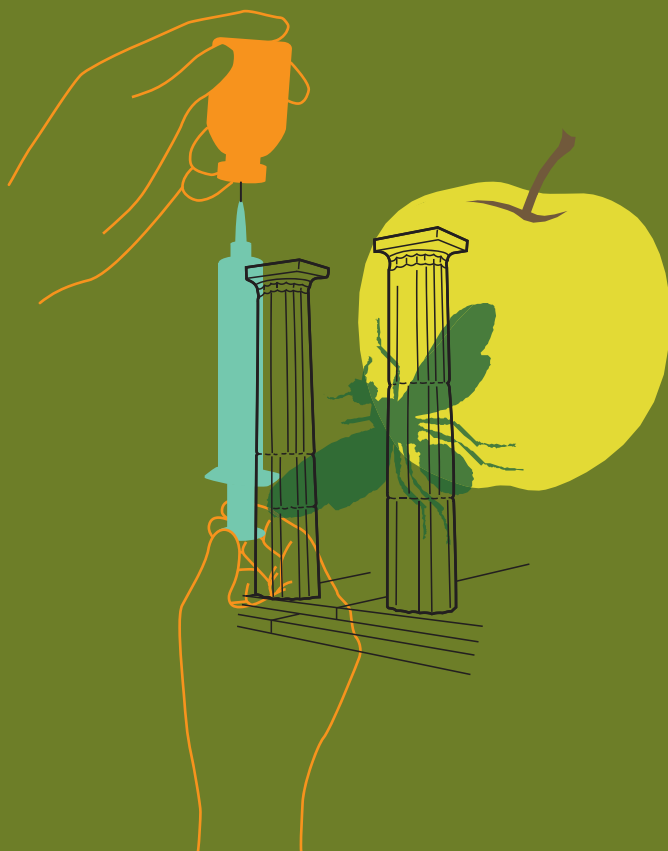


Las radiaciones en la vida diaria / CSN





Referencia: SDB-04.09

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2016

Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid
tel.: 91 346 01 00
Fax: 91 346 05 58
www.csn.es

Diseño de colección:
Juan Vidaurre

Imprime:
Tintas y papel

Depósito Legal: M-8670-2012



Impreso en papel reciclado



Introducción	5
¿En qué se basan las aplicaciones de las radiaciones ionizantes?	6
Aplicaciones en medicina	7
Aplicaciones en industria	10
Aplicaciones en alimentación y agricultura	14
Aplicaciones en investigación y docencia	17
Otras aplicaciones	18
El control de estas instalaciones	19

Introducción

Las radiaciones llamadas ionizantes de origen natural están presentes en la propia naturaleza que nos rodea; se producen como consecuencia de la presencia de materiales radiactivos existentes en la corteza terrestre, el suelo, el agua, los alimentos, e incluso en nosotros mismos que somos algo radiactivos. La radiación cósmica procede del Sol y del resto del universo. También existen las radiaciones llamadas ionizantes de origen artificial que a todos los efectos se comportan igual que las de origen natural.

Este folleto no hace ningún tipo de valoración sobre la utilidad o conveniencia de su utilización, se limita a señalar que existen, que están a nuestro alrededor, y que, al igual que las radiaciones artificiales presentes en todas las instalaciones nucleares y radiactivas han de ser controladas para evitar que supongan algún riesgo para las personas o el medio ambiente.

En nuestro país, ese control es responsabilidad del Consejo de Seguridad Nuclear.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), es la institución encargada de velar por el cumplimiento de las normas de seguridad en todo tipo de instalaciones donde se usen materiales radiactivos o se produzcan radiaciones ionizantes, cualquiera que sea el fin para el que se utilicen.

Asimismo, se encarga de garantizar la protección de las personas que trabajan en esas instalaciones, y de toda la población en general, frente a los efectos nocivos de estas radiaciones ionizantes.

Si bien hoy día, se conoce que la reacción nuclear de fisión del uranio se usa en las centrales nucleares para producir energía eléctrica, no siempre se tiene conciencia de que las reacciones nucleares se usan también en otras técnicas o prácticas que están muy cerca de cada uno de nosotros y a las que no siempre se identifica con el adjetivo "nuclear".

Este folleto pretende indicar cuáles son algunas de las técnicas que significan el empleo de las radiaciones ionizantes de origen artificial y que no siempre sabemos que deben llamarse "técnica nuclear".

