- Parte de la pelicula esta cubierta por filtros, colocados simetricamente.
- Los filtros dependen del tipo de radiacion: Cd. Al. Cu y Pb.
- Estos filtros permiten estimar las dosis absorbida.
- Placa de pelicula radiografica.
- La enrgia absorbida da lugar a la imagen latente por la accion quimica del revelado.
- De acuerdo a la densidad optica se puede calcular la dosis absorbida.

DESVANECIMIENTO DE LA IMAGEN LATENTE

- Por temperatura.
 - Humedad del ambiente.
 - Posibles contaminantes.
 - **VENTAJAS:**
 - Conserva la información por largo tiempo.
- 


DOSIMETRO TIPO LAPICERA

- Son de lectura directa.
- Tienen indicación precisa de la exposición acumulada.
- Son semejantes a una Pluma.
- **FUNCIONAMIENTO:**
- Consta de un electrometro de fibra de cuarzo.
- Al ingresar la radiación a la cámara produce ionizaciones descargando al electroscopio.
- La fibra se desplaza a lo largo de la escala y es proporcional a la cantidad de radiación recibida

Correcto uso del dosímetro

- Usarlo a nivel del pecho o de la cintura, siempre en posición frontal.
- Colocararlo debajo del mandil plomado.
- Usarlo sólo en horas de trabajo.
- No irradiarlo directamente.
- No interponer ningún objeto que distorsione la información que debe recibir el
- dosímetro.

Cuidados con el dosímetro

- Identificarlo correctamente.
 - No exponerlo a condiciones extremas.
 - No intentar abrirlo.
- 

Requisitos del dosímetro

- Pérdida mínima del registro de “dosis acumulada”.
- Dependencia energética mínima.
- Amplio rango de medida.
- Buena respuesta a la dosis absorbida.
- Sensibilidad adecuada.
- Resiste a condiciones ambientales
- No interferir en el desempeño de las actividades.
- Costo razonable.
- Equipo asociado no muy sofisticado.

Monitoraje de la exposición ocupacional

Los objetivos principales del monitoraje radiológico de los trabajadores expuestos profesionalmente a las radiaciones son reducir las exposiciones al nivel más bajo que razonablemente pueda alcanzarse y conseguir la seguridad de que no se sobrepasen los límites autorizados.

Monitoraje de la exposición ocupacional

Un sistema de monitoraje o control radiológico individual bien concebido permitirá también medir los altos niveles de exposición que pueden darse en caso de accidente radiológico.

Otras ventajas que proporciona un sistema de control radiológico individual son las siguientes:

Monitoraje de la exposición ocupacional

- **Sirve de estímulo a los trabajadores para reducir sus exposiciones, como resultado de la información facilitada a los mismos.**
- **Permite comprobar la idoneidad de las normas en materia de supervisión, entrenamiento e ingeniería.**
- **Permite juzgar las prácticas seguidas frente a las radiaciones, gracias a los datos compilados sobre los individuos y sobre los grupos de población. Estos datos pueden emplearse también para estudios epidemiológicos, análisis de riesgos y fines médico-jurídicos.**

Filosofía general recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica:

El monitoraje radiológico de los trabajadores expuestos a las radiaciones requiere un sistema completo de medición, evaluación y registro de todas las exposiciones a las radiaciones que pueda sufrir cada individuo por las diferentes vías.

El sistema debe comprender la evaluación de las exposiciones externa e interna, la estimación de las dosis absorbidas o dosis equivalentes recibidas en todo el cuerpo, en partes del cuerpo, y en órganos corporales, así como incluir un procedimiento para investigar las condiciones en que hayan tenido lugar las exposiciones significativas

Filosofía general recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica:

Los métodos de control radiológico que pueden ser necesarios son:

- **La dosimetría individual de la radiación externa, a cuyo fin se llevan puestos dispositivos de medición de radiaciones;**
- **El monitoraje de la contaminación interna mediante equipos que miden las radiaciones emitidas por el cuerpo (monitores de la radiactividad corporal total o parcial) o mediante procedimientos de bioanálisis para determinar las dosis comprometidas;**
- **La medición de la contaminación de la piel y de la ropa;**

Filosofía general recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (cont.)

- El monitoraje de las áreas de trabajo, en particular de los niveles de radiación, de la contaminación del aire y de la contaminación superficial en dichas áreas de trabajo. Esto se consigue por medición de las radiaciones con instrumentos y dispositivos adecuados.

