

CURE
Centro Universitario
Regional del Este



GDMEA
Grupo de Desarrollo de Materiales y
Estudios Ambientales

Aplicaciones no médicas de las radiaciones ionizantes

María Eugenia Pérez

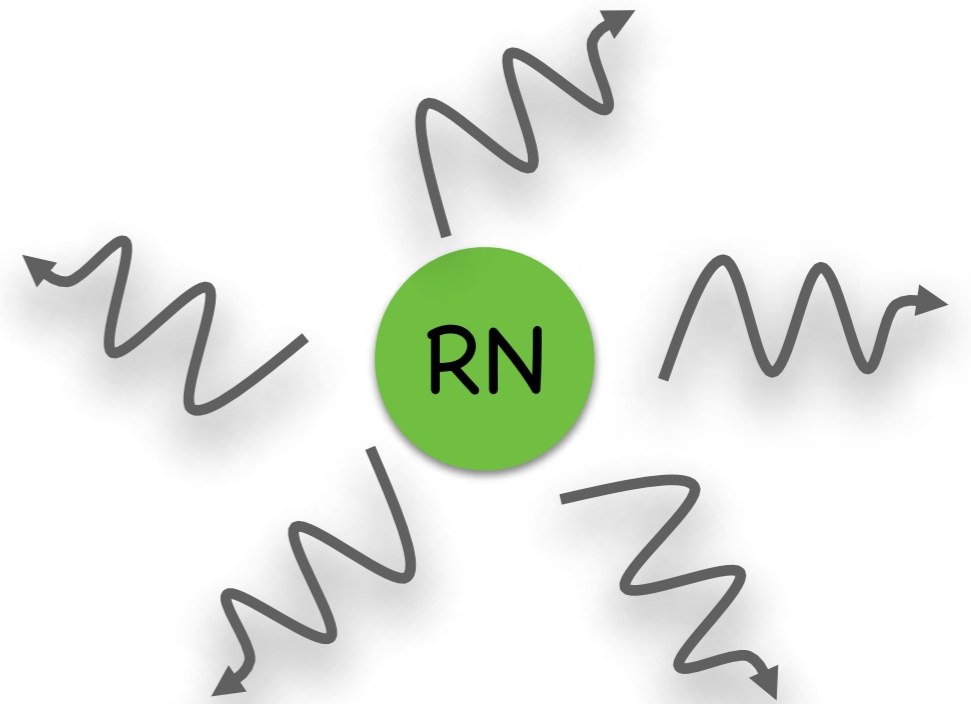
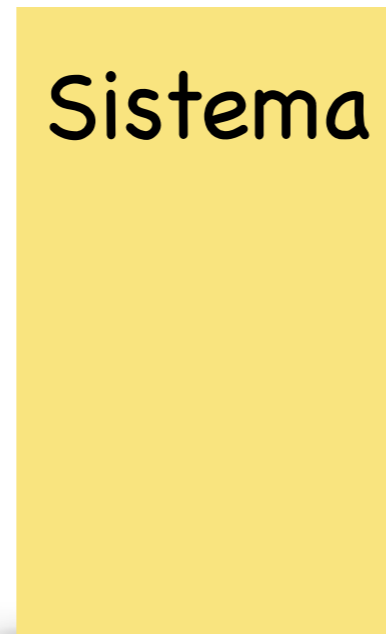
Química Analítica Inorgánica

Aunque la radiación se conoció alrededor de 1890, se han desarrollado una gran variedad de usos. Hoy en día, para beneficio de la humanidad la radiación se usa en medicina, la academia, en la industria, así como también para la generación de electricidad. Además, también tiene aplicación en la agricultura, arqueología (datación), geología o muchos otros.