¿En qué se basan las aplicaciones de las radiaciones ionizantes?

Las aplicaciones de las radiaciones ionizantes se basan en la interacción de la radiación con la materia y su comportamiento en ella. En cada interacción (colisión) con los átomos del medio, ceden una fracción de su energía al medio sufriendo él mismo ciertas modificaciones. Atendiendo a estas características se pueden clasificar las aplicaciones en tres grupos:

- Aplicaciones basadas en el empleo de *radiotrazadores*. Ampliamente difundidas en medicina, industria, investigación y agricultura.

- Aplicaciones basadas en la *acción de la materia sobre la radiación*. Se incluyen en este grupo las aplicaciones como el radiodiagnóstico, la gammagrafía o radiografía industrial, la medida de espesores, de densidades y humedades.



- Aplicaciones basadas en la *acción de la radiación sobre la materia*. Se incluyen en este grupo la terapia, las aplicaciones bactericidas, los detectores de humo e instrumentos para eliminar la electricidad estática.

Los materiales radiactivos como "trazadores"

Los materiales radiactivos emiten radiaciones que no podemos ver ni sentir, pero que podemos detectar con aparatos sencillos llamados detectores. Por ello, cuando se añade una sustancia radiactiva a algo, es posible "seguir la huella" que deja esa sustancia a través de la detección de la radiación que emite.



Un ejemplo de esto es la utilización de abonos o insecticidas a los que se le incorporan una pequeñísima cantidad de material radiactivo (isótopo). Midiendo luego la radiación emitida (radiactividad) por la planta que ha crecido con ese abono, se podrá saber cuánto abono se ha aprovechado, si es biodegradable o no, si se acumula en los suelos, etc.

Los efectos de la materia sobre la radiación

La radiación, cuando "penetra" en un medio material, pierde toda o parte de su energía mediante procesos más o menos complejos (interacción), por lo que la radiación se modifica en algo. Midiendo este grado de modificación puede deducirse qué clase de material compone ese medio material, o cuáles son las características particulares del mismo.

Un ejemplo de esto es el de una radiografía de rayos X. Si se hace que un haz de rayos X (radiación gamma) atraviese el brazo de un paciente y se detecta la radiación saliente del mismo, mediante el uso de una placa fotográfica como detector, se distinguen en la misma los huesos, que aparecen más claros porque dejan pasar menos radiaciones que los músculos más oscuros al dejar pasar más cantidad de radiación.

Los efectos de la radiación sobre la materia

De la misma manera, cuando la radiación "penetra" en un medio material los procesos de interacción en el medio pueden producir algún tipo de modificación en el mismo.

Un ejemplo de esto es el de la modificación de las características genéticas de una planta que ha sido irradiada, para producir una variedad de la misma más resistente a una cierta plaga.

Resulta más conveniente por razones de sencillez clasificar las aplicaciones de las radiaciones ionizantes atendiendo al campo de aplicación de las mismas como detallamos a continuación.

Aplicaciones en medicina

Los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes se utilizan en medicina, tanto para el diagnóstico de enfermedades o lesiones, como para el tratamiento de las mismas.

A 31 de diciembre de 2015 estaban autorizadas 351 instalaciones médicas y 36.293 equipos de rayos X.

Materiales radiactivos como trazadores

En medicina se usan radiaciones ionizantes en:

Medicina nuclear

Se inyectan o administran a una persona materiales radiactivos (radiofármacos), que se absorben selectivamente en ciertos órganos

(tiroides, riñones, cerebro, corazón etc.) y que permiten estudiar la morfología y el funcionamiento de los mismos mediante el empleo de diferentes técnicas, a través de la detección de la pequeña cantidad de radiación que emiten.

Radioinmunoanálisis

Se emplean materiales radiactivos para marcar muestras biológicas obtenidas previamente del paciente, con el fin de medir la cantidad y concentración de numerosas sustancias (hormonas, enzimas, anticuerpos, fármacos, etc.) que existen en cantidades muy pequeñas. Son técnicas realizadas *in vitro* (tubo de ensayo) y los marcadores más utilizados son el yodo-125 y el tritio con actividades muy pequeñas.

