



## MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

<p>ELABORO:</p> <p>_____ JOSE MAESTRE GUERRA Tecnico -Radiologia</p>	<p>REVISADO Y APROBADO :</p> <p>_____ GLORIA MESA Subgerente Cientifica</p>
--	---



**MANUAL DE PROTECCION  
RADIOLOGICA**

CIE-MN-001

PAGINA:

1

VERSION No: 1

# **MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA**



## **TABLA DE CONTENIDO**

- 1. INTRODUCCION.**
- 2. PROTECCION RADIOLOGICA**
  - 2.1. LAS REGLAS DE LA PROTECCION RADIOLOGICA.**
- 3. RADIACIONES IONIZANTES.**
- 4. INTERACCION CON EL ORGANISMO. EFECTOS BIOLÓGICOS.**
  - 4.1. MAGNITUDES Y UNIDADES.**
- 5. MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA RADIACIONES IONIZANTES.**
  - 5.1 NORMAS GENERALES DE PROTECCION CONTRA LAS RADIACIONES IONIZANTES.**
  - 5.2 RADIOPROTECCION EN RADIOLOGIA.**
- 6. LEGISLACION COLOMBIANA EN MATERIA DE PROTECCION RADIOLOGICA.**
- 7. NORMAS LEGALES**



## MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

CIE-MN-001

PAGINA:

1

VERSION No: 1

# 1 . I N T R O D U C C I O N .

LAS aplicaciones de la radiación y los radioisótopos son múltiples y cubren aspectos insospechados de la vida moderna. La radiación puede ser causa de enfermedades y por lo tanto, al igual que cualquier otro avance tecnológico, su uso requiere normas de seguridad que garanticen que los beneficios recibidos sean mayores que los riesgos a que se expone el usuario. Este capítulo relata las reglas de protección para el uso de la radiación e indica cuales son las normas actuales destinadas a proteger a quienes trabajan con radiación, a quienes se benefician con su uso y al público en general.



## 2. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

La **protección radiológica** es la ciencia que estudia los efectos de las **dosis** producidas por las **radiaciones ionizantes** y los procedimientos para proteger a los seres vivos, siendo su objetivo principal los seres humanos, de los efectos dañinos.

### 2.1 Las reglas de la protección radiológica

Las tres reglas fundamentales de protección contra toda fuente de **radiación** son:

1. **Distancia:** Alejarse de la fuente de radiación, puesto que su intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia;
2. **Blindaje:** Poner pantallas protectoras (**blindaje biológico**) entre la fuente radiactiva y las personas. Por ejemplo, en las industrias nucleares, pantallas múltiples protegen a los trabajadores. Las pantallas utilizadas habitualmente son muros de **hormigón**, láminas de **plomo** o **acero** y **crisales** especiales enriquecidos con plomo);
3. **Tiempo:** Disminuir la duración de la exposición a las radiaciones.

Estas medidas de protección radiológica se pueden comparar a las que se toman contra los **rayos ultravioletas**: utilización de una crema solar que actúa como una pantalla protectora y limitación de la exposición al **Sol**.

Para las fuentes radiactivas que emitan radiaciones, se deben añadir otras dos recomendaciones adicionales:

- Esperar, cuando sea posible, el descenso de la actividad radiactiva de los elementos por su decaimiento natural.
- Ventilar, si existen **gases** radiactivos.

Por ejemplo, las instalaciones nucleares no se desmantelan inmediatamente después de su detención, para esperar una disminución de la actividad radiológica de las zonas afectadas. En las



minas subterráneas de uranio, una ventilación muy eficaz permite mantener una débil concentración de radón en el aire que respiran los mineros.

Los trabajadores que puedan alcanzar niveles de dosis cercanos a los límites legales debido a las radiaciones ionizantes en su trabajo (industrias nucleares, médicos, radiólogos...) suelen llevar dosímetros que miden la cantidad de radiación a la cual han estado sometidos. Estos dispositivos permiten asegurarse de que la persona

### 3. RADIACIONES IONIZANTES

Una radiación se entiende como ionizante, cuando al interaccionar con la materia produce la ionización de los átomos de la misma, es decir, origina partículas con carga (iones). Su origen es siempre atómico, pudiendo ser corpusculares o electromagnéticas.

Hay dos conceptos fundamentales que caracterizan a las radiaciones ionizantes: su capacidad de ionización es proporcional al nivel de energía, y la capacidad de su penetración es inversamente proporcional al tamaño de las partículas.

