

MANUAL DE RECOMENDACIONES DE
PROTECCIÓN FRENTE A

RADIACIONES IONIZANTES

PARA LOS TRABAJADORES
DE RIOJA SALUD

Gobierno de La Rioja
www.larioja.org



El presente documento ha sido elaborado por el grupo de trabajo constituido por personal de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales, de Protección Radiológica y de Radiodiagnóstico.

AUTORES

Carmen Arceiz Campos: Coordinadora del grupo de trabajo
Médico Especialista en Medicina del Trabajo
Jefe del Servicio de Prevención

Camilo José Sanz Freire
Especialista en Radiofísica Hospitalaria
Jefe de Servicio Radiofísica y Protección Radiológica

Juan Eugenio Ibáñez Rodríguez
Técnico de Prevención de Riesgos Laborales

Guillermo Romo Garrido
Técnico de Prevención de Riesgos Laborales

Natalia Lopo Casqueiro
Técnico Experto en Protección Radiológica

M^a del Carmen Pedriza García
Técnico Especialista en Radiodiagnóstico

INDICE GENERAL

- 1- INTRODUCCIÓN
- 2- RADIACIONES IONIZANTES: GENERALIDADES
 - 2.1- Definición de radiación
 - 2.2- Magnitudes básicas
 - 2.3- Fuentes de exposición: naturales y artificiales
- 3- FUENTES DE EXPOSICIÓN EN EL MEDIO SANITARIO
 - 3.1- Radiodiagnóstico
 - 3.2- Radioterapia
 - 3.3- Medicina nuclear
- 4- PROTECCIÓN RADIOLÓGICA FRENTE A LAS RADIACIONES IONIZANTES
 - 4.1- Principios Generales
 - 4.2- Limite de dosis
 - 4.3- Normas básicas de protección radiológica
 - 4.4- Normas específicas de protección radiológica
 - 4.5- Clasificación y señalización de las zonas de trabajo
 - 4.6- Clasificación de trabajadores expuestos
 - 4.7- Información y formación
- 5- VIGILANCIA Y CONTROL
 - 5.1- Vigilancia dosimétrica
 - 5.2- Vigilancia de la salud
 - 5.3- Embarazo y lactancia
- 6- BIBLIOGRAFÍA

1- INTRODUCCIÓN

El uso de radiaciones ionizantes en los centros sanitarios, fundamentalmente con fines diagnósticos o terapéuticos, conlleva la exposición ocupacional de los profesionales sanitarios que trabajan en estas instalaciones, representando un número elevado de las categorías profesionales que tienen la consideración de trabajadores expuestos.

La peligrosidad de las radiaciones ionizantes hace necesario el establecimiento de medidas que garanticen la protección de los trabajadores expuestos y el público en general contra los riesgos resultantes de la exposición a las mismas.

En el ámbito de la Unión Europea, el tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) establece que la Comunidad debe disponer de normas uniformes de protección sanitaria de los trabajadores y de la población en general contra los riesgos que resulten de las radiaciones ionizantes, así como de límites de dosis que sean compatibles con una seguridad adecuada, de niveles de contaminación máximos admisibles y de principios fundamentales de vigilancia sanitaria de los trabajadores.

En consecuencia, han emanado del Consejo sucesivas disposiciones, entre las que se encuentra la última Directiva 2013/59/EURATOM, que basándose en las nuevas recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), en particular las de la Publicación 103 de la CIPR, y en los nuevos conocimientos científicos y experiencias prácticas, establece las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población que resultan de las radiaciones ionizantes.

Aunque actualmente en España sigue en vigor el Real Decreto 783/2001, de 6 de Julio de 2001, por el que se aprueba el Reglamento de protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, en la elaboración de esta Guía también se ha tenido como referencia la mencionada Directiva 2013.

La legislación establece los principios fundamentales en los que debe basarse la protección radiológica operacional en las instalaciones radiactivas pero no puede detallar su aplicación en todas las prácticas del sector sanitario donde se realizan numerosos procedimientos diagnósticos y terapéuticos con radiaciones ionizantes, siendo muy diversas las categorías de trabajadores expuestos.

Con este Manual pretendemos facilitar a los trabajadores del Servicio Público de Salud de La Rioja, en adelante Rioja Salud (SERIS, FHC, FRS) una información práctica sobre protección frente a las radiaciones ionizantes, que les ayude en su trabajo diario, basada en la aplicación de los criterios de protección radiológica en las diferentes instalaciones y situaciones en las que pueda existir exposición ocupacional a radiaciones ionizantes en el ámbito sanitario.

La elaboración de este Manual ha sido posible gracias al esfuerzo y dedicación del grupo de trabajo formado por trabajadores del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL), del Servicio de Protección Radiológica (SPR) y de Radiodiagnóstico. A todos ellos se agradece la ayuda y colaboración que nos ha permitido disponer de este documento, que esperamos sea de utilidad para todos los trabajadores mejorando la información y buenas prácticas.

2- RADIACIONES IONIZANTES: GENERALIDADES

2.1 Definición de radiación:

El fenómeno de la **radiación** consiste en la propagación de energía en forma de **ondas electromagnéticas** o **partículas subatómicas** a través del vacío o de un medio material.

La radiación propagada en forma de ondas electromagnéticas se llama **radiación electromagnética**, mientras que la **radiación corpuscular** es la radiación transmitida en forma de partículas subatómicas que se mueven a gran velocidad en un medio o el vacío, con apreciable transporte de energía.

Si la radiación transporta energía suficiente como para provocar ionización en el medio que atraviesa, se dice que es una **radiación ionizante**. En la materia viva esta ionización puede afectar a las células y derivar en **efectos biológicos** nocivos para la salud. En caso contrario se habla de **radiación no ionizante**. El carácter ionizante o no ionizante de la radiación es independiente de su naturaleza corpuscular u ondulatoria.