Diagnóstico con rayos X

El hecho de que los distintos órganos retengan (absorban) más o menos cantidad de esta radiación se utiliza para hacer radiografías en las que se pueden "destacar" ciertos órganos (como los huesos o los pulmones), según el grado de absorción de la radiación en los mismos.

Terapia

La utilización de altas cantidades de radiaciones permite frenar la proliferación desmesu-



rada de algunas células y destruirlas. Por ello se emplean radiaciones para el tratamiento de algunos tipos de tumores. Atendiendo a las fuentes de radiación utilizadas las terapias son de tres tipos:

- **Terapias con fuentes no encapsuladas.** Se administran cantidades importantes de materiales radiactivos preparados de manera que permiten "concentrar" los mismos en cierto tipo de células que pueden, así, destruirse a causa de la radiación que ellos emiten.
- **Terapias con fuentes encapsuladas.** Si se hace incidir un haz de radiaciones ionizantes, procedentes de un material radiactivo, sobre una zona donde se concentren células nocivas, éstas pueden ser destruidas por las radiaciones.

Las radiaciones ionizantes pueden provenir de un equipo (bomba de cobalto) que contiene cobalto-60, un material altamente radiactivo. Es lo que se conoce por el nombre de teleterapia, o telecobaltoterapia.

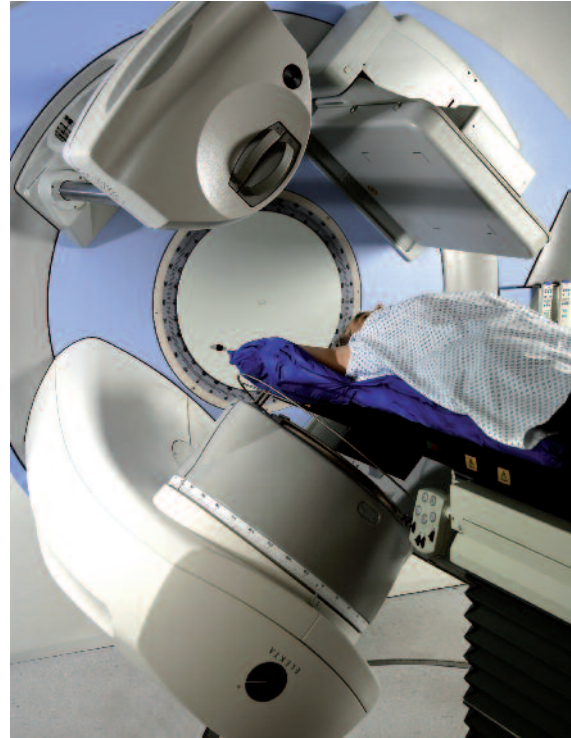
Si se le introducen temporalmente al paciente fuentes radiactivas en cavidades naturales, tales como la matriz, se habla de “terapia intracavitaria” para la que se suelen utilizar cápsulas que contienen cesio-137. También pueden implantarse fuentes radiactivas en determinados tejidos en cuyo caso se habla de “terapia intersticial”. Para el tratamiento de afecciones superficiales, como la piel, se emplea la “radioterapia de contacto”.

Todas estas técnicas se engloban en general dentro de las llamadas técnicas de “curiterapia” (de Madame Curie) o “braquiterapia”.

- **Terapias con aceleradores de partículas.** Las radiaciones ionizantes pueden provenir también de un equipo llamado acelerador de partículas, que tiene la peculiaridad de aumentar la velocidad de un haz (chorro) de electrones o de partículas con carga positiva por medio de la utilización de diferentes técnicas de aceleración.

Las propias partículas, los electrones acelerados, o los rayos X producidos al frenarse

esos electrones acelerados en un blanco determinado, son los que sirven para tratar determinadas enfermedades.



Esterilización de artículos médicos

Se esterilizan artículos médicos tales como vendajes quirúrgicos, suturas, catéteres o jeringas, con los rayos gamma provenientes de fuentes muy intensas de cobalto-60, sin necesidad de emplear calor ni utilizar gases letales que pudieran dejar residuos tóxicos en los mismos.

En nuestro país existe una instalación industrial de irradiación para esterilización de productos de uso médico que se encuentra en Les Franqueses del Vallés (Barcelona).

Aplicaciones en industria

Los materiales radiactivos y las radiaciones ionizantes se utilizan en muchos campos industriales, especialmente con fines de análisis y de control de procesos.