Pueden efectuarse cálculos basados en estas mediciones, teniendo en cuenta la forma y la índole de las sustancias radiactivas y la manera como puede producirse la exposición, para derivar los límites superiores de la dosis equivalente recibida por un trabajador.

**Filosofía general recomendada por la Comisión
Internacional de Protección Radiológica (cont.)**

Por lo tanto, un sistema adecuado de control radiológico individual requiere:

- 1. La especificación del tipo y la amplitud del monitoraje a ejercer;**
- 2. La selección, ensayo, calibración, mantenimiento y distribución de la instrumentación adecuada;**
- 3. El plan de monitoraje y de la toma de muestras;**
- 4. El proceso e interpretación de los datos resultantes del monitoraje de las áreas de trabajo;**

Filosofía general recomendada por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (cont.)

5. La interpretación de los datos resultantes del control radiológico individual.

6. El mantenimiento de registros adecuados y el suministro de los medios necesarios para comunicar la información registrada.

LIMITES

El modo de acotar y controlar los riesgos derivados de la exposición a radiaciones consiste en establecer límites de dosis equivalentes, límites secundarios, límites derivados, límites autorizados y niveles de referencia.

Límites de dosis equivalentes:

Son los que se establecen de modo que el grado de riesgo sea el mismo ya se trate de irradiación uniforme de todo el organismo o de exposición diferenciada para cada órgano.

Límites secundarios:

Se aplican para irradiación externa e irradiación interna.

En el caso de irradiación externa, cuando se carece de información sobre la distribución de dosis en el organismo, el límite secundario se aplica al valor máximo de la dosis equivalente en el cuerpo a profundidades mayores que 1 cm.

Límites secundarios:

En el caso de exposición interna, los límites secundarios son los límites de incorporación por ingestión o inhalación.

Tales límites están asociados al hombre adulto de referencia.

Cuando el análisis se efectúa sobre un grupo cuyas características difieren substancialmente de las que corresponden al hombre de referencia deben tomarse en cuenta tales diferencias para el establecimiento de los límites secundarios.

Límites derivados:

El control de las situaciones de irradiación se ve favorecido mediante el establecimiento de límites referidos a condiciones ambientales; los mismos responden a modelos de situación que permiten determinar la correlación con los límites básicos.

Así por ejemplo pueden establecerse límites de tasa de dosis equivalente en un lugar de trabajo; límites de contaminación en aire, contaminación de superficies y de material de trabajo.

El grado de elaboración del modelo define la confiabilidad de los límites derivados.

Límites autorizados:

En general y como resultado de los procesos de optimización, se establecen límites autorizados, por debajo de los límites derivados y sólo excepcionalmente podrán coincidir con ellos.

**Para los trabajadores los límites de dosis
son los siguientes:**

a) El límite de dosis efectiva es 20 milisievert en un año. Este valor debe ser considerado como el promedio en 5 años consecutivos (100 milisievert en 5 años), no pudiendo excederse 50 milisievert en un único año.

b) El límite de dosis equivalente es 150 milisievert en un año calendario para el cristalino y 500 milisievert en un año para la piel.

No se admite la exposición ocupacional de menores de 18 años, con la excepción siguiente..

Para estudiantes de 16 a 18 años

Para estudiantes de 16 a 18 años de edad, que en sus estudios se requiera el uso de fuentes radiactivas, el límite anual de dosis efectiva es 6 milisievert y el límite anual de dosis equivalente es 50 milisievert para el cristalino y 150 milisievert para la piel.

NIVELES DE REFERENCIA:

No constituyen límites sino indicadores determinantes de la acción a seguir por parte de la autoridad de fiscalización:

- Nivel de registro.**
- Nivel de Investigación, y**
- Nivel de Intervención**

Nivel de registro:

A efectos de simplificar el sistema de archivo de información sobre las dosis equivalentes correspondientes al personal conviene establecer un nivel de referencia de modo que aquellos valores que se encuentren por debajo del mismo no sean registrados en razón de su escasa significación.

Se recomienda fijarlo en 1/10 del límite de dosis equivalente correspondiente al período que se considera.

Nivel de Investigación:

Cuando las dosis equivalentes recibidas por las personas ocupacionalmente expuestas superan un cierto valor que puede considerarse justificado y característico del tipo de operación, la autoridad debe investigar las posibles causas con el propósito de evitar que se excedan los límites autorizados.