Existen varios tipos de radiaciones ionizantes, entre las que podemos destacar las siguientes: radiaciones alfa (α), radiaciones beta (β), neutrones, radiaciones gamma (γ), rayos X. En la figura 1 se muestra el grado de ionización y penetración de las mismas.

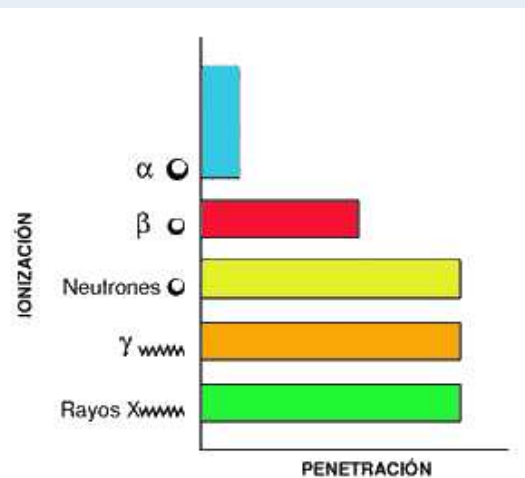


Fig.1 (Fuente NTP 614: Radiaciones Ionizantes: normas de protección)

2.2 Magnitudes básicas

Las magnitudes de protección radiológica son necesarias para evaluar cuantitativamente las exposiciones del cuerpo humano y otros organismos a la radiación.

Estas magnitudes son imprescindibles para describir la relación dosis-respuesta con la generación de efectos por parte de la radiación, que es precisamente la base sobre la que se lleva a cabo la estimación del riesgo en protección radiológica.

La dosis absorbida es la energía absorbida por unidad de masa en un determinado punto. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y se le da la denominación especial de Gray (Gy).

La dosis a un órgano es el promedio de la dosis absorbida en un órgano, es decir, el cociente entre la energía total impartida a un órgano y la masa total de dicho órgano. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y recibe el nombre especial de gray (Gy).

Pero ni todas las radiaciones ionizantes provocan el mismo daño biológico, ni todos los tejidos u órganos son igual de sensibles, por ello se define:

La dosis equivalente a un órgano o tejido es la dosis absorbida por el órgano corregida por un factor de ponderación del tipo y calidad de la radiación. Este factor de corrección es numéricamente 1 para rayos X. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y se le da el nombre especial de Sievert (Sv).

La dosis efectiva es una magnitud definida como la suma ponderada de las dosis equivalentes a todos los tejidos y órganos pertinentes en función de la calidad de la radiación y de la diferente sensibilidad de cada tejido/órgano. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y se le da el nombre especial de Sievert (Sv) y representa la cantidad de energía irradiada que absorbe el tejido vivo y el alcance de sus repercusiones biológicas.

2.3 Fuentes de exposición: naturales y artificiales

2.3.1 Radiaciones naturales

El ser humano vive en un mundo con radiactividad natural: recibe la radiación cósmica, procedente del espacio y la radiación del radón, procedente de la tierra; ingiere a diario productos naturales y artificiales que contienen sustancias radiactivas (en cantidades muy pequeñas), en sus huesos hay polonio y radio radiactivos, en sus músculos, carbono y potasio radiactivos, y en sus pulmones, gases nobles y tritio, también radiactivos.

Este conjunto de radiaciones naturales integra la **radiación de fondo** que depende de numerosos factores: el lugar donde se vive, la composición del suelo, los materiales de construcción, la estación del año, la latitud y, en cierta medida, las condiciones meteorológicas.

De la radiación cósmica, que procede del espacio, sólo llega al suelo una fracción, ya que en su mayor parte, es detenida por la atmósfera. En consecuencia, la altitud es determinante de la dosis recibida, de forma tal que en la cima de una montaña o viajando en un avión se recibe mayor cantidad de radiación cósmica que al nivel del mar: por ejemplo, las tripulaciones aéreas pasan gran parte de su vida en altitudes en las que la radiación cósmica es 20 veces mayor que la radiación media de fondo.

La radiación de fondo debida al gas radón, procedente de la desintegración del metal radio contenido en algunas rocas, fundamentalmente graníticas, también varía sustancialmente dependiendo de la localización. El radón surge por emanación de las rocas lo que posibilita, por ejemplo, que se formen grandes concentraciones en el interior de las viviendas construidas en determinados sitios o con ciertos materiales, sobre todo si la ventilación es insuficiente. En estos casos, la concentración de radón puede ser cientos de veces superior a la del exterior.

2.3.2 Radiaciones artificiales

Desde que en 1895, el físico Roëntgen descubriera el primer tipo de radiación artificial que ha utilizado el ser humano, los rayos X, y una vez que empezaron a conocerse las propiedades y la potencialidad de la radiación, se han ido desarrollando infinidad de aplicaciones y técnicas para obtener materiales radiactivos artificiales.

Podemos clasificar la exposición a las radiaciones ionizantes en 3 grupos:

- Exposición ocupacional: la de los profesionales expuestos como consecuencia de su trabajo.
- Exposición médica: la recibida por los individuos como parte de su propio diagnóstico o tratamiento médico.
- Exposición del público: que comprenden todas las exposiciones que no sean médicas u ocupacionales, bien sean de origen artificial o natural.

3- FUENTES DE EXPOSICIÓN EN EL MEDIO SANITARIO.

La utilización en el ámbito sanitario de las radiaciones ionizantes se centra principalmente en los servicios de Radiodiagnóstico, Radioterapia y Medicina Nuclear.

