

guía para el profesorado

el CSN

y la vigilancia radiológica

del medio ambiente



guía para el profesorado

el CSN

y la vigilancia radiológica

del medio ambiente

Actualización 2025

© Copyright, 2025.
Consejo de Seguridad Nuclear

EDITA Y DISTRIBUYE
Servicio de Publicaciones
Consejo de Seguridad Nuclear
C/ Pedro Justo Dorado Dellmans, 11
28040 Madrid. España
peticiones@csn.es

DISEÑO
base12 diseño y comunicación

DEPÓSITO LEGAL
M-33.069-2015

Impreso en papel ecológico

Sumario

1. ¿Por qué hay que hacer una vigilancia radiológica del medio ambiente?	6
2. El CSN y la vigilancia radiológica ambiental	8
Vigilancia asociada a instalaciones	10
a) Diseño del PVRA	12
b) Fases temporales de los PVRA	14
c) Programas existentes en la actualidad	14
d) Control regulador	15
Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de ámbito nacional. REVIRA	16
a) Red de Estaciones de Muestreo (REM)	17
b) Red de Estaciones de Automáticas (REA)	26
c) Red de Estaciones Automáticas de las comunidades autónomas	31
d) Red de Alerta a la Radiactividad de Protección civil (RAR)	36
Calidad	37
El CSN informa a la población y a las instituciones	39
3. Marco legal	43
4. Actividades	45

1

¿Por qué hay que hacer una vigilancia radiológica del medio ambiente?

Uno de los descubrimientos más llamativos del siglo XX ha sido verificar que nuestro planeta está expuesto tanto a radiaciones ionizantes de extraordinaria energía (procedentes del espacio exterior) como a radioisótopos presentes en los elementos básicos de nuestro medio ambiente (suelo, aire y agua). Se encuentran en concentraciones variables, con los que el ser humano ha convivido desde siempre y a los cuales está expuesto.

Al conjunto de radiaciones exteriores y del material radiactivo presente en la naturaleza se le conoce habitualmente como “fondo radiactivo natural” y su cuantificación es, y ha sido, objeto de numerosos programas de investigación en todo el mundo.

Por otro lado, las pruebas nucleares en la atmósfera y algunos accidentes en instalaciones que manejan materiales radiactivos han contribuido también a introducir elementos radiactivos artificiales en el medio ambiente; las primeras, de un modo global por toda la biosfera, los segundos, principalmente de modo local.

Hay otras actividades humanas que contribuyen también de algún modo a incrementar la presencia de elementos radiactivos en el medio ambiente, en especial, en la zona bajo su influencia. Estas son las aplicaciones de isótopos radiactivos en medicina, agricultura, industria e investigación, la producción de energía eléctrica a partir de energía nuclear, los residuos que se originan en los grandes movimientos de tierras para la explotación de yacimientos de minerales de uranio y torio, la minería de sales de potasio, la explotación de rocas fosfóricas, etc.

Como consecuencia, surge la necesidad de la vigilancia radiológica ambiental, que nace con los objetivos básicos de:

- Detectar la presencia y vigilar la evolución de elementos radiactivos y de los niveles de radiación en el medio ambiente, determinando las causas de los posibles incrementos.

- Estimar el riesgo radiológico potencial para la población.
- Determinar, en su caso, la necesidad de tomar precauciones o establecer alguna medida correctora.

A modo de ejemplo, en la figura 1 se puede observar una sonda de monitorización que registra la dosis de radiación gamma ambiental en las inmediaciones de una central nuclear con el objetivo de vigilar los niveles de radiación en el medio ambiente.

Figura 1. Sonda para medida de la radiación gamma ambiental



Desde la perspectiva ambiental, la máxima prioridad es evaluar el posible impacto radiológico de las instalaciones radiactivas y nucleares al medio ambiente. Es por ello que existen recomendaciones del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) para la “Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad” (GSR Part 3) y algunas

concretas para la vigilancia del público y el medioambiente como los “Safety Standards Series” GSG-8, GSG-9 y GSG-10.

2 El CSN y la vigilancia radiológica ambiental

Entre las misiones encomendadas al Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), Ley 15/1980, se encuentra la de supervisar las medidas de protección radiológica del público y del medio ambiente, así como controlar y vigilar:

- Las descargas de materiales radiactivos al exterior de las instalaciones nucleares y radiactivas y su incidencia, –particular o acumulativa–, en su zona de influencia y estimar su impacto radiológico.
- La calidad radiológica del medio ambiente en todo el territorio nacional, en cumplimiento de las obligaciones internacionales de España en esta materia, y colaborar con las autoridades competentes en los aspectos de vigilancia radiológica ambiental.

Los artículos 35 y 36 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM)¹, establecen que cada Estado miembro debe crear las instalaciones necesarias para controlar de modo permanente el índice de radiactividad de la atmósfera, de las aguas, del suelo, de los alimentos y de las muestras biológicas y comunicar regularmente la información relativa a estos controles a la Comisión Europea. La aplicación práctica de estos artículos se desarrolla en la Recomendación 2000/473/Euratom de la Comisión, de 8 de junio de 2000, sobre el control de los índices de actividad en el medio ambiente. Adicionalmente, el control de la radiactividad presente en aguas de consumo humano regulada en la Unión Europea por la Directiva 2013/51/Euratom, se encuentra traspuesta al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. También el control de la radiactividad presente en aguas de consumo (Directiva 2013/51/Euratom).

.....
¹ Recomendación 2000/473/Euratom de la Comisión, de 8 de junio de 2000 relativa a la aplicación del artículo 36 del Tratado Euratom sobre el control de los índices de radiactividad en el medio ambiente con vistas a evaluar la exposición del conjunto de la población (Diario Oficial de la Unión Europea de 27 de julio de 2000. Comunicación 2000/1299).

La concurrencia de ambos factores ha llevado al CSN a implantar y desarrollar un sistema de redes de vigilancia que da satisfacción a estos compromisos.

La práctica internacional establece que, en el caso de actividades sometidas a autorizaciones administrativas, la concesión de esta autorización lleva consigo, en función del tipo de instalación, la realización de un programa de medidas en el exterior de la instalación que cumpla con los objetivos de la vigilancia radiológica ambiental adecuada a la operación de la instalación y a la zona de su entorno. En concreto, la Unión Europea establece medidas para la seguridad de las instalaciones nucleares (Directiva 2009/71/Euratom modificada por Directiva 2014/87/EURATOM) y para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos (Directiva 2011/70/Euratom). Además, fomenta la colaboración entre diferentes países para asegurar la seguridad nuclear y la protección contra las radiaciones (Reglamento EURATOM N° 237/2014). Además, en España las instalaciones nucleares han de cumplir la Ley de Energía Nuclear (Ley 25/1964) y el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas (Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes).

Por el contrario, en el caso de la vigilancia no asociada a prácticas concretas, al no existir titulares que la lleven a cabo, es la administración competente la encargada de realizar esta vigilancia radiológica.

El sistema de redes de vigilancia radiológica ambiental, por lo tanto, está integrado por:

- La red de vigilancia asociada a instalaciones. Esta vigilancia se implanta a través del requisito legal de que los titulares de las centrales nucleares y otras instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear desarrollen Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) en el entorno de las mismas, a los que el CSN superpone sus programas de control independiente, bien de modo directo o mediante encomiendas a algunas comunidades autónomas. A modo de ejemplo, en la figura 2 se puede observar la tipología de muestras y el número de análisis del PVRA en torno a las centrales nucleares.

Figura 2. Tipos de muestras y número de análisis del PVRA en torno a las centrales nucleares. Campaña 2021



- La Red de Vigilancia Radiológica Ambiental nacional (REVIRA), que se distribuye por todo el territorio y gestiona el CSN, y que, a su vez, está constituida por:
 - La Red de Estaciones de Muestreo (REM), en la que la vigilancia se realiza mediante programas de muestreo y análisis llevados a cabo por diferentes laboratorios.
 - La Red de Estaciones Automáticas (REA) de medida en continuo, que facilita datos en tiempo real de la radiactividad en la atmósfera en distintas zonas del país.

Desde 2017, el CSN dispone de una aplicación informática para el acceso público a los datos de vigilancia radiológica ambiental en España (PVRA y REM), en cumplimiento con las funciones encomendadas y de lo establecido en la Ley 27/2006 de acceso a la información en materia de medio ambiente. La aplicación es accesible al público a través del link “Valores Ambientales. REM y PVRA”:
<https://www.csn.es/kprGisWeb/consultaMapaPuntos2.htm>.

Vigilancia asociada a instalaciones

Parte de la [Directiva 2013/59/EURATOM](#), por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes fue traspuesta en España en el Real Decreto 1029/2022,

de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. En este se indica que en la autorización administrativa correspondiente, se definirá si se debe disponer de un sistema específico de vigilancia para evaluar y controlar, durante el ejercicio de la actividad, las dosis que pudieran ser recibidas por el público como resultado del funcionamiento de la instalación.

A la hora de evaluar las dosis que pueden ser recibidas por la población se presenta la dificultad de que, a diferencia de lo que sucede en el caso de las personas profesionalmente expuestas, no resulta viable un control dosimétrico directo para los individuos del público.

Esta realidad obliga a que dicha valoración deba ser realizada mediante estimaciones, utilizando modelos de comportamiento de los efluentes emitidos por la instalación en los diferentes elementos del ecosistema, que permiten cuantificar, con un conjunto adicional de hipótesis sobre el posible comportamiento de una persona representativa, el impacto radiológico sobre la población.

Este esquema responde a una práctica plenamente aceptada a nivel internacional, pero no resulta suficiente por sí mismo para garantizar una adecuada evaluación de las dosis recibidas por los individuos del público. En efecto, es preciso verificar que dichos modelos matemáticos reflejan adecuadamente el comportamiento real de los efluentes emitidos y que no se producen emisiones incontroladas de dichos efluentes.

Con este objetivo, se implantan los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) cuyo diseño y desarrollo es responsabilidad del titular de la instalación siguiendo las directrices del CSN².

