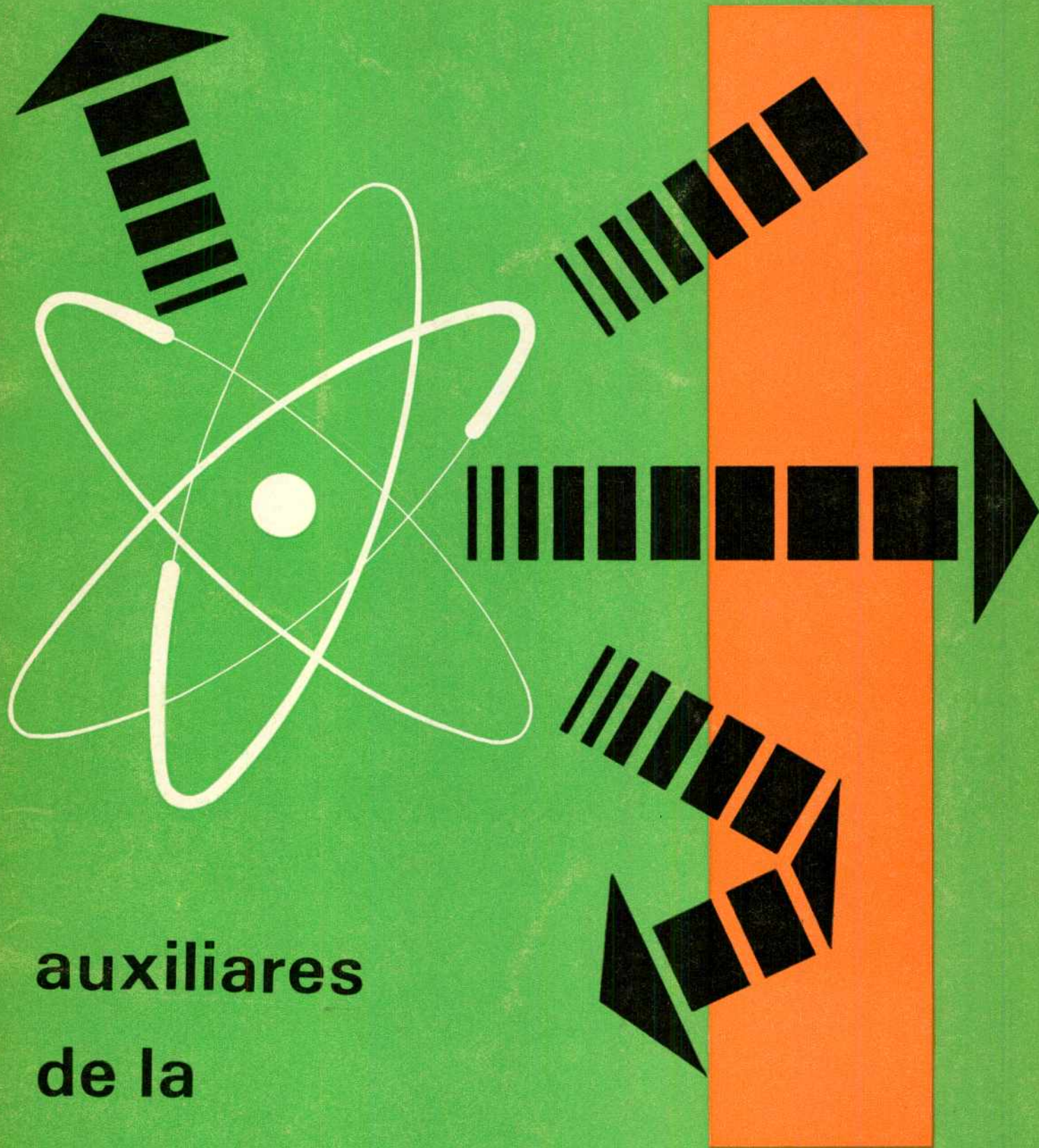




auxiliares de la industria

PROLOGO

Los radioisótopos usados como fuentes selladas o como trazadores están aportando soluciones modernas, efectivas y económicas a viejos problemas de la ingeniería y la industria, relativos al estudio y control de procesos, y al mejoramiento de la calidad de los artículos manufacturados.