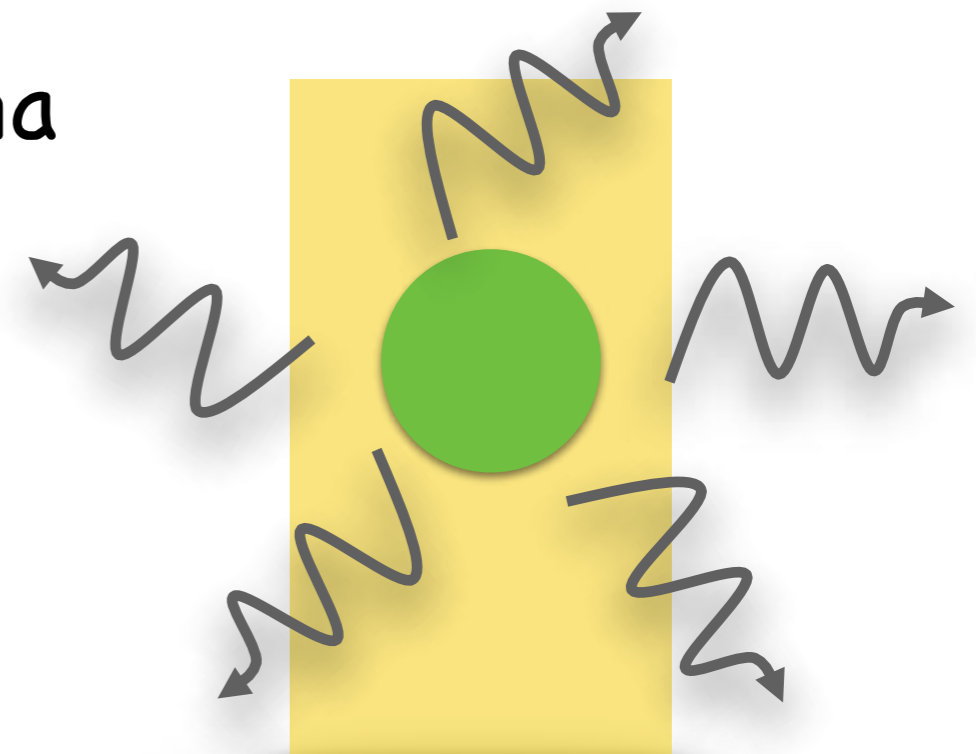


Podemos tener el radionucleido en dos situaciones

Radionucleido fuera del sistema

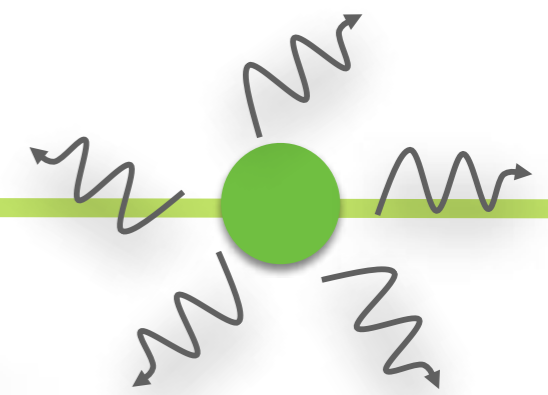


Radionucleido dentro del sistema





Radionucleido externo al sistema



Acción de la materia sobre las radiaciones

Radiación



Radiación



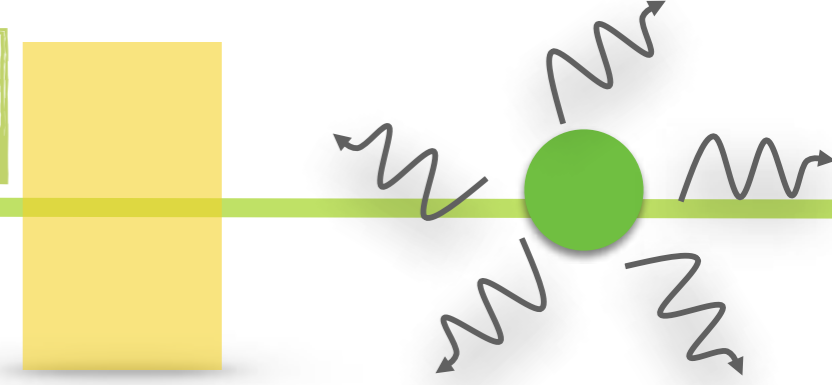
Acción de la radiación sobre la materia

Radiación





Acción de la materia sobre las radiaciones

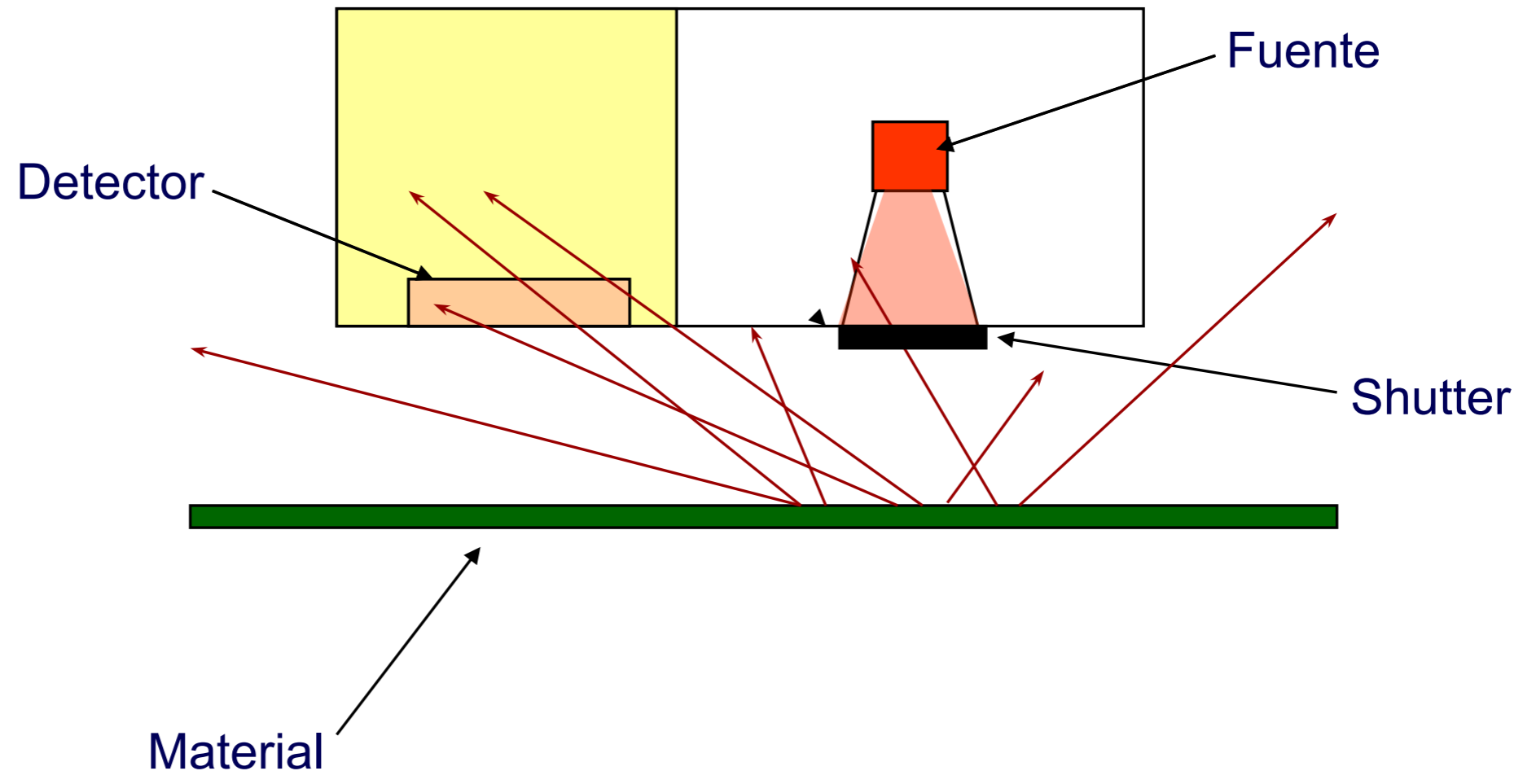


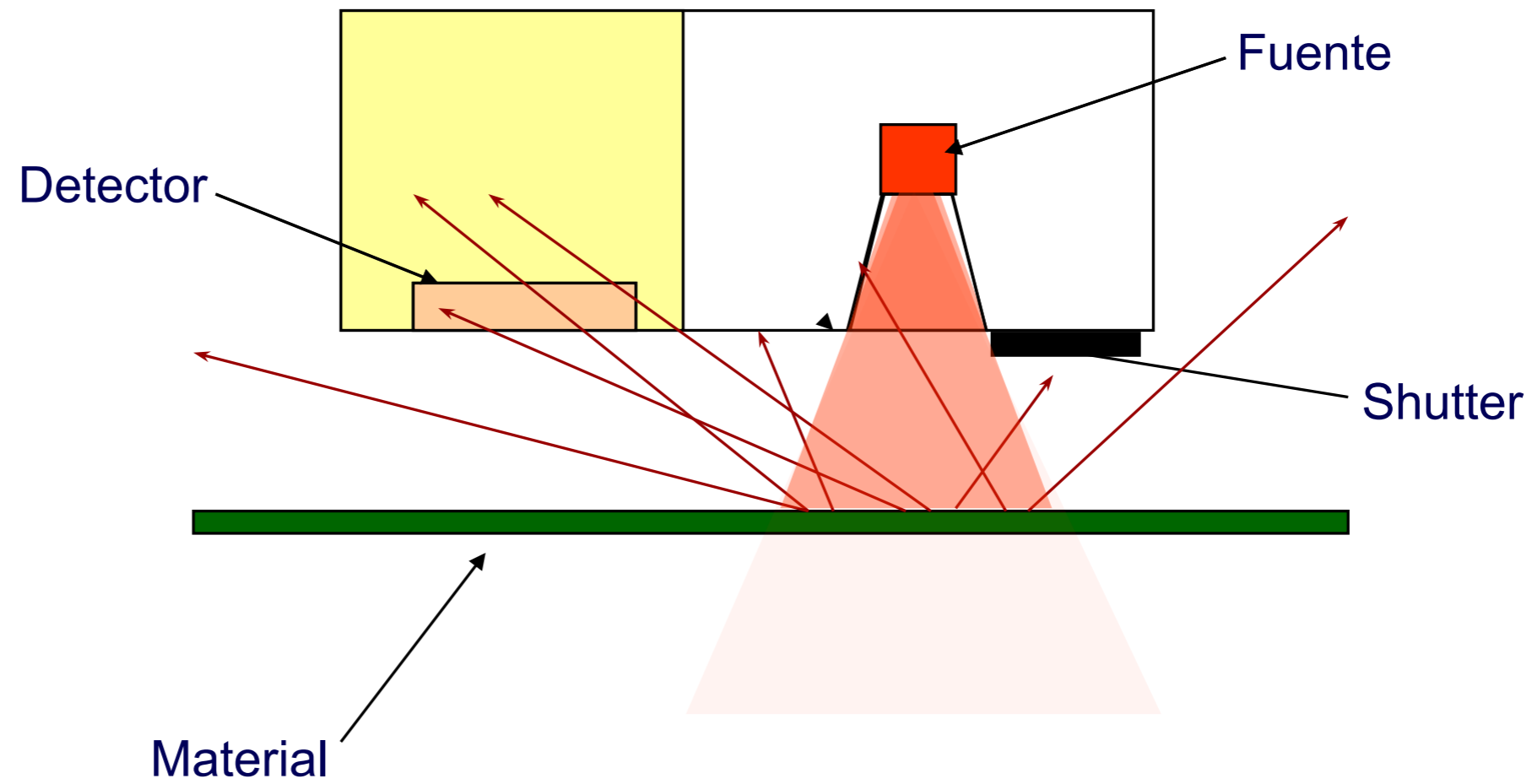
La intensidad que emiten los radionucleidos es reducida por la materia que se interpone entre la fuente radiactiva y el detector

Este principio se puede usar para evaluar ausencia o presencia, medir cantidad o densidad del material que se interpone entre la fuente y el detector