Nivel de intervención:

Debe prefijarse cuál es el nivel de dosis equivalente que justifica la intervención de la autoridad no sólo con fines de investigación sino para lograr la corrección de aquellas circunstancias que hacen posible esos niveles de dosis pudiendo a tal efecto suspender el funcionamiento de la instalación.

Control radiológico en condiciones normales de operación:

El tipo y dimensión del control radiológico individual necesario en cualquier área de trabajo dependerá de:

- **La historia dosimétrica de los trabajadores a la radiación externa y a la contaminación interna;**
- **La naturaleza del riesgo radiológico, esto es, si se debe a la radiación externa o a la contaminación interna o externa, así como los tipos de radiación y la toxicidad de los radionucleídos que intervengan;**
- **La medida en que puedan ocurrir sobreexposiciones de los trabajadores en las condiciones normales de trabajo.**

Control radiológico en condiciones normales de operación:

Sea cual fuere el programa de control radiológico individual adoptado, se recomienda revisarlo periódicamente, a la luz de la experiencia, y siempre que se introduzca alguna modificación importante en las condiciones de trabajo o en las operaciones.

Conviene que el equipamiento destinado al control radiológico proporcione datos válidos de exactitud adecuada y reproductibilidad también adecuada. Conviene que los usuarios conozcan perfectamente el comportamiento y las limitaciones de cada equipo, dado que un solo instrumento no puede desempeñar todas las funciones de control requeridas por las condiciones de trabajo

Control radiológico en condiciones normales de operación:

En particular, se recomienda tener presente que las mediciones cuantitativas efectuadas con un instrumento pueden depender de lo siguiente:

a) La variación de la respuesta del instrumento con respecto al valor ideal, según la calidad y el nivel de la radiación, y la sensibilidad angular del instrumento;

b) La fiabilidad con que se mantenga la calibración del instrumento;

Control radiológico en condiciones normales de operación:

c) Los efectos de las condiciones ambientales (por ejemplo: temperatura, humedad, polvo, etc.) o de las condiciones de empleo (por ejemplo: manejo rudo, fluctuaciones de la tensión y frecuencia de la alimentación eléctrica, etc.).

Conviene que los instrumentos sean adecuados para las condiciones de funcionamiento a que se destinen, teniendo en cuenta las consideraciones de tipo económico y la necesidad de mantenimiento.

Monitoraje individual de la radiación externa

El monitoraje individual, en el caso de la radiación externa, proporciona los datos necesarios para estimar las dosis equivalentes recibidas en todo el cuerpo, en la piel o en las extremidades.

En el curso de ese control radiológico, se puede también determinar el tipo y la calidad de la radiación que afecta al trabajador.

De estos datos pueden deducirse las eventuales variaciones debidas a cambios en las condiciones de trabajo.

Monitoraje individual

Para evaluar las dosis recibidas se emplean uno o más dosímetros individuales que la persona expuesta lleva siempre puestos mientras está trabajando. En algunos casos, por ejemplo en las zonas de elevada tasa de dosis, conviene utilizar dosímetros suplementarios que permitan una lectura y/o advertencia inmediata.

La duración del período para el que se entregue cada dosímetro se decidirá teniendo en cuenta las dosis equivalentes previstas, y también si el dosímetro empleado permite la lectura inmediata o requiere un tratamiento especial (lectura diferida).

Monitoraje individual

Los dosímetros han de llevarse siempre en una posición que facilite una medición representativa de las dosis máximas en las partes del cuerpo expuestas.

En muchos casos puede ser suficiente que la persona lleve un solo dosímetro en el pecho.

De sospecharse que ha habido sobreexposición, puede ser necesaria una investigación especial sobre las relaciones entre la indicación dada por el dosímetro y la dosis real recibida por el portador.

Monitoraje individual

Para disponer de un buen sistema de control radiológico individual conviene emplear dosímetros que satisfagan las siguientes condiciones:

a) Pérdida mínima de la dosis acumulada registrada durante el período de medición, en las condiciones de uso;

b) No molestar a los trabajadores en la realización de sus actividades;

c) Facilidad de identificación para su rápida distribución y la correcta asignación de las dosis recibidas.

Dosímetros de emulsión fotográfica:

Los dosímetros fotográficos tienen la ventaja de que guardan la información permanentemente y permiten repetir las interpretaciones, si es necesario.

