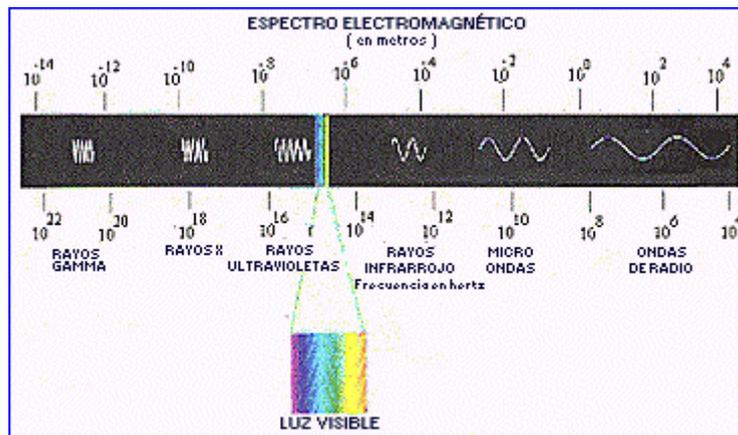


RADIACIONES

Las radiaciones electromagnéticas pueden definirse como aquellos procesos en los que se emite energía bajo la forma de ondas o partículas materiales y pueden propagarse tanto a través de un medio material como en el vacío.

Se diferencian unas de otras en el valor de su frecuencia. Cuanto mayor es la frecuencia de una radiación, mayor es su energía.

Las radiaciones electromagnéticas se clasifican mediante el espectro electromagnético de frecuencias:



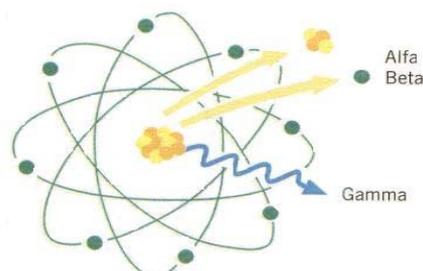
Las radiaciones de alta frecuencia (superior a 10¹⁷ Hz) son ionizantes y cuando interactúan con la materia producen la ionización de los átomos de la misma, es decir, origina partículas con carga (iones).

Las radiaciones no ionizantes, de menor energía, no son capaces de ionizar la materia.

RADIACIONES IONIZANTES

Una radiación es ionizante cuando al interactuar con la materia produce la ionización de los átomos de la misma, es decir puede desprender electrones de los átomos, originando partículas con carga (iones). Pueden ser **corpúsculares** (tienen una determinada masa en reposo) o **electromagnéticas**.

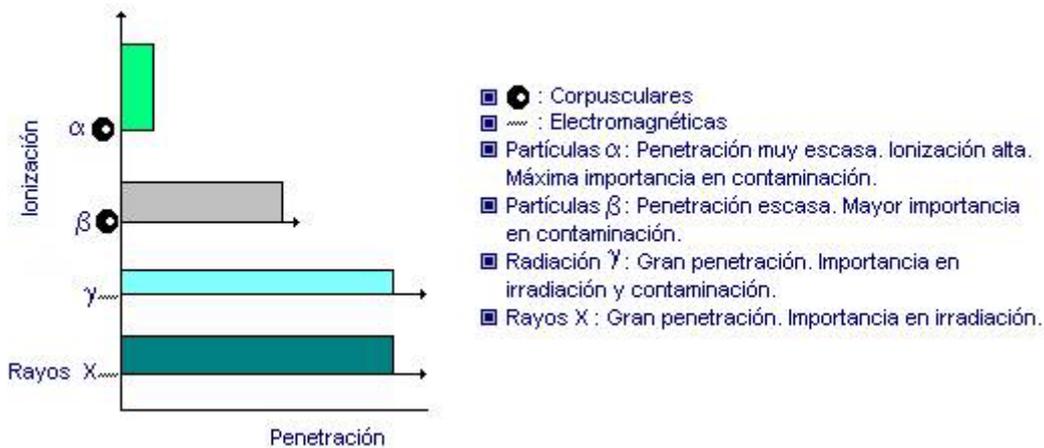
Las más frecuentes son las siguientes:



Siendo α y β corpusculares y γ energía electromagnética. Los rayos X son similares a las radiaciones γ , tienen naturaleza electromagnética y se producen como consecuencia de la acción de electrones rápidos sobre los átomos.

