

Protección Radiológica

Carlos Sainz

**El desarrollo histórico y reciente de la Física,
la Química y la Tecnología, y del conocimiento escolar
MASTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA**



**La protección radiológica es una
especialidad que agrupa todos los
métodos y medios para poder utilizar
las Radiaciones Ionizantes con la
máxima seguridad, tanto para los
operadores como para el público en
general.**

OBJETIVOS

PREVENIR LA APARICIÓN DE E. DETERMINISTAS

(No probabilísticos)

- Dosis umbral
- Relación dosis-efecto
- Aparición precoz

LIMITAR LA APARICIÓN DE E. ESTOCASTICOS

(Probabilísticos)

- No dosis umbral
- Efectos por acumulación de dosis
- No dosis-efecto

PRINCIPIOS

- Justificación
- Optimización: ALARA (As Low As Reasonably Achievable)
- Limitación

JUSTIFICACION

“Ninguna práctica deberá ser adoptada a menos que se produzca un beneficio neto”

$$B = V - (P + X + Y)$$

B= beneficio neto resultante de la actividad

V= valor bruto = valor del producto + beneficios sociales (tangible+intangible)

P= costes de producción

X= costes en protección radiológica

Y= costes para la sociedad del detrimento radiológico

E.Ocupacional: La exposición debe estar justificada en función del trabajo que se realiza.

E. Médica: El beneficio debe ser superior que el detrimento asociado a la dosis recibida.

BENEFICIO < RIESGO

DETRIMENTO: “Daño total debido a los efectos biológicos que pueden aparecer después de una exposición, en condiciones bien definidas de la exposición y a un nivel de dosis determinado”

OPTIMIZACIÓN

“El número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzca una exposición, deben mantenerse lo más bajo posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales”

“LA DOSIS DEBE REDUCIRSE TANTO COMO RAZONABLEMENTE SEA POSIBLE”

Valor ALARA (As Low As Reasonable Achievable)

E.Ocupacional: Reducción de la dosis de radiación del personal trabajador durante toda su vida laboral.

E. Médica: Compatibilizar una calidad de imagen satisfactoria con la menor dosis impartida al paciente

Necesario en el diseño y ejecución de TODA operación justificable

LIMITACIÓN

**Reglamento sobre Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes
(BOE 178, 26 de Julio de 2001)**

**Trabajadores Profesionalmente
Expuestos:**

- Total organismo 100 mSv/5 años
- Cristalino 150 mSv/año
- Piel y extremidades 500mSv/año

• Público:

- Total organismo 1 mSv/año
- Cristalino 15 mSv/año
- Piel 50 mSv/año

• Estudiantes (16-17 años):

- Total organismo 6 mSv/año
- Cristalino 150 mSv/año
- Piel y extremidades 150 mSv/año

Exposición ocupacional de las mujeres

“Es el mismo que para los hombres, salvo que la mujer esté embarazada”

Declaración obligatoria de embarazo

• Exposición médica de las mujeres gestantes

Debe recabarse información de la paciente sobre un posible embarazo y evitar aquellos procedimientos diagnósticos o terapéuticos que supongan la exposición del abdomen, salvo que existieran indicaciones importantes

LIMITACIÓN

REDUCCIÓN Dosis colectiva $D = \sum D_{ind} = \dot{H} \cdot t \cdot N$

Sistemas de limitación de dosis:

- TIEMPO durante el cuál el individuo permanece en el campo de irradiación.
- DISTANCIA entre la fuente de irradiación y el individuo.
- BLINDAJE entre la fuente de irradiación y el individuo (plomo, hormigón,...).



LIMITACIÓN

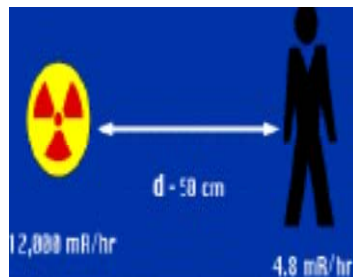
TIEMPO

La exposición total en un individuo es directamente proporcional al tiempo de exposición.