Determinación y control de niveles y espesores

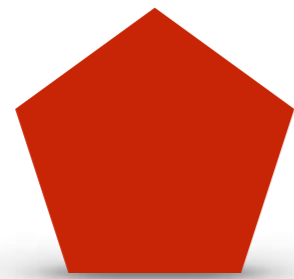






Determinación de espesores

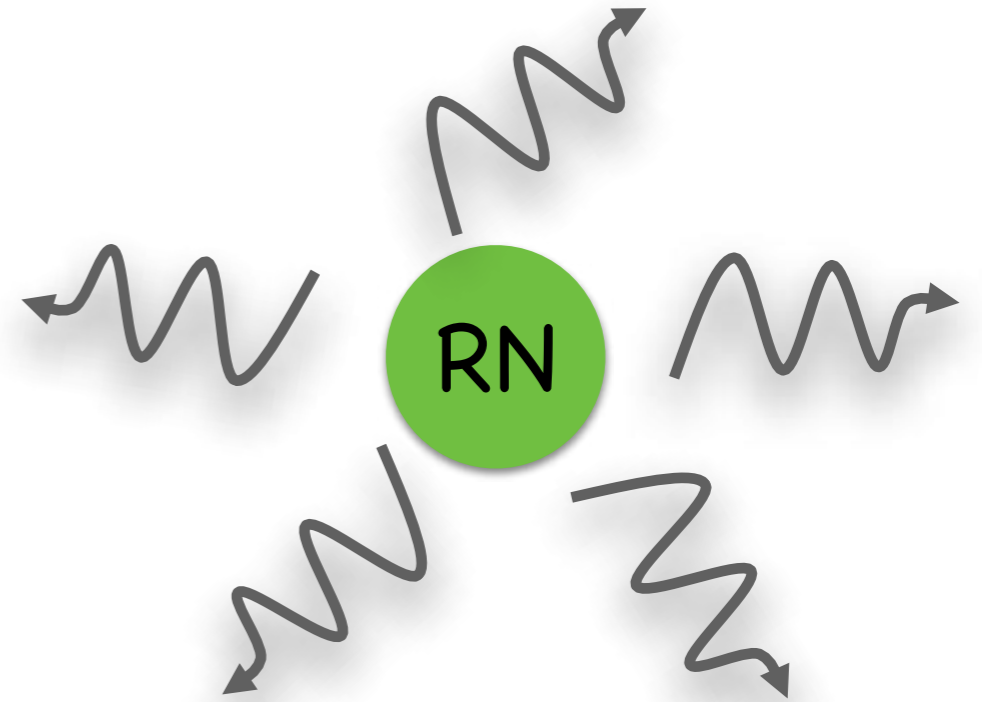
- Por transmisión



Detector



x
Espesor



$$A = A_0 \cdot e^{-\mu x}$$

A_0 = intensidad sin el objeto

A = intensidad luego de atravesar el objeto

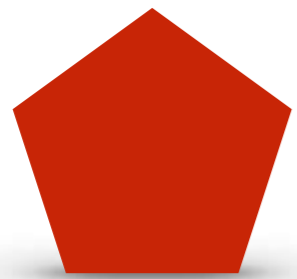
μ = coeficiente de absorción/atenuación

x = espesor del objeto

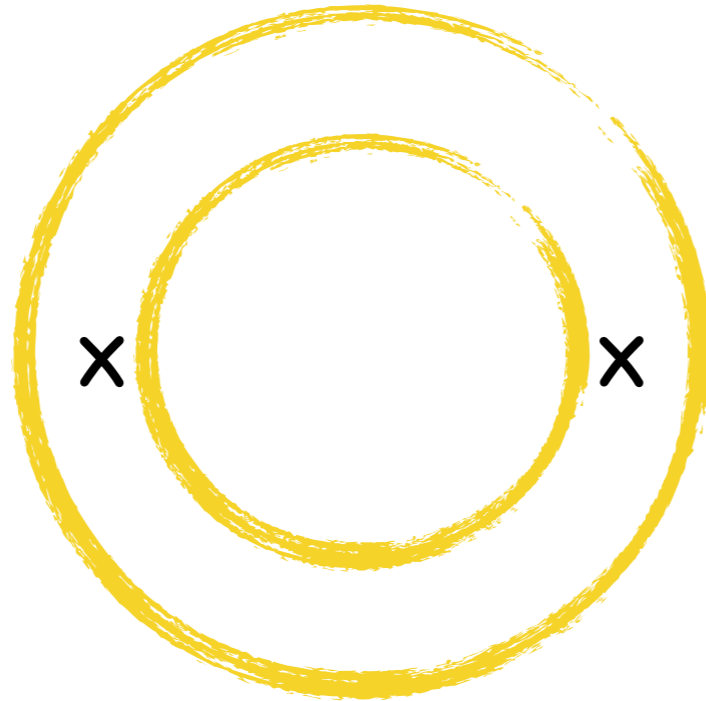


Determinación de espesores

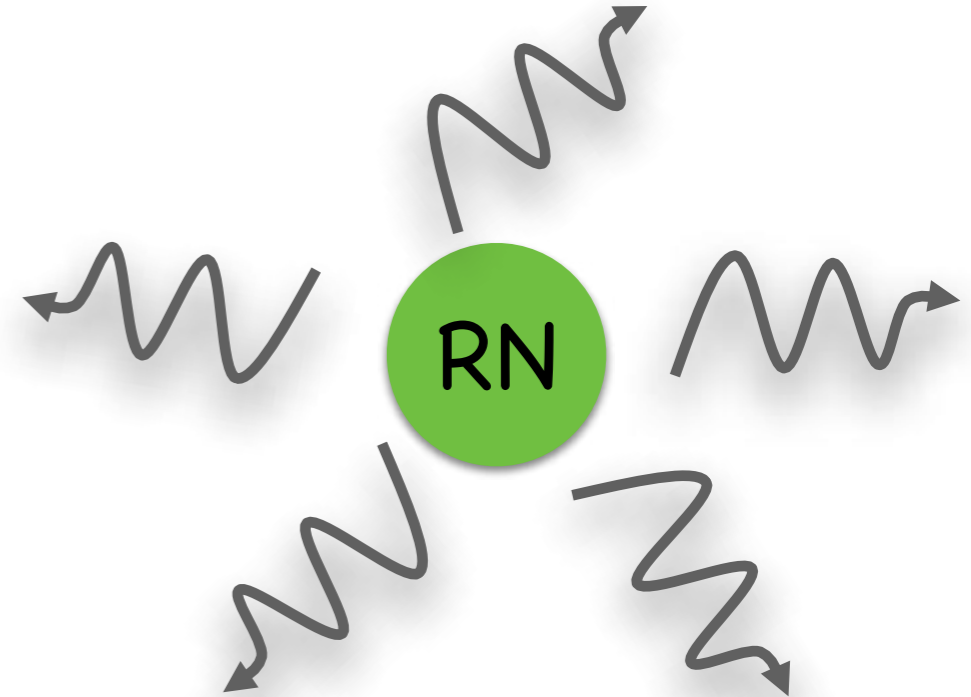
- Por transmisión



Detector



Espesor



El espesor de material que atraviesa la radiación ahora es $2x$



Determinación de espesores por transmisión- Ejemplos

Determinación de espesores de cañerías





Determinación de espesores por transmisión- Ejemplos

En Uruguay:
Determinación de densidad y de
humedad de carpeta asfáltica en
Ruta 9 Entrada a Rocha

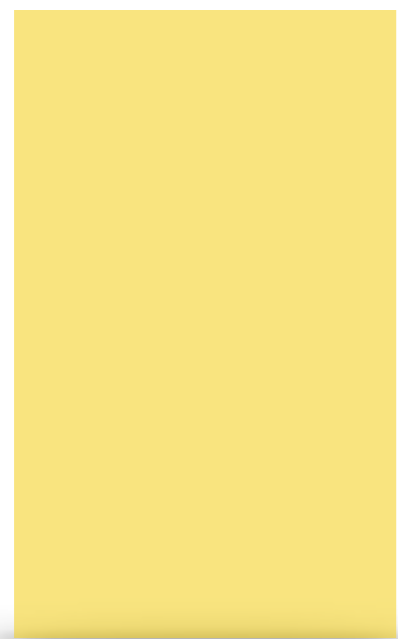


Por transmisión y
retrodispersión

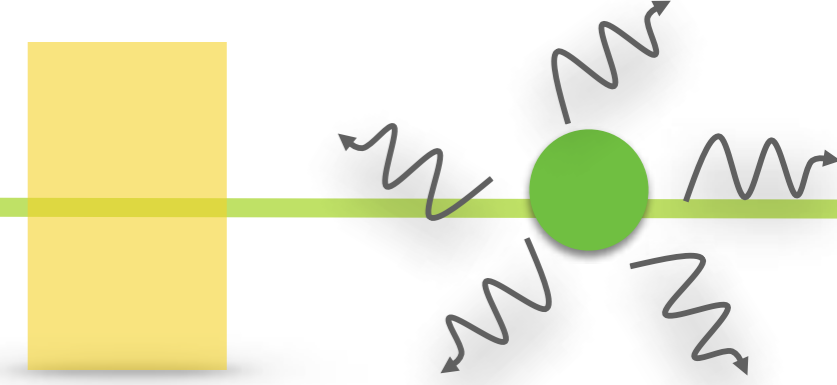
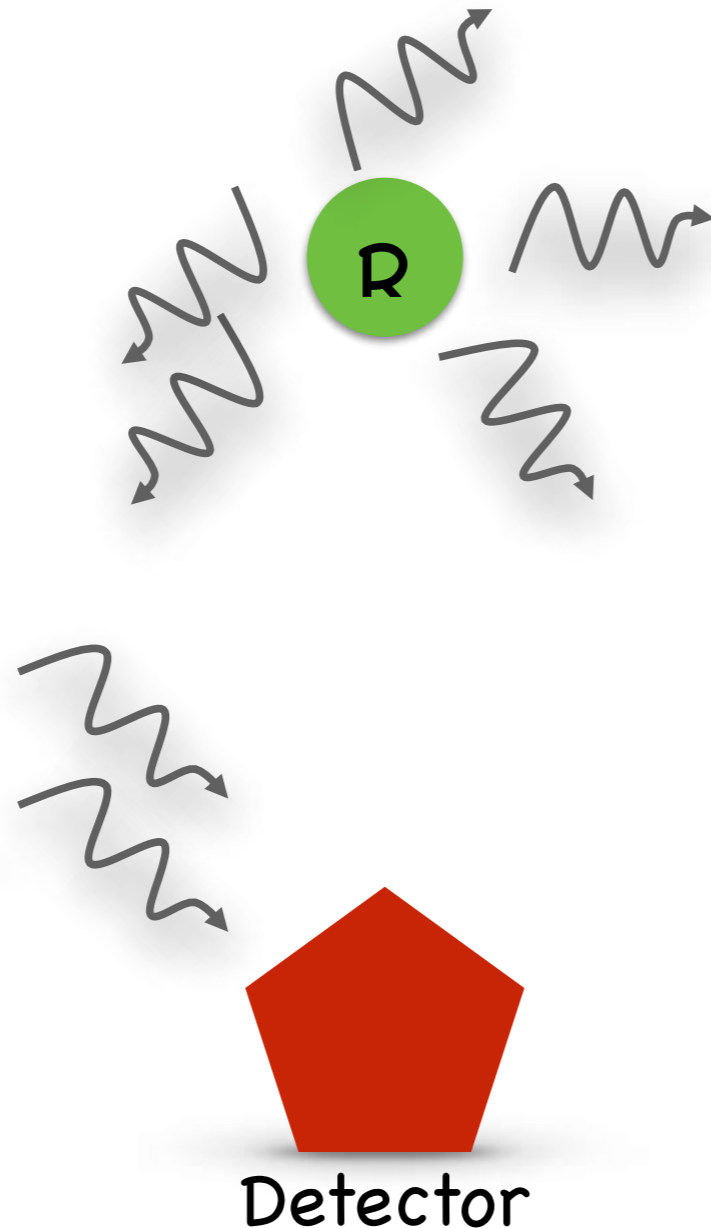