Se prestan bien para la medición de dosis absorbidas causadas por electrones o fotones y se pueden usar para detectar neutrones térmicos.

Su dependencia con la energía de los fotones es pronunciada y ha de compensarse con sistemas de filtro.

Son sensibles a los neutrones térmicos, si van provistos de filtros de cadmio, y a los neutrones térmicos y rápidos, si tienen emulsiones nucleares apropiadas.

Detectores de estado sólido:

Estos son en particular los detectores dosímetros termoluminiscentes (TLD) y radiofotoluminiscentes.

Se diferencian por la naturaleza de sus componentes y el método de excitación seguido para su lectura.

Su sensibilidad a los electrones y las radiaciones electromagnéticas es elevada y permite obtener resultados mejores que los de los dosímetros de emulsión fotográfica, que muestran una acentuada dependencia con respecto a la energía en el intervalo de las bajas energías

Dosímetros de alarma y advertencia:

Estos dosímetros son pequeños indicadores electrónicos de exposición a las radiaciones y se emplean comúnmente como dosímetros suplementarios.

Pueden producir una señal acústica proporcional a la tasa de exposición o bien emitir dicha señal cuando se alcanza un nivel predeterminado.

Informes:

Es recomendable que todo servicio de control radiológico de una organización presente periódicamente a la dirección de la misma un informe con datos sobre las dosis individuales y/o colectivas, según sea necesario.

Se considera una buena práctica informar a los trabajadores la dosis que han recibido.

Conviene que la dirección comuniqué también estos datos, según se requiera y proceda, a un centro coordinador de los registros y a la autoridad competente, y que facilite datos sobre las historias dosimétricas de sus trabajadores anteriores, a los nuevos empleadores de éstos.

Detectores de trazas reveladas por ataque químico:

Estos detectores son de materiales tales como vidrio, mica y plásticos, en los cuales las partículas de alta transferencia lineal de energía originan trazas de deterioro que pueden revelarse posteriormente por ataque químico.

Se emplean en dosimetría neutrónica.

Monitoraje individual de la contaminación interna:

El monitoraje individual de la contaminación interna, en condiciones normales, es necesario cuando no pueda excluirse la posibilidad de una contaminación regular y significativa de la zona.

El control individual de la contaminación interna, en condiciones normales de trabajo, tiene por finalidad determinar la incorporación de radionucleídos o la dosis equivalente comprometida recibida en todo el cuerpo o en determinados órganos o tejidos del mismo.

Monitoraje individual de la contaminación interna:

Para el control de la contaminación interna pueden utilizarse dos métodos, bien separadamente o en combinación:

- a) La evaluación de la cantidad de materiales radiactivos presentes en todo el cuerpo o en un órgano por mediciones in vivo (**Medición directa**).
- b) El análisis de excretas o de otras muestras biológicas (**Medición indirecta**).

El método o métodos a emplear dependerá (n) principalmente de las propiedades físicas del contaminante o contaminantes.

Medición directa de la radiactividad del cuerpo:

Este método sólo puede emplearse con radionucleídos que emitan radiaciones penetrantes.

Conviene considerar la posibilidad de contaminación externa y si ésta existe, ha de eliminarse lo más a fondo posible, antes de proceder a la medición.

En todo caso, los individuos deberían higienizarse concienzudamente, antes del contaje.

La contaminación cutánea que no se pueda eliminar, se detecte o no, se interpretará como radiactividad incorporada, lo que conduce a una inevitable sobreestimación de la carga corporal.

Análisis de excreta y de otras muestras biológicas:

En la mayoría de los casos, este tipo de análisis permite identificar el radionucleído o radionucleídos incorporado. La medición de la actividad de muestras sucesivas permite evaluar la actividad contenida en el cuerpo y la dosis comprometida.

Las materias biológicas usualmente empleadas como muestras son secreciones nasales en isopos, orinas y heces.

a) Secreciones nasales:

Las secreciones nasales (también identificadas como soplido nasal o recogidas con isopos) pueden ser un primer indicio y medio de identificación del radionucleído o radionucleídos inhalados en forma de partículas.

El método no es apto para evaluar la actividad inhalada, pero puede usarse como una primera indicación de si los trabajadores están o no contaminados.

b) Secreciones de orina:

El análisis de orina es un método muy usado para detectar e identificar el radionucleído o radionucleídos incorporado. Ahora bien, las muestras deben tomarse con gran cuidado, para evitar la contaminación espúrea.