Las exposiciones las reciben principalmente los pacientes, pero es inevitable cierta exposición ocupacional de los trabajadores sanitarios implicados en estos servicios con los consiguientes riesgos de Irradiación Externa y/o Contaminación Radiactiva:

- **Irradiación Externa** es la transferencia de energía de una fuente de radiación a otro material sin que sea necesario un contacto físico entre ambos. Si el organismo completo sufre la irradiación, se dice que se trata de una exposición global, mientras que el término exposición parcial se refiere a la irradiación de un órgano determinado.
- **Contaminación** es la presencia indeseada de sustancias radiactivas en la superficie o en el interior de un cuerpo u organismo (existe contacto físico). En el primer caso se habla de una **contaminación externa** y en el segundo de una **contaminación interna**. Una persona sufrirá una contaminación externa cuando se depositen sobre su piel sustancias radiactivas, mientras que la contaminación interna se producirá cuando penetren isótopos radiactivos en el organismo, sea por ingestión, sea por inhalación o a través de heridas, etc.

A continuación se describen las principales instalaciones de Rioja Salud relacionadas con la exposición a radiaciones ionizantes:

3.1 Radiodiagnóstico

En Radiodiagnóstico o Diagnóstico por Imagen se utilizan imágenes y datos funcionales obtenidos por medio de radiaciones ionizantes, no ionizantes y otras fuentes de energía para el diagnóstico y tratamiento de ciertas enfermedades.

Las fuentes de radiación ionizantes las constituyen todos los equipos dotados de tubo de rayos X.

Llamamos **radiación directa** a la radiación emitida directamente por el equipo de rayos X y **difusa** a aquella dispersada por el paciente en todas direcciones.

La radiación cesa inmediatamente tras el disparo.



Atendiendo a su diseño, utilización y nivel de riesgo radiológico se pueden agrupar los equipos y salas de rayos X en los siguientes tipos:

- Radiografía y fluoroscopia con equipos quirúrgicos (Radiología Intervencionista y Hemodinámica)
- Arcos quirúrgicos móviles (Trauma/Uro/Digestivo/U.Dolor/Cir.Vascular)
- Tomografía Axial Computerizada
- Radiografía con equipos móviles (portátiles)
- Mamografía
- Radiografía y fluoroscopia (telemandos)
- Radiología convencional
- Radiología dental
- Densitometría



3.2 Radioterapia

Es la especialidad clínica encargada de la epidemiología, prevención, patogenia, clínica, diagnóstico, tratamiento y valoración pronóstica de las neoplasias, sobre todo del tratamiento basado en las radiaciones ionizantes.

De manera general y según la distancia a la que está la fuente del paciente, se pueden distinguir dos tipos de tratamientos: Braquiterapia y Teleterapia.

- **Braquiterapia:** consiste en la colocación de fuentes radiactivas encapsuladas dentro, en contacto o en la proximidad de un tumor a una corta distancia. En Rioja Salud se realiza Braquiterapia de Alta Tasa y de Baja Tasa utilizando como fuente de Ir192 y semillas de I125 respectivamente.
- **Teleterapia** o radioterapia externa, en la que la fuente de irradiación está a cierta distancia del paciente en los llamados aceleradores lineales.



3.3 Medicina Nuclear

En esta especialidad se utilizan radiotrazadores o radiofármacos formados por un fármaco transportador y un isótopo radiactivo que se aplican dentro del organismo por diversas vías (la más utilizada es la vía intravenosa) para uso diagnóstico y terapéutico.

Una vez dentro del organismo, el radiofármaco se distribuye por diversos órganos dependiendo del tipo empleado.

En Rioja Salud las principales aplicaciones sanitarias de Medicina Nuclear comprenden:

- Usos diagnósticos:

La distribución del radiotrazador o radiofármaco se detecta por los equipos de gammacámara y PET, donde las imágenes son almacenadas y procesadas digitalmente. Estas imágenes, a diferencia de la mayoría de las obtenidas en radiología, son imágenes funcionales y moleculares, es decir, muestran como están funcionando los órganos y tejidos explorados o revelan alteraciones de los mismos a un nivel molecular.

Los radiofármacos más utilizados en gammacámara son el Tc99m, Ga67, Y90 e In111 y en PET el F18



- Usos terapéuticos:

- Tratamientos de hipertiroidismo con I131: no requiere ingreso hospitalario
- Tratamientos de terapia metabólica con I131: requiere ingreso hospitalario
- Tratamientos de articulaciones y linfomas con Y90

4. PROTECCIÓN RADIOLOGICA FRENTE A LAS RADIACIONES IONIZANTES

4.1 Principios Generales

El objeto principal de la Protección Radiológica es asegurar un nivel apropiado de protección al hombre y al medio ambiente sin limitar de forma indebida las prácticas beneficiosas del uso de las radiaciones.

Es necesario establecer unas normas que garanticen la prevención de la incidencia de **efectos biológicos deterministas** (manteniendo las dosis por debajo de un umbral determinado) y la aplicación de todas las medidas razonables para reducir la aparición de **efectos biológicos estocásticos** (probabilísticos) a niveles aceptables.

Para conseguir estos objetivos, se deben aplicar los principios del Sistema de Protección Radiológica propuestos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) que son los siguientes:

- **Justificación:** No se deberá adoptar ninguna práctica que suponga la exposición a radiaciones salvo que implique unos beneficios para los individuos expuestos o para la sociedad, que sean suficientes como para compensar el detrimento causado. La normativa española obliga a justificar todas las exposiciones médicas e indica los niveles de responsabilidad.
- **Optimización:** La protección radiológica de personas sometidas a exposición poblacional u ocupacional se optimizará con el objetivo de mantener la magnitud de las dosis individuales, la probabilidad de la exposición y el número de personas expuestas lo más bajos que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos técnicos y factores económicos y sociales.

La optimización de la protección de personas sometidas a exposiciones médicas se aplicará a la magnitud de las dosis individuales y será coherente con la finalidad médica de la exposición.