Determinación de espesores

- Por retrodispersión



x
Espesor



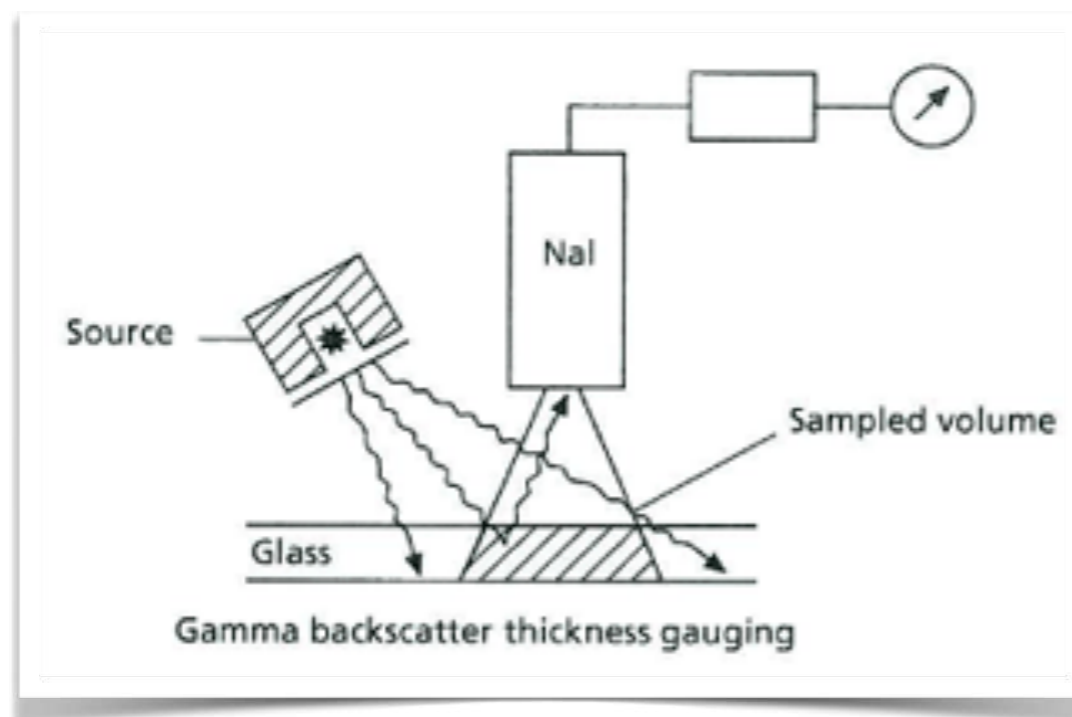
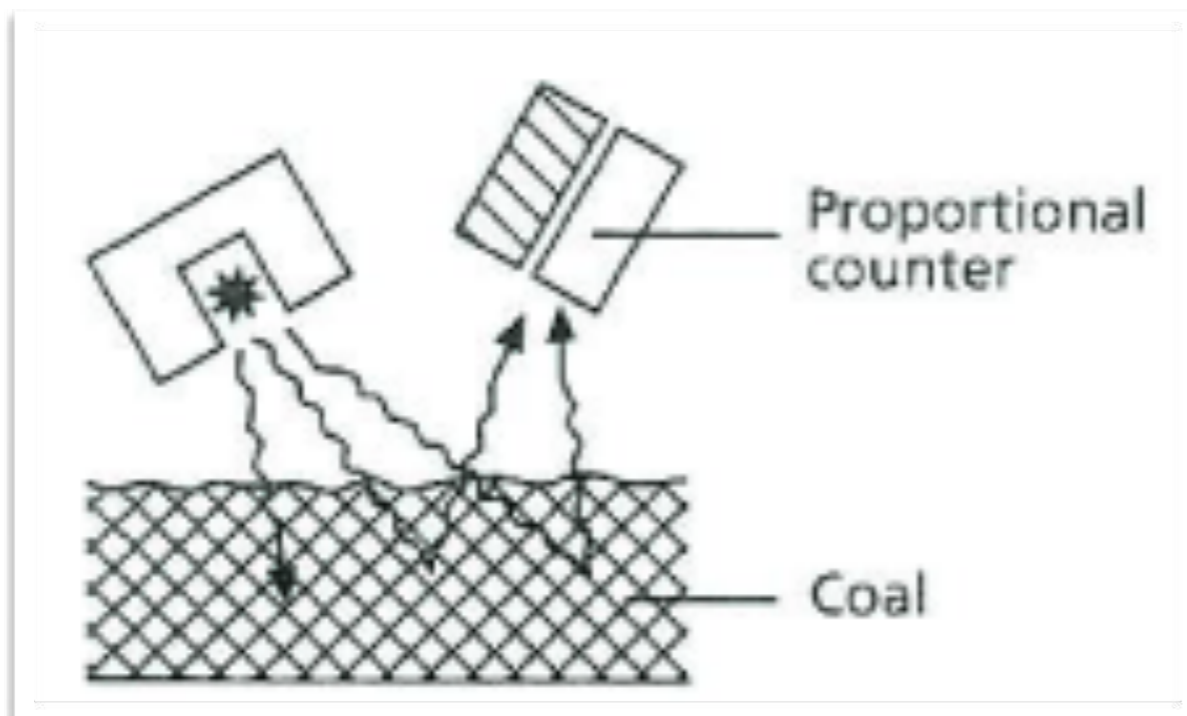
Se utiliza:

- cuando no podemos acceder al otro lado del objeto
- para medida de espesores de materiales de bajo número atómico para las que la medida es suficientemente sensible

Depende del Z del material, soporte y espesor.
Debe calibrarse el sistema

Determinación de espesores por retrodispersión- Ejemplos

Medida de niveles de carbón en una tolva



Medida de espesores de vidrios durante el proceso de fabricación

Determinación de espesores por retrodispersión- Ejemplos



Medida de espesores de film plástico, telas, etc durante el proceso de fabricación





Determinación de niveles por retrodispersión y por transmisión

Se miden niveles que permiten un monitoreo del proceso sin tener contacto físico con el contenido

La transmisión de la radiación gamma a través de un contenedor se afecta por nivel el del contenido

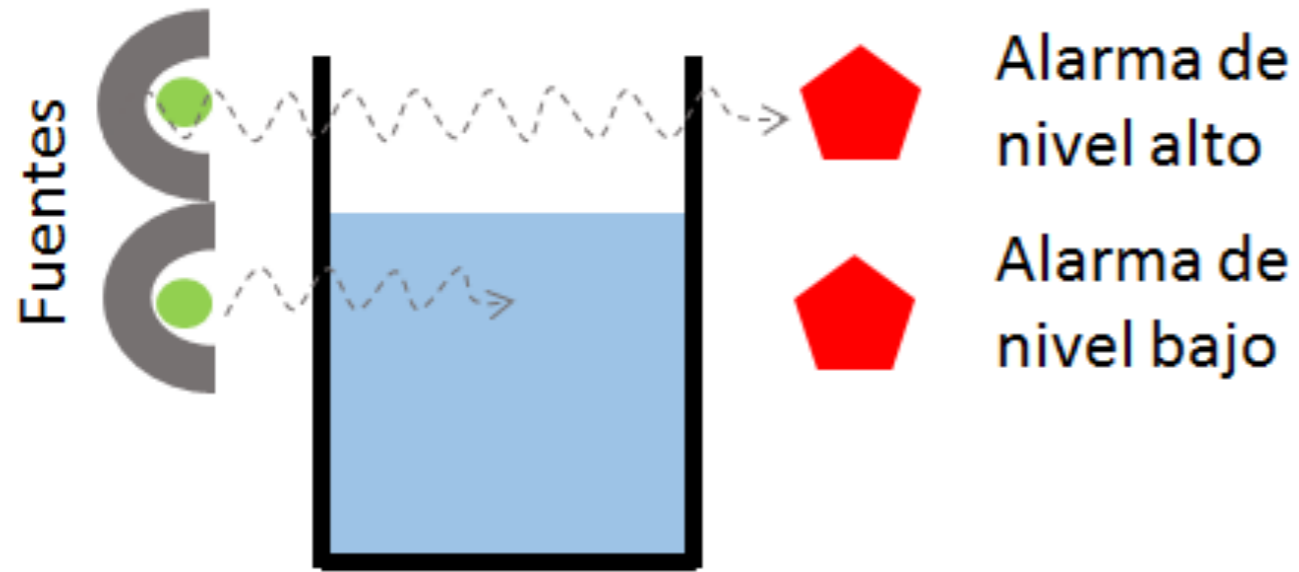
Se mide la intensidad y se usa para activar switches

Llenado de papas chips, bebidas en latas, aceite comestible, etc
Niveles en reactores de pinturas, líquidos corrosivos, a alta temperatura, etc.

En Uruguay: Planta Industrial de la Fábrica Nacional de Papel (Juan Lacaze) – control de nivel en el digestor de astillas (fuente de ^{60}Co de 50 mCi y detector Geiger-Müller), medida de gramaje y humedad del papel (por retrodispersión con una fuente β ^{90}Sr - ^{90}Y)