Hay que señalar que las tareas de excreción pueden variar sensiblemente en un individuo y de un individuo a otro, ya que la función renal experimenta normalmente importantes fluctuaciones.

Las muestras de orina tomadas han de ser representativas de la excreción en 24 horas., y las estimaciones de dosis, para ser fidedignas, tienen que basarse en una serie de tales muestras representativas.

b) Secreciones de orina (cont.)

En los casos en que no se disponga de una muestra de orina representativa de 24 horas, el volumen de la excreción urinaria durante este período de tiempo puede estimarse basándose en la medición de la creatinina obtenida en la orina.

La tasa de excreción de creatinina por la orina en un individuo permanece aproximadamente constante, siempre que no haya grandes fluctuaciones en la ingestión diaria de proteínas.

c) Muestras fecales (o muestreo de heces)

El análisis de muestras fecales es poco frecuente en la vigilancia radiológica corriente. Ahora bien, la técnica es muy útil para la pronta detección y evaluación de la incorporación de radionucleídos a raíz de un incidente.

Esto es particularmente cierto cuando hay inhalación de radionucleídos en forma no transportable, en cuyo caso no es posible o tiene sólo aplicación limitada la medición de la radiactividad de todo el cuerpo.

c) Muestras fecales (o muestreo de heces)

Las muestras fecales deberían tomarse durante una semana como mínimo, después de una incorporación aguda, pues la excreción puede tener considerables fluctuaciones diarias.

La excreción fecal representa la eliminación corporal por diferentes vías fisiológicas, y por lo tanto es difícil utilizarla como base para una evaluación muy exacta de la dosis.

Instrumentación:

La aptitud de un instrumento para hacer mediciones cuantitativas debería analizarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) El grado en que su respuesta a la magnitud medida puede calibrarse e interpretarse;
- b) La medida en que el instrumento conserva su calibración;
- c) La medida en que su sensibilidad es la adecuada para el uso a que se destina;
- d) La medida en que su respuesta es afectada por la variación de las condiciones ambientales y de las condiciones de trabajo.

Medición directa de la radiactividad del cuerpo:

a) Las mediciones en vivo pueden efectuarse con instrumentos que posean las siguientes características;

-Deberían facilitar una estimación de la actividad total del cuerpo o de sus diferentes órganos;

-Conviene que las señales de salida indiquen la identidad probable de la contaminación interna.

-Es preferible que sean de materiales con bajos niveles de actividad incorporada y conviene utilizarlos en lugares que tengan poca radiación de fondo.

Medición directa de la radiactividad del cuerpo

b) Un contador de cuerpo entero puede estar concebido para medir las radiaciones penetrantes emitidas por los radionucleídos en todo el cuerpo. Su respuesta no debería depender en medida importante de la ubicación de la radiactividad en el interior del cuerpo.

c) También es posible que un contador de radiactividad corporal esté concebido para indicar la distribución, en el interior del cuerpo, de radionucleídos que emiten radiaciones penetrantes.

Medición directa de la radiactividad del cuerpo

d) Se puede emplear un contador de la radiactividad corporal parcial para efectuar mediciones externas de la radiactividad de los distintos órganos. Estos contadores deben poseer características de respuesta adecuadas para las radiaciones emitidas por los radionucleídos que tiendan a acumularse en un órgano determinado.

e) Se puede utilizar una sonda de reducidas dimensiones para la detección de sustancias radiactivas en heridas.

Mediciones de excretas y de otras muestras biológicas:

El empleo de técnicas analíticas adecuadas tiene, probablemente, mayor importancia que las características detalladas de los instrumentos de análisis utilizados.

No es posible formular una regla general sobre este aspecto del control radiológico, pero se debe tener cuidado siempre de evitar la contaminación espuria de las muestras al tomarlas.

Control radiológico de la contaminación de la piel y de la ropa:

Normalmente el control radiológico de la piel y de la ropa tiene como fin evitar que el cuerpo reciba dosis equivalente excesivas, bien por irradiación directa o bien por incorporación de radionucleídos, e impedir que la contaminación se propague a zonas no contaminadas.

Métodos e Instrumentos:

La contaminación de la piel y de la ropa puede controlarse con cualquier detector que posea suficiente sensibilidad a las radiaciones de que se trate, y haya sido calibrado conforme a la geometría usada en las actividades de control, de modo que su respuesta pueda interpretarse en forma de límites derivados.