Debe existir un adecuado programa de garantía de calidad, tanto de los procedimientos como del equipamiento, según dispone la normativa de Criterios de calidad en Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Radioterapia.

- **Limitación de dosis:** Principio reflejado en las siglas ALARA ("*As Low As Reasonably Achievable*" en inglés o "*tan bajo como sea razonablemente posible*" en español). Aunque una recomendación esté justificada porque el beneficio reportado es mayor que las desventajas, y optimizada según la tecnología, se intentará por todos los medios posibles que la dosis recibida por cualquier individuo o por un colectivo cualquiera, sea lo más baja posible, siempre que las medidas de protección y minimización de dosis no supongan un daño mayor para el individuo o la sociedad.

4.2 Límites de Dosis

Los límites de dosis son aplicables tanto al público en general como a los trabajadores expuestos.

Definiciones:

Trabajador Expuesto (mayor de 18 años)	Es aquel que por su trabajo está sometido de manera habitual y ocasional a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis por encima de los límites establecidos para miembros del público.
Personas en formación y estudiantes (entre 16 y 18 años)	Personas que durante su formación estén sometidas a riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes.
Público	Todo miembro de la población, excluyendo los anteriores.

Límites de dosis para cada grupo de población:

	Dosis Efectiva (mSv)	Dosis equivalente (mSv)	
		Cristalino	Piel, Extremidades
Trabajador Expuesto (mayor de 18 años)	20 mSv por año natural DIRECTIVA *	20mSv/año ó 100mSv en 5 años sin superar 50mSv en un año	500
Personas en formación y estudiantes (entre 16 y 18 años)	6	15	150
Público	1	15	50

*En circunstancias especiales o para ciertas situaciones de exposición especificadas en la legislación nacional, la autoridad competente podrá autorizar una dosis efectiva mayor de hasta 50 mSv en un único año, siempre que el promedio anual de la dosis a lo largo de cinco años consecutivos cualesquiera, incluidos los años respecto de los cuales se ha superado el límite, no supere los 20 mSv.

Límites especiales para trabajadores expuestos:

Embarazadas	1 mSv al embrión o feto desde que se declara el embarazo
Mujeres en periodo de Lactancia	No asignar puestos con riesgos significativo de incorporación de radionucleidos o de contaminación radiactiva
Exposiciones autorizadas especialmente	Límites de dosis establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear Sólo para trabajadores expuestos de categoría A Se excluirá de dichas exposiciones a los estudiantes, trabajadoras embarazadas y, si hay riesgo de incorporación de radionucleidos o contaminación corporal, a las trabajadoras en periodo de lactancia Los trabajadores interesados serán informados con antelación sobre los riesgos que implica la operación y las precauciones que deberán adoptarse mientras dura la exposición. Estos trabajadores habrán dado su consentimiento.

4.3 Normas básicas de protección radiológica

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes se basan en el principio de que la utilización de las mismas debe estar plenamente justificada con relación a los beneficios que aporta y ha de efectuarse de forma que el nivel de exposición y el número de personas expuestas sea lo más bajo posible, procurando no sobrepasar los límites de dosis establecidos para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.

Las normas de protección radiológica serán particulares para cada instalación dependiendo del tipo y magnitud del riesgo, así como de otras características propias, a modo de resumen podemos considerar las siguientes recomendaciones:

a) Cuando existe riesgo de irradiación

En este caso, en el que no hay un contacto directo con la fuente, las medidas de protección consisten en:

- Limitar el tiempo de exposición: la dosis recibida es proporcional al tiempo que dura la exposición.
- Aumentar la distancia a la fuente: la dosis es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente de radiación (como ejemplo, si se aumenta la distancia al doble, se reduce la exposición a una cuarta parte)
- Blindaje: Tanto estructural (apantallamiento de los equipos y la instalación, confinamiento de la fuente) como personal (equipos de protección individual). Estas medidas permiten una reducción significativa de la dosis recibida.

Equipos de Protección individual recomendados

- Delantales: deberán tener una protección equivalente al menos a 0,25 mm de Pb si el equipo de rayos x opera hasta 100 kV y a 0,35 mm si opera por encima de 100 kV. En intervencionismo, debido a los altos niveles de radiación dispersa, se deben usar delantales equivalentes a 0,5 mm de plomo.
- Se deben usar gafas protectoras del cristalino y protector de tiroides en aquellos casos en los que el profesional se mantenga a pie de mesa durante el procedimiento radiodiagnóstico y guantes plomados cuando deba usar las manos en una zona próxima al haz de radiación.

b) Cuando existe riesgo de contaminación externa

Como norma general, el personal que trabaja con radionucleidos no encapsulados deberá conocer el reglamento de funcionamiento de la instalación radiactiva, que contendrá información sobre los procedimientos de trabajo, las medidas preventivas a tomar, los sistemas de descontaminación y de eliminación de residuos y el plan de emergencias.

En este caso las medidas preventivas se orientan a evitar el contacto directo con la fuente radiactiva e impedir su dispersión y se pueden dividir en:

- **Medidas de Protección de las Instalaciones y zonas de trabajo**

- Superficies lisas, exentas de poros y fisuras, de forma que permitan una fácil descontaminación
- Sistemas de ventilación adecuados que permitan una evacuación eficaz de los gases o aerosoles producidos, evitando su evacuación al ambiente mediante la instalación de filtros.
- Control riguroso de los residuos generados
- Controles periódicos de la contaminación de la zona, materiales y ropas utilizadas
- Resistencia al fuego (RF) estructural adecuada
- Sistemas de detección y de extinción de incendios

- **Medidas de Protección del Personal**

- Utilización obligatoria de protección personal que evite la contaminación en la manipulación de isótopos radiactivos
- Se recomienda la utilización de material de un solo uso que, una vez utilizado, deberá almacenarse en recipientes adecuados y correctamente señalizados.
- Prohibido comer, beber, fumar o aplicarse cosméticos
- A la salida de zonas controladas y vigiladas con riesgo de contaminación existirán detectores de contaminación, normalmente de pies/manos y ropa para tomar, en su caso, las medidas oportunas.

