



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Diplomado

# **SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO**

**CICLO INTENSIVO**

**MÓDULO VIII**



**TRABAJOS CON  
FUENTES  
RADIOACTIVAS**

**Mg. Ing. Jorge Arzapalo Barrera**



# FUENTES RADIOACTIVAS







**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**





# FUENTES RADIOACTIVAS

## 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 (Rayos X, Rayos UV, etc.) se llama radiación electromagnética, mientras que la radiación corpuscular es la radiación transmitida en forma de partículas subatómicas (partículas  $\alpha$ , neutrones, etc.) 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 caso contrario se habla de radiación no ionizante (extrae los electrones de sus átomos)
-  El carácter ionizante o no ionizante de la radiación es independiente de su naturaleza corpuscular u ondulatoria.

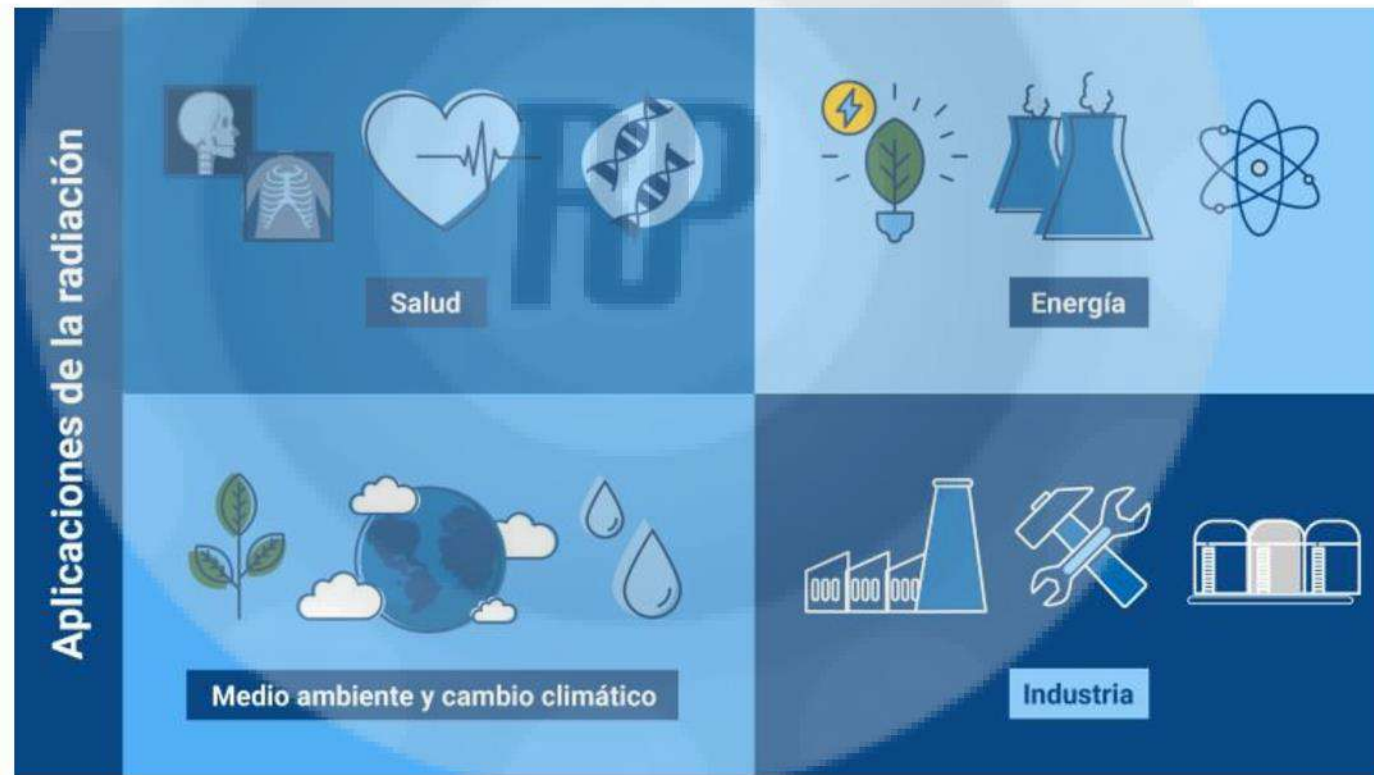


# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN



*Son radiaciones ionizantes los Rayos X, Rayos  $\gamma$ , y Partículas  $\alpha$ , entre otros. Por otro lado, radiaciones como los Rayos UV y las ondas de radio, TV o de telefonía móvil, son algunos ejemplos de radiaciones no ionizantes.*