Determinación de niveles por transmisión - Ejemplo

Medida de un nivel puntual



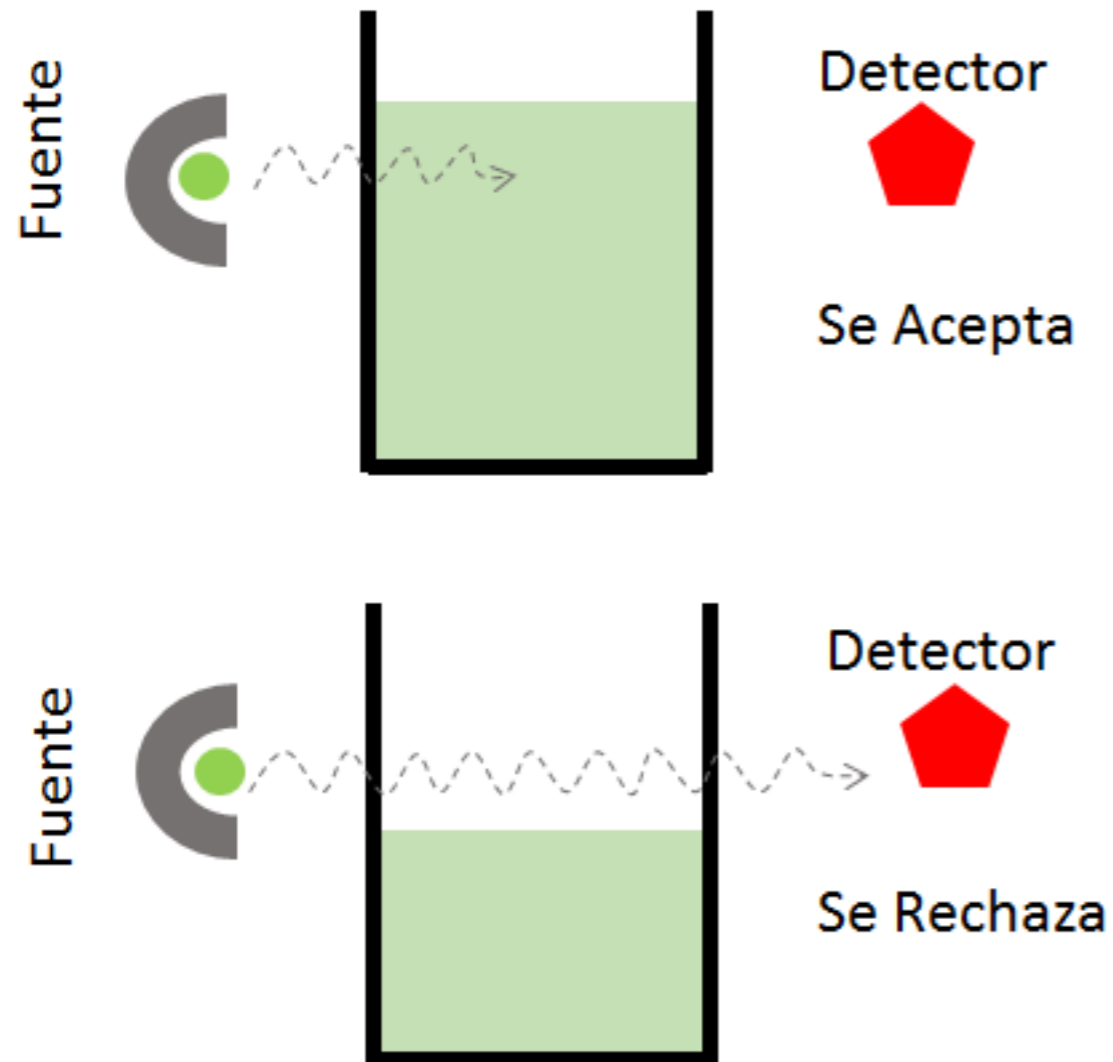
10 GBq ^{137}Cs





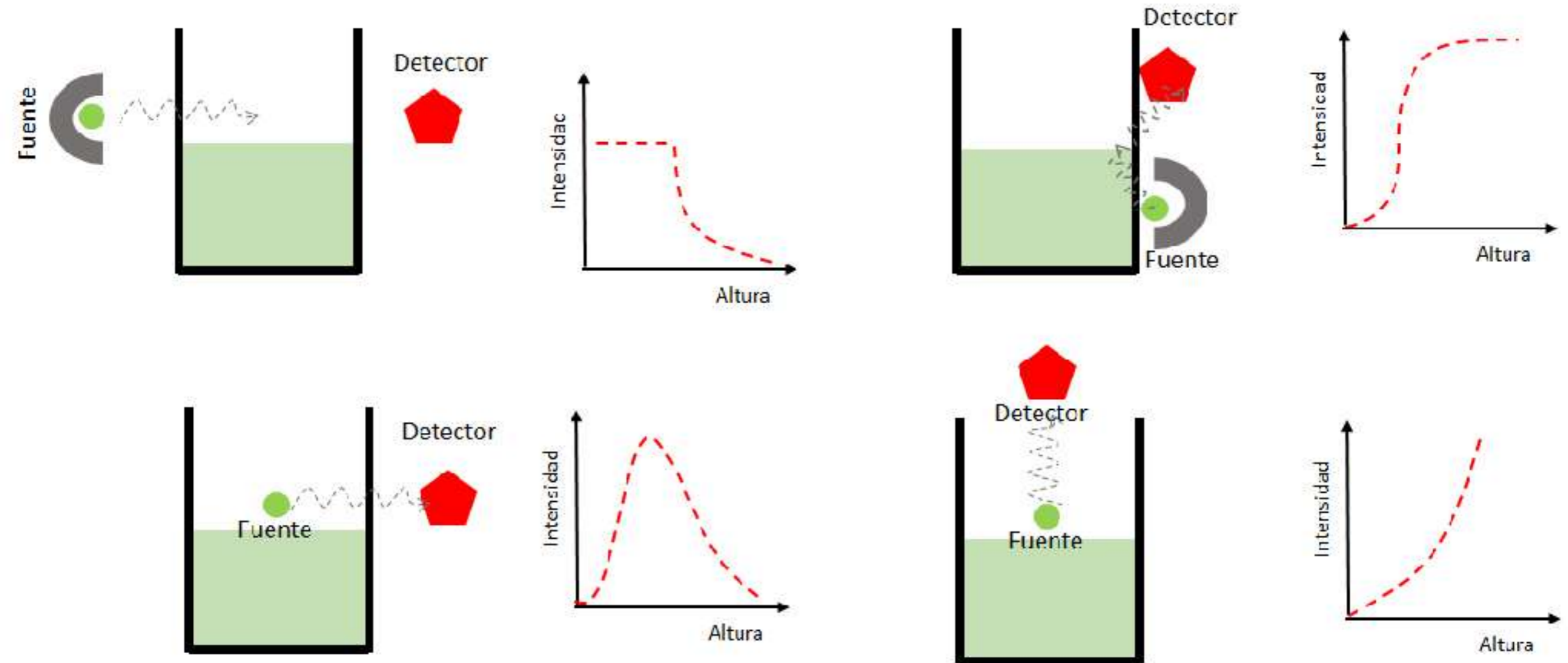
Medida de llenado de líquidos - transmisión

Latitas o botellas de líquidos





Existen diferentes montajes dependiendo lo que se desee medir y de las condiciones de medida



Solo discrimina entre nivel alto y bajo



Control y medidas de niveles



Medidor gamma de
llenado de botellas
portátil (líquidos y gases
licuados)

^{60}Co
 ^{137}Cs

7 - 20 MBq

¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de usar radionucleidos en estos controles?

Ventajas

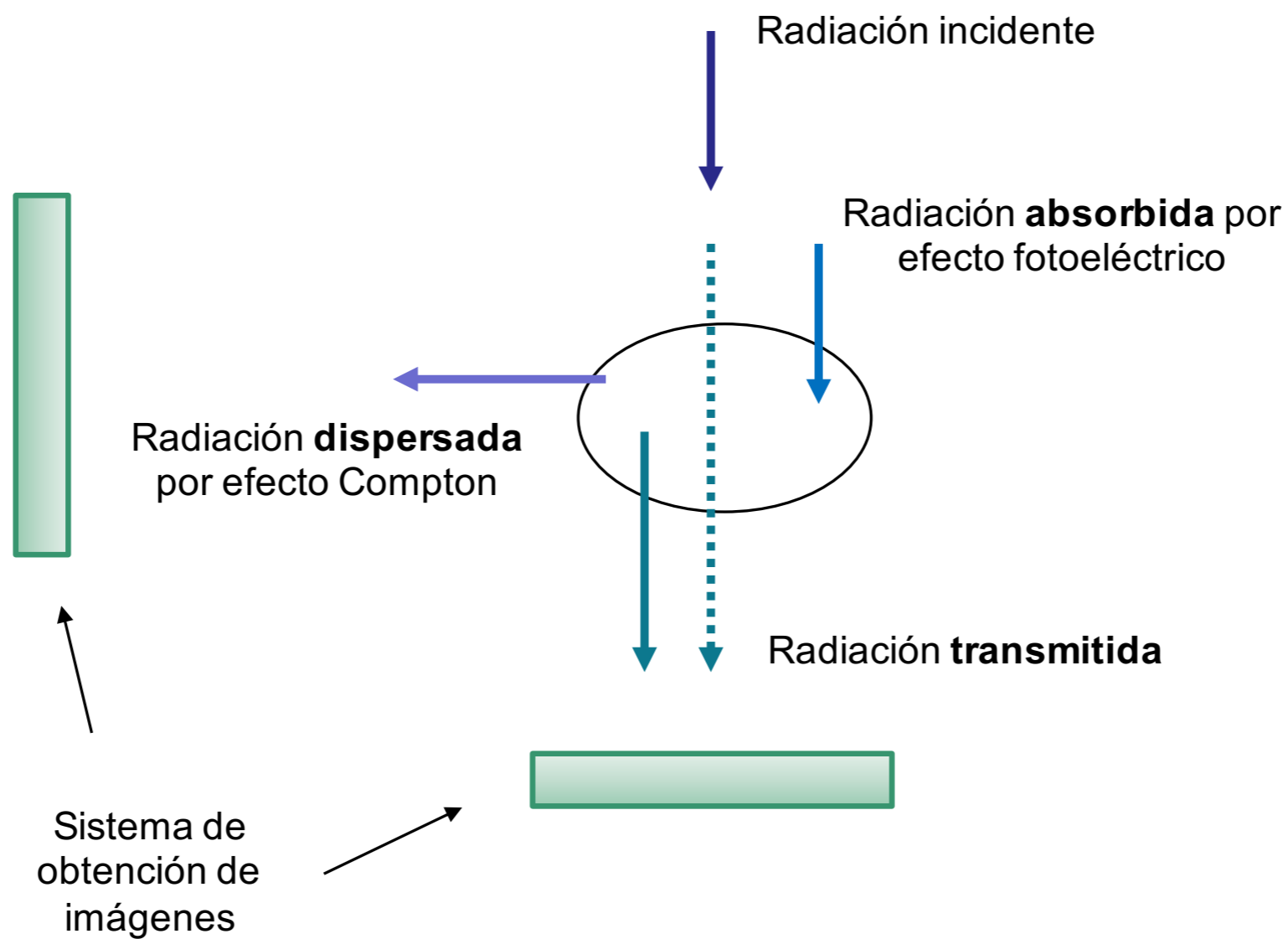
- No es destructivo
- Se puede usar en continuo y a alta velocidad
- No necesita sistemas de enfriamiento (si se usara radiación X sí se precisaría enfriamiento para el tubo)
- No hay contacto con lo que se está midiendo (líquidos corrosivos, líquidos a alta temperatura, etc.)

Desventajas

- Necesitan blindaje y seguridad laboral
- Funcionan siempre



Radiografía- Gammagrafía



Radiografía

Visores de equipajes





Gammagrafía

Es un método no destructivo que consiste en realizar una radiografía usando radiación gamma

¿Para qué se usa?

- Examen de soldaduras
- Control de corrosión y porosidad
- Presencia de cavidades y fisuras

¿Por qué usar radiación gamma y no X?

- Menor costo, peso y dimensiones
- Independencia de la corriente eléctrica
- Versatilidad
- No necesita enfriamiento

Ejemplos



Imagen de una válvula, se puede observar si ésta se encuentra abierta o cerrada



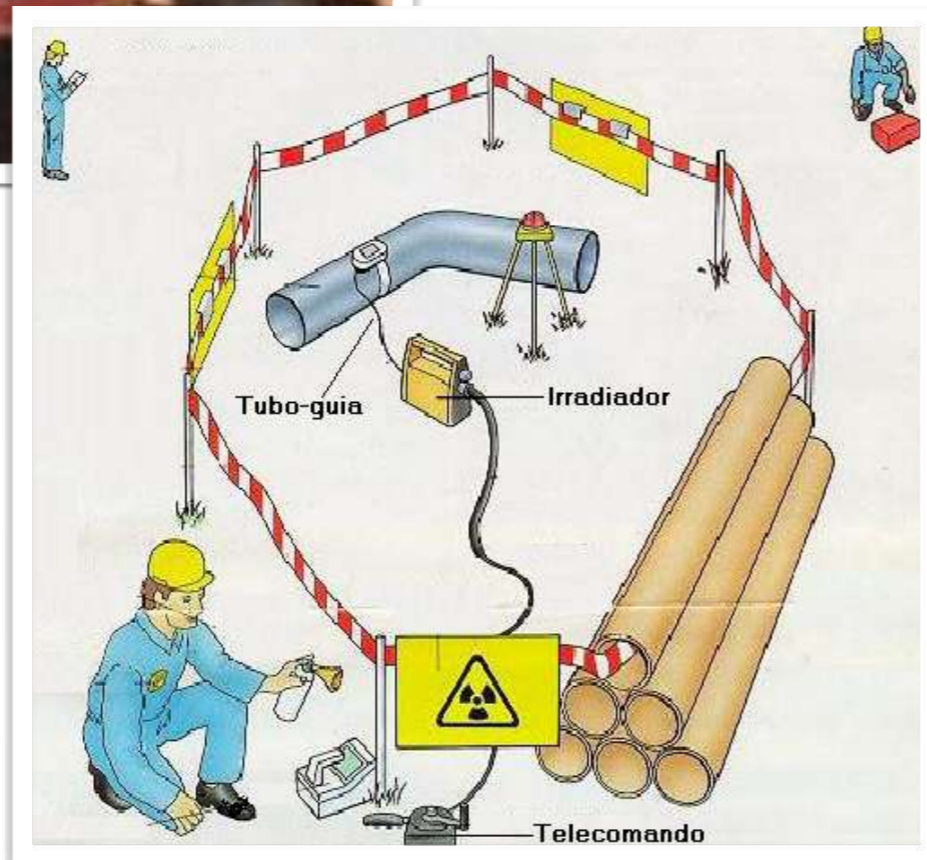
Soldaduras en un ala avión
Imagen realizada con ^{192}Ir