Un PVRA está constituido por una red de vigilancia y los procedimientos de muestreo, análisis y medida encaminados a determinar el posible incremento de los niveles de radiación y la presencia de radionucleidos en el medio ambiente

² GUIA DE SEGURIDAD nº 4.1. Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares.

producidos por el funcionamiento de la instalación que se vigila. Los objetivos concretos de estos programas son:

- Estimar el impacto radiológico derivado de dicho funcionamiento.
- Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios impuestos a las instalaciones.
- Verificar la idoneidad del programa de vigilancia de efluentes y de los modelos de transferencia de los radionucleidos en el medio ambiente, de modo que se puedan detectar eventuales emisiones rutinarias, fugas inadvertidas, situaciones de emergencia, etc.

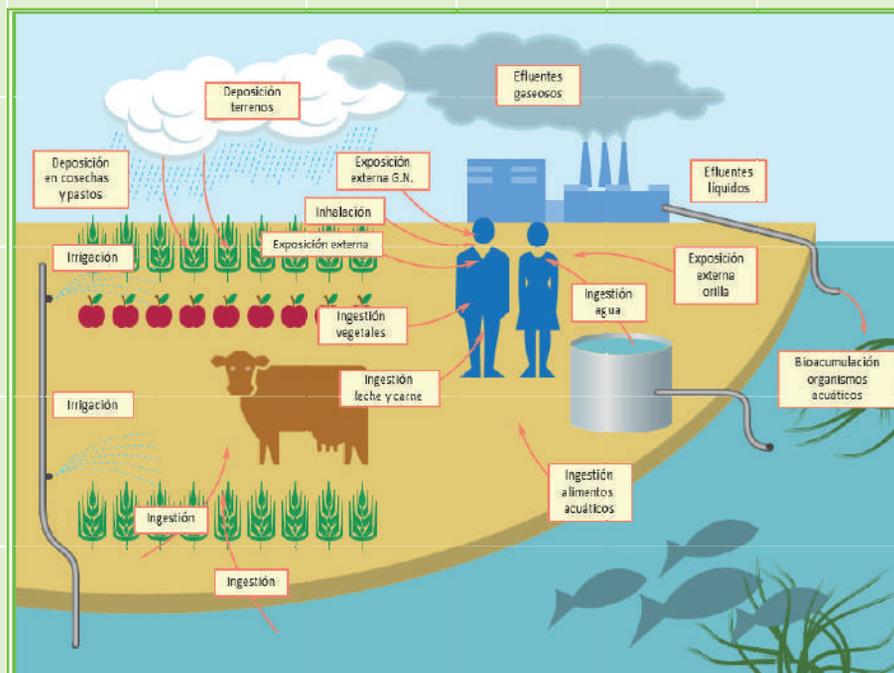
a) Diseño del PVRA

Para realizar el proyecto del PVRA se pueden considerar varias etapas:

- Establecer las poblaciones, grupos de edad, vías de exposición y radionucleidos potencialmente críticos con respecto al impacto radiológico de la instalación. Este impacto se estudia, antes del inicio de la operación de la planta, teniendo en cuenta las características de la misma y los datos del emplazamiento relativos a demografía, meteorología, hidrología, usos de la tierra y el agua, así como hábitos de la población.

Las vías genéricas de exposición consideradas en los PVRA, tal y como se puede observar en la figura 3, son las de exposición directa de las personas a las radiaciones como el aire (inhalación, deposición húmeda y total), radiación directa, consumo de agua potable y alimentos (vegetales, leche, carne, huevos, peces y mariscos); el agua superficial que aunque en algunos casos no sea de uso directo por la población, es, junto con el aire, el medio primario de recepción de los radionucleidos vertidos por la instalación, de donde se transfieren a otros compartimentos del ecosistema, y otras que sin ser vías directas de exposición, son buenos indicadores de la evolución de la radiactividad en el medio ambiente como los sedimentos, ciertos organismos indicadores, etc.

Figura 3. Vías de exposición humana a efluentes líquidos y gaseosos



- Establecer la red de vigilancia. Se selecciona el número y la situación de los puntos de muestreo que van a formar parte de ella y que sean lo más representativos posible de las vías de exposición. A continuación, se determinan los tipos de muestras que se recogerán en cada vía de exposición y la frecuencia de los muestreos. Esto último está condicionado por la relación temporal entre la concentración y su tasa de emisión, siguiendo el criterio general de menor frecuencia de muestreo a mayor permanencia de radionucleidos en el medio. Por último, se selecciona el instrumental necesario.
- Establecer las determinaciones analíticas en las muestras recogidas, así como su frecuencia, en función del tipo de instalación y de los efluentes que emite al medio ambiente.

- Establecer la metodología a seguir en las técnicas de muestreo, de análisis, de medida y en el tratamiento de los resultados obtenidos, mediante los procedimientos adecuados.
- Establecer un Programa de Garantía de Calidad sobre los diversos aspectos del PVRA.

b) Fases temporales de los PVRA

De acuerdo al Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, los programas de vigilancia se requieren, con diferentes objetivos, en las distintas etapas de la vida de la instalación, de modo que se adapten a las características de cada una de ellas.

Antes del comienzo del funcionamiento de la instalación se desarrolla la fase preoperacional del PVRA que tiene como objetivo primario el establecimiento del nivel de referencia o fondo radiológico de la zona vigilada, y como objetivos secundarios, la puesta a punto de procedimientos de muestreo y análisis y de los equipos e instrumental necesario, así como el entrenamiento del personal que actúe en su ejecución.

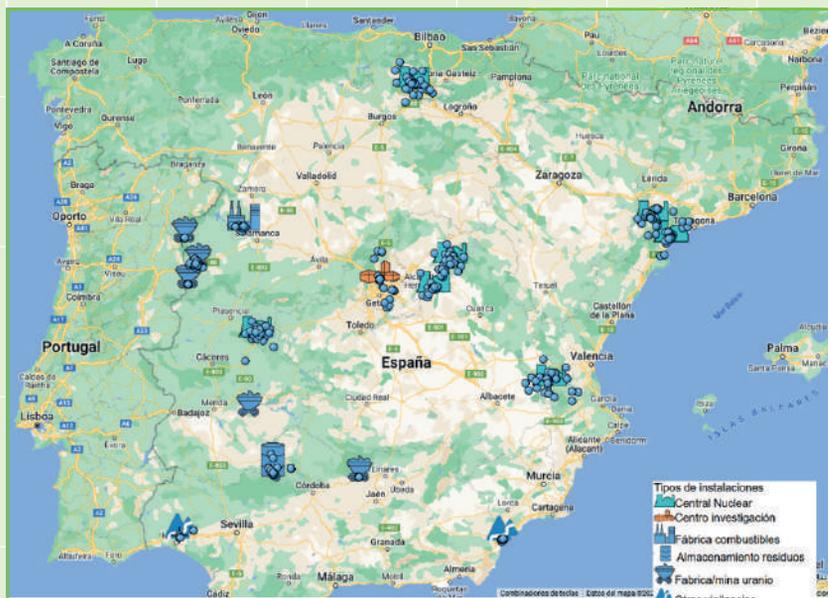
Desde el inicio de la operación de la instalación y a lo largo de la misma se desarrolla la fase operacional del PVRA, con el objetivo de evaluar el impacto derivado de su funcionamiento.

Y a partir de la finalización de la vida útil de la instalación, durante su periodo de desmantelamiento y clausura, se desarrolla la fase de desmantelamiento y clausura del PVRA con el objetivo de evaluar el impacto derivado de las actividades de desmantelamiento de la instalación.

c) Programas existentes en la actualidad

A fecha de 2024 existen 19 PVRA en torno a las centrales nucleares, instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear y otros emplazamientos (figura 4).

Figura 4. Emplazamientos sobre los que se realiza un PVRA



Alrededor de las centrales nucleares existen unos 600 puntos de muestreo en los ocho PVRA establecidos, recogándose del orden de 8900 muestras al año, sobre las que se realizan unas 28060 determinaciones analíticas. En las otras instalaciones del ciclo del combustible, centro de investigación y otros emplazamientos singulares, el número de puntos de muestreo asciende a 482 en los nueve PVRA existentes y el número de muestras es del orden de 3000 por año, sobre las que se realizan unas 6800 determinaciones analíticas. Los resultados actualizados pueden consultarse en la web del CSN (<https://www.csn.es/kprgisweb2/>).

d) Control regulador

El CSN ejerce el control regulador mediante inspecciones periódicas, evalúa los datos obtenidos y realiza programas de vigilancia independientes, lo que permite confirmar su ejecución y supervisar la calidad de los resultados.

Los programas de control independiente del CSN tienen un alcance aproximado del 5 % de los PVRA que desarrollan los titulares de las instalaciones. Se recogen,

de modo independiente, las mismas muestras y en los mismos puntos que el PVRA y al que se realizan las mismas determinaciones analíticas, aunque en un laboratorio diferente al que realiza las del programa del titular.

El CSN lleva a cabo estos programas estableciendo, de modo directo, acuerdos de colaboración con diferentes entidades o mediante encomienda a las comunidades autónomas, como es el caso de Cataluña y Valencia.

Para asegurar la independencia y credibilidad social de estas entidades, se ha recurrido a laboratorios de universidades públicas de las comunidades autónomas donde se sitúan las instalaciones.

Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de ámbito nacional (REVIRA)

Para llevar a cabo un seguimiento continuo de la exposición de la población a las radiaciones ionizantes, el CSN tiene establecida una Red de Vigilancia Radiológica Ambiental nacional (REVIRA), que permite conocer la calidad radiológica del medio ambiente de todo el territorio, es decir:

- Conocer la concentración, distribución y evolución de los radioisótopos presentes en el medio ambiente y de los niveles de radiación ambiental.
- Disponer de un banco de datos medioambientales que permita establecer un rango de niveles característico del fondo radiactivo en cada región, y obtener en cualquier momento niveles de referencia.
- Disponer de datos empíricos a través de los cuales estimar el impacto radiológico potencial al que pueda estar sometida la población.
- Estimar el riesgo radiológico potencial para la población.
- Determinar, en su caso, la necesidad de tomar precauciones o establecer alguna medida correctora.

Por otra parte, esta vigilancia radiológica responde además a las exigencias derivadas de acuerdos internacionales suscritos por España, entre cuyos compromisos importantes se establece el intercambio de datos de vigilancia radiológica ambiental en determinada forma y con una frecuencia preestablecida.

La red REVIRA está constituida por dos tipos de redes:

- Red de Estaciones de Muestreo (REM), que incluye:
 - Programa de vigilancia del medio acuático (aguas continentales y costeras).
 - Programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.
- Red de Estaciones Automáticas (REA).