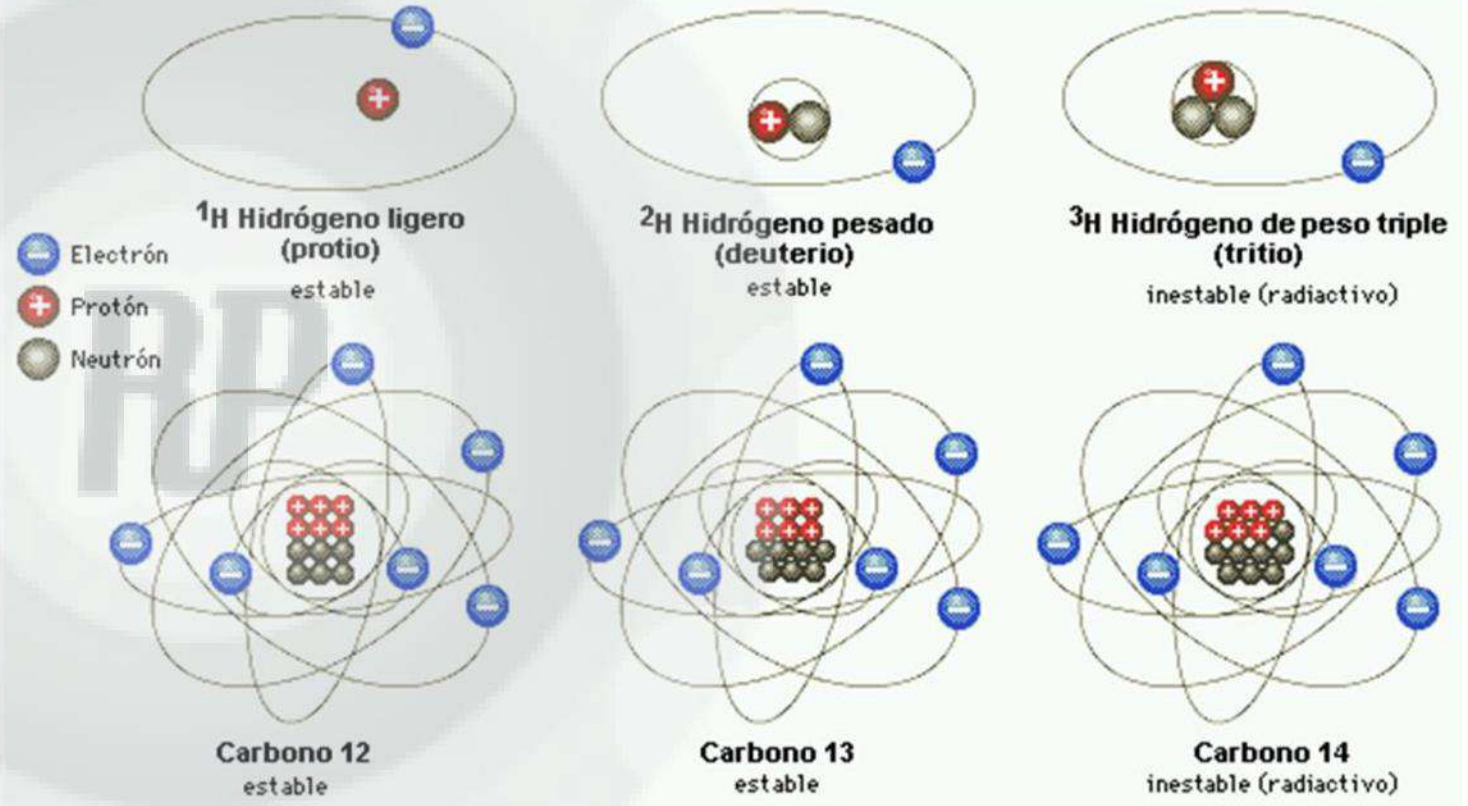


# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN







Algunas sustancias químicas están formadas por elementos químicos cuyos núcleos atómicos son inestables, como consecuencia de esa inestabilidad los átomos de esas sustancias emiten partículas subatómicas de forma intermitente y de manera aleatoria (isótopos radioactivos)





# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN

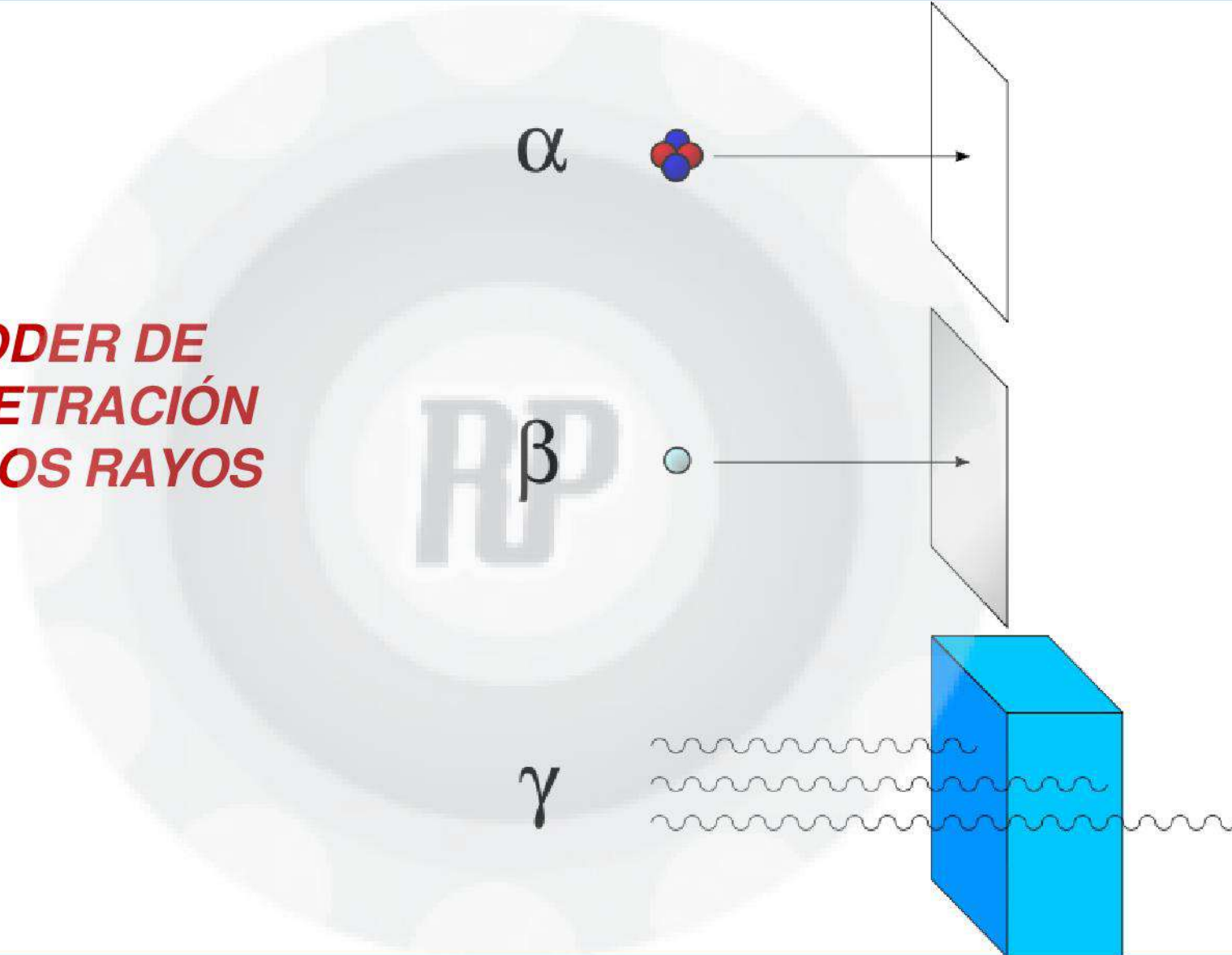
-  *La energía puede ser liberada, principalmente, en forma de rayos alfa (núcleos de helio), beta (electrones o positrones) o gamma (energía electromagnética).*
-  *En general son radioactivas las sustancias que presentan un exceso de protones o neutrones.*
-  *Cuando el número de neutrones no es igual que el número de protones se hace más difícil que la fuerza nuclear pueda mantenerlos unidos.*
-  *Eventualmente el desequilibrio se corrige mediante la liberación del exceso de neutrones o protones, en forma de partículas  $\alpha$  que son realmente núcleos de Helio, partículas  $\beta$  que pueden ser electrones o positrones. Estas emisiones llevan a dos tipos de radiactividad:*





# FUENTES RADIOACTIVAS


**PODER DE  
PENETRACIÓN  
DE LOS RAYOS**






# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIOACTIVIDAD

 Es aprovechada para la obtención de energía, usada en medicina (radioterapia y radiodiagnóstico)

La radiactividad puede ser:

 **Natural:** manifestada por los isótopos que se encuentran en la naturaleza.

 **Artificial o inducida:** manifestada por los radioisótopos producidos en transformaciones artificiales.





# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIATIVIDAD NATURAL



En 1896 Becquerel descubrió que ciertas sales de uranio emitían radiaciones espontáneamente, al observar que velaban las placas fotográficas envueltas en papel negro. Ensayó con el mineral en caliente, en frío, pulverizado, disuelto en ácidos y la intensidad de la radiación era siempre la misma. Por tanto, esta nueva propiedad de la materia, radicaba en el interior mismo del átomo.