4.4 Normas específicas de protección radiológica

Radiodiagnóstico: Únicamente existe riesgo de irradiación externa

Normas generales de protección para trabajadores expuestos

1. Una sala de rayos X solo puede usarse para una exploración cada vez.
2. Solamente deben estar dentro de la sala las personas imprescindibles.
3. Todas las personas que estén dentro de la sala deben alejarse del haz de radiación tanto como sea posible. Ninguna persona debe quedar expuesta al haz primario.
4. Está prohibido irradiar a una persona con fines de entrenamiento o evaluación del equipamiento.
5. Todo el personal debe tener disponibles dispositivos de protección.
6. Todo el personal de categoría A debe llevar dosímetro personal.
7. La sujeción de pacientes se realizará siempre que sea posible por medios mecánicos. Si no se dispone de los mismos la realizará personal voluntario a quien se informara sobre su ubicación siempre fuera del haz directo y se le proporcionará el pertinente delantal plomado.
8. Si no hubiera voluntarios la sujeción del paciente la realizará personal profesionalmente expuesto debidamente protegido
9. Las puertas de las salas permanecerán cerradas mientras se realizan las exploraciones.
10. Una vez que las máquinas estén encendidas con posibilidad de realizar disparos, la instalación no debe quedar nunca sin personal.

Equipos Portátiles:

1. Los equipos portátiles solo deben utilizarse en aquellos pacientes a quienes sus condiciones físicas les impidan desplazarse a las salas de rayos X
2. Durante la operación, el haz debe alejarse de zonas ocupadas y todos los esfuerzos deben dirigirse a no irradiar a otras personas en la proximidad del paciente.
3. El operador no debe colocarse en el haz directo y debe alejarse del tubo extendiendo el cable de disparo toda su longitud. Permanecerá durante el disparo lo más alejado posible del paciente. Todo el personal implicado en la exposición deberá llevar delantal plomado, si bien, en el momento de la exposición deberá estar implicado el menor número de personas.

Salas Convencionales

1. La irradiación debe realizarse desde detrás de la mampara de control. En casos de técnicas especiales en las que el operador deba permanecer junto al paciente, deben llevar delantal plomado.
2. El operador debe ver claramente al paciente durante cada examen con rayos X y poder comunicarse y/o atenderle sin salir del control.
3. Los chasis no deben sujetarse jamás con las manos durante la irradiación.

Equipos de Fluoroscopia y procedimientos guiados por imagen de rayos X en quirófanos:

1. Durante la exploración o intervención sólo debe permanecer en el interior de la sala el personal mínimo indispensable. Todo el personal que deba estar dentro de la sala llevará delantal plomado.
2. Se deben usar guantes plomados, gafas protectoras del cristalino y protector de tiroides en aquellos casos en los que el profesional se mantenga cerca del enfermo durante la exploración y deba usar las manos en una zona próxima al haz de radiación.
3. Todos los exámenes fluoroscópicos deben realizarse minimizando en lo posible el tiempo de examen, el tamaño del campo y la tasa de dosis.
4. El facultativo responsable debe asegurarse en cada exploración de que el personal que está en la sala se encuentre debidamente protegido y ubicado correctamente, así como de la visibilidad del monitor.

Equipos de Intervencionismo / Angiografía / Hemodinámica

1. Todo el personal debe hacer uso de todos los dispositivos de protección incluidos en la sala, tales como cortinillas plomadas, mamparas suspendidas del techo, mamparas de pie, etc.
2. El paciente es la mayor fuente de radiación dispersa. Por tanto el tubo debe estar siempre bajo el paciente, y si el tubo se debe colocar en posición horizontal colocarse del lado del receptor de imagen.
3. Todo el personal debe llevar delantales plomados y las personas que estén a pie de mesa deben llevar protector de tiroides, gafas protectoras de cristalino y si además se debe usar las manos en una zona próxima al haz de radiación se utilizarán guantes plomados (hay que tener en cuenta que los guantes plomados

NO ofrecen protección frente al haz directo de radiación, por tanto debe evitarse introducir las manos en el campo de radiación)

4. Todo el personal que no requiera estar inmediatamente adyacente al paciente debe permanecer durante el procedimiento tan lejos de éste como sea posible, salir de la sala si no tiene obligaciones dentro de ella y colocarse tras mampara protectora.
5. Deben usarse todos los dispositivos de protección de los que este provisto el equipo.
6. Se debe tener en cuenta que la angiografía es potencialmente una de las mayores fuentes de exposición en radiología, puesto que se requiere la presencia de un considerable número de personas próximas al paciente, se usan tiempos largos de Fluoroscopia y se realizan muchas adquisiciones radiográficas.

Equipos de Tomografía Axial Computarizada (TAC)

1. La irradiación debe realizarse desde detrás de la mampara del control.
2. Nadie debe permanecer en la sala durante la exploración.
3. Si eventualmente alguna persona debiera estar dentro durante la exploración (por ejemplo, un anestesista) se ubicará lo más alejado posible de la mesa y de la zona del gantry y se protegerá con un delantal plomado

Equipos de Mamografía

La irradiación debe realizarse desde detrás de la mampara del control.

Equipos intraorales

El operador debe mantenerse lo más alejado posible del paciente durante la exposición para lo cual se hará uso del cable extensor del disparador que debería tener al menos 2 metros, en caso contrario deberá usar delantal plomado.