Métodos e Instrumentos:

Los monitores especiales de manos o los monitores de mano y calzado pueden ser un medio adecuado para verificar rápidamente si ha habido contaminación cuando haya que controlar frecuentemente las manos y el calzado de muchos trabajadores.

Además se pueden instalar monitores especiales de contaminación en los puntos de salida, a fin de disponer de medios para detectar la radiactividad ubicada en cualquier parte de la superficie del cuerpo.

Calibración:

La confiabilidad de la interpretación de los resultados del monitoraje radiológico individual depende de la calibración exacta de los instrumentos de medición y de los dosímetros.

Se recomienda hacer las calibraciones con fuentes radiactivas cuya emisión nominal ha sido comprobada tomando como referencia patrones primarios de radiación.

Las técnicas de calibración de dosímetros individuales y de equipos para vigilancia radiológica de zonas se describen en distintas publicaciones que facilitan útil orientación sobre los requisitos de comportamiento aplicables a los instrumentos y a su calibración.

Calibración:

Conviene verificar la calibración de los instrumentos a intervalos regulares, intervalos que dependerán del tipo de instrumento.

Al decidir los límites aceptables de comportamiento, es aconsejable que el usuario tenga presente la exactitud global requerida y no exija sino el comportamiento que sea necesario y razonable.

Calibración:

También es recomendable efectuar las comprobaciones del funcionamiento de los instrumentos antes y después de toda operación de control radiológico.

Asimismo se recomienda que la participación en intercomparaciones entre laboratorios nacionales e internacionales de los dosímetros, instrumentos y métodos de control radiológico contribuye en gran medida a la exactitud de las calibraciones.

Registros:

Los resultados de todo control radiológico individual, tanto se si refieren a la radiación externa como a la contaminación interna, y los de la vigilancia de zonas deben registrarse. Los registros individuales son necesarios para los siguientes fines:

- a) Comprobar el grado en que se cumplen los reglamentos de protección contra las radiaciones;**
- b) Usos médicos y legales;**
- c) Evaluar las tendencias de las dosis;**
- d) Evaluar las dosis colectivas;**
- e) Estudios epidemiológicos y de los efectos sobre la salud.**

Informes:

Es recomendable que todo servicio de control radiológico de una organización presente periódicamente a la dirección de la misma un informe con datos sobre las dosis individuales y/o colectivas, según sea necesario.

Se considera una buena práctica informar a los trabajadores la dosis que han recibido.

Conviene que la dirección comuniqué también estos datos, según se requiera y proceda, a un centro coordinador de los registros y a la autoridad competente, y que facilite datos sobre las historias dosimétricas de sus trabajadores anteriores, a los nuevos empleadores de éstos.

Capacitación y Entrenamiento:

A todas las personas que trabajen en zonas con riesgo radiológico, deberá dárseles entrenamiento adecuado sobre protección radiológica y facilitárseles toda la información pertinente sobre los dispositivos de control radiológico individual y sobre los principios y prácticas de protección contra las radiaciones que se apliquen en la instalación.

Capacitación y Entrenamiento:

Es aconsejable que todos los trabajadores de la instalación reciban al ingresar una capacitación y un entrenamiento básico de radioprotección.

También, todos los trabajadores deberán recibir instrucciones adecuadas acerca de las medidas a adoptar en caso de emergencia causada por radiaciones, y participarán en ejercicios para que respondan correctamente a tal situación de emergencia.

Control radiológico de áreas de trabajo

El fin del control radiológico de áreas de trabajo es obtener una indicación de la exposición del personal en condiciones normales de trabajo derivados localmente.

Es particularmente útil cuando no se han adoptado rutinariamente métodos satisfactorios de dosimetría individual, por ejemplo para estimar la exposición individual a la radiactividad del aire en la extracción y tratamiento de minerales radiactivos.

La vigilancia de zonas de trabajo es suficiente en las situaciones en que el riesgo es bajo.

La finalidad principal de la misma es la advertencia adecuada de todo deterioro de las condiciones de trabajo.

Métodos:

Los métodos empleados para la vigilancia radiológica de zonas de trabajo, se pueden clasificar en tres tipos:

- a) La medición de la radiación externa;**
- b) El muestreo de la contaminación del aire;**
- c) La medición de la contaminación superficial.**

Siempre que exista una fuente permanente con radiación externa significativa, conviene disponer de un monitor de zona que emita señales de alerta acústicas y ópticas cuando el nivel de radiación sea inaceptable.