El matrimonio Curie, encontró otras sustancias como el torio, polonio y radio. La intensidad de la radiación emitida era proporcional a la cantidad de uranio presente, por lo que dedujo que se origina exclusivamente en el núcleo de los átomos radiactivos.



Rutherford en 1911, quien demostró que las radiaciones emitidas por las sales de uranio eran capaces de ionizar el aire y de producir la descarga de cuerpos cargados eléctricamente.



En 1932 James Chadwick descubrió la existencia del neutrón que Wolfgang Pauli había predicho en 1930, e inmediatamente después Enrico Fermi descubrió que ciertas radiaciones emitidas en fenómenos no muy comunes de desintegración eran en realidad neutrones.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIATIVIDAD ARTIFICIAL



*Se produce la radiactividad inducida cuando se bombardean ciertos núcleos estables con partículas apropiadas.*



*Si la energía de estas partículas tiene un valor adecuado penetran dentro del núcleo bombardeado y forman un nuevo núcleo que, en caso de ser inestable, se desintegra después radiactivamente.*






*Fue descubierta por los esposos Jean Frédéric Joliot-Curie e Irène Joliot-Curie, bombardeando núcleos de boro y aluminio con partículas alfa. Observaron que las sustancias bombardeadas emitían radiaciones después de retirar el cuerpo radiactivo emisor de las partículas de bombardeo.*





# FUENTES RADIOACTIVAS




## PARTÍCULA ALFA

-  Las partículas o rayos alfa ( $\alpha$ ) son núcleos completamente ionizados de Helio-4 ( $4\text{He}$ ). Es decir, sin su envoltura de electrones correspondiente.
-  Estos núcleos están formados por dos protones y dos neutrones. Al carecer de electrones, su carga eléctrica es positiva, de  $+2q_e$  de carga, mientras que su masa es de 4 uma.
-  Se generan habitualmente en reacciones nucleares o desintegración radiactiva de otros núclidos que se transmutan en elementos más ligeros mediante la emisión de dichas partículas.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## PARTÍCULA BETA





-  *Una partícula beta es un electrón que sale despedido de un suceso radiactivo.*
-  *Por la ley de Fajans, si un átomo emite una partícula beta, su carga eléctrica aumenta en una unidad positiva y el número de masa no varía. Ello es debido a que la masa del electrón es despreciable frente a la masa total del átomo. En cambio, al ser emitida una carga negativa, el átomo queda con una carga positiva más, para compensar el total de la carga eléctrica, con lo cual el número de electrones disminuye.*
-  *Este proceso es debido a la desintegración de un neutrón en un protón y un electrón (desintegración beta).*





# FUENTES RADIOACTIVAS




## RAYOS GAMMA

-  La radiación gamma es producida por fotones, de elementos radioactivos o procesos subatómicos como la aniquilación de un par positrón-electrón.
-  Este tipo de radiación de tal magnitud también es producida en fenómenos astrofísicos de gran violencia.
-  Debido a las altas energías que poseen, los rayos gamma constituyen un tipo de radiación ionizante capaz de penetrar en la materia más profundamente que la radiación alfa o beta. Dada su alta energía pueden causar grave daño al núcleo de las células, por lo que son usados para esterilizar equipos médicos y alimentos.
-  La energía de este tipo de radiación se mide en megaelectronvoltios (MeV). Un Mev corresponde a fotones gamma de longitudes de onda inferiores a  $10^{-11}$  m o frecuencias superiores a  $10^{19}$  Hz.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## CAUSA DE LA RADIOACTIVIDAD





-  *En general son radiactivas las sustancias que no presentan un balance correcto entre protones o neutrones. Cuando el número de neutrones es excesivo o demasiado pequeño respecto al número de protones se hace más difícil que la fuerza nuclear pueda mantenerlos unidos.*
-  *El desequilibrio se corrige mediante la liberación del exceso de neutrones o protones, en forma de partículas  $\alpha$  que son realmente núcleos de Helio, partículas  $\beta$  que pueden ser electrones o positrones. Estas emisiones llevan a dos tipos de radiactividad mencionadas.*
-  *Cuando un núcleo excitado emite radiación gamma no varía ni su masa ni su número atómico, solo pierde una cantidad de energía  $h\nu$  (donde "h" es la constante de Planck y "nu" es la frecuencia de la radiación emitida).*





# FUENTES RADIOACTIVAS




## LEY DE LA RADIOSENSIBILIDAD

-  *Bergonie y Tribandeu: Los tejidos y órganos más sensibles a las radiaciones son los menos diferenciados y los que exhiben alta actividad reproductiva. Como ejemplo, tenemos:*
-  *Tejidos altamente radiosensibles: Epitelio intestinal, órganos reproductivos (ovarios, testículos), médula ósea, glándula tiroides.*
-  *Tejidos medianamente radiosensibles: tejido conectivo.*
-  *Tejidos poco radiosensibles: neuronas, hueso.*



# FUENTES RADIOACTIVAS

## EFECTO FOTOELÉCTRICO:

-  Se describe cuando un fotón gamma interactúa con un electrón atómico y le transfiere su energía, expulsando a dicho electrón del átomo.
-  La energía cinética del fotoelectrón resultante es igual a la energía del fotón gamma incidente menos la energía de enlace del electrón.
-  El efecto fotoeléctrico es el mecanismo de transferencia de energía dominante para rayos x y fotones de rayos gamma





# FUENTES RADIOACTIVAS

## APLICACIONES DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO:



*Los dispositivos llamados fotodiodos y fotomultiplicadores que se basan en este principio, intervienen en procesos como el control de productos industriales, las transmisiones por fax, los tubos de televisión o los amplificadores de imágenes.*