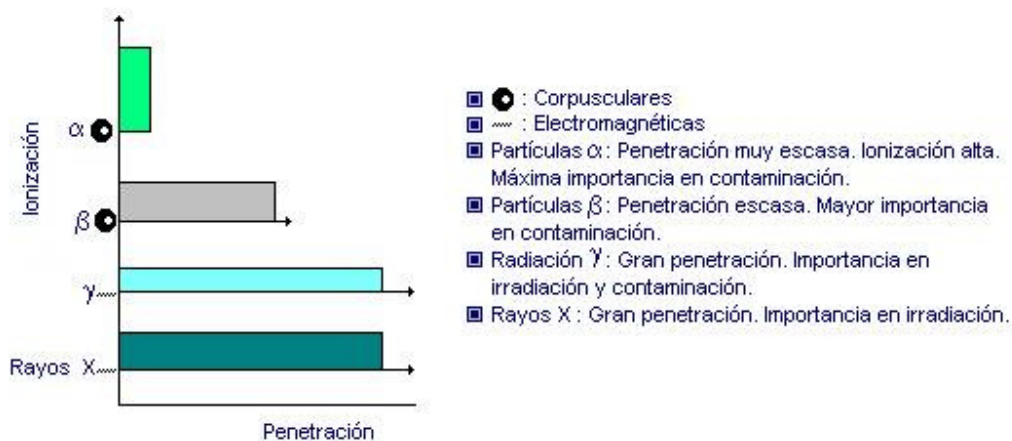
Considerando estos conceptos y relacionándolos con el origen y naturaleza de las radiaciones ionizantes, se pueden clasificar las más frecuentes en los siguientes tipos:

- **Radiaciones alfa ( $\alpha$ ):** Son núcleos de Helio cargados positivamente. Presentan un alto poder de ionización y una baja capacidad de penetración.
- **Radiaciones beta - ( $\beta^-$ ):** La desintegración  $\beta^-$  es la emisión de un electrón como consecuencia de la transformación de un neutrón en un protón y un electrón.
- **Radiaciones beta + ( $\beta^+$ ):** La emisión de un positrón, partícula de masa igual al electrón y de carga positiva, es conocida como



desintegración  $\beta^+$ . Es el resultado de la transformación de un protón en un neutrón y un positrón. Todas las radiaciones  $\beta$  tienen un poder de ionización algo inferior a las  $\alpha$  y un mayor poder de penetración.

- **Radiaciones gamma ( $\gamma$ ):** Es la emisión de energía en forma no corpuscular del núcleo del átomo. Son radiaciones electromagnéticas. Presentan un poder de ionización relativamente bajo y una gran capacidad de penetración
- **Rayos X:** Se originan en los orbitales de los átomos. Se producen como consecuencia de la acción de electrones rápidos sobre los átomos y tienen, como la radiación  $\gamma$ , una naturaleza electromagnética. La energía de los rayos X es inferior a la de las radiaciones  $\gamma$ .



**Fig. 1: Penetración y nocividad de las radiaciones**



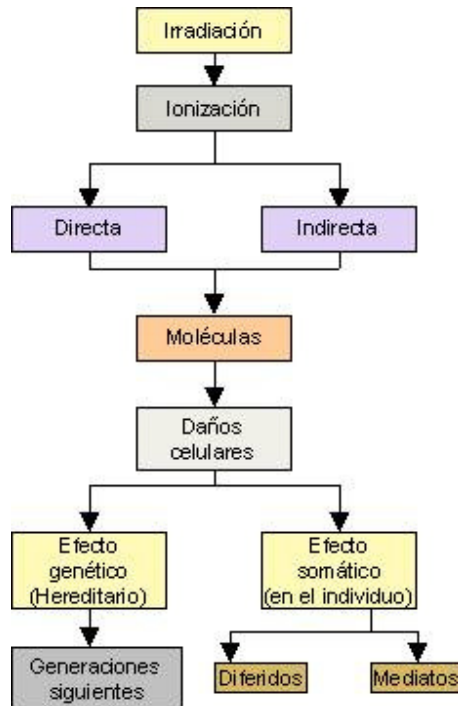
## 4 . INTERACCION CON EL ORGANISMO . EFECTOS BIOLOGICOS

Las radiaciones ionizantes, al interactuar con el organismo, provocan diferentes alteraciones en el mismo debido a la ionización provocada en los elementos constitutivos de sus células y tejidos. Esta acción puede ser directa, produciéndose en la propia molécula irradiada, o indirecta si es producida por radicales libres generados que extienden la acción a otras moléculas. Lo que sucede normalmente es una mezcla de ambos procesos.