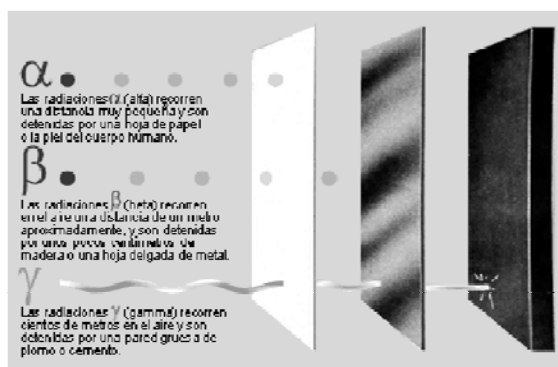
LIMITACIÓN

DISTANCIA La relación entre distancia y exposición es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.



LIMITACIÓN

Blindaje



Riesgo radiológico derivado del puesto de trabajo

Contaminación radioactiva:

- fuentes no encapsuladas.
- fuentes encapsuladas que hayan perdido su hermeticidad.

Cuando tenemos contaminación corporal:

Contaminación externa: sustancias radioactivas depositadas en la superficie del cuerpo.

Contaminación interna: sustancias radioactivas penetran en el organismo

Riesgos asociados en cada actividad

RADIOTERAPIA

- Fuentes radiactivas encapsuladas — IRRADIACIÓN EXTERNA
 - Teleterapia (Co60), Braquiterapia (Cs137, Ir192)
 - Control periódico de hermeticidad de las fuentes
 - Generación de residuos radioactivos sólidos
- Fuentes radiactivas no encapsuladas — IRRADIACIÓN EXTERNA y CONTAMINACIÓN
 - Curiterapia metabólica (I131)
 - Generación residuos radioactivos sólidos y líquidos
- Generadores de radiaciones ionizantes --- EXPOSICIÓN EXTERNA
 - Aceleradores lineales y equipos de rayos X
 - No generación residuos radioactivos

Riesgos asociados en cada actividad

MEDICINA NUCLEAR

– Fuentes no encapsuladas

Durante fases de recepción, almacenamiento, preparación, administración y estudio del paciente, existe riesgo de irradiación y de contaminación.

Una vez administradas, las fuentes se metabolizan siendo imposible retirarlas.

Genera residuos radioactivos sólidos y líquidos.

Relación de isótopos más empleados en medicina nuclear

Isótopo	Símbolo	Período 1/2	Em.	Usos
Tecnecio-99	⁹⁹ Tc	6 horas	γ	Como radionucleido: Gammagrafía tiroidea, estudios cerebrales. Como radiofármaco: Estudios de hígado y bazo. Detección de hemorragias digestivas. Estudios óseos, cardíacos, pulmonares, renales y de vasos linfáticos.
Talio-201	²⁰¹ Tl	3 días	γ	Estudios cardíacos para detección de angina e infarto de miocardio.
Yodo-131	¹³¹ I	8 días	$\beta-\gamma$	Diagnóstico y tratamiento tiroideo, estudios renales, marcaje de anticuerpos.
Yodo-125	¹²⁵ I	59 días	$\beta-\gamma$	Técnicas analíticas de radioinmunoanálisis.
Indio-111	¹¹¹ In	28 días	γ	Marcaje de células sanguíneas. Detección de inflamaciones.
Galio-67	⁶⁷ Ga	3,3 días	γ	Detección de tumores y procesos inflamatorios crónicos.
Cromo-51	⁵¹ Cr	28 días	γ	Marcaje de células sanguíneas, estudios hematológicos.
Cobalto-57	⁵⁷ Co	270 días	γ	Estudios de absorción de vitamina B-12.
Cobalto-58	⁵⁸ Co	71 días	γ	Estudios de absorción de vitamina B-12.
Hierro-59	⁵⁹ Fe	45 días	γ	Estudio de metabolismo del hierro.
Itrio-90	⁹⁰ Y	2,7 días	β	Tratamiento de procesos articulares.
Molibdeno-99	⁹⁹ Mb	66 horas	$\beta-\gamma$	Generador de Tecnecio.
Fósforo-32	³² P	14 días	β	Tratamiento de procesos hematológicos.