*Entre las más conocidas aplicaciones de este efecto cabe citar, las células fotoeléctricas usadas para la detección de presencia y los equipos fotovoltaicos de los paneles de energía solar.*



# FUENTES RADIOACTIVAS

## EFECTO COMPTON:



*La potencia de los rayos gamma los hace útiles en la esterilización de equipamiento médico. Se suelen utilizar para matar bacterias e insectos en productos alimentarios tales como carne, setas, huevos y vegetales, con el fin de mantener su frescura.*



*Debido a la capacidad de penetrar en los tejidos, los rayos gamma o los rayos X tienen un amplio espectro de usos médicos, como la realización de tomografías y radioterapias. Sin embargo, como forma de radiación ionizante, tienen la habilidad de provocar cambios moleculares, pudiendo tener efectos cancerígenos si el ADN es afectado.*






*A pesar de las propiedades cancerígenas, los rayos gamma también se utilizan para el tratamiento de ciertos tipos de cáncer. En el procedimiento llamado cirugía gamma-knife, múltiples rayos concentrados de rayos gamma son dirigidos hacia células cancerosas. Los rayos son emitidos desde distintos ángulos para focalizar la radiación en el tumor a la vez que se minimiza el daño a los tejidos de alrededor.*

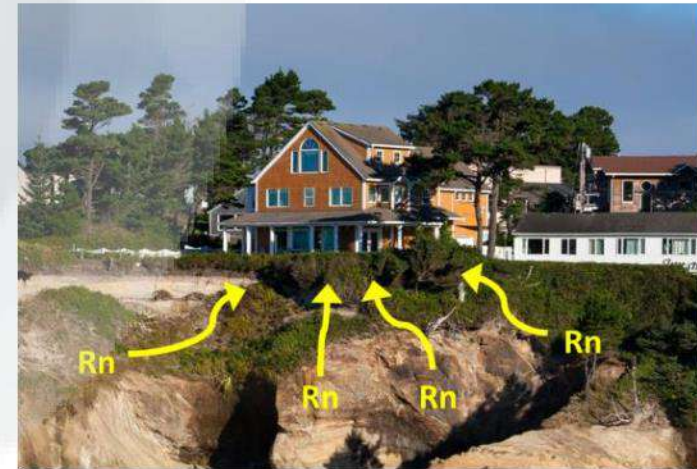
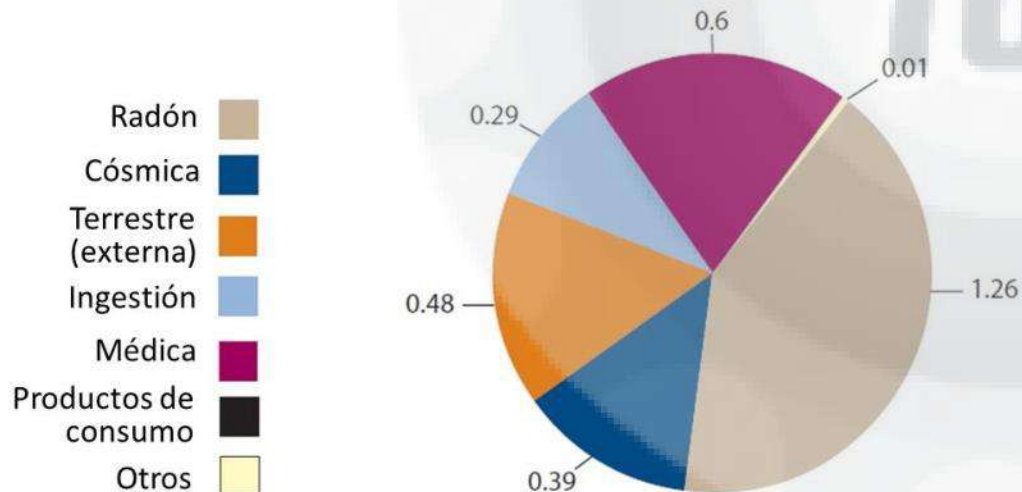




# FUENTES RADIOACTIVAS

## RADIACIÓN NATURAL DEL AMBIENTE

-  Proviene del sol, las estrellas y de los isótopos radiactivos de origen natural presentes en las rocas, el suelo e incluso dentro de nuestros cuerpos.
-  Los principales elementos radiactivos de origen natural encontrados en el ambiente son el uranio, el torio y el potasio.
-  La presencia de radón de origen natural en los hogares es la mayor fuente de exposición a la radiación natural a nivel de toda la población mundial.






El suelo rocoso sobre el que se asienta el edificio es fuente de gas radón, que procede de la cadena de desintegración del uranio



# FUENTES RADIOACTIVAS

## GAS RADON

-  Se produce tanto en la serie de desintegración de uranio como en la del torio.
-  Cuando se produce el gas radón, éste tiende a liberarse por las porosidades de la roca o sedimento en donde se originó y escapa al aire del ambiente.
-  Las personas que respiren el aire contaminado con radón estarán expuestas a radiación por la inhalación del gas.



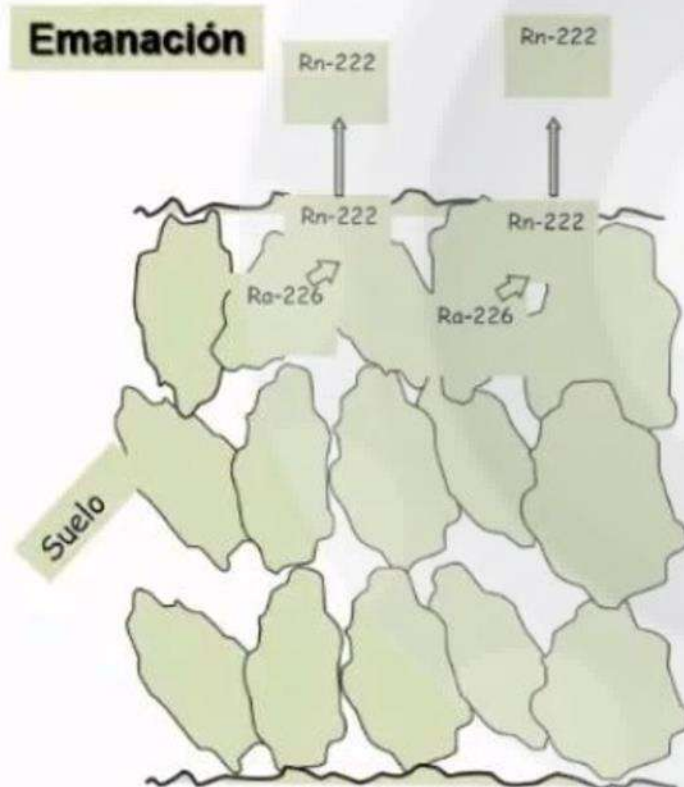




# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Emanación del Radón



### Emanación:

- ☐ El Radón es capaz de viajar entre los poros del suelo hasta alcanzar la superficie debido a la diferencia de presión entre los poros por donde viaja el gas y el espacio cerrado, estableciéndose un flujo desde el terreno hasta el interior de la edificación.
- ☐ Los mecanismos son por gradiente de presión (convección) y por gradiente de concentración (difusión).
- ☐ El tipo de suelo es el factor más importante, sobre todo si la roca madre sobre la que se asienta es rica en uranio