Utilizados también como fuentes intensas de radiación, han dado lugar al nacimiento de nuevos productos y procesos industriales.

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha trabajado activamente desde un principio, en el desarrollo y promoción de las aplicaciones de radioisótopos en la ingeniería e industria argentinas, contribuyendo de esta manera al progreso tecnológico del país.

Hoy, en gran parte como resultado de ese esfuerzo, nuestra industria produce y utiliza equipos y técnicas nucleares, beneficiando en forma directa e indirecta a importantes sectores de la comunidad y la economía nacional.

APLICACION DE RADIOISOTOPOS

en INGENIERIA e INDUSTRIA

UN MINUTO SOBRE RADIOISOTOPOS Y RADIATIVIDAD

Los elementos de la naturaleza se diferencian entre si por sus átomos.

Hay átomos de hierro, de plomo, de oxígeno, de azufre, etc.

Sin embargo, dentro de un mismo elemento, podemos distinguir también entre átomos estables y átomos inestables.

Entre los átomos de cada uno de estos grupos es posible, de acuerdo con el elemento en consideración, encontrar todavía algunas otras diferencias y subdividirlos entonces en especies de átomos con iguales características.

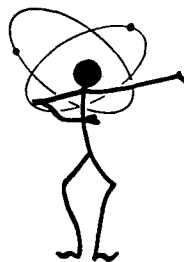
Cada una de estas especies atómicas configura *un isótopo* del elemento.

Si los átomos de la especie son estables, pertenecerán a un *isótopo estable*.

En forma análoga, si los átomos son inestables, pertenecerán a un *isótopo inestable* o *radiactivo* del elemento, el cual se denomina también *radioisótopo* o *radioelemento*.

Los átomos inestables tienen una interesante propiedad: de pronto, espontáneamente, sin mediar causa externa alguna, emiten radiación desde sus núcleos, en la forma de rayos (radiación electromagnética) o de diminutas partículas invisibles.

A este proceso, que es característico de los radioisótopos, se lo denomina *radiactividad*.



SOY UN ATOMO
DE HIERRO



...Y YO DE PLOMO!

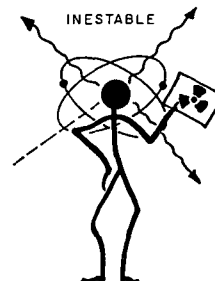
Elementos.

ESTABLE



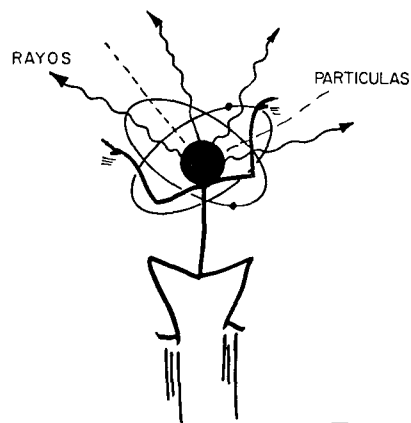
SOY UN ATOMO
DE HIERRO

INESTABLE



YO TAMBIEN PERO...
¡RADIATIVO!

Atomos del mismo elemento.



Radiactividad.

PRODUCCION DE RADIOISOTOPOS

Si bien en la naturaleza podemos encontrar elementos con átomos inestables (los hay en la tierra, el agua, el aire, e incluso dentro de nuestros propios cuerpos), la forma más práctica y económica para obtener cantidad y variedad de radioisótopos, consiste en producirlos artificialmente.

Esto se consigue irradiando los elementos naturales en un *reactor nuclear*, durante períodos de tiempo que varían de minutos a meses, según los casos.

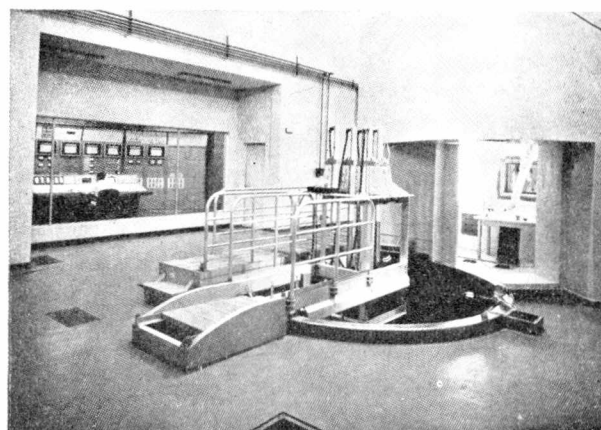
En el reactor, gran parte de los átomos originariamente estables, se transforman en átomos inestables de isótopos radiactivos.