Existen además otras redes de vigilancia del aire no operadas por el CSN:

- Redes de las comunidades autónomas.
- Red de Alerta a la Radiactividad (RAR) de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, del Ministerio del Interior.

a) Red de Estaciones de Muestreo (REM)

La medida de la radiactividad ambiental presenta problemas específicos derivados de los bajos niveles que se determinan. Para conseguir niveles aceptables de detección es necesario tomar muestras y realizar análisis en laboratorios especializados en medidas de baja actividad.

Por esta razón, se ha constituido la Red de Estaciones de Muestreo (REM) que incluye dos programas de vigilancia, a saber: el programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre, y el programa de vigilancia del medio acuático (aguas continentales y costeras).

En el desarrollo de estos programas, iniciados en el año 1992, se tuvieron en cuenta los acuerdos alcanzados en el marco de los artículos 35 y 36 del Tratado de EURATOM.

Ante las distintas prácticas seguidas por los Estados miembros, la Comisión Europea elaboró una recomendación sobre el contenido mínimo de estos

programas que se publicó en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 27 de julio de 2000³.

En la recomendación se establece que los Estados miembros definirán regiones geográficas representativas para su territorio y desarrollarán para cada tipo de medio muestreado una red espaciada y una red densa de vigilancia.

La red densa está formada por estaciones de muestreo distribuidas por todo el territorio de los Estados miembros, de modo que permita a la Comisión Europea establecer medias regionales de niveles de actividad.

La red espaciada comprende para cada región y para cada tipo de muestra al menos una estación de muestreo representativa de la región. En tales puntos de muestreo se realizan medidas de gran sensibilidad de manera que detecten los niveles existentes de radiactividad para confirmar los resultados de la vigilancia de la red densa que en muchas ocasiones son inferiores a los niveles de detección, y para poder seguir la evolución de las concentraciones de actividad a lo largo del tiempo.

En España, siguiendo la práctica de otros Estados miembros con una extensión comparable a la de nuestro país, se definieron en su momento las siguientes regiones geográficas:

- Norte: Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra, Rioja y Aragón.
- Centro: Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura y Madrid.
- Este: Cataluña, Valencia y Baleares.
- Sur: Andalucía, Murcia, Canarias, Ceuta y Melilla.

Para ejecutar los programas asociados a la REM el CSN ha llegado a acuerdos con laboratorios de las universidades españolas, con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) y con el Centro de Estudios

.....
³ Recomendación de la Comisión de 8 de junio de 2000 relativa a la aplicación del artículo 36 del Tratado Euratom sobre el control de los índices de radiactividad en el medio ambiente, con vistas a evaluar la exposición del conjunto de la población. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L 191: 37-46, 27-07-2000

y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Transportes y Movilidad sostenible (CEDEX), estos laboratorios se encuentran repartidos por toda la geografía nacional.

Todos los laboratorios colaboradores se encuentran equipados con los medios necesarios para llevar a cabo los análisis de las muestras. Entre los equipos y técnicas de medida más importantes se encuentran:

- Contadores proporcionales para la determinación de los índices alfa y beta total.
- Equipos de centelleo líquido para la determinación de tritio y carbono-14.
- Equipos con detector de germanio para la determinación de emisores gamma por espectrometría.
- Técnicas de separación radioquímica para cesio y estroncio.
- Análisis de potasio químico para la determinación del índice de actividad beta resto que representa los valores de la actividad beta excluida la contribución del potasio-40.

Al igual que con los PVRA, los puntos de muestreo, tipos de muestras y resultados de la REM pueden consultarse en “Valores Ambientales. REM y PVRA”: <https://www.csn.es/kprGisWeb/consultaMapaPuntos2.htm>. Además, el CSN publica anualmente el resumen de los resultados obtenidos en los PVRA, así como la evaluación detallada de la REM (densa y espaciada), de todo el territorio español, y están disponibles en su página web.

Programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre

Incluye la recogida y análisis de muestras de aire, suelo, agua potable, leche, y dieta tipo según el siguiente programa.

Tabla 1. Programa de muestreo y análisis de la atmósfera y del medio terrestre

		Red densa		Red espaciada	
Tipo de muestra	Frecuencia de muestreo	Tipo de análisis	Frecuencia de análisis	Tipo de análisis	Frecuencia de análisis
Aerosoles	Muestreo continuo Cambio de filtro semanal	Alfa total	Semanal	Cs-137 (espectrometría gamma) Be-7 (espectrometría gamma)	Semanal
		Beta total Espectrometría gamma Sr-90	Semanal Mensual Trimestral		Semanal
Radioyodos	Muestreo continuo Cambio cartucho carbón activo semanal	I-131	Semanal		
Suelo (depósito total)	Anual	Beta total Espectrometría gamma Sr-90	Anual Anual Anual		
Agua potable	Mensual	Alfa total Beta total Espectrometría gamma Sr-90	Mensual Mensual Mensual Trimestral	Alfa total Beta total Beta resto H-3 Sr-90 Cs-137 Isótopos naturales	Mensual Mensual Mensual Mensual Mensual Mensual Bial
Leche	Mensual	Espectrometría gamma Sr-90	Mensual Mensual	Sr-90 Cs-137 (espectrometría gamma)	Mensual Mensual
Dieta tipo	Trimestral	Espectrometría gamma Sr-90	Trimestral Trimestral	Sr-90 Cs-137 (espectrometría gamma) C-14	Trimestral Trimestral Trimestral

Como se observa en la figura 5, las estaciones de muestreo de la red densa seleccionadas dan una cobertura relativamente uniforme de todo el territorio nacional excepto en el caso de las muestras de leche que se toman únicamente donde la producción es mayor. Esta red se corresponde con la implantada en España desde 1993, y en el caso de las aguas continentales, con anterioridad, y

se dispone de datos desde 1984. En el año 2000 fue modificada, se eliminó la muestra de agua de lluvia y se incluyeron las de leche y agua potable. Y en el año 2008 se amplió con la recogida y análisis de muestras de dieta tipo.

Figura 5. Red de estaciones de muestreo (REM): redes densa y espaciada, atmósfera y medio terrestre



Para la red espaciada, cuya implantación en España comenzó en el año 2000, se seleccionó para cada tipo de muestra (aire, agua potable, leche y dieta tipo) un punto de muestreo en cada una de las cuatro regiones geográficas definidas, y en el caso de la zona sur se añadió una estación adicional en las islas Canarias, ya que por su localización no estaría representada por las medidas realizadas en la península. En el año 2004 se amplió con dos puntos de muestreo para muestras de agua superficial y otros dos para muestras de aguas costeras. Y en el año 2008 se completó incluyendo análisis de carbono-14 en las muestras de dieta tipo e incorporándose también un nuevo punto de muestreo para muestras de aire y medio terrestre y en

2022 se añadió un nuevo punto de muestreo de aire en Málaga y en 2025 se han añadido dos nuevos puntos: La Coruña y Palma de Mallorca), constituyendo con todo ello la que se ha llamado en España “Red de alta sensibilidad”.

Los puntos de muestreo seleccionados se encuentran generalmente en el campus universitario o en las inmediaciones del laboratorio de análisis, si bien en el caso del suelo y la leche las muestras se toman ocasionalmente en zonas más alejadas, en puntos representativos de la deposición en el terreno o de la producción lechera de la zona, respectivamente. La muestra de dieta tipo se recoge en los comedores de las universidades o instituciones encargadas del programa y consiste en la dieta completa de una persona durante cinco días seguidos.

La frecuencia de muestreo y análisis de las muestras depende del medio al que pertenecen, puesto que cada uno tiene una tasa característica de transferencia de su contenido radiactivo, siendo la vigilancia de la calidad del aire, como medio de transporte rápido de posibles contaminantes, a la que mayor esfuerzo dedica el programa.

La recogida de las muestras es responsabilidad de los laboratorios, que disponen de los equipos necesarios para su realización. Tanto el proceso de recogida de muestras como el de realización de análisis se lleva a cabo de acuerdo con procedimientos que siguen las directrices de las normas UNE y de los procedimientos publicados por el CSN. En el caso de las medidas de espectrometría gamma los isótopos sobre los que, como mínimo, se debe suministrar información son:

- Isótopos naturales: Be-7, K-40, TI-208, Pb-212, Bi-214 y Pb-214.
- Isótopos artificiales: Cr-51, Mn-54, Co-58, Co-60, Fe-59, Zn-65, Nb-95, Zr-95, Ru-103, Ru-106, Cs-134, Cs-137, Ba-140, La-140 y Ce-144.

El laboratorio también debe proporcionar información de otros isótopos artificiales diferentes a los indicados, en el caso de detectar valores superiores al límite de detección.

Los resultados de la red de alta sensibilidad, y en el caso de la red densa siempre que se obtenga un resultado anómalo, se envían al CSN de forma inmediata, a medida que van estando disponibles. Además, en ambas redes, los datos del programa de vigilancia son remitidos al CSN con periodicidad semestral, en un

informe que incluye, además de los resultados analíticos (concentración de actividad, incertidumbre asociada a la medida y valor numérico del límite inferior de detección), información sobre el grado de cumplimiento del programa en el periodo considerado, causas que han motivado las desviaciones producidas (si las hubiera) en relación con el programa previsto y acciones correctoras que se han tomado. También incluye información complementaria sobre las fechas de muestreo y análisis, tiempo de recuento de la muestra, cantidad de muestra utilizada para la realización de la medida y rendimientos químicos, en aquellas determinaciones analíticas que necesiten una preparación química de la muestra antes de efectuar la medida de actividad. Adicionalmente, los resultados son facilitados en soporte informático, para su carga automática en la base de datos del CSN sobre vigilancia radiológica ambiental.

El CSN proporciona anualmente información al Congreso de los Diputados y al Senado sobre los valores medios obtenidos en este programa y, asimismo, remite los datos de esta vigilancia a la UE en cumplimiento del artículo 36 del Tratado Euratom.