Métodos:

Los resultados del control de zonas de trabajo han de ser representativos de las condiciones radiológicas durante el período de trabajo, y los datos solo serán útiles mientras las condiciones permanezcan invariables.

Los procedimientos de muestreo del aire se basan en el supuesto de que la actividad del aire muestreado es representativa de la del aire inhalado.

Como la concentración de sustancias radiactivas en el aire que inhala una persona puede ser muy diferente de la que existe en toda la zona de trabajo, es preferible muestrear el aire directamente en el lugar de respiración de la persona.

Métodos:

Si el monitor de la radiactividad del aire señala un deterioro significativo de las condiciones de trabajo, puede ser necesario medir la actividad corporal total o realizar bioanálisis para estimar la contaminación interna de las personas afectadas.

Las técnicas de muestreo y medición han de ser las adecuadas para las diferentes categorías de contaminantes del aire.

Métodos:

La contaminación superficial se determina directamente con instrumentos portátiles y/o indirectamente por varias técnicas de barrido superficial. (frotis)

La elección entre ambos métodos se determina teniendo en cuenta los siguientes factores, entre ellos el tipo, la energía y la dispersión de la contaminación, el nivel de la radiación de fondo, los factores geométricos y la magnitud de la autoabsorción de la fuente.

Como regla general, se recomienda emplear ambos métodos, uno como complemento del otro, para la evaluación completa de la contaminación superficial.

LIMITES RECOMENDADOS PARA CONTAMINACIÓN SUPERFICIAL (*)

	EMISORES		EMISORES ALFA			
	BETA Y GAMMA		Emisores alfa de baja toxicidad		Todos los otros emisores alfa	
	Bq/cm ²	μCi/cm ²	Bq/cm ²	μCi/cm ²	Bq/cm ²	μCi/cm ²
Manos y otras partes del cuerpo	4	10 ⁻⁴	0.4	10 ⁻⁵	0.04	10 ⁻⁶
Ropas personales	4	10 ⁻⁴	0.4	10 ⁻⁵	0.04	10 ⁻⁶
Herramientas	4	10 ⁻⁴	0.4	10 ⁻⁵	0.04	10 ⁻⁶
Areas activas	400	10 ⁻²	40	10 ⁻³	4	10 ⁻⁴
Areas inactivas	40	10 ⁻³	4	10 ⁻⁴	0.4	10 ⁻⁵

(*) Cuando la superficie es amplia el valor recomendado en todos los casos es 0,04 Bq/cm² (10⁻⁶ μCi/cm²)

Instrumentación:

Al seleccionar la instrumentación para el control de la radiación externa en un área de trabajo, es necesario tener en cuenta el tipo de radiación, la energía y la tasa de dosis que ha de medirse.

Para estas mediciones se emplean dosímetros y exposímetros que funcionan en general con cámara de ionización, contadores Geiger-Muller o detectores de estado sólido.

Los equipos utilizados para la medición de dosis se calibran con respecto a la exposición, la dosis absorbida o la dosis equivalente.

Instrumentación:

En el mercado pueden adquirirse diferentes tipos de instrumentos con distintas sensibilidades, que son fijos o portátiles.

Los monitores fijos miden el campo de radiación en un solo punto, pero su eficiencia es un tanto limitada, siendo más utilizados para conocer la variación del campo de radiación en el tiempo.

Los dispositivos portátiles permiten realizar exploraciones en las zonas de trabajo.

Instrumentación:

El control de la contaminación radiactiva del aire se efectúa con dispositivos de muestreo del aire.

En muchos de los dispositivos que toman muestras del aire o recogen en un filtro partículas provenientes de un volumen conocido de aire, la medición se hace algún tiempo después del muestreo.

Otros dispositivos de muestreo, que llevan incorporados detectores de radiación, miden la actividad en el momento mismo del muestreo, por lo que dan rápidamente la alarma en caso de escape de radiactividad a los lugares de trabajo.

Instrumentación:

Cuando se usan dispositivos para monitoraje con medición directa, la presencia de sustancias radiactivas naturales como el radón, el torón y sus descendientes aumenta el límite de detección de los radioisótopos emisores alfa, altamente radiotóxicos.

No obstante, se puede reducir el nivel de detección utilizando técnicas de espectrometría alfa.