Se caracterizan porque:

- Su capacidad de ionización es proporcional al nivel de energía.
- La capacidad de su penetración es inversamente proporcional al tamaño de las partículas.

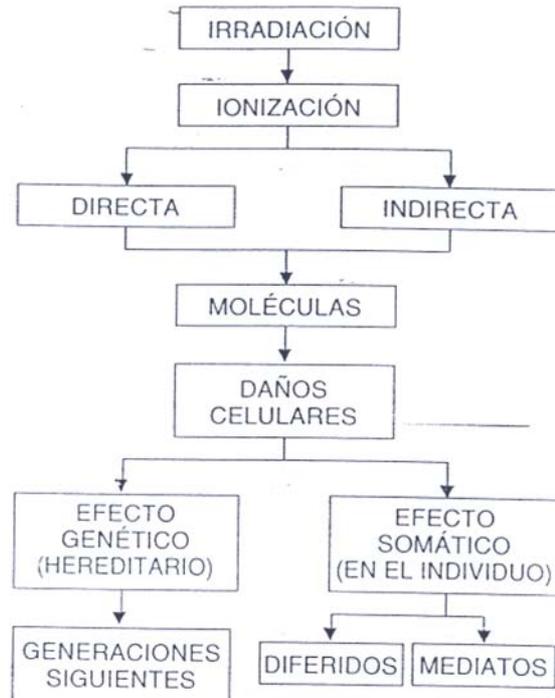


Cuando las radiaciones ionizantes interactúan con el organismo, provocan diferentes alteraciones en el mismo, debido a la ionización provocada en células y tejidos.

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 sobre la salud de las personas tiene su origen a nivel macromolecular, en la acción de las radiaciones ionizantes sobre las moléculas de ADN 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, (daños en el propio individuo).
- transformaciones en la estructura química de las moléculas de ADN dando origen a mutaciones, que producen una incorrecta expresión del mensaje genético (efectos en las generaciones posteriores).



La interacción de las radiaciones con el organismo humano puede producirse de varias formas:

- **Irradiación externa:** el individuo está expuesto a una fuente de radiación no dispersa, externa al mismo y no hay contacto directo con la fuente.
- **Contaminación radiactiva:** presencia indeseable de sustancias radiactivas en la materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. En el caso particular del organismo humano, esta contaminación puede ser **externa** o cutánea, cuando se ha depositado en la superficie exterior o **interna** cuando los radionucleidos han penetrado en el organismo por cualquier vía (inhalación, ingestión, percutánea).

MEDICIÓN

Lo más usual es medir la cantidad de energía que la radiación deposita en un medio material. Para conocer la exposición de las personas se utilizan las siguientes unidades:

Dosis Absorbida la cantidad de energía absorbida por unidad de masa. Su unidad de medida es el Gray (Gy).

Cuando además de conocer la dosis absorbida, queremos conocer los daños que puede producir esa radiación, se utiliza una magnitud que relaciona el tipo de radiación y su energía.

Se conoce como **Dosis Equivalente**; su unidad de medida es el Sievert (Sv), y se define como la dosis absorbida en un tejido u órgano, ponderada en función del tipo y calidad de la radiación.

Para hallar estas dosis existen dosímetros personales o equipos dosimétricos de área.

EVALUACIÓN

La evaluación de la exposición se realiza según lo especificado en el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Se establecen unas limitaciones de dosis, que si se sobrepasan pueden ser perjudiciales para la salud:

- Límites de dosis para trabajadores expuestos:

Límite de dosis efectiva.

Límites anuales de dosis para tejidos u órganos.

- Límites específicos para mujeres embarazadas o madres en período de lactancia.
- Límites de dosis para personas en formación y estudiantes.
- Límites de dosis para los miembros del público.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1- Establecimiento de Zonas

Como indicativo de la magnitud y naturaleza del riesgo de exposición, se clasifican las zonas de trabajo y se les asignan un tipo de señalización de seguridad:

Zona controlada:



No es improbable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv al año o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites anuales fijados.

En esta zona si existe riesgo de exposición externa será obligatorio el uso de dosímetros individuales.