Control de cañerías

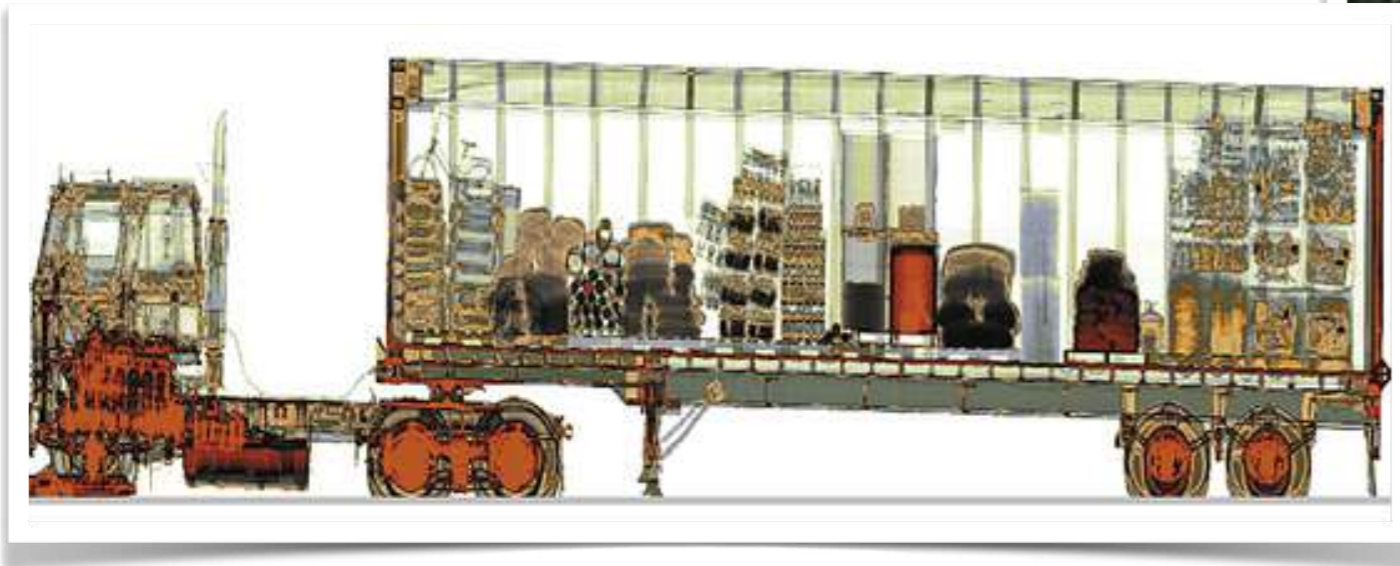


Utiliza una fuente de ^{137}Cs de 20 mCi y un tubo de rayos X

Puede inspeccionar 1 Km/día



Ejemplos

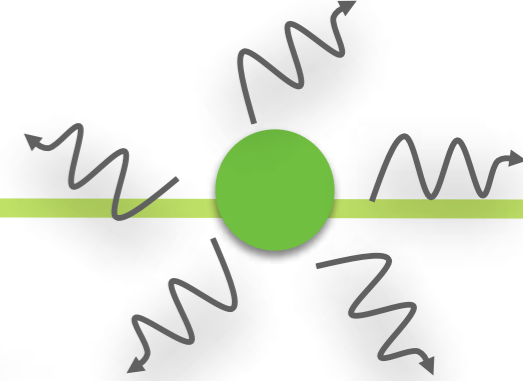


En Uruguay:

Gammagrafía – se utiliza en ANCAP que cuenta con un servicio especializado (inspección de calderas, de ductos de combustibles, etc.)



Acción de la radiación sobre la materia



Radiación



Material



Material modificado

Efectos

- Ionización
- Excitación
- Cambio molecular
- Inhibición o destrucción de microorganismos



Algunos ejemplos

- Mediante la **ionización** de moléculas podemos eliminar la **electricidad estática**
- **Modificación molecular en polímeros:**
Producción de polietileno reticulado para aislamiento de cables y alambres termorresistentes



Entrecruzamiento de polímeros- Usos

Vulcanización de planchas de goma (Firestone)



- Espuma de polietileno con entrecruzamiento por radiación.

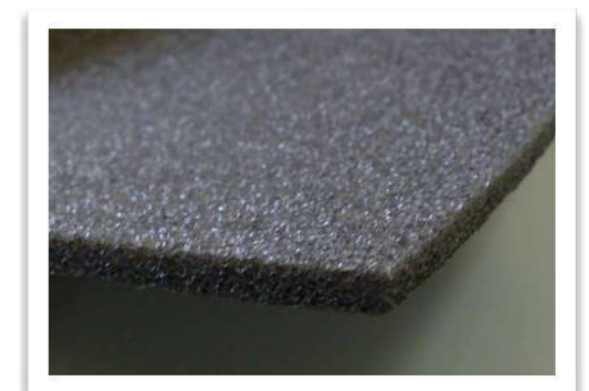
Obtención de producto con:

- Mayor temperatura de vida útil
- Superficie suave, poros cerrados y uniformes
- Buena resiliencia y recuperación



Usos:

- Cascos de ciclistas
- Juguetes
- Equipo de camping
- Colchonetas de goma

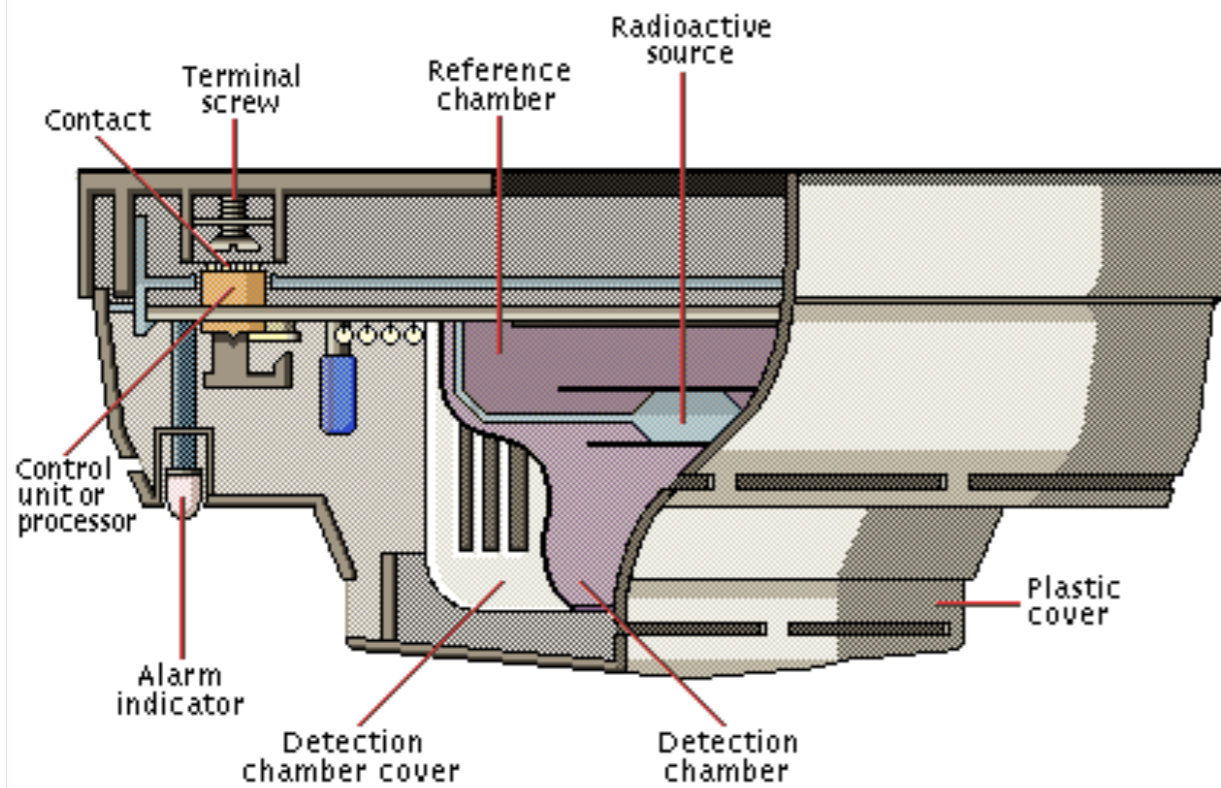




Dispositivos de ionización

- Eliminación de carga electrostática (industria textil y papelera)
- Detectores de humo
- Medidores de flujo de gases
- Detectores de iones (IMS)