En este proceso, cada elemento dará lugar a la producción de determinados radioisótopos.

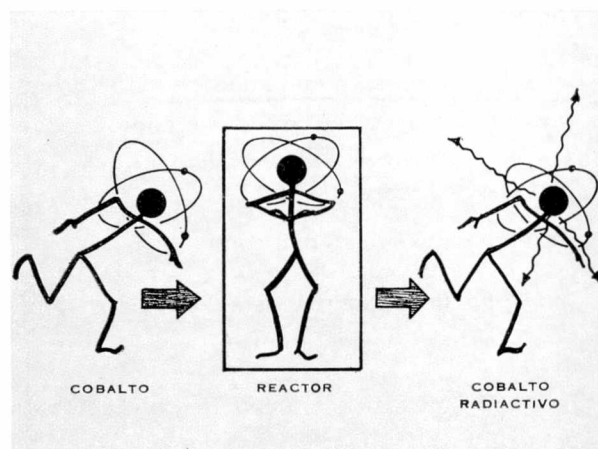
Los isótopos estables vienen a ser así, la materia prima abundante para la producción de radioisótopos.

Una vez obtenida suficiente radiactividad en el material irradiado, se lo retira del reactor y, si es necesario, se lo procesa y prepara para su uso posterior.

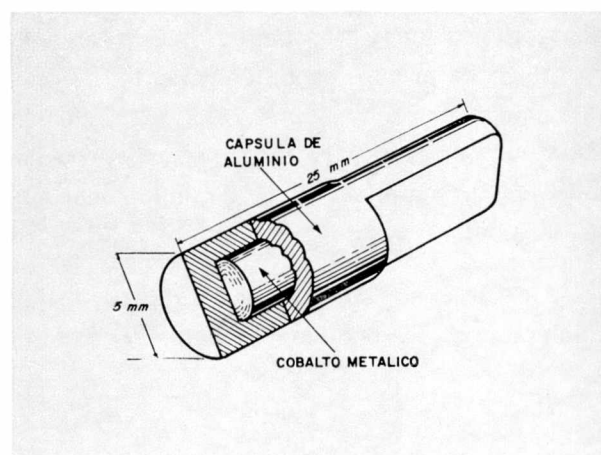
Por ejemplo, para las aplicaciones industriales, se suele colocar el material radiactivo en una pequeña cápsula hermética, generalmente metálica. El encapsulado tiene por objeto evitar pérdidas de material activo que podrían causar contaminación, ya sea por contacto directo o por dispersión en el ambiente de trabajo. Al material radiactivo así acondicionado, se lo denomina *fente sellada*, o *fente radiactiva*.



Reactor nuclear argentino RA-3.



Producción de radioisótopos.



Fuente sellada de Cobalto-60.

CUANDO LA RADIACION INCIDE EN LOS OBJETOS...

El nombre de "fuente radiactiva" está justificado porque los radioisótopos son, en realidad, fuentes de energía radiante.

Esta energía es emitida en forma de radiación, que si bien invisible, en muchas de sus propiedades se asemeja a la radiación luminosa que vemos salir de las lámparas.

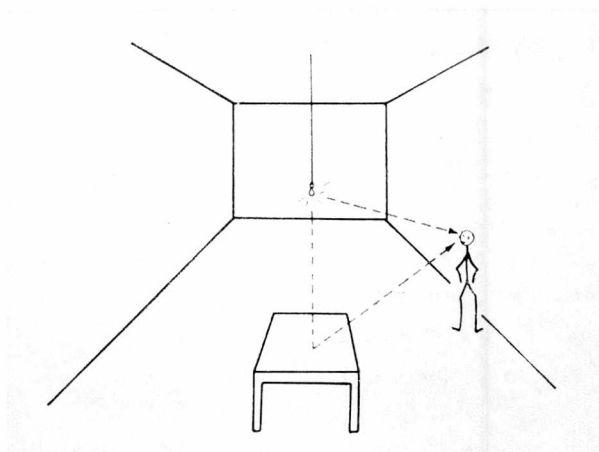
Así, el filamento incandescente de una lámpara, emite luz e ilumina los objetos próximos.