PR OPERACIONAL

El establecimiento de un programa de protección radiológica debe permitir conocer con exactitud:

- Las condiciones radiológicas de las zonas de trabajo**
 - Las dosis reales recibidas por los trabajadores**
 - Las condiciones de salud de los trabajadores**
 - Las dosis recibidas por los pacientes**
- Las situaciones originadas en operaciones anormales o de accidente**

PR OPERACIONAL

Clasificación de Trabajadores Profesionalmente Expuestos

La clasificación se realiza en función del riesgo radiológico que existe en la instalación.

• Factores:

- Características técnicas del o de los equipos utilizados.**
- Utilización del material radiactivo**
 - Diseño de la instalación**
- Técnica radiológica empleada**
 - Actuación del personal**

PR OPERACIONAL

Clasificación de Trabajadores Profesionalmente Expuestos

Categoría A: aquellas personas que por las condiciones de trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites para el cristalino, piel y extremidades.

Categoría B: aquellas personas que por las condiciones de trabajo, es muy improbable que reciban una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites para el cristalino, piel y extremidades

PR OPERACIONAL

Vigilancia de las zonas de trabajo

La vigilancia tiene por objeto:

- determinar los niveles de radiación ambiental existentes**
- detectar cualquier anomalía que pueda dar lugar a un aumento injustificado de los mismos**
- Las instalaciones radiactivas se clasifican en función del riesgo existente de acuerdo con los niveles de radiación y las correspondientes dosis al personal.**

PR OPERACIONAL

Clasificación de las zonas de trabajo

Zona vigilada

Aquella en la que existe la posibilidad de recibir dosis efectivas $> 1 \text{ mSv}$ por año oficial o una dosis equivalente $> 1/10$ de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades



Zona controlada

Aquella en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas $> 6 \text{ mSv}$ por año oficial o una dosis equivalente $> 3/10$ de los límites de dosis equivalente para cristalino, piel y extremidades.



- Z. de permanencia limitada: riesgo superar límites para TPE
- Z. de permanencia reglamentada: riesgo superar límites en cortos períodos de tiempo
- Z. Prohibida: en 1 sola exposición se superan límites para TPE



PR OPERACIONAL

Señalización

$6 \text{ mSv a}^{-1} > D > 1 \text{ mSv a}^{-1}$ (DA)



$20 \text{ mSv a}^{-1} > D > 6 \text{ mSv a}^{-1}$ (DP)

$D > 20 \text{ mSv a}^{-1}$ (DP)



$D > 20 \text{ mSv a}^{-1}$ (exp. única) (DP)



ORGANISMOS COMPETENTES EN PR

ICRP-60(Comisión Internacional de Protección Radiológica):

“proporcionar un nivel adecuado de protección para el ser humano sin limitar indebidamente las prácticas beneficiosas que da lugar la exposición a la radiación”

UNSCEAR(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

- UNSCEAR 2000: “Fuentes y efectos de las RI”

- UNSCEAR 2001: Efectos hereditarios de la radiación”

ICRU (Comisión Internacional de Unidades Radiológicas)

IAEA (Agencia Internacional de Energía Atómica)

En ESPAÑA

SEPR (Sociedad Española de Protección Radiológica)

CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas,
Medioambientales y Tecnológicas)

CSN (Consejo de Seguridad Nuclear)

Legislación aplicable

Comunitaria

- Obliga a todos los países miembros de la Unión Europea
- A España a partir del tratado de adhesión de 1985

Española (general y específica)

- En general, en todos los países del mundo, existe una jerarquización legislativa que se representa mediante una pirámide de valores:

- LEY BÁSICA
- REGLAMENTOS
- ÓRDENES MINISTERIALES
- NORMAS

La legislación española incluye

- Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear.**
- Ley 15/1980 sobre la Creación del CSN.**
- RD 1891/1991: Instalación y utilización de aparatos de Rayos X con fines diagnóstico clínico.**
- Directiva 96/29/EURATOM/1996: Normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y la población a RI.**
- RD 1836/1999: Reglamento sobre instalaciones nucleares y radioactivas.**
- RD 783/2001 Reglamento sobre protección sanitaria contra RI.**
 - RD 1841/1997: Criterios de calidad en medicina nuclear.**
 - RD 1566/1998: Criterios de calidad en radioterapia.**
 - RD 1976/1999: Criterios de calidad en radiodiagnóstico.**
- RD 1522/1984: Creación de ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radioactivos)**
- Normas AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).**
- Guías del CSN**