El daño biológico producido tiene su origen a nivel macromolecular, en la acción de las radiaciones ionizantes sobre las moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico) que juegan una importante función en la vida celular. Esta acción puede producir fragmentaciones en las moléculas de ADN, dando origen a aberraciones cromosómicas, e incluso a la muerte celular, o bien puede ocasionar transformaciones en la estructura química de las moléculas de ADN dando origen a mutaciones, que producen una incorrecta expresión del mensaje genético.

El daño producido por las radiaciones ionizantes puede tener un carácter somático (daños en el propio individuo), que puede ser mediato o diferido, o bien un carácter genético (efectos en las generaciones posteriores).

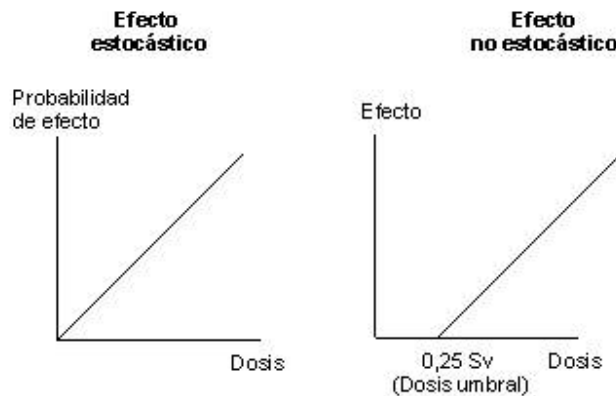




**Fig. 2: Daños biológicos de las R.I.**

La relación dosis-respuesta puede ser probabilística (efecto estocástico), no existiendo una dosis umbral, o bien puede haber una relación directa causa-efecto (efecto no estocástico o gradual) lo que ocurre a partir de una determinada dosis denominada "dosis umbral" (0,25 Sv).

En ambos casos la probabilidad de efecto o el efecto aumenta directamente con la dosis.





### **Fig. 3: Relación dosis-respuesta**

Considerando el tipo de radiación y su forma de interacción con el organismo se puede hablar de irradiación externa y contaminación radiactiva.

#### **Irradiación externa**

El individuo está expuesto a una fuente de radiación no dispersa, externa al mismo y no hay un contacto directo con la fuente. Puede ser global o parcial.

#### **Contaminación radiactiva**

El organismo entra en contacto directo con la fuente radiactiva, la cual puede estar dispersa en el ambiente (gases, vapores o aerosoles) o bien depositada en una superficie. Puede ser interna o externa.

## **4.1 Magnitudes y unidades**

Para poder medir las radiaciones ionizantes y el daño biológico producido es necesario disponer de magnitudes y unidades adecuadas. A continuación se describen las más frecuentemente utilizadas, expresadas en el sistema internacional (SI) y sus equivalentes en el cegesimal.

#### **Actividad (A)**

Se define como el número de transformaciones nucleares producidas en el radionucleido por unidad de tiempo. La unidad de medida es el Bequerelio (Bq). En el sistema cegesimal es el Curio (Ci)

$$1 \text{ Bq(SI)} = 2,7 \times 10^{-11} \text{ Ci (Cegesimal)}$$

La actividad va decreciendo con el tiempo a una velocidad que se expresa mediante el periodo de semidesintegración (T) del radionucleido (tiempo al cabo del cual la actividad se ha reducido a la mitad).



### **Dosis absorbida (D)**

Se define como la cantidad de energía cedida por la radiación a la materia o absorbida por ésta. La unidad de medida es el Gray (Gy).

1 Gy(SI) = 100 rads (Cegesimal)

### **Dosis equivalente (H)**

Se define como el producto de la dosis absorbida (D), el factor de calidad (Q) y el producto de los demás factores modificantes (N), que tienen en cuenta las características de la radiación y la distribución de los radionucleidos.