En caso de existir riesgo de contaminación será obligatorio la utilización de equipos personales adecuados de protección. A la salida de estas zonas existirán detectores adecuados para comprobar la posible contaminación de personas y equipos.

Se subdivide en:

Zona de permanencia limitada:

colocar trébol amarillo

Existe riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales de dosis legislados.

Zona de permanencia reglamentada:

colocar trébol naranja

El riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites legislados y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización

Zona de acceso prohibido:

colocar trébol rojo

Zona vigilada: no es improbable recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv al año o una dosis equivalente a 1/10 de los límites anuales legislados.

colocar trébol gris-azulado

En las zonas vigiladas debe realizarse una estimación de dosis mediante, al menos, dosimetría de área.

En cualquiera de las zonas, el riesgo de exposición externa se señala con el trébol general de la zona bordeado de puntas radiales.

Colocar irradiación verde

El riesgo de contaminación se señala con el trébol del color de la zona en campo punteado. Por ejemplo;



Si existe conjuntamente el riesgo de contaminación y de exposición externa, se empleará el trébol general de la zona bordeado de puntas radiales en campo punteado

2- Vigilancia Sanitaria de los trabajadores.

3- Formación e Información.

RADIACIONES NO IONIZANTES

Debido a que su medida en frecuencia es dificultosa, se clasifican en función de su longitud de onda.

Radiación ultravioleta (10-400nm)

De entre las radiaciones no ionizantes son las de mayor contenido energético, lo que le permite reaccionar químicamente con la materia, produciendo las llamadas reacciones fotoquímicas.

La principal fuente de radiación ultravioleta (UV) es el sol. En el mundo laboral los rayos UV tienen aplicaciones directas, como las lámparas germicidas, utilizadas para desinfectar, o bien son generadas en determinados procesos como la soldadura al arco.

Los efectos de los rayos UV afectan la piel produciendo eritemas o interferencias en el crecimiento celular, y a los ojos ocasionando fotoqueratoconjuntivitis que es muy dolorosa.

Cuando la exposición es muy prolongada, la piel puede verse afectada permanentemente, con pérdida de elasticidad.

Una exposición excesiva a rayos UV puede contribuir a la aparición de cáncer de piel.

Puesto que la radiación UV es fácilmente absorbida por una gran cantidad de materiales, el control de la misma no ofrece dificultades particulares. En general cualquier gafa o protector facial de calidad o cualquier ropa protectora

será suficiente para absorber la radiación UV recibida, reduciendo la exposición a niveles no peligrosos.

Radiación Infrarroja (780nm-1mm) y Luz Visible (400-780 nm)

No son capaces de producir reacciones químicas, sus efectos son únicamente de carácter térmico y aparecen en la piel y en los ojos.

Los rayos infrarrojos (IR) de mayor longitud de onda son los responsables de lesiones corneales que, normalmente, son reversibles. A longitudes de onda menores, la córnea se vuelve transparente y por ello los rayos IR pueden alcanzar las partes internas del ojo, pudiendo ocasionar opacidades y cataratas en el cristalino e incluso lesiones en la retina.

Las radiaciones IR de frecuencia más baja pueden penetrar en la piel hasta 0,8 mm, pudiendo ocasionar lesiones en capilares y terminaciones nerviosas.

Característica de la radiación IR es la llamada "catarata de los sopladores de vidrio", debida a una exposición excesiva.

Las medidas preventivas recomendadas son el empleo de apantallamientos o gafas protectoras.

Microondas (1mm-1m)

La radiación de microondas origina vibraciones moleculares, produciendo calor, de ahí su empleo doméstico e industrial, ocasionando quemaduras a partir de una determinada cantidad de radiación absorbida.

Las microondas son especialmente peligrosas por los efectos sobre la salud derivados de la gran capacidad de calentamiento que poseen, al potenciarse su acción cuando inciden sobre moléculas de agua que forman parte de los tejidos.

Los efectos térmicos afectan en mayor medida a los órganos poco vascularizados como el ojo y el testículo.

Asimismo, se han relacionado efectos sobre el sistema nervioso y el comportamiento, el sistema cardiovascular, hematopoyético, sobre la audición, genéticos y sobre la reproducción.