Instrumentación:

Los monitores de la contaminación superficial son dispositivos portátiles que pueden estar provistos de contadores Geiger-Muller, contadores proporcionales o de centelleo, o detectores semiconductores.

Pueden ser necesarios monitores distintos para medir la contaminación por emisores alfa o beta/gamma, pero en ambos casos cabe emplear sondas dobles de centelleo y contadores proporcionales.

Se puede medir indirectamente la contaminación superficial no arrastrable por emisores beta/gamma, utilizando como muestras "frotis" que son analizadas por instrumentos contadores.

ANEXO I - “*LIMITE DE DOSIS*”

Aplicación:

Los *límites de dosis* especificados en este Anexo se aplican a las *exposiciones* atribuibles a prácticas, con excepción de las *exposiciones médicas* y de las *exposiciones* causadas por *fuentes naturales* que no puedan razonablemente considerarse sometidas a la responsabilidad de ninguna de las partes principales especificadas por las normas.

ANEXO I - “LIMITE DE DOSIS”

Aplicación:

En caso de *exposición a radón*, en un puesto de trabajo, con una concentración promedio anual superior a 1000 Bq / m³ en aire, se deberán aplicar los *límites de dosis* para la *exposición ocupacional*.

Los *límites de dosis* no son de aplicación para las decisiones sobre si ha de procederse a una *intervención* y la manera de realizarse.

Exposición ocupacional:

Límites de dosis:

La *exposición ocupacional* de todo *trabajador* deberá controlarse de forma que no se rebasen los siguientes *límites*:

- a) Una *dosis efectiva* de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos.
- b) Una *dosis efectiva* de 50 mSv en un solo año;
- c) Una *dosis equivalente* al cristalino de 150 mSv en un año;
- d) Una *dosis equivalente* a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 500 mSv en un año.

Exposición ocupacional:

Límites de dosis:

En el caso de los aprendices de 16 a 18 años que reciban formación para un empleo que implique exposición a la radiación, y en el de los estudiantes de 16 a 18 años que tengan que utilizar fuentes en el curso de sus estudios, la exposición ocupacional deberá controlarse de manera que no se rebasen los siguientes límites:

- a) *Una dosis efectiva de 6 mSv en un año;*
- b) *Una dosis equivalente al cristalino de 50 mSv en un año;*
- c) *Una dosis equivalente a las extremidades o a la piel de 150 mSv en un año.*

Exposición ocupacional de mujeres

Los límites de dosis para la exposición ocupacional de todo trabajador son de aplicación en el caso de la exposición ocupacional de mujeres no embarazadas.

En caso de embarazo declarado, se aplicará un límite de dosis equivalente suplementario a la superficie abdominal de la mujer (tronco inferior) de 2 mSv durante el resto del período del embarazo.

Asimismo, se limitará la incorporación de radionucleídos a 1/20 del límite anual de incorporación (ALI).

La Autoridad Reguladora definirá, de ser necesario, las tareas de las que, dadas sus características radiológicas, deberán ser excluidas las mujeres embarazadas.

Exposición del público

La exposición de los *miembros del público* atribuible a las *prácticas* no deberá rebasar los siguientes límites, que se deberán aplicar a las dosis promedio estimadas para los *grupos críticos* pertinentes:

a) Una *dosis efectiva* de 1 mSv en un año;

b) En circunstancias especiales, una *dosis efectiva* de hasta 5 mSv en un solo año, a condición de que la *dosis* media en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año;

c) Una *dosis equivalente* al cristalino de 15 mSv en un año;

d) Una *dosis equivalente* a la piel de 50 mSv en un año.

Dónde conseguir más información (1)

- 1990 Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 60. Pergamon Press 1991
- Las recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. ICRP publicación 103. Sociedad Española de Protección Radiológica.
- Radiological protection of the worker in medicine and dentistry. ICRP Publication 57. Pergamon Press 1989
- Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York, United Nations 2000.

Dónde conseguir más información (2)

- Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures. ICRP Publication 85. Ann ICRP 2000;30 (2). Pergamon
- Manual of clinical oncology 6th edition. UICC. Springer-Verlag. 1994
- Atlas de Histología y organografía microscópica. J. Boya. Panamericana. 1998
- Tubiana M. et al. Introduction to Radiobiology. London: Taylor & Francis, 1990. 371 pp. ISBN 0-85066-763-1.

¿Preguntas?