$D. \text{equiv.} = D. \text{abs} \times Q \times N$

La unidad de medida es el Sievert (Sv)

1 Sv(SI) = 100 rems (Cegesimal)

El valor de Q es 10 para la radiaciones  $\alpha$  y 1 para el resto de las citadas en el apartado 2, mientras que N se considera normalmente igual a 1

## **5 . MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA RADIACIONES IONIZANTES**

La protección contra las radiaciones ionizantes incluye una serie de medidas de tipo general que afectan a cualquier instalación radiactiva y a una serie de medidas específicas de acuerdo con el tipo de radiación presente en cada caso. Sin embargo, en el trabajo con radiaciones ionizantes deben considerarse unos principios básicos, tales como que el número de personas expuestas a radiaciones ionizantes debe ser el menor posible y que la actividad que implique dicha exposición debe estar plenamente justificada de acuerdo con las ventajas que proporciona. Asimismo todas las exposiciones se mantendrán al nivel más bajo que sea razonablemente posible, sin sobrepasarse en ningún caso los límites anuales de dosis legalmente establecidos.



## 5.1 NORMAS GENERALES DE PROTECCION CON LAS RADIACIONES IONIZANTES.

### Formación e información

Previo al inicio de su actividad, los trabajadores profesionalmente expuestos y los estudiantes deberán recibir una formación adecuada en materia de protección radiológica y deberán asimismo ser informados e instruidos al nivel adecuado sobre el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo, que incluirá los siguientes aspectos:

- Riesgos de las radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos.
- Normas generales de protección y precauciones a tomar durante el régimen normal de trabajo y en caso de accidente.
- Normas específicas, medios y métodos de trabajo para su protección en las operaciones a efectuar.
- Conocimiento y utilización de los instrumentos de detección y medida de radiaciones y de los equipos y medios de protección personal.
- Necesidad de efectuar reconocimientos médicos periódicos.
- Actuación en caso de emergencia.
- Importancia del cumplimiento de las medidas técnicas y médicas.
- Responsabilidades derivadas de su puesto de trabajo con respecto a la protección radiológica.



## 6 . R A D I O P R O T E C C I O N E N R A D I O L O G I A .

Cuando hablamos de rayos X nos referimos a máquinas o equipos que realizan exámenes de diagnóstico médico utilizando radiaciones ionizantes. Estas radiaciones son controladas y las dosis a las que son expuestos los pacientes son lo suficientemente bajas, de tal forma que no causan daños en las personas pero permiten realizar buenos exámenes. Los límites de dosis no constituyen umbrales de riesgos sino que corresponden a niveles máximos de riesgos tolerables.

Dentro de los múltiples exámenes que utilizan radiaciones ionizantes están: los estudios de radiología convencional y radiología con medios de contraste, la mamografía y la escanografía. Es importante recordar que la ecografía y la resonancia magnética no utilizan radiaciones ionizantes y por ello tienen otras indicaciones.

En lo referente a **radio-protección** en los servicios de radiología, como en cualquier otra instalación donde se utilicen radiaciones ionizantes, debe tenerse en cuenta la exposición a la que están sometidos los trabajadores, los pacientes y los médicos radiólogos. A continuación se expone las siguientes **Medidas de Radioprotección:**

**1-** Dentro de cada sala de rayos X, de escanografía o de mamografía, se cuenta con equipos que producen radiaciones ionizantes, los cuales están calibrados para emitir una pequeña dosis de radiación, capaz de obtener la mayor cantidad de información con el mínimo efecto sobre los pacientes

**2-** Durante el estudio los pacientes siempre están controlados por técnicos de radiología y en muchas ocasiones por el radiólogo, quienes están protegidos detrás de una pantalla y vidrio plomado especial.

**3-** Las salas donde se realizan los exámenes están aisladas con un material plomado y permanecen cerradas durante el estudio, evitando que haya radiación dispersa que pueda afectar a personas que se encuentren en el exterior.

**4-** Existen igualmente zonas restringidas a las que sólo ingresa el personal estrictamente necesario, contando con sistemas de señalización y advertencia apropiados

**5-** Se debe contar con una serie de elementos llamados protectores de radiaciones ionizantes que básicamente son cobertores plomados para proteger las zonas que no serán estudiadas. Entre ellos se reconocen gafas plomadas para la protección de las estructuras oculares, protectores de cuello para proteger la glándula tiroidea, delantales plomados, los cuales van a cubrir el tórax y abdomen, e igualmente se cuenta con protectores gonadales, los cuales sirven para proteger los órganos genitales de hombres y mujeres, en especial, de la población pediátrica; también se debe proteger al acompañante en el caso que sea necesario.

**6-** Toda mujer antes de realizársele un estudio radiográfico es interrogada acerca de la posibilidad de estar en embarazo, pues si existe la más mínima sospecha no se debe realizar la prueba y se recomienda otro método de imagen que no utilice radiaciones ionizantes.



## MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

CIE-MN-001

PAGINA:

1

VERSION No: 1

**7-** Se debe contar en la parte externa de las salas de radiología con dispositivos de luz, los cuales al estar encendidos indican que se están realizando exámenes radiográficos en el momento, y alerta al personal médico, paramédico o al público en general para no entrar a la sala, ya que existe la posibilidad de irradiación.

Los equipos con que cuenta el servicio de radiología del HSJM, están sometidos a rigurosos controles y calibraciones periódicas por parte de técnicos radio-físicos, quienes son las personas encargadas de autorizar que estas máquinas puedan o no brindar un servicio a la comunidad.

## 7. LEGISLACION COLOMBIANA EN MATERIA DE PROTECCION RADIOLOGICA

Las actividades que involucran la utilización de radiaciones ionizantes son sujetas a control, ejercido por la autoridad competente en materia nuclear; y para que este control sea consistente y eficaz debe respaldarse en un sistema de normalización y reglamentación adecuado que establezca los procedimientos y requisitos esenciales para garantizar la seguridad de los trabajadores e del público en general.

Tal sistema, en nuestro sistema, observa una estructura básica fundamentada en la jerarquía de los documentos regulatorios especialmente dictados por el Ministerio de salud, Ministerio de protección social, Ministerio de minas y energía y el instituto de ciencias nucleares y energías alternativas, entidad que por mandato legal y a través de sus estatutos Básicos se le fijo como objetivo el del prevenir los efecto de las radiaciones ionizantes sobre la población y el medio ambiente mediante la investigación, reglamentación, supervisión y control de sus aplicaciones en le territorio nacional.



## 8 . N O R M A S   L E G A L E S

1. Constitución política de Colombia, Artículo 81.
2. Decreto 2638 de 1955. Creación del instituto colombiano de asuntos nucleares y normas sobre sustancias radiactivas.
3. Decreto 295 de 1958. Controla la importación, uso y aplicación de isótopos radiactivos. Artículo 1 y 3.
4. Decreto 588 de 1991. Estatutos básicos del instituto de asuntos nucleares.
5. Decreto 1494 de 1993. Estructura interna de I instituto de ciencias nucleares y energías alternativas.
6. Decreto 241 1967. Protección a la salud de los trabajadores. Artículo 26, energía ionizante.
7. Decreto 2811 de 1974. Código de recursos naturales. Artículo 32.
8. Ley 9ª de 1979. Código sanitario.  
Radiofísica sanitaria, artículo 149 y 150.
9. Decreto 2104 de 1983. Norma sobre basuras, artículos 6, 92, 94, y 98.
10. Decreto 614 de 1986. Código de salud ocupacional, artículos 2.
11. Decretos 2655 de 1988. Código de minas, artículos 96 y 97.
12. Decreto 1909 de 1992. Régimen aduanero, artículos 153 y 154.
13. Decreto 2666 de 1989. Normas sobre despacho de mercancías, artículos 181 y 182.
14. Decreto ley 2737 de 1989. Código del menor, artículo 245. Numeral 5.
15. Régimen laboral colombiano. Artículo 186, numeral 2.
16. Decreto 1281 de 1994. Actividades de alto riesgo.
17. Decreto 1295 de 1994. Organización y administración del sistema general de riesgos profesionales.
18. Resolución 2400 de 1979. disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Capítulo v (radiaciones ionizantes), artículos 98, 100, 101, 106, 108 y 109.
19. Resolución 13382 de 1984. Funcionamiento de equipos de rayos x otros emisores de radiaciones ionizantes. Artículos 8, 9 y 13.
20. Resolución 2309 de 1986. Normas sobre residuos especiales.
21. Resolución 9031. Normas y procedimientos relacionados con el funcionamiento y operación de equipos emisores de radiaciones ionizantes.
22. Acuerdo 0019 de 1992 de la junta directiva del INEA. Reglamento interno de protección radiológica y seguridad.



# MANUAL DE PROTECCION RADIOLOGICA

CIE-MN-001

PAGINA:

1

VERSION No: 1