Programa de vigilancia del medio acuático

La red nacional de vigilancia del medio acuático incluye los ríos de las principales cuencas hidrográficas y las aguas del perímetro costero del territorio español. En el año 1987 el CSN suscribió un acuerdo específico con el CEDEX, por el cual el CSN participaba en el programa de vigilancia radiológica de las aguas de todas las cuencas de los ríos españoles implantado por dicho organismo y operativo desde 1978. Posteriormente, en 1992, se amplió la vigilancia a las aguas costeras. Y por último, en el año 2004 se firmó un nuevo acuerdo en virtud del cual se incluyó la vigilancia de las aguas continentales y costeras en el programa de la red espaciada, para lo cual el laboratorio del CEDEX implementó las técnicas analíticas adecuadas en dicha red.

Como se observa en la figura 6, las estaciones de muestreo de las aguas continentales están situadas a lo largo de los ríos de las distintas cuencas hidrográficas de España, tanto en zonas de potencial influencia de las instalaciones nucleares y del ciclo del combustible como en áreas alejadas de ellas. Se trata de las cuencas del Miño y norte de España, Duero, Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Ebro, Júcar, cuencas hidrográficas catalanas y del Segura, incluyendo en la

- Espectrometría gamma, correspondiente a radionucleidos artificiales: Cr-51, Mn-54, Co-58, Co-60, Fe-59, Zn-65, Nb-95, Zr-95, Ru-103, Ru-106, Cs-134, Cs-137, Ba-140, La-140 y Ce-144.

En el programa de la red espaciada se realiza exclusivamente la determinación de la concentración de actividad de cesio-137 desde 2002, aplicando técnicas de separación radioquímica y partiendo de un volumen de muestra de agua continental de 350 litros y un tiempo de medida de entre tres y diez días.

Tal como se ve en la figura 7, en la vigilancia de la calidad del agua del litoral español desde el punto de vista radiológico, se incluyen actualmente 15 estaciones que integran el programa de la red densa, entre las que se han seleccionado las estaciones de Cabo de Ajo en el Mar Cantábrico y Cabo de Creus en el Mar Mediterráneo para desarrollar el programa de la red espaciada.

Figura 7. Red de estaciones de muestreo de aguas marinas



La frecuencia de muestreo y análisis siempre es trimestral y las muestras de agua se toman en superficie, a una distancia de 10 millas de la costa excepto en los puertos marítimos indicados donde las muestras se toman en la bocana.

El programa se puso en marcha en el año 1993 y realiza las mismas determinaciones analíticas que en las aguas continentales, aunque se aplican los procedimientos adecuados a las características salinas de las muestras de agua de mar. Adicionalmente, en el punto de muestreo de Garrucha (mar Mediterráneo), desde 2008 se incluyó la determinación de americio-241 y plutonio-239+240 para vigilar el posible impacto del accidente de Palomares en esas aguas.

Desde el año 2002 se realiza, además, la determinación de cesio-137 dentro del programa de la red de alta sensibilidad, con la utilización de procedimientos radioquímicos y partiendo, en este caso, de un volumen de agua de mar de 50 litros y un tiempo de medida de al menos tres días.

El CEDEX realiza el muestreo con la colaboración del personal de las confederaciones hidrográficas y efectúa el análisis de las muestras. Anualmente presenta un informe de resultados al CSN, y este evalúa los resultados obtenidos y facilita a la Unión Europea la información requerida en cumplimiento del artículo 36 del Tratado Euratom, junto con los datos de la vigilancia de ámbito nacional del aire y del medio terrestre.

b) Red de Estaciones Automáticas (REA)

La red de estaciones automáticas tiene por objetivo principal la vigilancia en tiempo real de la radiactividad en la atmósfera al ser este un medio primario de difusión y transporte de contaminantes, y obtener información adecuada para evaluar las consecuencias derivadas de un posible accidente nuclear.

En 2009, tras casi 20 años de funcionamiento de la REA, el CSN decidió emprender una modernización que incluyó la ampliación del número de estaciones y la renovación tanto del equipamiento radiométrico y las conexiones como de las comunicaciones automáticas con la Sala de Emergencias (Salem) del CSN.

Actualmente, el CSN dispone de una Red de Estaciones Automáticas de vigilancia radiológica ambiental con objeto de la detección temprana de radiación ambiental en caso de emergencias nucleares o radiológicas. Estas estaciones miden en continuo los niveles de radiactividad atmosféricos de todo el territorio nacional, y cuentan todas ellas con la capacidad de identificar los radionucleidos presentes en la atmósfera.

Esta nueva REA consta, a fecha de 2024, de 185 estaciones fijas, distribuidas como se muestra en la figura 8, suponiendo un proceso de instalación paulatino comenzado en 2019 y finalizado en 2021, además de 15 estaciones portátiles. Las estaciones fijas están situadas en los emplazamientos de las estaciones que formaban la antigua REA: emplazamientos dentro del área de planificación de las centrales nucleares españolas, en las capitales de provincias y en núcleos de población importantes. Las nuevas estaciones están divididas en cuatro subgrupos:

- 141 estaciones que poseen sondas con detector de centelleo de NaI(Tl) (1.5" x 1.5").
- 24 estaciones que poseen sondas con detector de centelleo de NaI(Tl) (3.0" x 3.0").
- 20 estaciones que poseen sondas con detector de centelleo de LaBr₃(Ce) (1.5" x 1.5").
- 15 estaciones portátiles que tienen sondas con detector de Geiger-Müller de baja y alta tasa de dosis, junto con un sensor de pluviometría.

Figura 8. Red de Estaciones Automáticas del CSN (REA)

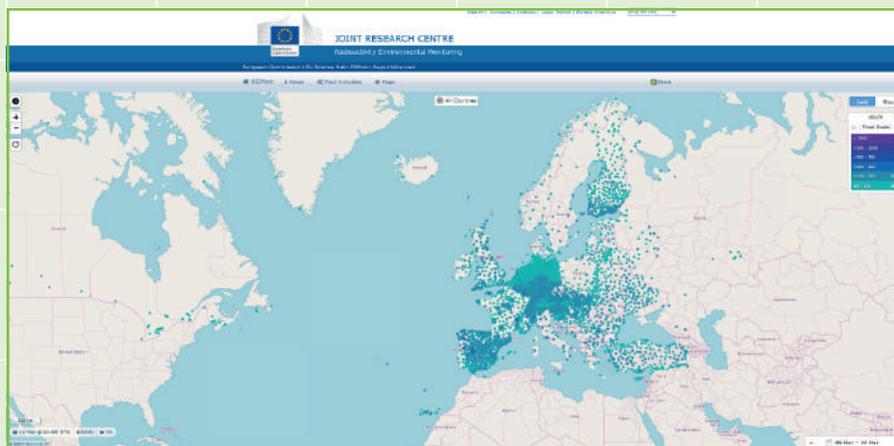


Los datos de tasa de dosis de las nuevas estaciones REA se publican en tiempo real en la web del CSN (<https://www.csn.es/varios/rea/index.html>). Desde cada estación se puede acceder a las gráficas de la tasa de dosis en promedio de 10 minutos, una hora o un día.

Además, en la página web del CSN (<http://www.csn.es>) se facilita información, continuamente actualizada, sobre el valor medio diario y el valor medio mensual de la tasa de dosis gamma medida en cada una de las estaciones automáticas de las redes valenciana, catalana, extremeña y vasca. También se dispone de un archivo histórico de estos datos para consultas sobre periodos de tiempo más extensos.

Los valores horarios de las estaciones de la REA se publican además en la Plataforma Europea de Intercambio de Datos Radiológicos (EURDEP) y en el sistema de vigilancia radiológica del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) “International Radiation Monitoring Information System” (IRMIS).

Figura 9. Portal EURDEP, con visual de las estaciones que comparten datos en tiempo real



Además, a raíz de una serie de encomiendas, las comunidades autónomas de Cataluña, Extremadura, País Vasco y Valencia, envían en tiempo real los datos recogidos por 21 estaciones (figura 10).

Figura 10. Estaciones de vigilancia radiológica ambiental de las comunidades autónomas de Cataluña, Extremadura, País Vasco y Valencia que envían datos en tiempo real al CSN



c) Red de Estaciones Automáticas de las comunidades autónomas

Además de las redes mencionadas, las comunidades autónomas de Cataluña, Extremadura, País Vasco y Valencia tienen sus propias redes de vigilancia, a saber:

- Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de Cataluña (Xarxa de Vigilància Radiològica Ambiental de la Generalitat de Catalunya o XVRAC).
- Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de Extremadura (RAREX).
- Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de la Generalitat Valenciana.

Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de Cataluña (XVRAC)

La XVRAC (Xarxa de Vigilància Radiològica Ambiental de Catalunya o Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de Cataluña), propiedad de la Generalitat de Catalunya, está conformada, a fecha de 2024, por 35 estaciones de espectrometría gamma, 15 estaciones con detectores Geiger-Müller, nueve estaciones con equipos Berthold BAI-9850 (medidas de concentración de actividad alfa, beta, radón y radioiodos), todas ellas asistidas con un sistema de análisis de datos en tiempo real.

Las estaciones de espectrometría gamma implementan diferentes tipos de detectores en diferentes configuraciones de medida: 24 monitores de medida directa sin blindaje con detectores $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ de 1"x1" y 2"x2", $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ de 2"x2" y $\text{NaI}(\text{TI})$ de 3"x3"; diez monitores para vigilancia de aerosoles por medio de filtros (RARM-F) con detectores $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ y $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ de 2"x2"; dos monitores de medida directa con dos detectores blindados a fin de discriminar la radiación del suelo de la ambiental (RARM-D), implementando para ello detectores $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ o $\text{NaI}(\text{TI})$; y, finalmente, dos estaciones de agua para el monitoreo del río Ebro a su paso por la central nuclear de Ascó (una estación aguas arriba y otra aguas abajo) en donde se usan dos detectores de $\text{NaI}(\text{TI})$ 2"x2". En la figura 11 se presenta una visual de toda la XVRAC.