Radioterapia

Braquiterapia Alta Tasa: supone la carga diferida y remota de la fuente en el aplicador en el paciente, sin presencia de personal en la sala, por tanto no debe existir riesgo de irradiación. Sin embargo es con diferencia el ámbito en que mayor riesgo potencial existe, por lo que se deberán seguir todas las indicaciones recogidas en el **Reglamento de Funcionamiento de la Unidad de Oncología Radioterapia y en el Plan de Emergencia de dicha Unidad.** (*Intranet RiojaSalud/Documentos en pdf/Protección Radiológica*)

Braquiterapia Baja Tasa: debido a la baja actividad de las fuentes utilizadas y el empleo de un equipo de carga automático, en este procedimiento existe riesgo de irradiación escaso y sólo en dos situaciones: necesidad de carga manual de semillas de I125 y pérdida de alguna semilla. La forma de actuación igualmente está recogida en el Reglamento de Funcionamiento de la Unidad y en su Plan de Emergencia.

Teleterapia: En los aceleradores, debido a su principio de funcionamiento y a los rotundos blindajes de la instalación, el peligro de irradiación externa no existe,

siempre que se observen unas mínimas normas de seguridad, tales como comprobar que en el interior del Bunker no permanece ninguna persona, a excepción del paciente, en el momento de la irradiación.






Medicina Nuclear

En Medicina Nuclear existe riesgo tanto de irradiación como de contaminación externa por el uso de radionucleidos.

Toda la información necesaria para garantizar la protección radiológica del personal está disponible en el **Reglamento de funcionamiento de la Unidad de Medicina Nuclear y en el Plan de Emergencia** de dicha Unidad (*Intranet RiojaSalud/Documentos en pdf/Protección Radiológica*).

4.5. Clasificación y señalización de las zonas de trabajo

Tras una evaluación previa de las condiciones de trabajo para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico, se clasificarán los lugares de trabajo, en función del riesgo de exposición y teniendo en cuenta la probabilidad y la magnitud de las exposiciones potenciales, en las siguientes zonas:

TIPO DE ZONA	CARACTERÍSTICAS	SEÑALIZACIÓN
ZONA VIGILADA	Delimita una zona con <i>BAJA</i> intensidad de radiación, siendo improbable que se llegue a los 3/10 del límite (15 mSv), pero pudiéndose superar 1/10 del límite (5 mSv). Su acceso debe estar limitado a las personas autorizadas al efecto. No es necesario el uso de dosímetro, pudiéndose suplir por dosimetría de área. Se señala con un trébol gris/azulado sobre fondo blanco.	
ZONA CONTROLADA	Delimita una zona con intensidad de radiación <i>MEDIA</i> , sin llegar al límite antes aludido, pero pudiéndose superar los 3/10 del límite (15 mSv). Su acceso debe estar restringido a los profesionales encargados de operar el equipo productor de radiaciones ionizantes. Es necesario utilizar dosímetro. Se señala con un trébol verde sobre fondo blanco.	
ZONA DE PERMANENCIA LIMITADA	Delimita una zona con <i>ALTA</i> intensidad de radiación, de forma que si una persona permaneciese en dicha zona podría recibir una dosis superior al límite anual de dosis (50 mSv). Se señala con un trébol amarillo sobre fondo blanco.	
ZONA DE PERMANENCIA REGLAMENTADA	Zona en la que existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis. Se señala con un trébol naranja sobre fondo blanco.	
ZONA DE ACCESO PROHIBIDO	Zona en la que hay riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol rojo sobre fondo blanco.	

4.6 Clasificación de los Trabajadores Expuestos

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías A y B:

- Pertenecen a la **categoría A** los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 15 mSv por año para el cristalino o a 150 mSv por año para la piel y las extremidades. Los trabajadores expuestos de categoría A deben utilizar obligatoriamente dosímetro individual.
- Pertenecen a la **categoría B** aquellos trabajadores expuestos que no sean clasificados como trabajadores de la categoría A. Los trabajadores expuestos de categoría B no necesitan obligatoriamente utilizar dosímetros individuales, SIEMPRE Y CUANDO se pueda garantizar que su exposición a RI puede evaluarse mediante vigilancia de niveles de radiación (Dosimetría de Área)

Se consideran **trabajadores no expuestos** aquellos que es muy improbable que puedan recibir dosis superiores a los límites para los miembros del público. Los trabajadores no expuestos, al tener la consideración de miembros del público, no necesitan ningún tipo de control dosimétrico.

La clasificación del personal de Rioja Salud está definida en el Procedimiento del Servicio de Protección Radiológica **SPR23 “Clasificación del Personal Expuesto a Radiaciones Ionizantes”**. (*Intranet RiojaSalud/Documentos en pdf/Protección Radiológica*)

4.7 Información y formación

La **información (previa) a los trabajadores expuestos** constituye una medida importante de prevención de la exposición. Antes de iniciar su actividad, los trabajadores deberán ser informados e instruidos, a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición en su puesto de trabajo, sobre:

- a) Los riesgos radiológicos asociados y la importancia que reviste el cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos
- b) Las normas y procedimientos de protección radiológica y precauciones que se deben adoptar, por lo que respecta a la práctica general y a cada tipo de destino o puesto de trabajo.
- c) En el caso de mujeres, la necesidad de efectuar rápidamente la declaración embarazo y notificación de lactancia, habida cuenta de los riesgos de exposición para el feto, así como el riesgo para la lactancia en caso de contaminación radiactiva corporal de la trabajadora de Medicina Nuclear

Así mismo se deberá hacer una formación continuada al personal operador y supervisor de las instalaciones radiactivas, así como asegurar la formación en los niveles 1 y 2 en radiología intervencionista.

5 VIGILANCIA Y CONTROL

5.1 Vigilancia dosimétrica

El Servicio de Protección Radiológica es el encargado de la vigilancia, control y gestión dosimétrica. En su procedimiento **SPR10 “Normas de uso de dosímetros”** se recogen las principales normas para el uso adecuado de los mismos (*Intranet RiojaSalud/Documentos en pdf/Protección Radiológica*).