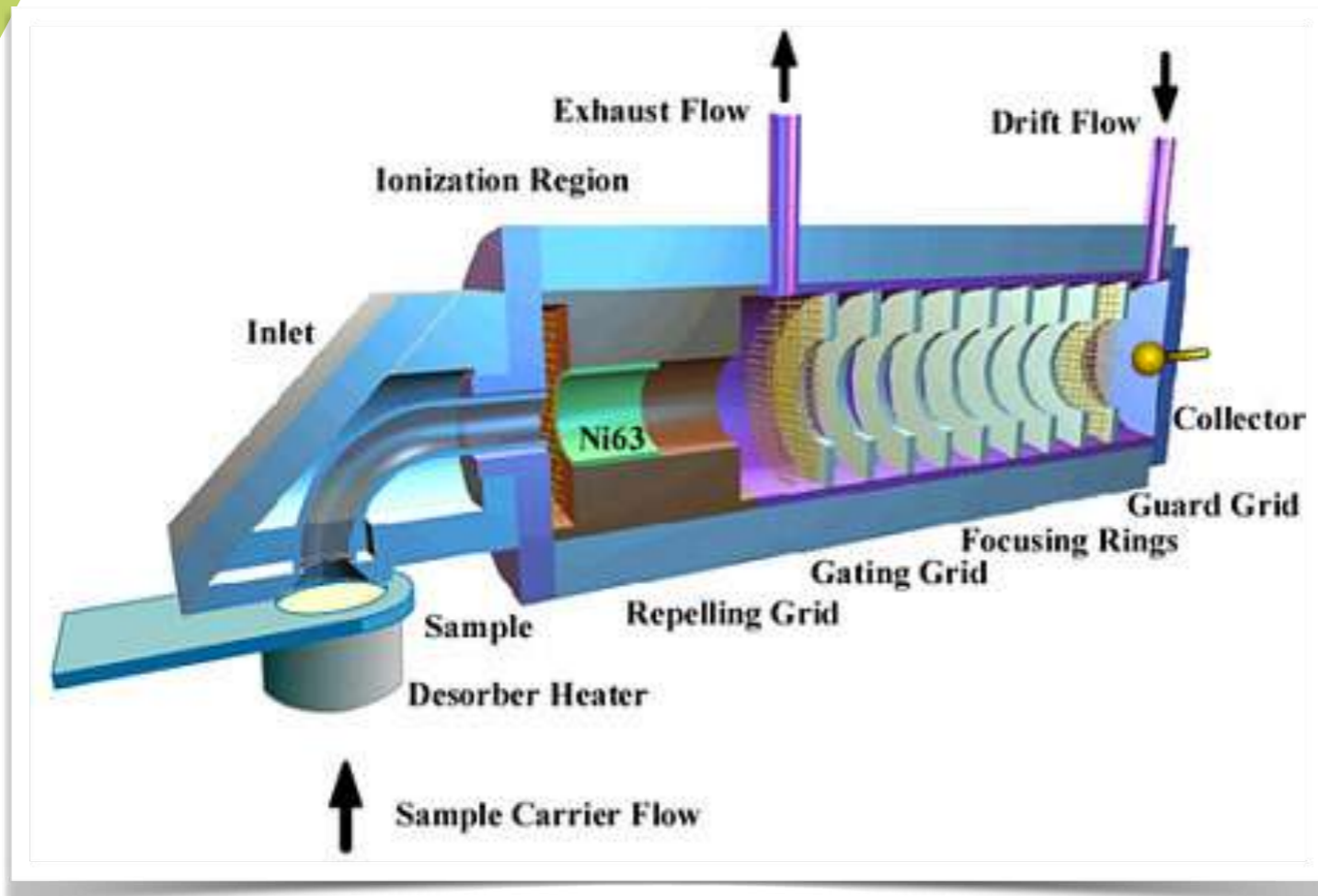
Detectores de humo



Está compuesto por una fuente de ^{241}Am y una cámara de ionización



Espectrometría de movilidad de iones



^{63}Ni emisor beta-

En Uruguay:

IMS en aeropuerto y Dirección Nacional de Policía Técnica



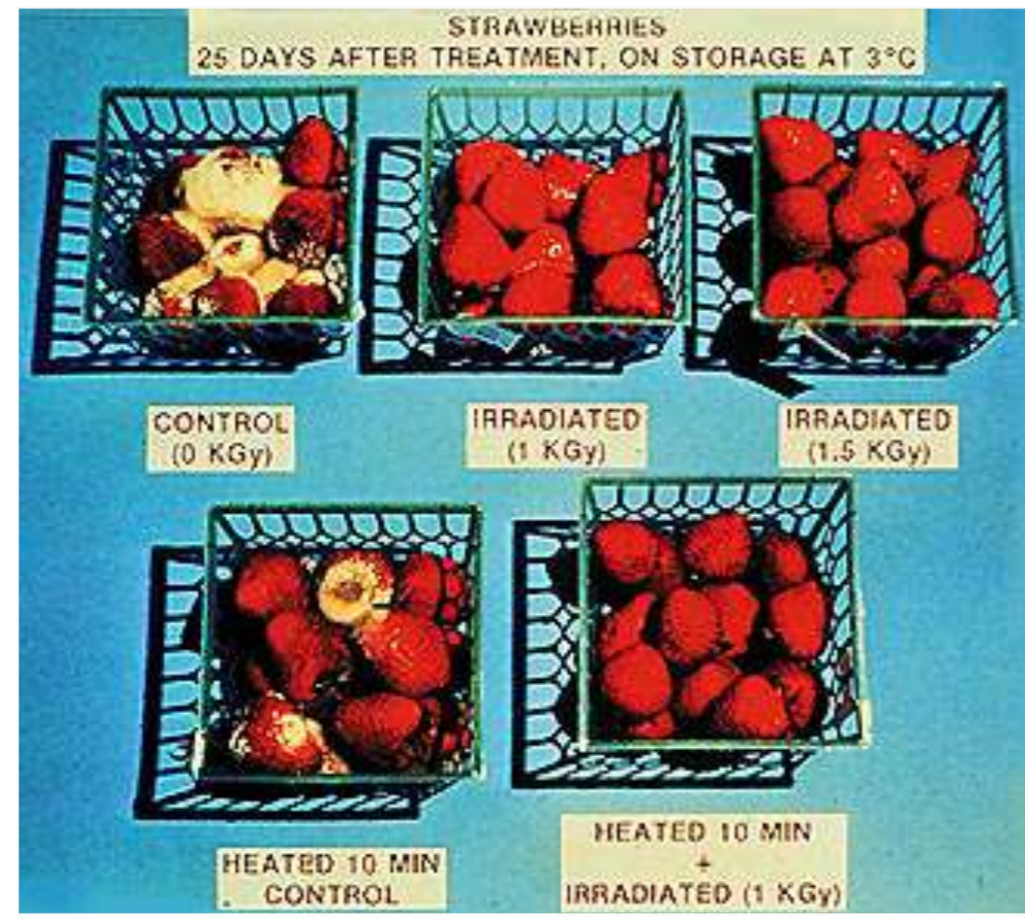
Inhibición o destrucción de microorganismos

- Irradiación de alimentos (especias, pescado fresco y desecado, carne, pollo, mariscos, naranjas, frutillas, peras, mangos, manzanas, papayas, hongos y queso)
- Esterilización de materiales de uso en medicina (tijeras, catéteres, jeringas, dispositivos intrauterinos, tejidos para injertos)
- Desinfección de lodos cloacales
- Tratamiento de desechos

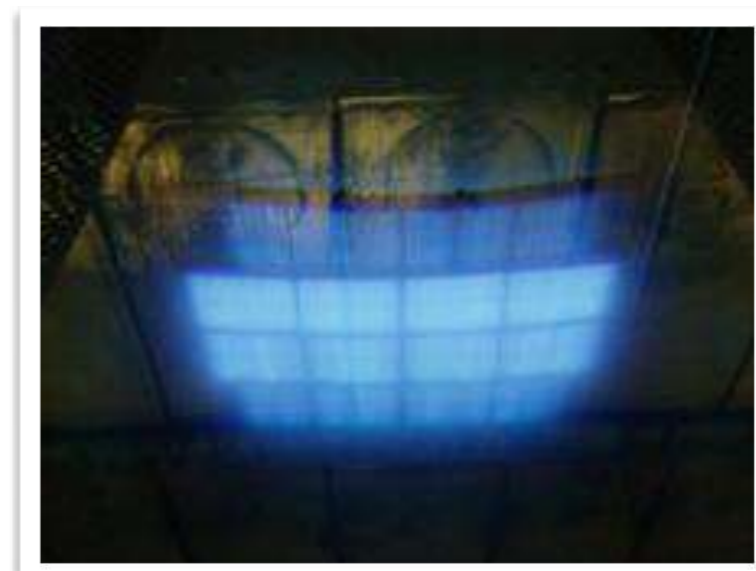
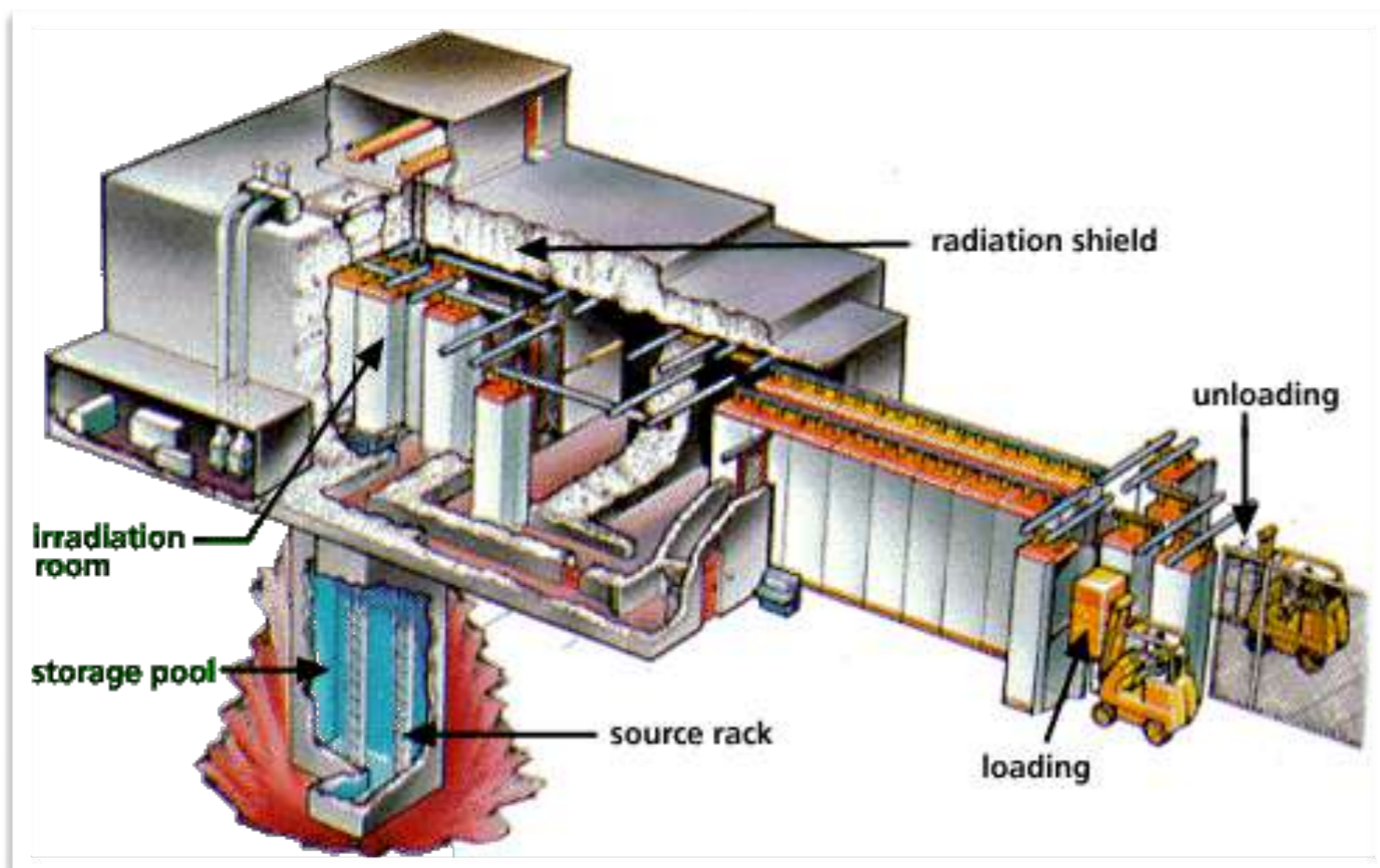