Los rayos de luz que llegan a nuestros ojos directamente del foco, o por reflexión en los objetos circundantes, nos permiten conocer a distancia:

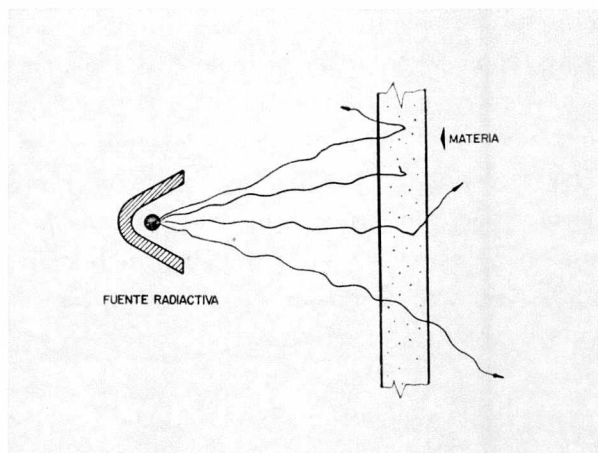
- la presencia del foco luminoso;
- el color y la forma de los objetos;
- las distancias relativas entre nosotros, el foco y los objetos.

En este proceso los ojos desempeñan el papel de detectores de radiación luminosa. Por su parte, el cerebro del observador, actúa como instrumento que recibe y analiza la radiación detectada por los ojos.

A diferencia de la luz —que excepto en los casos de cuerpos transparentes sólo llega a la superficie de los objetos— la radiación nuclear penetra dentro de la materia. Allí una parte de la radiación puede quedar absorbida, otra parte puede traspasar el material, y el resto rebotar en su interior y emerger después en diferentes direcciones. Como la radiación nuclear es invisible, para observarla se requieren detectores especiales.



Radiación luminosa.



Radiación nuclear.



Detector de radiaciones nucleares.

LA RADIACION ABSORBIDA POR LA MATERIA

Los detectores de radiación nuclear funcionan absorbiendo parte de la radiación que llega a ellos y transformando su energía en una señal eléctrica de pequeña magnitud.

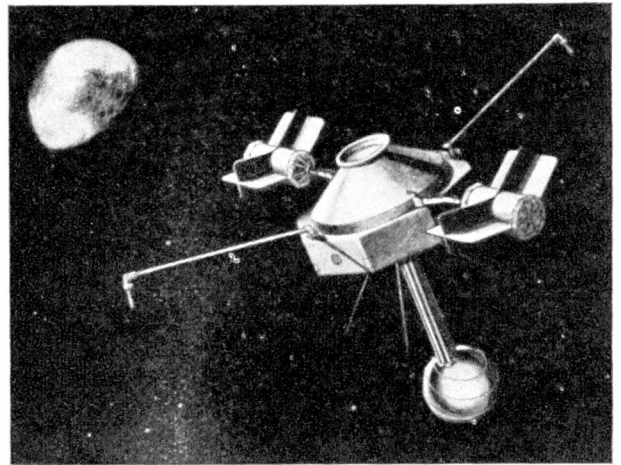
Esta señal es conducida a un dispositivo electrónico que permite analizarla y medir su intensidad en un instrumento de lectura.

Por otra parte, absorbiendo y transformando con medios adecuados la energía de una carga de material radiactivo, se puede proveer durante varios años la potencia necesaria ya sea para el funcionamiento de instrumentos electrónicos instalados en lugares remotos (estaciones espaciales, satélites artificiales, estaciones meteorológicas, etc.) o para el encendido de lámparas en boyas, o bien para hacer luminosas ciertas pinturas como las utilizadas en las esferas de relojes y señales.