Los efectos no térmicos han sido mucho menos estudiados, citándose entre ellos interferencias con membranas biológicas, interferencias directas con fenómenos bioeléctricos y alteraciones en la transmisión de la información genética.

Debe darse prioridad absoluta a las medidas de protección colectiva frente a los equipos de protección individual, poniendo especial énfasis en el diseño seguro del equipo mediante apantallamientos, encerramientos, enclavamientos

que impidan la puesta en marcha accidental, y la utilización de la señalización de seguridad.

Radiofrecuencias y Radiaciones Electromagnéticas de Baja, Media y Alta Frecuencia (abarcan longitudes de onda desde 1 m hasta >10 km)

Los campos electromagnéticos son fenómenos naturales; las galaxias, el sol, las estrellas emiten radiación de baja densidad, y en la atmósfera existen cargas eléctricas que generan campos magnéticos a los que estamos sometidos permanentemente, y que se hacen mucho más intensos, por ejemplo, durante las tormentas eléctricas.

Pero a estos campos eléctricos y magnéticos naturales se han unido en el último siglo un amplio número de campos artificiales, creados por maquinaria industrial, líneas eléctricas, electrodomésticos, etc. que nos exponen a diario a una radiación adicional. Si bien, con alguna excepción, toda esta radiación artificial es mucho más débil que los campos electromagnéticos naturales, en muchas profesiones del sector electrónico, ferroviario y de telecomunicaciones la exposición es continuada.

La radiación de frecuencias extremadamente bajas puede producir cambios eléctricos en la membrana de todas las células del cuerpo, alterando los flujos celulares de algunos iones, sobre todo el calcio, lo que podría tener efectos biológicos importantes. Así, se han publicado múltiples estudios en las últimas dos décadas, citando una posible relación de los campos electromagnéticos de baja energía con el origen de determinados cánceres, sobre todo leucemias.

También se han intentado relacionar con alteraciones del aparato reproductor, neurológico y cardiovascular, y con malformaciones fetales.

Aunque es indudable que ejercen efectos biológicos, el papel de estas radiaciones como agentes cancerígenos es polémico. Se piensa que, en todo caso, actuarían como promotores tumorales, con escaso o nulo poder inicial para convertir genes normales en oncogenes.

En muchos trabajos se ha determinado un mayor riesgo relativo de leucemias, tumores cerebrales y otros cánceres en sujetos que residen en las proximidades de las líneas de alta tensión y entre distintas poblaciones expuestas profesionalmente. La sospecha de asociación más firme se ha establecido con las leucemias infantiles.

Sin embargo, los estudios son contradictorios, sobre todo por la dificultad de medir la exposición a la radiación no ionizante y los métodos epidemiológico-estadísticos usados. Así, existen múltiples trabajos en sentido contrario.

Desde el punto de vista de la salud pública, se piensa que hay que considerar estos hallazgos como advertencias sobre los potenciales efectos adversos de la radiación no ionizante; si bien, ante la falta de evidencia definitiva, la única recomendación podría ser la de "evitación prudente".

RADIACIÓN LÁSER

Un láser es un dispositivo que produce y amplifica un haz de Radiación Electromagnética en el intervalo de longitud de onda de 200 nm - 1 mm. (radiación visible, IR o UV) como resultado de una emisión estimulada controlada.

Se caracteriza por ser:

- monocromática, contiene radiación de una sola longitud de onda.
- coherente, todas las ondas electromagnéticas coinciden en fase.
- direccional, en forma de haz.

Para describir un láser, generalmente se cita el medio activo seguido de la duración del pulso y de su potencia máxima de salida o de su energía total/pulso.

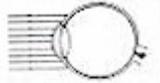
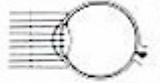
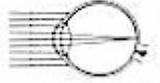
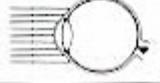
Por ejemplo un láser He-Ne CW de 5 mW

medio activo: He-Ne

radiación visible de forma continua

potencia media de 5 mW.

El principal riesgo de exposición al láser se encuentra en el ojo y, en menor medida, en la piel. Los efectos de la radiación láser en el ojo pueden ir desde un reflejo molesto hasta una afectación grave y masiva de la retina.

REGION DEL ESPECTRO (CIE)	ABSORCION DEL OJO	MAXIMA ABSORCION EN	LESION PRODUCIDA	EJEMPLO DE LASERES REPRESENTATIVOS
UV-C y UV-B 200 a 315 nm		Córnea	Fotoqueratitis	FAr excímero (193 nm) FKr excímero (248 nm)
UV-A 315 a 400 nm		Cristalino	Catarata fotoquímica	He-Cd (325 nm) FXe excímero (350 nm) N ₂ (337.1 nm)
Visible 400 - 780 nm		Retina	Lesiones retinianas fotoquímicas y térmicas	He-Cd (441.6 nm) Ar ⁺ (varias líneas) Kr ⁺ (varias líneas) He-Ne (632.8 nm)
IR A 780 - 1400 nm		Retina	Lesión térmica en la retina	GaAs (850 nm) Nd: YAG (1064.5 nm)
IR B e IR C 1400 nm a 1 mm		Córnea	Catarata térmica y quemadura corneal	GaAs (850 nm) Nd: YAG (1064.5 nm)

La amplia variedad de láseres en relación con su riesgo potencial para la salud de quienes los manipulan, hace que una de las principales medidas preventivas sea clasificarlos en orden a la magnitud de dichos riesgos. Una de las clasificaciones más generalmente es la siguiente:

Clase 1: son inherentemente seguros.

Clase 2: láseres de baja potencia que emiten radiación visible (400-700 nm) y operan en modo continuo o pulsado. Normalmente un láser de estas características no producirá riesgo pues el ojo se autoprotege mediante el parpadeo y el reflejo pupilar.

Clase 3: aunque existen excepciones, globalmente puede decirse que un haz láser de este tipo es peligroso tanto en visión directa como reflejada directamente, pero normalmente su reflejo difuso no constituye un riesgo.

Se subdivide en Clase 3A o clase 3B

Clase 4: se trata de láseres de alta potencia cuyo haz tanto directo como difuso, directo constituye un riesgo para el ojo y la piel. Debido a su elevada potencia puede constituir peligro de incendio. Su uso requiere una precaución extrema.

Cada sistema láser deberá llevar de forma permanente y en lugar visible una o más etiquetas de aviso, según la Clase o grupo de riesgo al que pertenezca.

 	CLASE 1	PRODUCTO LASER CLASE 1
	CLASE 2	RADIACION LASER. NO MANTENGA LA VISTA EN EL HAZ. PRODUCTO LASER CLASE 2.
	CLASE 3A	RADIACION LASER. NO MANTENGA LA VISTA EN EL HAZ NI LO MIRE DIRECTAMENTE CON INSTRUMENTOS OPTICOS PRODUCTO LASER CLASE 3A.
	CLASE 3B	RADIACION LASER. EVITE LA EXPOSICION AL HAZ. PRODUCTO LASER CLASE 3B.
	CLASE 4	RADIACION LASER. EVITE LA EXPOSICION OCULAR O LA PIEL A RADIACIONES DIRECTAS O DIFUSAS. PRODUCTO LASER CLASE 4.
	ABERTURA LASER	EVITAR LA EXPOSICION. SE EMITE RADIACION LASER POR ESTA ABERTURA.
	PANELES DE ENCLAVAMIENTO	PRECAUCION, RADIACION LASER EN CASO DE APERTURA Y DESACTIVACION DE BLOQUEOS DE SEGURIDAD.

Las medidas preventivas a adoptar requieren una serie de controles en la manipulación de los láser:

1. Controles técnicos

Se aplican sobre el láser; utilización de una carcasa protectora, conectores de enclavamiento a distancia, llave de control, obturador o atenuador del haz, señales de aviso, indicadores de emisión visibles o audibles, recintos cerrados o áreas acotadas, confinamiento de los haces, etc.

2. Controles administrativos

Se aplican sobre el ambiente en que se utiliza el láser, cuando no son suficientes los controles técnicos; designación de un responsable de seguridad láser, limitación en el uso de los láseres, formación de los usuarios, etiquetas y señales de aviso, limitación de entrada a personas autorizadas, etc.

3. Protección personal

Debe reducirse al mínimo mediante la adopción de controles técnicos y administrativos. No obstante, las personas expuestas a radiaciones láser potencialmente peligrosas (Clase 3B y 4) deben utilizar la protección personal adecuada, en este caso gafas y/o ropa protectora.