Inhibición o destrucción de microorganismos, reproducción celular y células





En Uruguay:
Desde el 2010 el LATU dispone de un
equipo experimental de irradiación con
rayos Gamma





En Uruguay:

Desde el 2010 el LATU dispone de un equipo de irradiación experimental de rayos Gamma



Irradiación a dosis bajas

Hasta 1 KGy

Inhibición de brotes; retardo de la maduración; desinfectación de insectos, inactivación de parásitos

Irradiación a dosis medias

1 a 10 KGy

Reducción del número de microorganismos que deterioran los alimentos, reducción del número o eliminación de patógenos “no formadores” de esporas

Irradiación a dosis altas

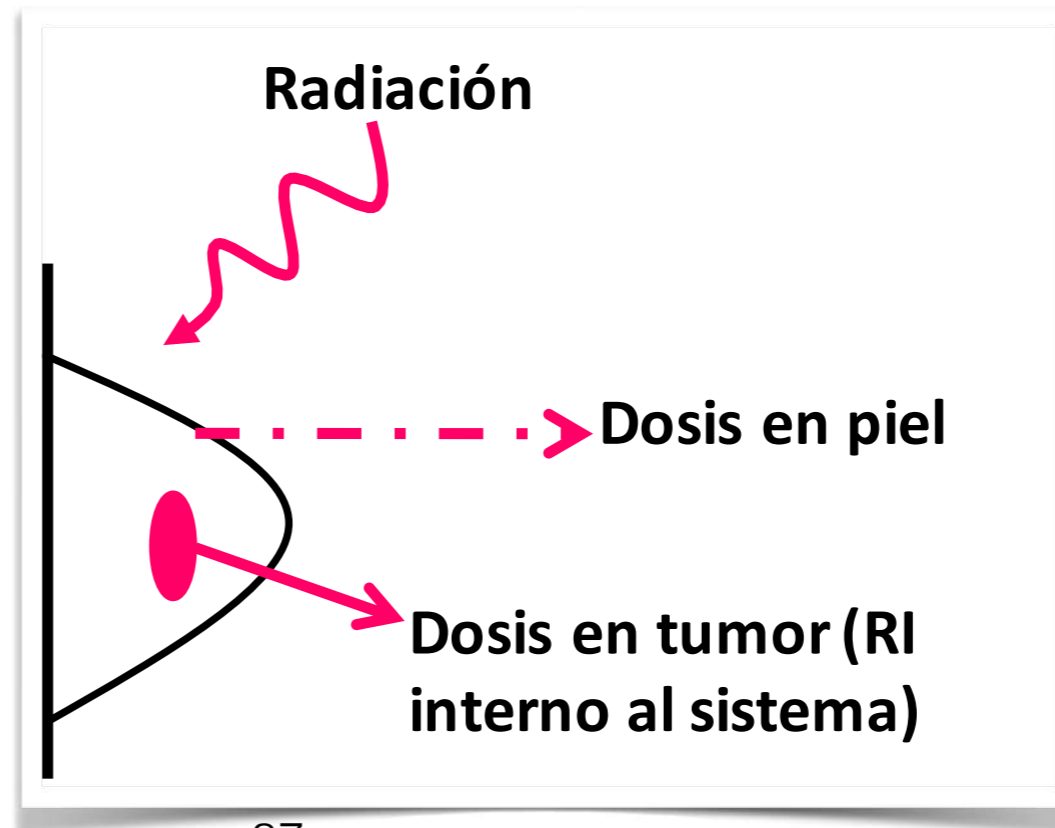
Arriba de 10 KGy

Esterilización



Inhibición de reproducción celular y células

- Inhibición de brote de alimentos (papas, cebollas, ajos)
- Radioterapia, gammaterapia, braquiterapia e irradiación con partículas de ciclotrón en terapia humana





- Esterilización de insectos (mosca tse-tse, insectos en alimentos)



La mosca tse-tse produce la **enfermedad del sueño** (tripanosomiasis).

Se ha llevado a cabo en el sur de Etiopía.
Enfermedad del ganado y los humanos.

Se irradiaron con radiación **gamma** moscas **macho** para que fueran estériles.
Se **liberan** moscas a razón de 100 moscas estériles por km², en un **área** de 25.000 km² que se considera de potencial desarrollo para la **agricultura**.
Comenzó en 1997/1998. Ha sido capaz de **erradicar** la mosca tse-tse en un **90%**.





**En Uruguay:
Bichera**

Mosca de la bichera: 2007
Prueba piloto



Miasis cutánea causada por el Gusano Barrenador del Ganado.
Enfermedad parasitaria que afecta a los animales de sangre caliente.

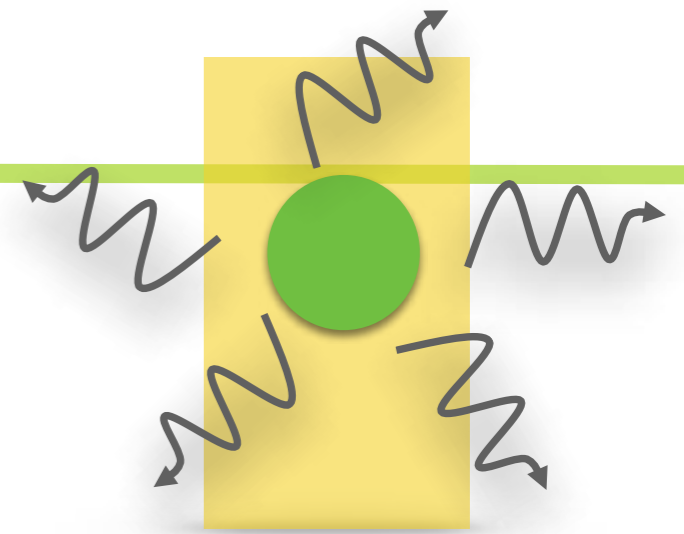
Se estableció, en la zona de frontera Uruguay – Brasil, un área de 100 Km. De largo y 60 Km. de ancho, (30 Km. Dentro de cada país), que tiene como centro las ciudades de Artigas y Quaraí.

Se liberaron moscas estériles producidas en México 2 veces por semana durante 15 semanas.

Se logró una esterilidad del 25% en al semana 11 (al comienzo había 1,5% de esterilidad), se concluye que se podría realizar una campaña de control y erradicación a nivel regional.



Radionucleido dentro del sistema



Características:

- Fácilmente medibles, equipos sencillos y relativamente económicos
- Muy alta sensibilidad (se pueden detectar masas menores a 10^{-14} g)
- Se utilizan en pequeñas cantidades (menor perturbación del sistema)
- Generalmente se necesitan mayores condiciones de seguridad para su utilización



¿Qué características debe tener el radionucleido?

- Tiempo de duración de la experiencia (condiciona el $t_{1/2}$ del radioisótopo a utilizar)
- Metodología y condiciones de medida (emisor α , β ó γ)
- Riesgo de ingestión (en caso que se utilicen fuentes abiertas, radioisótopo eliminable rápidamente por el organismo)
- Costo y disponibilidad del radioisótopo



Aplicaciones

- Estudio de los **fenómenos de transporte** de los fluidos
- Medidas de **caudales de cañerías y sistemas abiertos** (método de los dos picos: tiempo de pasaje del trazador entre dos puntos de una cañería)
- **Detección de fugas y obstrucciones** en cañerías
- Estudios sobre **ventilación** (se utiliza en minas, vagones de ferrocarril, criaderos de pollos, etc. Geiger-Müller + ^{85}Kr)



- Medidas de volúmenes y masas (dilución isotópica)
- Determinación de tiempos de mezclado (vitaminas en harina, negro carbón en caucho)
- Determinación de tiempos de residencia y estudios fluidodinámicos en reactores químicos
- Estudios de transferencia de masa (difusión, humidificación, absorción de gases, secado, cristalización, etc.)
- Estudios de corrientes de ríos y arroyos y de sedimentación (seguimiento de los vertidos industriales)

Referencias

- Repartido “Interacción de la Radiación con la Materia”, Ivana Aguiar, Curso de Radioquímica, Facultad de Química, UdelaR
- “Interaction of radiation with matter”, <http://www.teseconline.org/TechHaz-site%2008/Radiation-interaction.pdf>
- “Aplicaciones II”, Laura Fornaro, María Eugenia Pérez, Curso de Radioquímica, Facultad de Química, UdelaR
- “Radiotrazadores desde el sistema”, Eduardo Savio, Curso de Química Nuclear, Facultad de Química, UdelaR