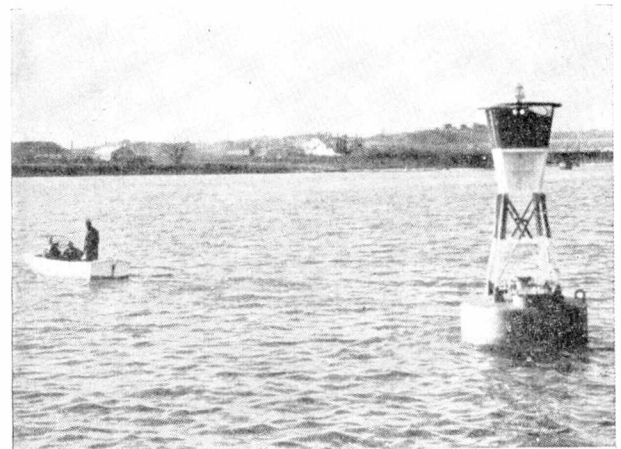
La radiación nuclear absorbida, induce o provoca reacciones químicas que pueden mejorar las propiedades de los materiales irradiados, o dar lugar a nuevos productos.

Tal es el caso de ciertos plásticos que sometidos a irradiación, aumentan su resistencia a la temperatura resultando aptos para nuevos usos, o el de la obtención de verdaderos compuestos de plástico y madera, de excelentes características estructurales y decorativas.

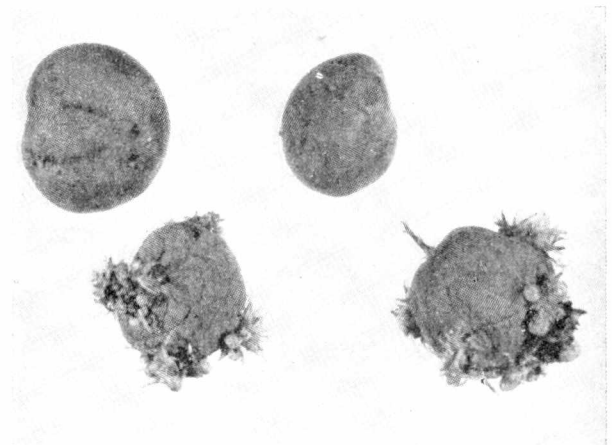
Cabe mencionar por último, la esterilización de material médico y la preservación de alimentos, por irradiación.



Ciertos satélites artificiales tienen generadores radioisotópicos para el funcionamiento de sus instrumentos



Boya de luz intermitente alimentada por un generador radioisotópico.



Papas pre-irradiadas (arriba) y papas no irradiadas (abajo), con igual tiempo de almacenamiento.

LA RADIACION QUE ATRAVIESA LOS MATERIALES

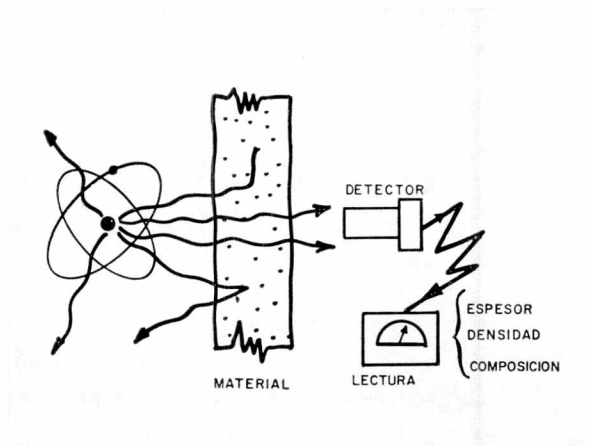
La radiación que traspasa un objeto y la que rebota en distintas direcciones desde su interior, nos dan la posibilidad de conocer como es un material por dentro, sin necesidad de destruirlo y ni siquiera de tocarlo.

La medición sin contacto es importante tratándose de materiales pastosos, corrosivos o abrasivos, particularmente si estos se mueven a gran velocidad.

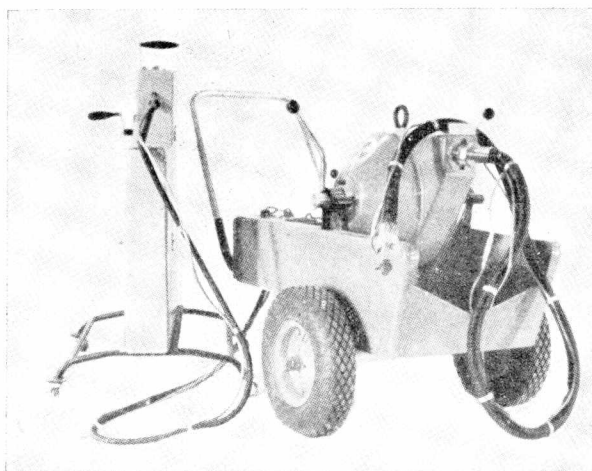
En los equipos nucleares, el radioisótopo se usa en la forma de fuente sellada. Como estas fuentes no requieren suministro externo de energía, en muchos casos los equipos resultan portátiles, aptos para el trabajo en campaña.