Figura 11. Visual de los valores de $H^*(10)$ medidos en las estaciones de espectrometría gamma y en los detectores Geiger que conforman la XVRAC



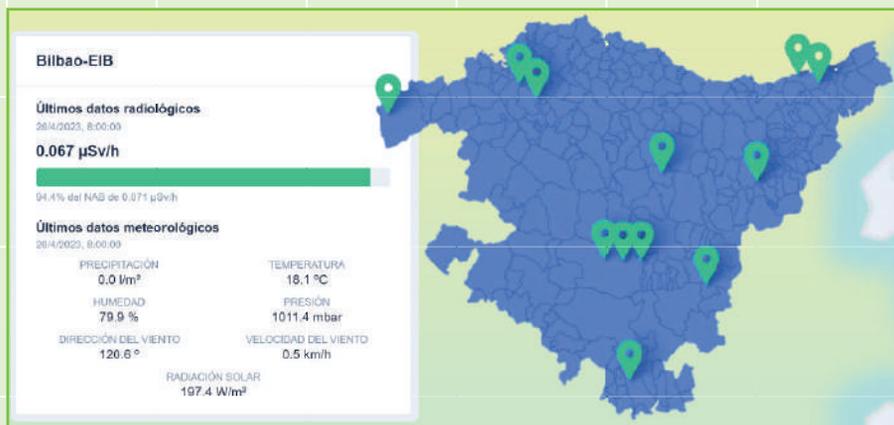
La Unidad de Física Médica de la Universitat Rovira i Virgili es la Universidad pública a la que la Generalitat de Catalunya le encarga el mantenimiento de las estaciones, el análisis de los datos y las funciones de auditor científico externo de la evaluación y certificación de la calidad radiológica ambiental.

Toda la información sobre la XVRAC y datos en tiempo real pueden encontrarse en el portal de transparencia de la Generalitat de Catalunya: https://analisi.transparenciacatalunya.cat/es/Medi-Ambient/Xarxa-de-vigil-ncia-radiol-gica-ambiental-de-la-Ge/wpez-cjrc/about_data.

Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de Extremadura (RAREx)

La RAREx, propiedad del Gobierno de Extremadura, es una red de medida en tiempo real formada, a fecha de 2024, por un conjunto de 17 monitores de tasa de dosis ambiental equivalente $H^*(10)$, cinco monitores de aerosoles aplicando espectrometría gamma (BAI9100D Berthold) y tres monitores de agua por espectrometría gamma (Berthold BAI-9125) para la vigilancia radiológica del río Tajo a su paso por la central nuclear de Almaraz. Estos ocho últimos han sido

Figura 13. Ubicación de 12 de las 18 estaciones de la nueva red del País Vasco



Fuente: Póster de comunicación del 8º Congreso Conjunto SEFM-SEPR, Oviedo, 2023.

Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de la Comunitat Valenciana

La red, propiedad de la Generalitat Valenciana, está gestionada por el Servicio de Coordinación de Emergencias de la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a Emergencias a través de la Sección de Seguridad Radiológica.

Está compuesta por estaciones de medición de aire, tasa de dosis ambiental y medición de agua, incluyendo un sistema de comunicaciones que permite la recepción y transmisión de datos.

Las estaciones se encuentran dentro del área de planificación de emergencia nuclear del Plan de Emergencia Nuclear de la Central Nuclear de Cofrentes (PENVA), a una distancia inferior a 10 km en las inmediaciones de la central nuclear. Vaya a la figura 14 para obtener una visión completa de la ubicación de las instalaciones, según los datos disponibles en 2024.

Estaciones de medida de aire y tasa de dosis: se ubican en Los Pedrones, Cortes de Pallás, Cofrentes y Jalance.

Estación de medición de tasa de dosis: ubicada en la central nuclear de Cofrentes.

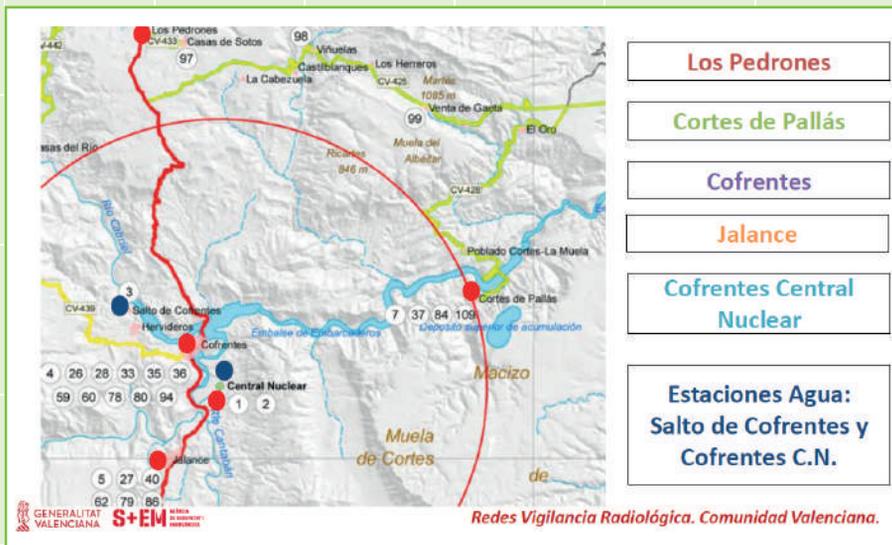
Estaciones de medida de agua: en el Salto de Cofrentes, Presa de Hervideros (aguas arriba de la central nuclear) y Embalse de Embarcaderos (aguas abajo de la central nuclear).

En la tabla 2 se muestran los datos técnicos de todas las estaciones.

Tabla 2. Detectores utilizados para medida de aire y tasa de dosis en Los Pedrones, Cortes de Pallás, Cofrentes y Jalance en la red de vigilancia radiológica de la Generalitat Valenciana

ESTACIONES	MEDIDA	DETECTOR	TIPO DE Sonda
Los Pedrones	Partículas α y β	Berthold,BAI 9300-AB	Plástico de centelleo, ZnS(Ag)
Cortes de Pallás	Radón	Integración de α y β detectadas	
Cofrentes	Yodos	Berthold,BAI 9311	Cristal de centelleo, NaI(Tl) 8S8/2A
Jalance	Tasa de dosis γ	Berthold, BAI 9309	Doble detector G-M
CN Cofrentes	Tasa de dosis γ	Berthold, BAI 9309	Doble detector G-M
Salto de Cofrentes Presa de Hervideros (aguas arriba de la central nuclear) Embalse de Embarcaderos (aguas abajo de la central nuclear)	Radio-yodos	Berthold,BAI 9311	Cristal de centelleo, NaI(Tl) 8S8/2A

Figura 14. Ubicación de las estaciones de la red de la Generalitat Valenciana

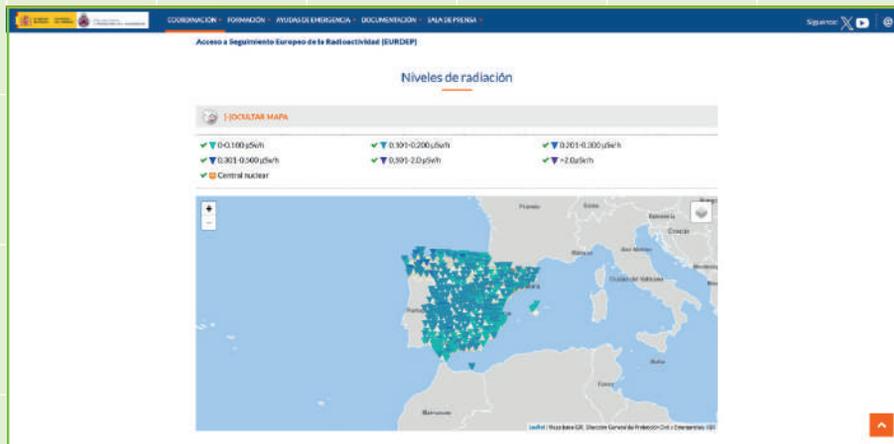


Fuente: S+EM Agència de Seguretat i Emergències.

d) Red de Alerta a la Radiactividad de Protección Civil (RAR)

La Red de Alerta a la Radiactividad (RAR) es un elemento básico de las redes de alerta del Sistema Nacional de Protección Civil. Tiene como objetivo la medida constante de los niveles de radiación gamma en todo el territorio nacional, el seguimiento de sus tendencias y la detección inmediata de niveles anormales que requieran la activación de posibles medidas de los planes de emergencia definidos para el riesgo nuclear y radiológico. La red es gestionada, operada y mantenida por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior. Esta red está compuesta por 907 estaciones (datos de 2024), distribuidas por la península y los archipiélagos, que miden la tasa de dosis ambiental por medio de detectores Geiger-Müller. En la figura 9 puede visualizarse el portal web (<https://www.proteccioncivil.es/coordinacion/redes/rar>) para la consulta en tiempo real de la medida obtenida por los detectores de la RAR.

Figura 15. Portal web de la RAR gestionada por Protección Civil



Calidad

A lo largo de todo el proceso de realización de las medidas de baja actividad, que habitualmente corresponden a las medidas de las muestras obtenidas en los programas de vigilancia radiológica ambiental, existen diversos factores que pueden influir en los resultados que se obtienen. En consecuencia, resulta de gran importancia tratar de garantizar la homogeneidad y la fiabilidad de las medidas realizadas en los diferentes laboratorios nacionales. La confianza de la precisión y la exactitud de las medidas se asegura mediante el establecimiento y la implantación de un sistema de calidad homogéneo y de procedimientos normalizados de muestreo y análisis para todos los laboratorios, así como con la supervisión ejercida por el CSN.

En el caso de la vigilancia de las instalaciones nucleares y/o radiactivas, los titulares de las mismas son responsables de implantar un programa de garantía de calidad que incluya la vigilancia radiológica ambiental. Tienen que realizar un programa de control de calidad analítico sobre un porcentaje entre el 5% y el 15% de los análisis del PVRA, independientemente de la vigilancia que el CSN lleva a cabo.

En los acuerdos establecidos para la vigilancia nacional, se requiere suficiente capacidad técnica para el desarrollo del programa, con la calidad establecida mediante el uso de procedimientos normalizados. Todo ello, debe ser reflejado en un programa de garantía de calidad.

El CSN supervisa todos los programas mediante la revisión de los datos proporcionados, la realización de inspecciones y auditorías periódicas y, además, el establecimiento de un programa anual de campañas de intercomparación analítica en las que participan todos los laboratorios implicados en la vigilancia radiológica ambiental.