A 31 de diciembre de 2015 en España estaban autorizadas unas 618 instalaciones de tipo industrial. Entre ellas destacan por su importancia económica y complejidad técnica ocho reactores nucleares instalados en seis emplazamientos distintos.

Hay, además, una fábrica de elementos combustibles, un centro de investigación energética, medioambiental y tecnológica, y una instalación de almacenamiento temporal de residuos de baja y media actividad.

Otras 85 instalaciones de tipo industrial, se dedican a la comercialización de materiales o equipos radiactivos.



Materiales radiactivos utilizados como trazadores

Utilizando pequeñas cantidades de materiales radiactivos se pueden seguir procesos o analizar las características de los mismos. Se utilizan para conocer parámetros de los sistemas de ventilación (caudales, eficacia de ventilización), grado de homogeneidad de mezclas (líquidos, lechadas, polvos), transporte por tuberías (flujos, escapes o fugas), grado de desgaste de materiales (motores, corrosión), etc...

Así, la adición de pequeñas cantidades de materiales radiactivos en determinados procesos de fabricación, puede ser la fuente para la producción de materiales fluorescentes. Se fabrican de esta manera pinturas radioluminescentes, esferas luminosas, señalizaciones de emergencia o de carretera.

En otros casos esta adición tiene por objeto aumentar la resistencia de los materiales en determinadas situaciones, como es el caso de la utilización de torio (radiactivo) en las camisas de incandescencia de algunas lámparas de gas.

Efectos de la materia sobre la radiación

Utilizando los efectos de la materia sobre la radiación tenemos como aplicaciones:

Gammagrafia

Utilización de la radiación gamma para hacer radiografías con el fin de controlar el estado de tuberías, soldaduras, piezas de aviones, etc.

Indicadores de nivel de llenado de tanques de almacenamiento

Basados en la detección de las radiaciones emitidas por una fuente radiactiva. Además de tanques se puede comprobar el llenado de botellas, cigarrillos, bombonas, la uniformidad en el



espesor de una lámina de papel, de acero, el revestimiento de materiales, etc.

Equipos de rayos X

Utilizados en aeropuertos para el control de bultos y equipajes y en puertos y fronteras para el control de mercancías peligrosas, droga, explosivos y materiales radiactivos. En la actualidad están cada vez más extendidas las técnicas de análisis industrial de materiales utilizando rayos X.



Equipos con fuentes radiactivas

Utilizados para medir la densidad y humedad de los suelos, como, por ejemplo, en la realización de grandes obras civiles, como pantanos, puentes o carreteras.

Efectos de la radiación sobre la materia

Utilizando los efectos de la radiación sobre la materia tenemos como aplicaciones:

Detectores iónicos

Dotados de fuentes radiactivas, capaces de "ver" los iones que se forman, inmediatamente después de que se inicie un fuego. Son los llamados detectores de humos radiactivos. Por tratarse de equipos homologados y cumplir todos los requisitos legales exigidos, los lugares donde se utilizan estos detectores en nuestro país no se consideran instalaciones radiactivas.



Pararrayos radiactivos

Basados en el empleo de materiales radiactivos para aumentar la capacidad de ionización en las puntas de los mismos. La evaluación, realizada por el Consejo de Seguridad Nuclear en 1985, relativa a estos aparatos señaló que su uso no estaba justificado. Como consecuencia de ello propuso al Ministerio de Industria, Comercio y Turismo:

- La retirada de los pararrayos existentes o su autorización como instalación radiactiva.
- La prohibición de instalar nuevos pararrayos radiactivos.
- La realización de un censo de los ya existentes y de las empresas comercializadoras o instaladoras.



Reacciones químicas

Inducidas por las radiaciones ionizantes capaces de originar determinados productos, utilizadas por ejemplo, en la fabricación de plásticos o para injertar plásticos en otros materiales que, de esta forma, mejoran sus cualidades. Se fabrican con esta técnica alambres y cables aislados con plásticos, chalecos salvavidas, amortiguadores de golpes, maderas de alta dureza, materiales superabsorbentes o resistentes a la abrasión, etc. En España no existen instalaciones de este tipo.