Con estas ventajas operan:

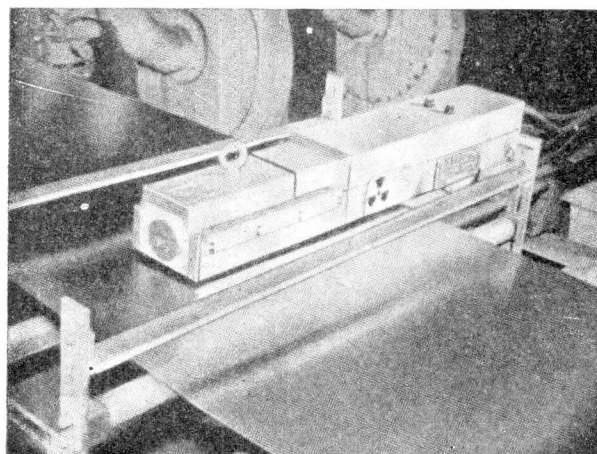
- los *equipos de radiografía industrial (o de gammagrafía)* para detectar fallas en soldaduras o piezas fundidas. Dadas las pequeñas dimensiones de la fuente radiactiva, resultan especialmente útiles para radiografía de piezas en lugares de difícil acceso;
- los *medidores nucleares de espesor*, utilizados en la manufactura de láminas de metales, papel, goma y plásticos;
- las *sondas para medir la densidad y humedad del terreno* en la construcción de caminos y fundaciones;
- los *registradores automáticos del espesor de nieve* acumulada en lugares remotos;
- los *analizadores de composición química* de minerales, aleaciones y otros compuestos;
- los *medidores de nivel* en tanques y depósitos, etc., etc.



Mediciones con radioisótopos.



Equipo de gammagrafía.



Medidor de espesor.

LOS RADIOISÓTOPOS COMO TRAZADORES

Los radioisótopos tienen también la ventaja de indicar su presencia a la distancia, aún a través de materiales densos.

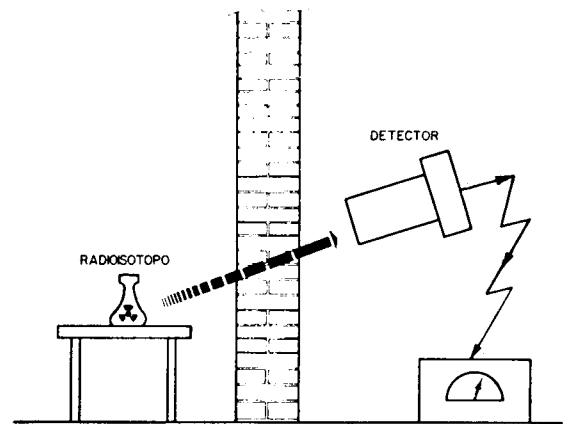
Esta propiedad, sumada al hecho de que los radioisótopos de un elemento se comportan químicamente igual que los isótopos estables del mismo elemento, les confiere múltiples aplicaciones en el estudio de procesos industriales, y en la solución (muchas veces única), de problemas de ingeniería.

Supongamos, por ejemplo, que en una cañería subterránea por la que circula un líquido, se ha producido una rotura que da lugar a una pérdida del fluido.

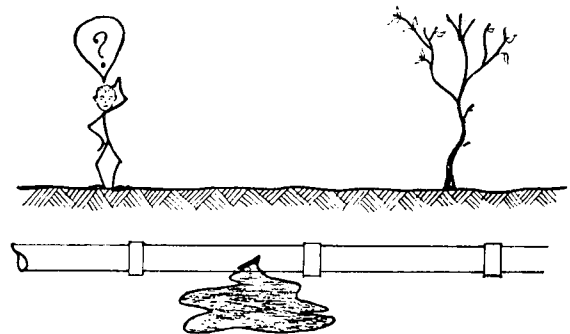
El problema consiste en localizar el sitio exacto de la falla, sin necesidad de romper el piso en exploraciones que pueden muy bien resultar infructuosas.

Con radioisótopos la solución es inmediata:

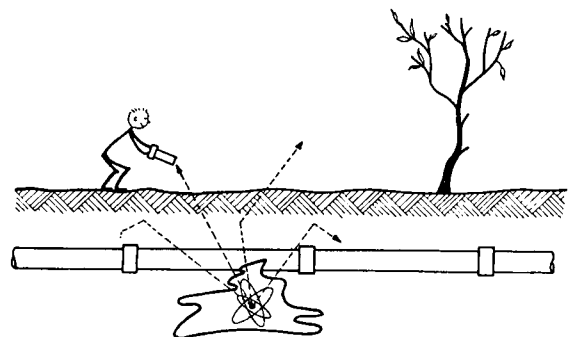
- 1) por un acceso exterior inyectamos en la tubería una solución de material radiactivo;
- 2) el líquido radiactivo fluirá por la rotura impregnando el terreno adyacente a la misma;
- 3) al cabo de un tiempo prudencial para permitir la acumulación de suficiente cantidad de solución radiactiva en la zona de la pérdida, vaciamos de líquido la tubería;
- 4) desde la superficie, y con un detector de radiaciones apropiado, seguimos el recorrido de la cañería subterránea;
- 5) el sitio de la rotura quedará exactamente localizado al detectarse el material radiactivo acumulado en la pérdida.



Indicación de presencia.



Pérdidas en tuberías.



Localización de pérdidas.

En otro campo de la ingeniería, la fijación de un radioisótopo a la arena del mar o a los sedimentos de un río, permite seguir luego el desplazamiento de las partículas radiactivas en el fondo marino o lecho fluvial, utilizando para ello un detector sumergido. Esta información es de gran valor para el cálculo y proyecto de canales y otras obras portuarias.

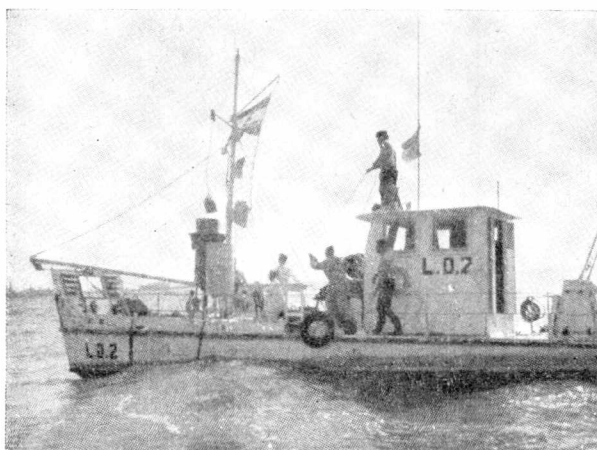
En estas aplicaciones, a diferencia de lo que acontece con las fuentes selladas de los equipos nucleares, se busca la dispersión del radioisótopo, o del producto "marcado", en el material sometido a estudio.

Si el trazador radiactivo evoluciona en un proceso industrial, la detección de sus radiaciones directamente a través de las paredes de las tuberías y tanques de la instalación, permitirá conocer la dinámica y rendimiento de las distintas etapas del proceso, en las condiciones reales de operación. Se pueden medir así:

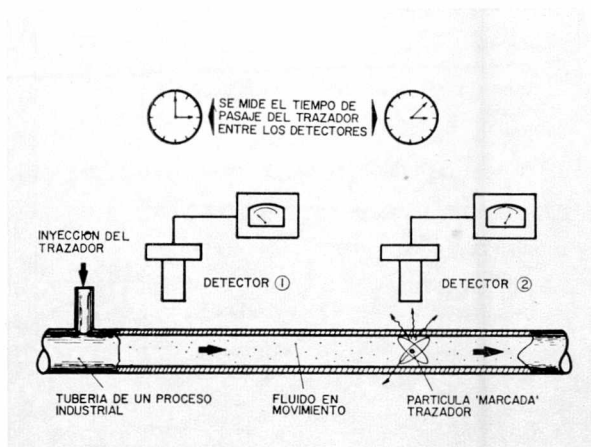
- la velocidad de circulación de fluidos (caudales);
- tiempo y eficiencia de mezclado;
- tiempo de permanencia de productos en tanques y reactores.