El CSN lleva a cabo el programa anual de ejercicios de intercomparación analítica desde 1992, con el apoyo técnico del Ciemat y de la Universitat de Barcelona. En estos ejercicios participan unos 40 laboratorios que realizan medidas de la radiactividad ambiental y se persigue garantizar la homogeneidad y la fiabilidad de los resultados obtenidos en los programas de vigilancia radiológica ambiental. Estas campañas resultan ser un medio de probada eficacia para mejorar la fiabilidad de los resultados obtenidos en los programas de vigilancia radiológica ambiental. Además, ayudan a los laboratorios implicados en la vigilancia radiológica ambiental en el proceso de acreditación por ENAC (la Entidad Nacional de Acreditación) siguiendo la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, que establece los requisitos generales relativos a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración.

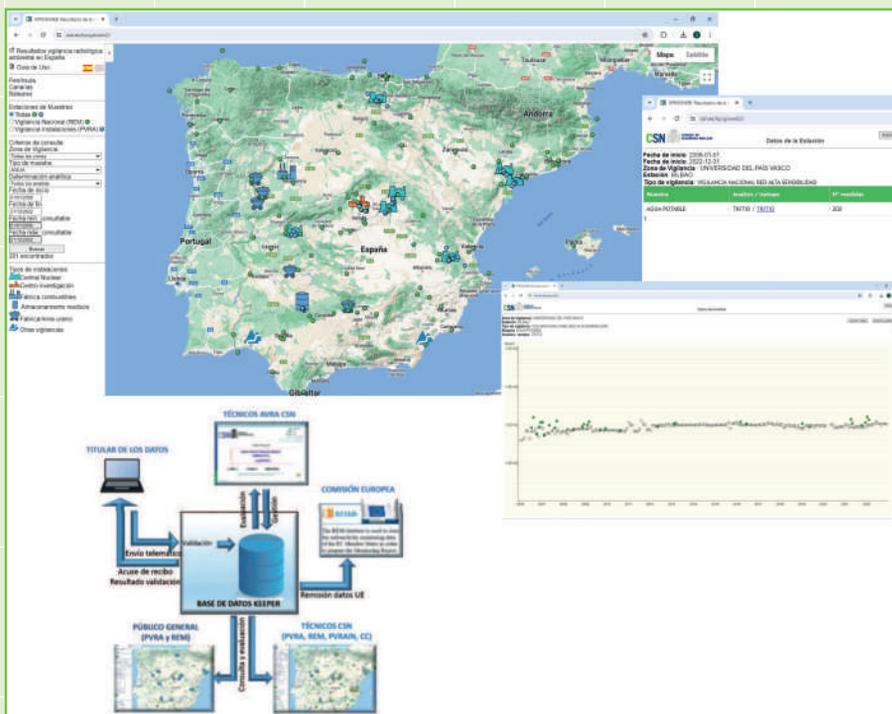
Por otra parte, para evitar que las diferencias en los procedimientos aplicados en las distintas etapas del proceso de medida de la radiactividad ambiental constituyan una posible fuente de variabilidad en los resultados, se continúan desarrollando, con el apoyo del CSN, procedimientos normalizados mediante grupos de trabajo específicos establecidos con este fin. Además, se organizan cada dos años las Jornadas de Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental, donde los profesionales debaten y comparten experiencias y novedades en aspectos relevantes de la radiactividad ambiental.

El CSN informa a la población y a las instituciones

El Consejo de Seguridad Nuclear, como autoridad competente en la vigilancia radiológica ambiental en España, cumple con el marco legal establecido por la Ley 27/2006, que regula los derechos de acceso a la información, participación pública y acceso a la justicia en materia de medio ambiente, incorporando las directivas europeas 2003/4/CE y 2003/35/CE. Esta ley garantiza que los ciudadanos puedan acceder a la información ambiental relevante, incluida la relacionada con la radiación ionizante y sus posibles efectos en el entorno, facilitando la participación activa en los procesos de toma de decisiones sobre temas ambientales que puedan afectar a la salud pública y al ecosistema. Asimismo, la Ley 19/2013, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno, refuerza este marco al asegurar que las instituciones públicas, incluido el CSN, proporcionen de manera proactiva y accesible toda la información relevante sobre vigilancia radiológica, promoviendo la transparencia en la gestión de la seguridad y protección radiológica, y garantizando el derecho de los ciudadanos a una gobernanza abierta y responsable en materia de protección del medio ambiente.

Los datos radiológicos de todos los programas de vigilancia radiológica ambiental, que cada año se desarrollan en España, se recogen en la base de datos KEEPER de vigilancia radiológica ambiental del CSN, para poder realizar un tratamiento adecuado de los mismos y para facilitar la función del CSN de informar al público y a las instituciones.

Figura 16. Base de datos KEEPER



El CSN, en los informes anuales que presenta al Congreso de los Diputados y al Senado, incluye información sobre todas las redes de vigilancia y sobre los resultados de los programas que se desarrollan en cada una de ellas y, además, anualmente, realiza una publicación monográfica con los resultados de los programas de vigilancia en España, que recoge información detallada e incluye una valoración de los mismos. Todas las publicaciones pueden ser solicitadas gratuitamente al CSN (peticiones@csn.es).

En la página web del CSN (<https://www.csn.es/sistema-de-vigilancia-ambiental-en-espana>) se incluye información sobre los programas de vigilancia radiológica ambiental, por ejemplo se facilita el valor medio diario y el valor medio mensual de la tasa de dosis medida en cada una de las estaciones automáticas de la REA del CSN y de las redes valenciana, catalana, vasca y extremeña (<https://www.csn.es/mapa-de-valores-ambientales>).

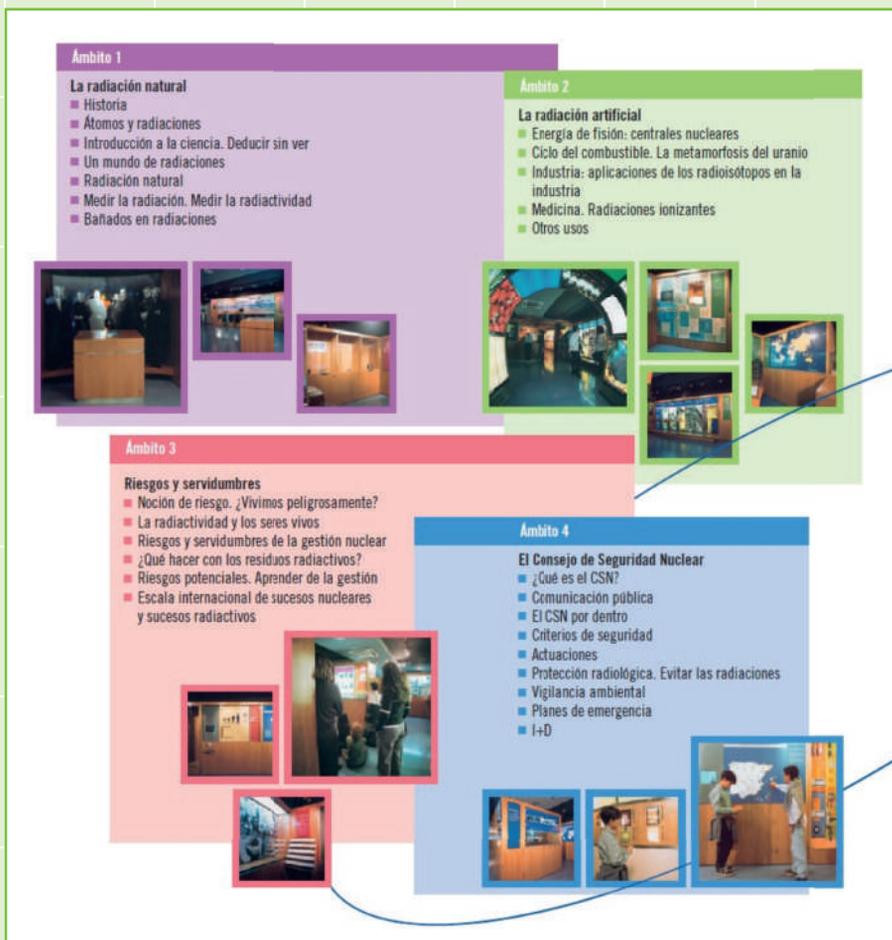
Existe un servicio de atención a las peticiones de información de ciudadanos particulares y organismos u organizaciones diversas que se pueden realizar, entre otros medios, por el correo electrónico (comunicaciones@csn.es) o por teléfono (91 346 01 00).

El Centro de Información, en el que se realizan visitas guiadas al público solicitándolo por correo electrónico (centroinformacion@csn.es), también suministra información sobre este tema.

Así mismo, el CSN participa en congresos, jornadas, seminarios, ferias científicas, etc. También en grupos de trabajo y en programas internacionales organizados por el OIEA y la Unión Europea.

Por otro lado, publicaciones de otras entidades recogen datos sobre la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental española, como los informes anuales del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) sobre la Red de Vigilancia de Aguas Continentales y Costeras. Los informes de resultados de la red de seguimiento radiológico ambiental de la Unión Europea sobre los resultados de la vigilancia de ámbito nacional, que realiza la Comisión Europea con los datos suministrados por los Estados miembros. Todos estos datos se almacenan en la base de datos Radioactivity Environmental Monitoring de la Comisión. Esta base contiene información radiológica detallada de todos los países de la UE, y su acceso se encuentra disponible en su página web (<https://remon.jrc.ec.europa.eu/>).