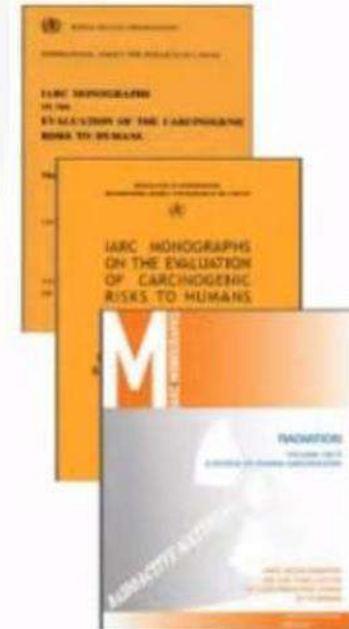
# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Identificación de la amenaza

- ☐ El Radón es un elemento **carcinógeno** (IARC\* 1988, 2001, 2012)
- ☐ El receptor principal de la dosis por inhalación de radón y sus productos de descomposición es el **pulmón**
- ☐ Solo una pequeña proporción del gas radón inhalado llega a la sangre y a otros órganos no respiratorios
  - ☐ Las dosis a órganos distintos del tracto respiratorio son apreciablemente más bajas (> 100 veces)
- ☐ Existe evidencia limitada, aunque inconsistente, de otros riesgos de cáncer debido al radón

\* Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC)







# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Normativa vigente en Perú

#### REGLAMENTO DE SEGURIDAD NUCLEAR (D.S. N° 009-97-EM)

**Art. 62.** En relación al radón en viviendas y puestos de trabajo, los niveles de actuación serán los establecidos en el Anexo IV.

#### ANEXO IV

#### RADON EN VIVIENDAS Y PUESTOS DE TRABAJO

1. El nivel de actuación para la exposición crónica de radón en viviendas es una concentración media anual de 200 a 600 Bq/m<sup>3</sup> de  $^{222}\text{Rn}$  en el aire.
2. El nivel de actuación para una acción reparadora en la exposición crónica a radón en puestos de trabajo es una concentración media anual de **1000 Bq/m<sup>3</sup> de  $^{222}\text{Rn}$  en aire.**



# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Ventilación mecánica

- ☐ Cuanto más rápidamente se extraiga el aire contraminado de las zonas de trabajo, menor será la concentración de los descendientes del radón en cualquier punto determinado.
- ☐ Se emplean sistemas primarios y auxiliares de ventilación.







# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Aislamiento de la fuente

- ☐ El radón y sus descendientes se pueden confinar e impedir que pasen a las zonas en explotación mediante tabiques lo más herméticos posible.
- ☐ Como el radón es soluble en agua y emana de las infiltraciones cuando queda expuesto a la atmósfera de la mina, otra técnica útil de confinamiento es emplear tuberías para aislar el agua o desviarla.
- ☐ Si la roca es porosa se puede elevar la presión atmosférica para suprimir la emanación de radón





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

### Protección respiratoria

- ☐ Se puede usar máscara de respiración en las zonas en que hay mucho polvo en suspensión



Provides protection against dust, mist, fumes, radionuclides and radon daughter – ideal for lead, asbestos, mold and other hazardous particulates





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Presencia de Radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) en Residuos Mineros

### Medidas para controlar la exposición del Radón del personal ocupacional

#### Trabajo rotacional

- ☐ Se recomienda la rotación de turnos en las minas que tengan zonas con altos niveles de radiación externa para los cuales no existan medios prácticos de control.

#### Monitoraje del aire

#### Limpieza del aire





# FUENTES RADIOACTIVAS

## Detección del Radón en residuos mineros

- ❑ Monitorización gamma en las zonas donde se concentra el Ra-226 o U-238 en la zona de descarga de desechos



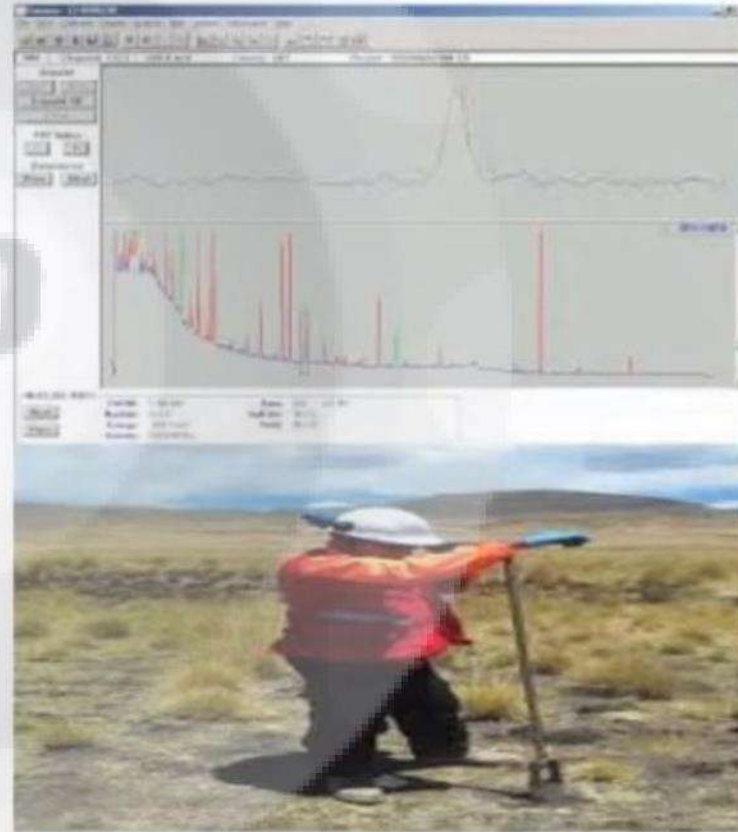




# FUENTES RADIOACTIVAS

## Detección del Radón en residuos mineros

- ❑ Toma de muestras y Análisis radiométrico por espectrometría gamma de Ra-226 o U-238 en muestras de Desecho o relave minero








# FUENTES RADIOACTIVAS

## TIPOS DE RADIACIÓN IONIZANTE

Existen tres tipos de radiación que se producen en la desintegración de las series de Uranio-238 y Torio-232: Alfa, Beta y Gamma.