Dentro de las técnicas de trazadores cabe incluir el análisis de elementos, efectuado mediante la activación de sus átomos estables. Dado que cada radioisótopo emite radiación nuclear de características propias, es fácil identificarlos con un detector, y medir su concentración en la muestra.

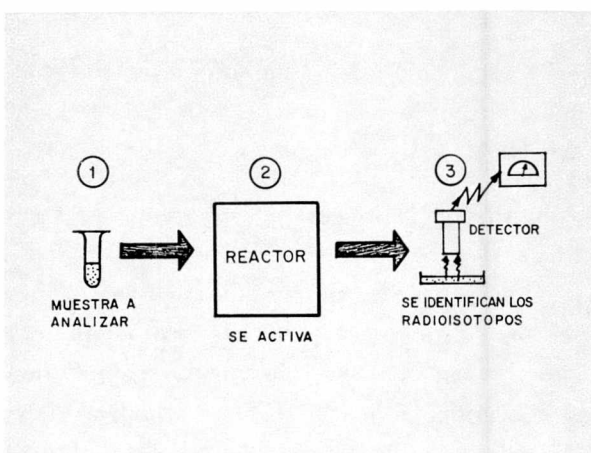
Otras aplicaciones de trazadores son: estudios de contaminación, corrosión y desgaste, análisis de la eficiencia de lubricantes, estudios hidrológicos, etc.



Inmersión de sedimentos marcados en el Río de la Plata.



Medida de la velocidad de circulación de fluidos.



Análisis por activación.

LOS RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA ARGENTINA

Quizás el lector se sorprenda al saber que aquí, en nuestro país, muchos artículos de uso o consumo cotidiano tales como cierto tipo de papeles, chapas y flejes metálicos, algunas telas plásticas y parte de la nafta y otros combustibles, han sido, en alguna de sus etapas de elaboración, controlados por medio de radioisótopos, con notorias ventajas en la economía de procesamiento y mejoras en la calidad de los productos obtenidos.

En la Tabla siguiente se enumeran las técnicas radioisotópicas utilizadas en la ingeniería e industria argentinas, y se hace una comparación de su desarrollo entre los años 1962 y 1969.

Aplicación	Datos acumulativos					
	Usuarios		Equipos		Inversiones en equipos (US\$) ^a	
	1962	1969	1962	1969	1962	1969
Medición de espesor	9	18	11	32	61.500	188.500
Medición de nivel	1	6	1	13	4.500	20.000
Medición de humedad y densidad	—	6	—	10	—	34.700
Perfilaje de pozos	4	6	15	20	b	b
Radiografía industrial	15	26	27	46	42.500	73.600
Trazadores y análisis por activación	6	20	2	6	2.000	7.000 ^c
Ionización y compuestos luminiscentes	1	5	—	1	b	b
TOTALES	36	87	56	128	110.500	323.800
AUMENTO RESPECTO 1962 (%)	141,7		128,6		193	

^a Inversiones estimadas.

^b No se dispuso de datos para las estimaciones.

^c Sólo se incluyen equipos para usos específicos en campaña o en procesos.

SERVICIOS QUE PRESTA LA COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

La producción de radioisótopos y el estudio, desarrollo y promoción de sus diferentes aplicaciones en la medicina, el agro y la industria, se cuentan entre las actividades específicas de la CNEA.

Junto con la investigación de nuevas técnicas radioisotópicas, y la prestación a requerimiento de terceros, de servicios especializados en la materia (trazadores, análisis por activación, irradiación, protección radiológica, etc.), la CNEA dicta periódicamente varios cursos de aplicación de radioisótopos para profesionales y técnicos interesados en el tema. Las personas que deseen obtener información complementaria y/o proponer el estudio de problemas específicos vinculados con el uso industrial de los radioisótopos, serán cordialmente atendidas por la División Aplicaciones, Depto. de Radioisótopos, Gerencia de Energía de la CNEA, Avda. del Libertador 8250, Capital, T. E. 70-7711, interno 46.