El uso y recambio mensual del dosímetro es responsabilidad única y exclusivamente del usuario del mismo.

El personal clasificado dentro de las instalaciones como **categoría A**, debe ir provisto obligatoriamente de dosímetro personal.

Se debe recordar que cuando se utilice cualquier medio protector (por ejemplo un delantal plomado) el dosímetro deberá quedar colocado debajo de éste.

Las lecturas de los dosímetros personales se realizan con una periodicidad mensual y por un centro de dosimetría autorizado. En nuestro caso por el Centro Nacional de Dosimetría en Valencia.

Los valores que arrojen las lecturas dosimétricas, se registran en un historial dosimétrico individual para cada trabajador, que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador. El SPR informa a todos los trabajadores expuestos con carácter anual y siempre que se detecte alguna incidencia en las lecturas dosimétricas.

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

El personal que trabaje en más de una Instalación simultáneamente, tiene la obligación de comunicarlo al SPR y proporcionar los resultados de su dosimetría personal durante el tiempo de trabajo en la otra Instalación.

5.2 Vigilancia de la Salud

La vigilancia y control sanitario de los trabajadores expuestos a radiaciones será realizada por el SPRL, aplicando el Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica frente a radiaciones ionizantes, aprobado por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud, cuyo objeto es prevenir y limitar la posible patología producida por radiaciones ionizantes.

Toda persona que vaya a ser clasificada como trabajador expuesto de "Categoría A" deberá ser sometida a un **Examen de Salud Inicial** que permita evaluar el estado de salud del trabajador, decidir su aptitud para el trabajo y comprobar que no presenta alteraciones que puedan ser agravadas por el trabajo y que no existen incompatibilidades.

Este examen de salud, tendrá por objeto la obtención de una historia clínica que incluya el conocimiento del tipo de trabajo realizado anteriormente y de los riesgos a que ha estado

expuesto como consecuencia del mismo y, en su caso del historial dosimétrico que debe ser aportado por el trabajador.

Los trabajadores de “Categoría A” estarán sometidos, además, a **Exámenes de Salud Periódicos** que permitan comprobar que las condiciones de trabajo no están generando efectos nocivos sobre la salud del trabajador y que siguen siendo aptos para ejercer sus funciones. Estos exámenes se realizarán **cada 12 meses** o más frecuentemente, si lo hiciera necesario, a criterio médico, el estado de salud del trabajador, sus condiciones de trabajo o los incidentes que puedan ocurrir.

Los reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores expuestos de categoría A estarán adaptados a las características de la exposición a las radiaciones ionizantes o de la posible contaminación interna o externa y comprenderán un examen clínico general y aquellos otros exámenes necesarios para determinar el estado de los órganos expuestos y sus funciones. El Servicio de Prevención podrá determinar la conveniencia de que se prolongue, durante el tiempo que estime necesario, la vigilancia sanitaria de los trabajadores de categoría A que hayan sido posteriormente declarados “No aptos” o hayan cesado en esta actividad profesional.

Se deberá realizar una **Vigilancia Sanitaria Especial** en caso de superación o sospecha fundada de superación de alguno de los límites de dosis establecidos. (Artículo 45 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes). Asimismo, en concordancia con el artículo 37 del R.D. 39/97 también se realizará un Reconocimiento médico **tras la asignación de tareas especiales** con nuevos riesgos para la salud o **tras una ausencia prolongada al trabajo**.

Para el resto de trabajadores se seguirán las indicaciones establecidas en el Procedimiento de Vigilancia de la Salud del Servicio de Prevención.

La certificación de aptitud reflejará la conclusión del examen de salud empleando los términos previstos en el Reglamento de Protección Sanitaria frente a radiaciones ionizantes: APTO, NO APTO o APTO EN DETERMINADAS CONDICIONES.

5.3 Embarazo y Lactancia

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

Por ello y para conseguir la adecuada protección de la trabajadora embarazada y/ en lactancia se hace imprescindible que ésta haga una declaración formal voluntaria en el momento de conocer su estado de gestación y/o lactancia al Servicio de Protección Radiológica y/o al Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

En general, desde el momento en que informen su estado de **embarazo** no se le asignarán trabajos continuados en zonas de exposición controlada, pudiendo pasar a zonas de exposición vigilada, adaptándole las tareas.

Desde el momento en que una mujer en el periodo de **lactancia** informe de su estado al titular de la práctica, no se le asignarán trabajos que supongan un riesgo significativo de contaminación radiactiva. En cuanto al riesgo de irradiación externa, la trabajadora en lactancia natural se encuentra expuesta a los mismos efectos que la población laboral general con dicho riesgo.

5.3.1 Recomendaciones y restricciones según el puesto de trabajo

El Consejo de Seguridad Nuclear y la Sociedad Española de Física Médica hacen una serie de recomendaciones de restricciones para TPE embarazadas, en función de los puestos en los que realizan su actividad laboral.

Servicio de Radiodiagnóstico: En general, la TPE embarazada (Médico, Técnico, DUE) puede mantener su actividad siempre que permanezca detrás de las barreras estructurales de protección (la dosis equivalente en la superficie de su abdomen no excedería de 2 mSv) y **NO DEBERÍA** trabajar en aquellas situaciones en que no existan dichas barreras. Tampoco deberá participar en los planes de emergencia de la instalación.