 **La radiación Alfa ( $\alpha$ ):** Compuesta por dos protones y dos neutrones fuertemente enlazados. Es de corto alcance y tiene un gran poder ionizante. Puede ser bloqueado por una hoja de papel o ropa delgada.

 **La radiación Beta ( $\beta$ ):** Son electrones y recorren algunos metros en el aire pudiendo ser bloqueadas por una lámina de plástico, madera gruesa o incluso la ropa gruesa.

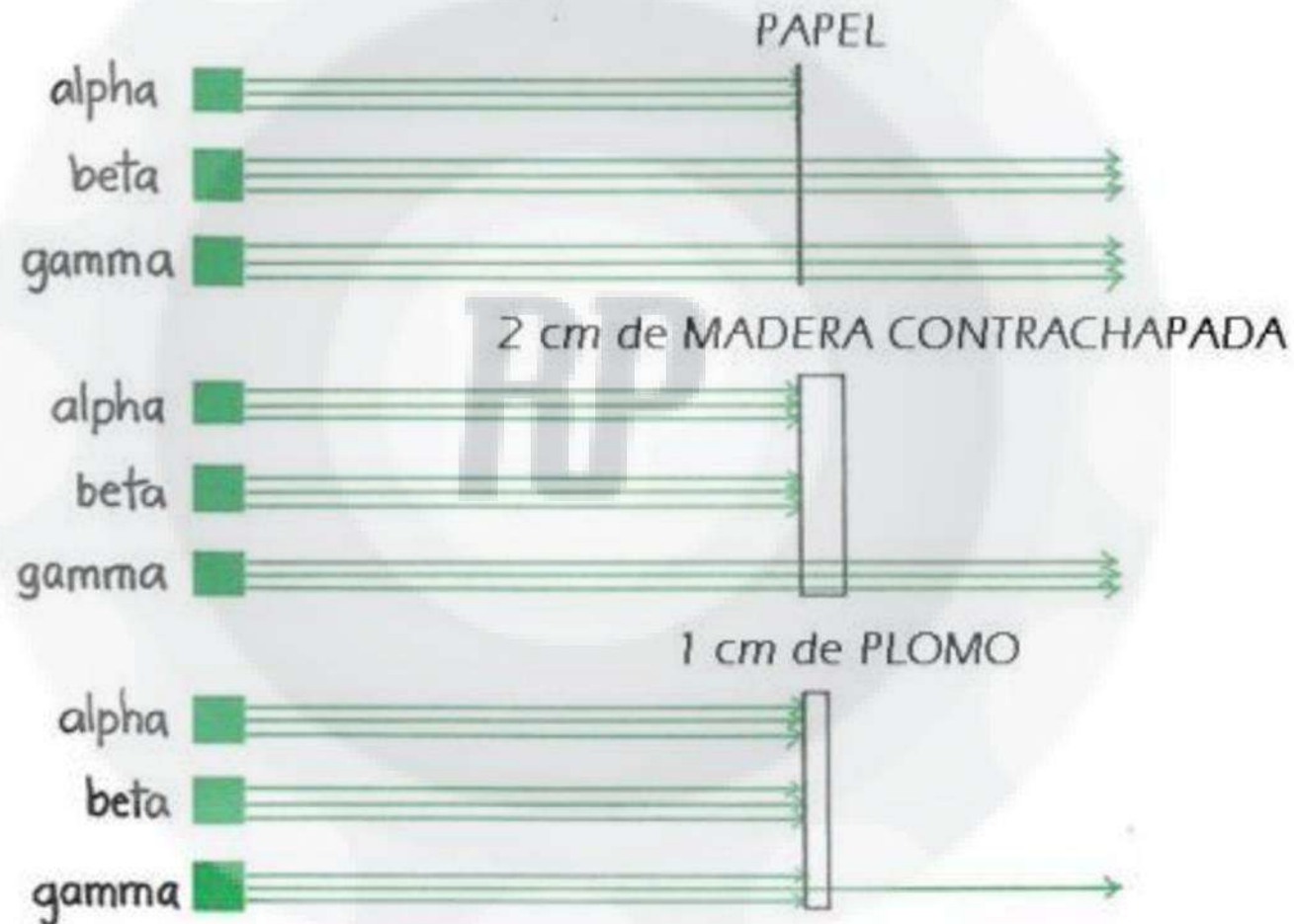
 **La radiación Gamma ( $\gamma$ ):** Es similar a los rayos de luz, pero tiene mucha más energía. Puede penetrar fácilmente en el cuerpo humano, pudiendo ser atenuado por el plomo y el concreto, entre otros materiales de alta densidad





# FUENTES RADIOACTIVAS

## BLOQUEO DE RADIACIONES IONIZANTES











# FUENTES RADIOACTIVAS

## FUENTES DE EXPOSICIÓN PARA EL PERSONAL DE EXPLORACIÓN

Los trabajadores que realizan actividades de exploración de uranio pueden estar expuestos a las radiaciones mediante tres vías distintas:

-  Radiación gamma directa emitida por la roca mineralizada.
-  Inhalación del radón y sus descendientes que emanan de las muestras o testigos, detritos y agua de perforación.
-  Inhalación e ingestión de polvo proveniente del mineral radiactivo.
-  Es recomendable que las actividades de exploración de uranio se realicen utilizando métodos que reduzcan estas vías de exposición (por ejemplo, que produzcan una menor cantidad de material particulado o menor liberación de gases).







# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN CONTRA LAS RADIACIONES GAMMA



*La exposición a la radiación gamma, proveniente del mineral de uranio, es la principal fuente de exposición para el personal de exploración. La dosis que reciban dependerá de:*

- La ley del mineral de uranio.*
- La cantidad de mineral y detritos del mineral.*
- La distancia entre los trabajadores y el material mineralizado.*
- El tiempo de exposición cerca a la roca mineralizada.*



*Para minimizar la dosis recibida es necesario maximizar la distancia entre los trabajadores y las muestras o testigos mineralizados y limitar su tiempo de permanencia cerca de estos materiales.*



*La cantidad de muestras de mineral depositadas en el almacén de testigos donde serán analizados deberá ser limitada.*



*En caso de existir una mayor cantidad de muestras de mineral, éstas deberán ser almacenadas en un área separada y retiradas para su análisis cuando sea necesario.*










# FUENTES RADIOACTIVAS

## PROTECCIÓN CONTRA INHALACIÓN E INGESTIÓN DE POLVO DE MINERAL DE URANIO

*Se minimizará la dosis de radiación que los trabajadores reciben por inhalación e ingestión de polvo de mineral radiactivo, si se toman medidas de prevención simples como:*

-  *Mantener limpio el ambiente de trabajo para prevenir la resuspensión de polvo producido por el desplazamiento de trabajadores.*
-  *Evitar la acumulación de detritos de mineral y residuos del mineral. Considérese que la acumulación de mineral y detritos de mineral también aumentará el nivel de radiación gamma en el área.*
-  *Usar sierras humedecidas para cortar el testigo. Puede requerirse el uso de un sistema de ventilación separado (campana de ventilación).*
-  *Uso de máscaras de respiración cuando se corte las muestras de mineral o actividades de corte de terreno si fuera necesario.*
-  *Lavarse las manos antes de comer o llevarse artículos a la boca.*









**ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.**





## FUENTES RADIOACTIVAS

### PROTECCIÓN GENERAL DE LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE

-  En el caso de perforaciones grandes ( $> 64$  mm), el efluente de la perforación debería ser dispuesto en tanques y transportado a una instalación autorizada de gestión de residuos o rebombeado al pozo al término de la perforación.
-  La disposición de lodo, agua de retorno y detritos de perforación debería realizarse de tal manera que evite su ingreso a los cuerpos de agua.
-  Un sistema de circuito cerrado debería utilizarse para el caso de lodos de perforación y otros aditivos potencialmente nocivos.
-  Concluido el programa, los pozos de perforación deberían ser obturados de acuerdo con las normas y guías establecidas.
-  El emplazamiento debe ser rehabilitado.
-  Los proyectos de exploración deben ubicarse alejados de las poblaciones y/o centros poblados.



## FUENTES RADIOACTIVAS

### PROTECCIÓN DE LA POBLACIÓN CONTRA LAS RADIACIONES



*Se deberá controlar el acceso del público al emplazamiento donde se realizan las actividades de exploración de uranio para evitar las exposiciones innecesarias y garantizar su seguridad.*



*La principal preocupación radiológica en la exploración de uranio es la contención y disposición final de los residuos sólidos y líquidos radiactivos como los testigos, detritos, lodos y agua de perforación.*



*Estos residuos requerirán una adecuada disposición al término de las actividades de exploración.*



*La Autoridad Nacional especificará los tipos de registro que deberá mantenerse en las actividades de exploración.*



*Las operaciones de perforación pueden emanar radón que se dispersará rápidamente transportado por el aire y es probable que éste no represente peligro radiológico al ambiente o al público*





# FUENTES RADIOACTIVAS

## REQUISITOS DE GESTION (DS\_009\_97)



**Artículo 15.** En cada instalación u organización deberá implementarse y mantenerse una cultura de seguridad que considere principios rectores y procedimientos prioritarios en cuanto a seguridad y protección, detección y corrección de problemas que afectan a la seguridad y protección, responsabilidades de cada individuo desde el nivel superior, líneas jerárquicas claras, disposiciones organizativas y de comunicación.



**Artículo 16.** Se establecerán, con magnitud razonable, programas de garantía de calidad que permitan cerciorarse adecuadamente si se satisfacen los requisitos de protección y seguridad, y que se dispongan de mecanismos y procedimientos de control de calidad para examinar y evaluar la efectividad global de las medidas de protección y seguridad.







# FUENTES RADIOACTIVAS

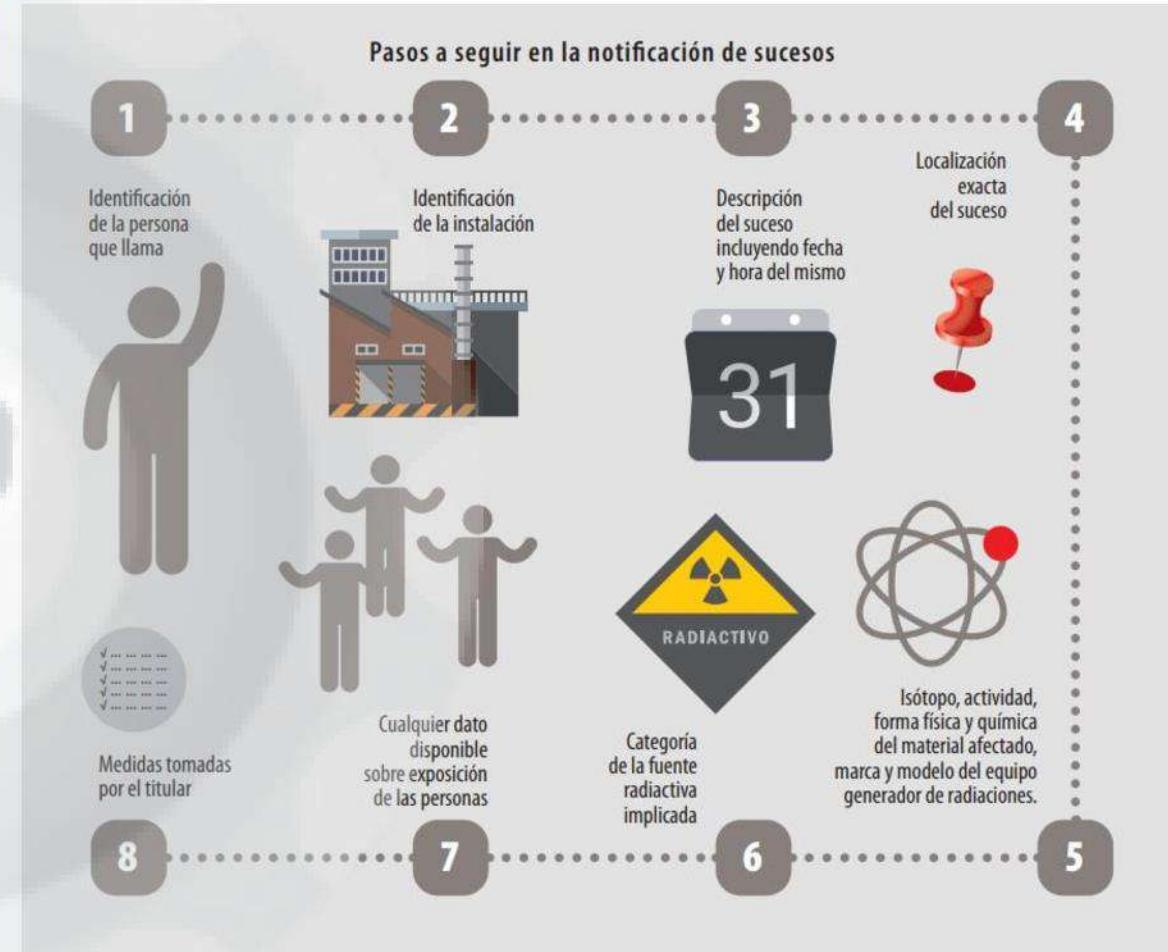
## REQUISITOS DE GESTION (DS\_009\_97)