Figura 17. Esquema del Centro de Información del CSN



3 Marco legal

Normativa europea

[Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica \(CEEA o Euratom\) del 25 de marzo de 1957.](#)

[DIRECTIVA 2013/51/EURATOM DEL CONSEJO de 22 de octubre de 2013 por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano.](#)

[Recomendación 2000/473/Euratom de la Comisión, de 8 de junio de 2000 relativa a la aplicación del artículo 36 del Tratado Euratom sobre el control de los índices de radiactividad en el medio ambiente con vistas a evaluar la exposición del conjunto de la población \(Diario Oficial de la Unión Europea de 27 de julio de 2000. Comunicación 2000/1299\).](#)

[DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSEJO, de 5 de diciembre de 2013. Diario oficial de la Unión Europea, 17-1-2014, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.](#)

[DIRECTIVA 2009/71/EURATOM del Consejo, de 25 de junio de 2009, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.](#)

[DIRECTIVA 2011/70/EURATOM, del Consejo, de 19 de julio de 2011, por la que se establece un marco comunitario para la gestión responsable y segura del combustible nuclear gastado y de los residuos radiactivos.](#)

[DIRECTIVA 2014/87/EURATOM, del Consejo, de 8 de julio de 2014, por la que se modifica la DIRECTIVA 2009/71/EURATOM del Consejo, de 25 de junio de 2009, por la que se establece un marco comunitario para la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.](#)

[Reglamento \(EURATOM\) nº 237/2014, del Consejo, de 13 de diciembre de 2013, por el que se establece un Instrumento de Cooperación en materia de seguridad nuclear.](#)

Normativa española

[Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear \(BOE, 4 de mayo de 1964\).](#)

[Ley 15/1980 de Creación del CSN \(BOE, 25 de abril de 1980\), reformada por la Ley 33/2007, de 8 de noviembre.](#)

[Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes.](#)

[Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente \(incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE\).](#)

[Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.](#)

[Real Decreto 1029/2022 de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. BOE núm 305, de 21 de diciembre de 2022.](#)

[GUIA DE SEGURIDAD nº 4.1. Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares.](#)

Recomendaciones internacionales

[OIEA, Colección de Normas de Seguridad No. GSR Part 3, Safety Standards Series, “Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad” \(2014\).](#)

[OIEA, Safety Standards Series No. GSG-8, Radiation Protection of the Public and the Environment \(2018\).](#)

[OIEA, Safety Standards Series No. GSG-9, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment \(2018\).](#)

[OIEA, Safety Standards Series No. GSG-10, Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities \(2018\).](#)

4 Actividades

1. Relaciona mediante flechas cada acrónimo con su correspondiente definición.

REM	Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental
REVIRA	Comunidad Europea de la Energía Atómica
RAR	Red de Estaciones Automáticas
EURATOM	Consejo de Seguridad Nuclear
PVRA	Red de Estaciones de Muestreo
REA	Red de Alerta a la Radiactividad
CSN	Red de Vigilancia Radiológica ambiental

2. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (v) o falsas (f).

	Los isótopos radiactivos se aplican solo en medicina.
	Los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental, también denominados PVRA, se integran en la Red de Vigilancia asociada a instalaciones nucleares y/o radiactivas.
	La primera etapa para realizar un PVRA es establecer las poblaciones, grupos de edad, vías de exposición y radionucleidos potencialmente críticos.
	La red REVIRA está constituida por dos tipos de redes: REA (Red de Estaciones Automáticas) y REM (Red de Estaciones de Muestreo).
	Todas las redes de vigilancia radiológica del aire están operadas por el CSN.
	La REM incluye dos programas, uno de vigilancia radiológica de la atmósfera y del medio terrestre y otro de vigilancia radiológica del medio acuático.
	Los Estados miembros de la UE definen regiones geográficas representativas para su territorio y desarrollan para cada tipo de medio muestreado una red espaciada y una red densa de vigilancia radiológica.
	Los programas de vigilancia radiológica de la atmósfera y del medio terrestre recogen y analizan muestras de aire, suelo, agua potable, leche y dieta tipo.
	La red nacional de vigilancia radiológica del medio acuático incluye los ríos de las principales cuencas hidrográficas y las aguas del perímetro costero canario.
	Las estaciones de la REA, generalmente, se sitúan junto a las del Instituto Nacional de Metrología.
	La RAR es la Red de Alerta a la Radiactividad gestionada por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
	En la vigilancia radiológica de las instalaciones nucleares y/o radiactivas los titulares no son, en la mayoría de los casos, responsables de implantar un programa de garantía de calidad que incluya la vigilancia radiológica ambiental.
	El CSN presenta informes anuales tanto al Congreso como al Senado.

4. Sopa de letras.

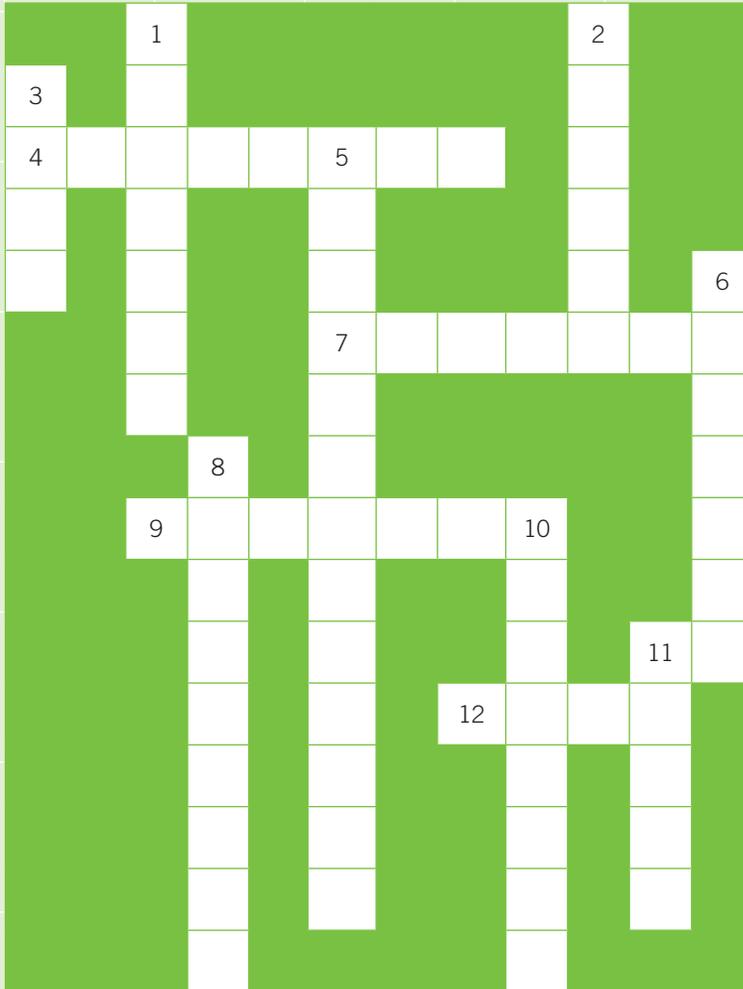
Encontrar en la sopa, dispuestas horizontal, vertical o diagonalmente, en uno u otro sentido las palabras que se relacionan abajo.

A	R	P	S	E	Q	I	K	U	N	T	E	Q	K	A	J	M	O	N	J
Ñ	V	A	K	S	U	F	J	Ñ	I	T	M	O	I	R	O	T	D	E	V
O	T	N	V	O	H	U	R	A	N	I	O	X	E	A	T	I	Ñ	W	U
Ñ	E	I	M	U	B	W	U	R	E	A	R	H	O	D	A	C	F	E	A
K	A	T	S	D	E	S	T	I	W	Y	N	S	L	I	R	E	G	U	T
J	G	E	L	I	H	A	S	D	A	N	E	R	L	A	N	D	A	E	M
U	V	N	K	S	B	S	F	L	S	R	A	Q	U	C	E	F	I	O	L
L	R	O	B	E	N	E	R	G	I	A	S	E	F	I	S	U	Y	B	A
A	Z	J	I	R	E	L	A	S	N	Q	U	S	E	O	D	S	E	Y	K
E	B	D	Y	C	Z	W	I	L	E	J	S	A	Y	N	E	T	R	A	S
M	L	I	R	A	X	O	E	N	U	D	O	F	G	E	N	E	S	L	A
H	I	S	O	T	O	P	O	S	C	V	U	X	E	S	I	L	A	R	N
I	F	L	V	S	G	A	N	E	O	A	D	I	T	C	H	R	E	N	U
A	Q	U	B	E	F	P	L	R	A	S	O	P	E	R	U	F	G	A	R
S	O	T	O	Z	C	E	W	A	N	E	Z	U	X	A	S	R	A	L	O
T	A	R	S	A	R	N	R	L	V	B	E	Z	D	O	R	I	S	R	E
H	E	T	N	E	I	B	M	A	O	I	D	E	M	U	H	G	L	U	S
Ñ	U	M	A	L	J	I	G	U	R	N	E	T	S	Z	S	E	Q	A	N
A	H	A	W	R	O	E	T	R	U	S	A	N	I	Y	U	Ñ	B	A	L
D	E	P	K	I	C	I	L	P	M	G	X	E	G	S	O	A	N	R	T

- Energía
- Radiaciones
- Biosfera
- Atmósfera
- Medio Ambiente
- Isótopos
- Torio
- Residuos
- Uranio

6. Crucigrama.

Completa el siguiente crucigrama con las palabras definidas a continuación.



Verticales

1. Nombre de la unidad de dosis (Sv) que es igual a un julio por kilogramo.
2. Elemento químico de número atómico 92 y símbolo U.
3. Electrón, positivo o negativo, emitido en la desintegración de un núcleo atómico.

5. Propiedad de algunos elementos químicos de emitir partículas u ondas electromagnéticas ionizantes.
6. Partícula elemental cuya carga eléctrica es positiva e igual a la del electrón.
8. Unidad de la actividad (Bq); equivale a la cantidad de material radiactivo que sufre una desintegración cada segundo.
10. Especie atómica caracterizada por el número de protones y neutrones que posee.
11. Gas noble de número atómico 86 y símbolo Rn.

Horizontales

4. Partícula elemental estable que forma parte de la corteza de los átomos y tiene la carga negativa más pequeña conocida.
7. Cada uno de los distintos nucleidos con el mismo número atómico (número de protones).
9. Partícula elemental sin carga eléctrica que forma parte del núcleo de los átomos.
12. Núcleo de Helio-4 emitido en el transcurso de una desintegración nuclear.

7. Elige entre estos objetivos a qué corresponde: PVRA, REVIRA o ambos.

PVRA		REVIRA
	Estimar el impacto radiológico derivado del funcionamiento de la instalación nuclear y/o radiológica que se vigila.	
	Conocer la concentración, la distribución y la evolución de los radioisótopos presentes en el medio ambiente, y de los niveles de radiación ambiental.	
	Disponer de un banco de datos medioambientales que permita establecer un rango de niveles característicos del fondo radiactivo en cada región, y obtener en cualquier momento niveles de referencia.	
	Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios impuestos a las instalaciones.	
	Verificar la idoneidad de vigilancia de efluentes y de los modelos de transferencia de los radionucleidos en el medio ambiente.	
	de modo que se puedan detectar eventuales fugas inadvertidas.	