Producción de electricidad en las centrales nucleares

La reacción nuclear de fisión cuyo resultado es el fraccionamiento del núcleo de un átomo de uranio en dos o más fragmentos es un proceso que genera una gran cantidad de energía. Esta energía se utiliza para calentar agua y producir vapor que se hace incidir sobre las palas de una turbina siendo el resultado final la producción de electricidad. Los distintos elementos utilizados para llevar a cabo este proceso constituyen lo que denominamos central nuclear.



Las baterías isotópicas

La electricidad de origen nuclear, aunque en cantidades menos importante, puede también producirse por otra vía, en base a los efectos de las radiaciones sobre la materia; a partir de las baterías isotópicas, utilizadas, entre otros casos, como fuente de energía en satélites artificiales o en estaciones meteorológicas de difícil mantenimiento, tales como las situadas en zonas polares. También se usan baterías isotópicas como fuentes de energía en algunos tipos de marcapasos.

Aplicaciones en alimentación y agricultura

Los usos de los materiales radiactivos y de las radiaciones ionizantes se extienden hoy día a la agricultura y en menor grado a la alimentación.

Materiales radiactivos utilizados como trazadores

Se usan materiales radiactivos para estudios de alimentación en agricultura, eficacia de fertilizantes, absorción por las plantas y nivel de biodegradación de insecticidas, área de raíces activas en árboles, eficiencia de los sistemas de riego, etc. Igualmente se emplean para estudios relacionados con el abastecimiento de agua, intercomunicación de acuíferos, etc.

Efectos de la materia sobre la radiación

Aparte de la medida de humedad en el suelo agrícola con equipos que llevan fuentes radiactivas incorporadas, no existen, actualmente, usos extendidos de estos efectos en el campo alimentario.



Efectos de la radiación sobre la materia

Utilizando los efectos de la radiación sobre la materia tenemos como aplicaciones:

Creación de nuevas especies

Es sabido que dosis importantes de radiaciones ionizantes pueden producir modificaciones genéticas (mutaciones). Cuando estas modificaciones se hacen sobre semillas de plantas o de cultivos se puede seleccionar aquella mutación que resulte más adecuada, con el objetivo que se pretende.

Se preparan de este modo variedades resistentes al encamado (acción de "acostarse" los cereales en el campo de cultivo por acción del viento, lluvia,...), de maduración más temprana o más tardía, de semillas mejores o más resistentes a enfermedades o plagas, de mayor rendimiento, etc. Una vez conseguida la especie, los cultivos se desarrollan de forma idéntica a los de cualquier otra especie, por lo que son indistinguibles.

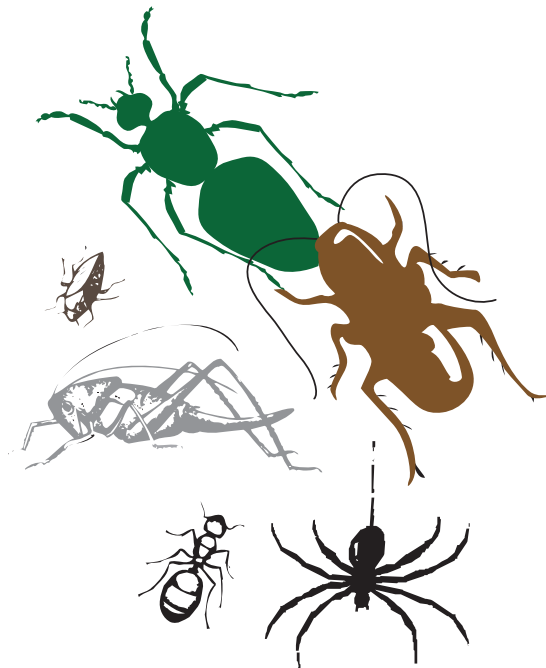
Técnicas de análisis por activación

Utilizadas para conocer la composición de suelos agrícolas y la cantidad de elementos que están en muy pequeña cantidad (oligoelementos).

Lucha contra los insectos

Algunos insectos, como la mosca tsé-tsé, la mosca mediterránea de la fruta, o la mosca de los establos, los mosquitos, el gusano tornillo, etc., pueden provocar enfermedades o destruir cultivos alimentarios.

La suelta, en las zonas afectadas, de grandes cantidades de machos criados en laboratorios y esterilizados con radiaciones ionizantes, se usa para controlar la plaga y, en algunos casos, erradicarla.



Algunos insectos pueden provocar enfermedades o destruir cultivos. Las radiaciones ionizantes, se usan para controlar las plagas y, en algunos casos, erradicarlas.



La irradiación se utiliza para la desinsectación y esterilización de piensos, frutas, cebollas, patatas, ajos, especias etc.

Preparación de vacunas

Se emplean radiaciones ionizantes para la preparación de vacunas radio-atenuadas, de uso en ganadería ovina y bovina. Una vez producida la vacuna, su uso es indistinguible del de las vacunas producidas por otros medios.

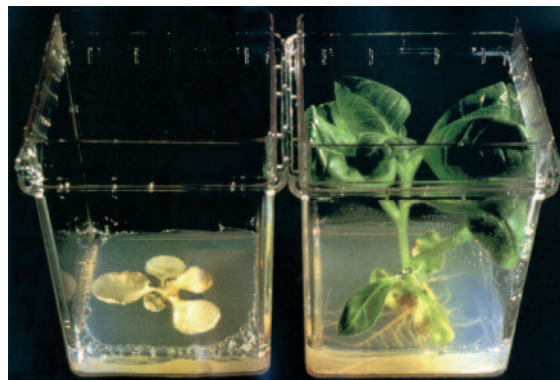


Aplicaciones en investigación y docencia

Los usos de materiales y fuentes radiactivas en investigación son muy amplios, puesto que cubren todos los aspectos anteriormente citados, además de gran variedad de investigaciones físicas, químicas, biológicas, etc.

Con respecto a la docencia, existen instalaciones cuyo fin es la enseñanza, tanto a nivel de enseñanzas secundarias como en universidades. Se usan, en general, materiales y fuentes de poca actividad.

A 31 de diciembre de 2015, en España estaban autorizadas 173 instalaciones dedicadas a la investigación o docencia.



Otras aplicaciones

En Geofísica y Geoquímica se aprovecha la existencia natural de materiales radiactivos para la fijación de las fechas de los depósitos de rocas, carbón o petróleo, filtración de pozos a través de los diferentes estratos geológicos, etc.

El carbono-14 permite la datación de huesos, maderas o residuos de tipo orgánico existentes en yacimientos arqueológicos.

Con respecto a los estudios medioambientales, se usan las técnicas de análisis por activación o por fluorescencia de rayos X para determinar cantidades de sustancias contaminantes. También se emplean materiales radiactivos para estudiar los modelos de dispersión de los residuos vertidos antes de fijar el punto de desagüe de los colectores de aguas negras en costas.



El control de estas instalaciones

La legislación española exige que toda instalación, donde se disponga de materiales o equipos radiactivos, debe estar autorizada cuando se superen las condiciones fijadas para la exención de los mismos.

Las autorizaciones se conceden por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, siendo preceptivo que el Consejo de Seguridad Nuclear dictamine, previamente, sobre la seguridad de cada una de esas instalaciones.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), establece las condiciones de seguridad que deben seguirse para el correcto funcionamiento de cada instalación, las inspecciones, antes y durante su funcionamiento, concede autorización a las personas responsables de la operación de las mismas y controla las dosis de radiación recibidas por las personas que trabajan en esas instalaciones y por el público que pudiera verse afectado por el funcionamiento de las mismas.

El Consejo está capacitado para detener en cualquier momento la construcción o el funcio-

namiento de las instalaciones por razones de seguridad. Estudia su influencia sobre el medio ambiente y establece los límites necesarios para que su funcionamiento no suponga un impacto radiológico sobre la población o el medio ambiente.



Otras publicaciones

Emergencia en centrales nucleares

CSN, 2009 (28 págs.)

Utilización de la energía nuclear para producir energía eléctrica

CSN, 2011 (20 págs.)

El funcionamiento de las centrales nucleares

CSN, 2002 (24 págs.)

Desmantelamiento y la clausura de centrales nucleares

CSN, 2008 (36 págs.)

El CSN vigila las radiaciones: 10 preguntas y respuestas sobre la radiactividad

CSN, 2006 (20 págs.)

Protección radiológica

CSN, 2008 (16 págs.)

Dosis de radiación

CSN, 2010 (16 págs.)

Las radiaciones en la vida diaria

CSN, 2012 (20 págs.)

El transporte de los materiales radiactivos

CSN, 2009 (28 págs.)

Revira: red de vigilancia radiológica ambiental

CSN, 2009 (28 págs.)