**Artículo 17.** Se deberán considerar las medidas necesarias para reducir al máximo posible la contribución de errores humanos a los accidentes y otros eventos que pudieran causar exposiciones indebidas.



**Artículo 18.** Deberá disponerse de suficiente personal calificado, entrenado y experimentado en la operación, seguridad y protección, cuyas funciones y responsabilidades están claramente asignadas, de modo que se cumplan con los requisitos del reglamento y de otras normas aplicables.







## FUENTES RADIOACTIVAS

### EXPOSICION OCUPACIONAL (DS\_009\_97) – Art. (19 al 34)



**Artículo 19.** Los Titulares del Registro o Licencia, así como los empleadores de los trabajadores dedicados a actividades que ocasionen la exposición normal o potencial, son responsables de la protección de los trabajadores y del cumplimiento del presente reglamento y normas específicas de la Autoridad Nacional.



**Artículo 20.** No se concederán ni utilizarán compensaciones o tratamientos salariales especiales o preferenciales o protección especial por un seguro, horas de trabajo, duración de vacaciones, días libres suplementarios o prestaciones de jubilación, como sustitutos de las medidas de seguridad y protección que se requieren para cumplir con las prescripciones del reglamento o normas específicas.



**Artículo 21.** Cuando una trabajadora se percate de su embarazo, debe comunicarlo al empleador, para modificar sus condiciones de trabajo, si es necesario, de manera que la dosis en la superficie del abdomen de la trabajadora no sea mayor a 2 mSv para todo el período de embarazo o la ingestión de radioisótopos no sea superior a 1/20 del Límite Anual de Incorporación establecido por la Autoridad Nacional, para ese mismo período.





## FUENTES RADIOACTIVAS

### EXPOSICION OCUPACIONAL (DS\_009\_97) – Art.(19 al 34)



**Artículo 22.** No se permitirá que una persona menor de 16 años esté sometida a exposición ocupacional.



**Artículo 23.** Ninguna persona menor a 18 años deberá trabajar en una zona controlada, a menos que lo haga bajo supervisión y solo con fines de capacitación.



**Artículo 24.** Los trabajadores o estudiantes mayores de 18 años que, durante su enseñanza o capacitación estén sometidos a exposiciones, serán considerados como trabajadores expuestos y deberán cumplir con todas las restricciones y requisitos aplicables del reglamento.



**Artículo 25.** Las exposiciones planificadas debidas a circunstancias especiales se justificarán solo si no se dispone de otras alternativas técnicas que no entrañen tal exposición. En este caso, tanto el trabajo como la dosis que pudiera recibirse, deben ser previamente autorizadas por la Autoridad Nacional y asimismo hacerse todos los esfuerzos razonables por reducir las dosis al nivel más bajo que sea posible, sin superar los límites anuales de dosis.





# FUENTES RADIOACTIVAS

## EXPOSICION MEDICA (DS\_009\_97)

### Art. (35 al 51)



**Artículo 35.** Las exposiciones médicas se justifican solo si los beneficios de tipo diagnóstico o terapéutico que producirán son mayores que el detrimento radiológico que pudieran causar. Se deberán considerar principalmente los beneficios de usar otras técnicas que no impliquen exposición médica, así como el uso de fuentes que ocasionen menor riesgo que otras, pero que logren los mismos fines que se persiguen.



**Artículo 36.** No se justificarán los exámenes radiológicos con fines ocupacionales, legales o de seguro médico, a menos que tengan una indicación clínica y que proporcione una información útil sobre la salud del individuo, o que el examen específico esté justificado por los solicitantes, en consulta con órganos profesionales competentes.







# FUENTES RADIOACTIVAS

## EXPOSICION PUBLICA (DS\_009\_97) Art. (35 al 52)

**Artículo 37.** No se justifican los exámenes masivos de la población que impliquen exposición médica a menos que las ventajas previstas para los individuos examinados compensen los costos económicos y sociales, incluido el detrimento radiológico. En este caso se tendrá en cuenta el potencial de detección de la enfermedad, la probabilidad de tratamiento eficaz de los casos detectados y, en lo que respecta a ciertas enfermedades, las ventajas que ofrezca a la comunidad el control de la enfermedad.







# FUENTES RADIOACTIVAS

## EXPOSICION PUBLICA (DS\_009\_97) – Art. (53 al 58)



**Artículo 53.** La exposición pública debida a prácticas y fuentes adscritas a las prácticas deberá ser controlada mediante el examen previo a la puesta en servicio, restricciones de dosis, provisión de blindajes y otros medios de protección conforme lo establezca específicamente la Autoridad Nacional.



**Artículo 54.** La exposición pública debida a la contaminación, deberá ser restringida mediante la aplicación de disposiciones específicas de contención que eviten la dispersión de la fuente.



**Artículo 55.** Los titulares de registro o licencia establecerán un programa de vigilancia radiológica operacional y ambiental, acorde con la magnitud de la fuente, que asegure que se satisfacen los requisitos del reglamento y normas específicas, en cuanto a la exposición del público y a los vertidos de sustancias radiactivas.



# FUENTES RADIOACTIVAS

## EXPOSICION CRONICA (DS\_009\_97) Art. (59 al 63)

**Artículo 59.** Las situaciones de exposición crónica serán revisadas y controladas por la Autoridad Nacional, en coordinación con las entidades que sean más apropiadas a cada caso.

**Artículo 60.** Las acciones reparadoras y los niveles de actuación se justificarán y optimizarán tomado en consideración las exposiciones individuales y colectivas, los riesgos radiológicos y no radiológicos, los costos financieros y sociales, y los beneficios y la responsabilidad financiera derivados de las acciones reparadoras.





# ¡Gracias!



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

Conócenos más haciendo clic en cada botón

---