- Con equipos convencionales (Rx simple, TAC, mamografía). Al realizar su trabajo en una zona vigilada la probabilidad de recibir una dosis superior a 2 mSv en abdomen hasta el final del embarazo es muy baja y puede seguir desarrollando su tarea habitual con las adecuadas medidas de protección:
 - 1) permanecer detrás de la mampara durante el disparo,
 - 2) ponerse el dosímetro sobre el abdomen,
 - 3) no permanecer en la sala mientras se realiza una exploración salvo que sea imprescindible, en ese caso lo hará usando un delantal plomado con el dosímetro bajo el delantal y sobre el abdomen.
- Con equipos de radiodiagnóstico dental. También es zona vigilada, y puede seguir desarrollando su tarea habitual con las adecuadas medidas de protección:
 - 1) efectuar el disparo a la máxima distancia posible,
 - 2) ponerse el dosímetro sobre el abdomen,
 - 3) no permanecer en la sala mientras se realiza una exploración salvo que sea imprescindible, en ese caso lo hará usando un delantal plomado con el dosímetro bajo el delantal y sobre el abdomen.
- Con equipos de Densitometría ósea. También es zona vigilada, y puede seguir desarrollando su tarea habitual.
- Con equipos de Fluoroscopia (telemandos). En estos casos, al realizarse el disparo la clasificación de la sala se corresponde con una zona controlada, la TPE embarazada **NO DEBERÍA** realizar exploraciones que le obliguen a permanecer a pie de mesa.

- Con equipos de Fluoroscopia Radioquirúrgicos. Se realizan en los quirófanos. En estos casos, al realizarse el disparo sin posibilidad de barreras estructurales y junto a la mesa, la TPE embarazada NO DEBERIA trabajar en los mismos.
- Con equipos de Rx Portátiles. En estos casos, al realizarse el disparo sin posibilidad de barreras estructurales, la TPE embarazada NO DEBERIA trabajar en los mismos.
- Radiología Intervencionista y Hemodinámica. Estas salas se clasifican como “zonas controladas de permanencia limitada”. Por tanto, la TPE embarazada NO DEBERÁ trabajar en el interior de dichas salas, pudiéndolo hacer en los puestos de control, que se trata de zonas vigiladas.

Servicio de Medicina Nuclear: Al riesgo de exposición externa (garantizar que sea el mínimo) se suma el riesgo de contaminación en este tipo de instalaciones (usar guantes desechables, evitar consumo de alimentos en la zona, adecuada ventilación y/o usar protección respiratoria si fuera necesario).

En estas instalaciones la TPE embarazada NO DEBERÁ realizar manipulación de radiofármacos en cámara caliente ni cuidado de pacientes sometidos a terapia metabólica.

Tampoco DEBERÍA realizar tareas de administración, ni de inyección de radiofármacos, y NO DEBERÁ participar en los planes de emergencia de la instalación.

- En las unidades de PET (Tomografía de Emisión de Positrones) la TPE embarazada NO DEBERÁ realizar manipulación ni inyección de radiofármacos, ni participar en el cuidado y preparación de pacientes ya inyectados.

Servicio de Radioterapia: En las instalaciones de un Servicio de Radioterapia se manipulan tanto equipos de teleterapia (aceleradores lineales) como equipos de Braquiterapia.

- Aceleradores Lineales: Debido a las condiciones de funcionamiento de estos equipos y a las condiciones de trabajo, la probabilidad de recibir una dosis superior a 2 mSv en abdomen hasta el final del embarazo es mínima, por lo que la TPE embarazada puede seguir desarrollando su tarea habitual.
- Braquiterapia: las TPE embarazada o en periodo de Lactancia
 - NO PARTICIPARA en los planes de emergencia
 - NO PARTICIPARA en el cuidado de pacientes ya tratados CON BAJA TASA (los que se llevan las semillas radiactivas en la próstata...).

Situaciones especiales: con el objetivo de no introducir elementos de discriminación laboral para mujeres gestantes, tanto la Sociedad Española de Física Médica como el CSN y la Sociedad Española de Protección Radiológica (junio 2002), consideran que, con carácter excepcional, se podría permitir el trabajo en mujeres gestantes expuestas en los siguientes casos: equipos de RX portátiles, equipos de fluoroscopia (telemandos) y equipos de fluoroscopia radioquirúrgicos, administración e inyección de radiofármacos en los Servicios de Medicina Nuclear, y cuidado de pacientes sometidos a Braquiterapia manual, siempre que la TPE embarazada manifieste, de forma expresa, su voluntad de continuar en esa actividad laboral y siempre que el trabajo se realice en condiciones que aseguren el cumplimiento de la legislación vigente (condiciones estipuladas y documentadas por un Servicio de Protección radiológica, que además, supervisará el cumplimiento de las mismas).

5.3.2 Trabajadoras embarazadas en Hospitalización-Consultas

Existen ocasiones en que los pacientes que han sido sometidos a alguna prueba/tratamiento en el Servicio de Medicina Nuclear pueden estar ingresados en Hospitalización o estar citados en Consultas externas en los siguientes días con la probabilidad de coincidir con alguna trabajadora embarazada en estos Servicios.

Las medidas de prevención que deben de tener las trabajadoras embarazadas en estos casos son:

- Pacientes de Terapias con I131 (Hipertiroidismo): reducir al mínimo el contacto. Mantener 2 metros de distancia como mínimo durante los 8 días siguientes al tratamiento.
- Pacientes de Terapias con I131 (Terapia Metabólica): evitar el contacto con estos pacientes.
- Pacientes de Gammagrafías: evitar el contacto en las 24 horas siguientes a la prueba.
- Pacientes de PET-TAC: evitar el contacto prolongado durante las 12 horas siguientes a la prueba.

6. BIBLIOGRAFÍA

NTP 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección. INSHT

REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobreprotección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes

Guía de Valoración de Riesgos Laborales en el Embarazo y Lactancia en trabajadoras del ámbito sanitario. ANMTAS

Programas de Protección Radiológica SRS, FHC y FRS. Servicio de Protección Radiológica