8. Ordena y sitúa cada una de las partes de las fases de un PVRA.

Preoperacional	

Operacional	
--------------------	--

Desmantelamiento y clausura	
------------------------------------	--

Entrenamiento del personal.
Establecer el fondo radiológico.
Evaluar el impacto derivado de las actividades de desmantelamiento de la instalación.
Evaluar el impacto derivado del funcionamiento de la instalación.
Puesta a punto de los procedimientos y equipos.

9. Marca en cada caso la respuesta correcta.

1. Indicar los elementos que dan lugar a las radiaciones ionizantes:
 - a) Sodio, calcio, aluminio
 - b) Uranio, torio, potasio
 - c) Silicio, bromo, níquel
 - d) Manganeso, bromo, níquel

2. Indicar qué elementos integran el sistema de redes de vigilancia radiológica ambiental:
 - a) PVRA, REVIRA
 - b) CSN, Ciemat
 - c) CSIC, EURATOM
 - d) REM, RAM

3. ¿Qué sistema de redes de vigilancia radiológica tiene como objetivo principal conocer la calidad radiológica del medio ambiente en todo el territorio?:
- a) REVIRA
 - b) PVRA
 - c) Ciemat
 - d) CSN
4. Existen dos tipos de redes de estaciones de muestreo (REM) llamadas:
- a) Comarcal y regional
 - b) Inferior y superior
 - c) Densa y espaciada
 - d) Reducida y ampliada
5. La Red de Estaciones Automáticas REA tiene por objetivo principal conocer:
- a) La radiactividad acumulada en el suelo durante un año
 - b) La radiactividad acumulada en frutas y hortalizas
 - c) La vigilancia de la radiactividad en tiempo real
 - d) La radiactividad acumulada en los seres vivos
6. Al someternos a una radiografía, está originándose radiación ionizante como consecuencia de:
- a) El fondo radiactivo natural
 - b) La aplicación pacífica de la energía nuclear
 - c) Un accidente en una instalación de manejo de materiales radiactivos
 - d) La utilización bélica de la energía nuclear

10. Completa las siguientes frases.

1. Nuestro planeta está expuesto a
de extraordinaria energía procedente del espacio exterior.
2. Al conjunto de las radiaciones exteriores y del material radiactivo presente en la biosfera se le conoce habitualmente como
3. y
han contribuido también a introducir isótopos radiactivos en el medio ambiente.
4. Los campos de aplicación más importantes con isótopos radiactivos utilizados por el ser humano
5. Los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental se designan abreviadamente como
6. Las siglas designan la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental.
7. Las dosis de radiaciones ionizantes evaluadas en individuos se realizan mediante
8. La tasa de dosis gamma, alfa, beta, yodo-131 y de actividad radón, se conocen como variables
9. Se conocen como variables la velocidad y la dirección del viento, la temperatura y la humedad relativa del aire, la precipitación y la presión atmosférica.
10. Los detectores para medir la radiactividad se llaman

Soluciones

1. Relaciona mediante flechas cada acrónimo con su correspondiente definición.

Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA)
Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM)
Red de Estaciones Automáticas (REA)
Red de Estaciones de Muestreo (REM)
Red de Vigilancia Radiológica ambiental (REVIRA)
Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
Red de Alerta a la Radiactividad (RAR)

2. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (v) o falsas (f).

F	Los isótopos radiactivos se aplican sólo en medicina.
F	Los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental, también denominados PVRA, se integran en la Red de Vigilancia asociada a instalaciones nucleares y/o radiactivas.
V	La primera etapa para realizar un PVRA es establecer las poblaciones, grupos de edad, vías de exposición y radionucleidos potencialmente críticos.
F	La red REVIRA está constituida por dos tipos de redes: REA (Red de Estaciones Automáticas) y REM (Red de Estaciones de Muestreo).
F	Todas las redes de vigilancia radiológica del aire están operadas por el CSN.
V	La REM incluye dos programas, uno de vigilancia radiológica de la atmósfera y del medio terrestre y otro de vigilancia radiológica del medio acuático.
V	Los Estados miembros de la UE definen regiones geográficas representativas para su territorio y desarrollan para cada tipo de medio muestreado una “red espaciada” y una “red densa” de vigilancia radiológica.
V	Los programas de vigilancia radiológica de la atmósfera y del medio terrestre recogen y analizan muestras de aire, suelo, agua potable, leche y dieta tipo.
F	La red nacional de vigilancia radiológica del medio acuático incluye los ríos de las principales cuencas hidrográficas y las aguas del perímetro costero canario.
F	Las estaciones de la REA, generalmente, se sitúan junto a las del Instituto Nacional de Metrología.
V	La RAR es la Red de Alerta a la Radiactividad gestionada por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
F	En la vigilancia radiológica de las instalaciones nucleares y/o radiactivas los titulares no son, en la mayoría de los casos, responsables de implantar un programa de garantía de calidad que incluya la vigilancia radiológica ambiental.
V	El CSN presenta informes anuales tanto al Congreso como al Senado.

3. Columnas movedizas.

L	O	S		D	A	T	O	S		R	A	D	I	O	L	O	G	I	C	O	S		D	E
	L	O	S		P	R	O	G	R	A	M	A	S		D	E		V	I	G	I	L	A	N
C	I	A		M	E	D	I	O		A	M	B	I	E	N	T	A	L		Q	U	E		C
A	D	A		A	Ñ	O		S	E		D	E	S	A	R	R	O	L	L	A	N		E	N
	E	S	P	A	Ñ	A		S	E		R	E	C	O	G	E	N		E	N		L	A	
B	A	S	E		D	E		D	A	T	O	S		K	E	P	P	E	R		D	E		V
I	G	I	L	A	N	C	I	A		R	A	D	I	O	L	O	G	I	C	A		A	M	B
I	E	N	T	A	L		D	E	L		C	S	N	,		P	A	R	A		R	E	A	L
I	Z	A	R		U	N		T	R	A	T	A	M	I	E	N	T	O		A	D	E	C	U
A	D	O		D	E		L	O	S		D	A	T	O	S		Y		P	A	R	A		F
A	C	I	L	I	T	A	R		L	A		F	U	N	C	I	O	N		D	E		I	N
¹ F	O	R	M	A	R		² A	L		³ P	U	B	L	I	C	O		⁴ Y		⁵ A		⁶ L	A	S
	I	N	S	T	I	T	U	C	I	O	N	E	S	.										

4. Sopa de letras.

				S											O	I	R	O	T					
				O	H	U	R	A	N	I	O						A							
				U													D							
				D													I							
				I													A							
				S													C							
				E	N	E	R	G	I	A							I							
				R													O							
	B																N							
		I															E						A	
	I	S	O	T	O	P	O	S								S						R		
				S																		E		
					F																F			
						E											S							
							R										O							
	E	T	N	E	I	B	M	A	O	I	D	E	M											
												T												
											A													

5. Rompecabezas.

S	E		C	O	N	S	I	D	E	R	A		F	O	N	D	O		R	A	D
I	A	C	T	I	V	O		N	A	T	U	R	A	L		A	L		C	O	N
J	U	N	T	O		D	E		L	A	S		R	A	D	I	A	C	I	O	N
E	S		E	X	T	E	R	I	O	R	E	S		Y		A	L		M	A	T
E	R	I	A	L		R	A	D	I	A	C	T	I	V	O		P	R	E	S	E
N	T	E		E	N		L	A		B	I	O	S	F	E	R	A	.			

6. Crucigrama.

			S																		U			
B			I																		R			
E	L	E	C	T	R	O	N														A			
T		V			A																N			
A		E			D																I		P	
			R		I	S	O	T	O	P	O													
			T		A																	S		
				B		C																I		
			N	E	U	T	R	O	N													T		
				C		I																U	O	
				Q		V																C	R	N
				U		I				A	L	F	A											
				E		D																E	D	
				R		A																I	O	
				E		D																D	N	
				L																			O	

7. Elige entre estos objetivos a qué corresponde: PVRA, REVIRA o ambos.

PVRA		REVIRA
X	Estimar el impacto radiológico derivado del funcionamiento de la instalación nuclear y/o radiológica que se vigila.	
X	Conocer la concentración, la distribución y la evolución de los radioisótopos presentes en el medio ambiente, y de los niveles de radiación ambiental.	X
X	Disponer de un banco de datos medioambientales que permita establecer un rango de niveles característicos del fondo radiactivo en cada región, y obtener en cualquier momento niveles de referencia.	X
X	Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios impuestos a las instalaciones.	
X	Verificar la idoneidad de vigilancia de efluentes y de los modelos de transferencia de los radionucleidos en el medio ambiente.	
X	de modo que se puedan detectar eventuales fugas inadvertidas.	X

8. Ordena y sitúa cada una de las partes de las fases de un PVRA.

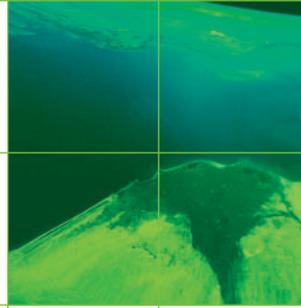
Entrenamiento del personal.	Preoperacional
Establecer el fondo radiológico.	Preoperacional
Evaluar el impacto derivado de las actividades de desmantelamiento de la instalación.	Desmantelamiento y clausura
Evaluar el impacto derivado del funcionamiento de la instalación.	Operacional
Puesta a punto de los procedimientos y equipos.	Preoperacional

9. Marca en cada caso la respuesta correcta.

1.- b; 2.- a; 3.- a; 4.- c; 5.- c; 6.- b

10. Completa las siguientes frases.

1. Radiaciones ionizantes
2. Fondo radiactivo natural
3. Las pruebas nucleares y los accidentes en instalaciones radiactivos
4. Medicina, agricultura, industria e investigación, producción de energía eléctrica
5. PVRA
6. REVIRA
7. Modelos físico-matemáticos 8. Radiológicas
9. Meteorológicas
10. Sensor Geiger-Müller



guía para el profesorado

el CSN
y la vigilancia radiológica
del medio ambiente



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA

SECRETARÍA GENERAL
DE EDUCACIÓN

INSTITUTO SUPERIOR DE
FORMACIÓN DEL PROFESORADO



CONSEJO DE
SEGURIDAD NUCLEAR

SEPR



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA