

guía para el profesorado

el CSN

y la vigilancia radiológica

del medio ambiente

© Copyright, 2015.
Consejo de Seguridad Nuclear

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

DISEÑO
base12 diseño y comunicación

IMPRIME
ELECÉ Industria Gráfica, S.L.

DEPÓSITO LEGAL
M-33.069-2015

Impreso en papel ecológico

Sumario

1. ¿Por qué hay que hacer una vigilancia radiológica del medio ambiente?	4
2. El CSN y la vigilancia radiológica ambiental	5
Vigilancia asociada a instalaciones.....	7
a) Diseño del PVRA.....	8
b) Fases temporales de los PVRA.....	10
c) Programas existentes en la actualidad.....	11
d) Control regulador.....	12
Red de Vigilancia Radiológica Ambiental de ámbito nacional. REVIRA....	13
a) Red de Estaciones de Muestreo (REM).....	14
Programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.....	15
Programa de vigilancia del medio acuático.....	18
b) Red de Estaciones Automáticas (REA).....	20
Estructura de la REA.....	21
c) Otras redes de vigilancia.....	22
Redes automáticas de las comunidades autónomas.....	22
Red de Alerta a la Radiactividad de Protección Civil (RAR).....	23
Calidad.....	24
El CSN informa a la población y a las instituciones.....	25
3. Actividades	28
Soluciones.....	37

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

Uno de los descubrimientos más llamativo de nuestro siglo ha sido verificar que nuestro planeta está expuesto a radiaciones ionizantes de extraordinaria energía, procedentes del espacio exterior, y que en los elementos básicos de nuestro medio ambiente —suelo, aire, agua— existen radioisótopos en concentraciones variables de un lugar a otro con los que el ser humano ha convivido desde siempre, y cuyo impacto radiológico se añade al ocasionado por las radiaciones que provienen del exterior.

Al conjunto de radiaciones exteriores y del material radiactivo presente en la biosfera 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 en el medio ambiente; las primeras, de un modo global por toda la biosfera, los segundos, principalmente de modo local.

Figura 1. Dosímetro termoluminiscente (TLD) para la vigilancia de la tasa de exposición a la radiación ambiental



Otras actividades humanas, como 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., contribuyen también de algún modo a incrementar la presencia de elementos radiactivos en el medio ambiente, en especial, en la zona bajo su influencia.

De esta situación 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.

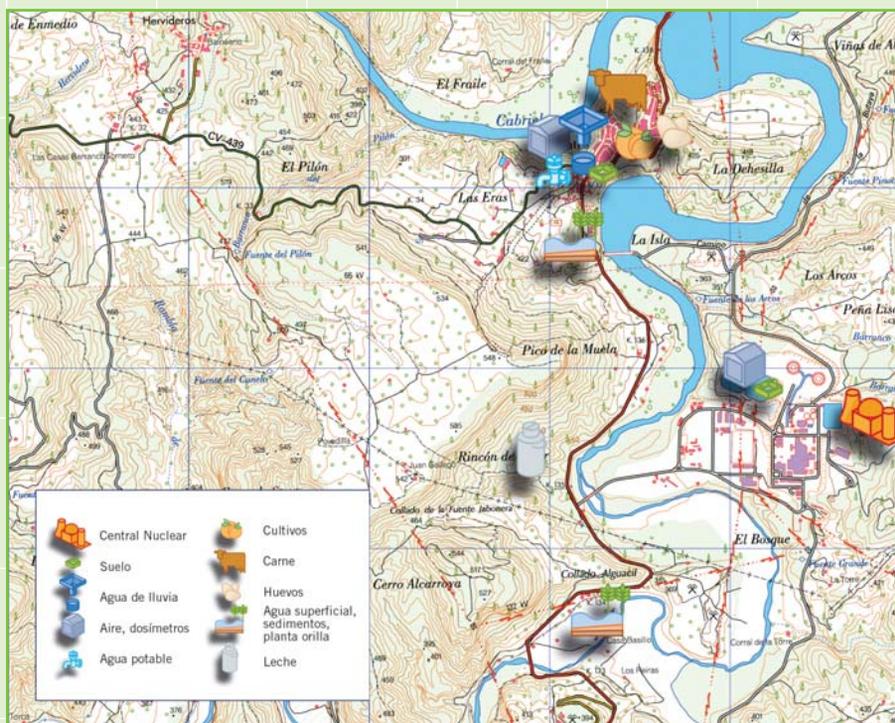
2 El CSN y la vigilancia radiológica ambiental

Entre las misiones encomendadas al CSN 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.

Por otra parte, los artículos 35 y 36 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM) establecen que cada Estado miembro debe crear las instalaciones necesarias para controlar de modo permanente el

Figura 2. Tipo de muestras recogidas en un PVRA



índice de radiactividad de la atmósfera, de las aguas y del suelo y comunicar regularmente la información relativa a estos controles a la Comisión Europea.

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.

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 las comunidades autónomas.
- 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.

Vigilancia asociada a instalaciones

En el Real Decreto 783/2001, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, modificado por el Real Decreto 1439/2010, se indica que en la autorización administrativa correspondiente, se especificará 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 susceptibles de 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 del individuo-modelo, el impacto radiológico en las personas.

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 físico-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 CSN.

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

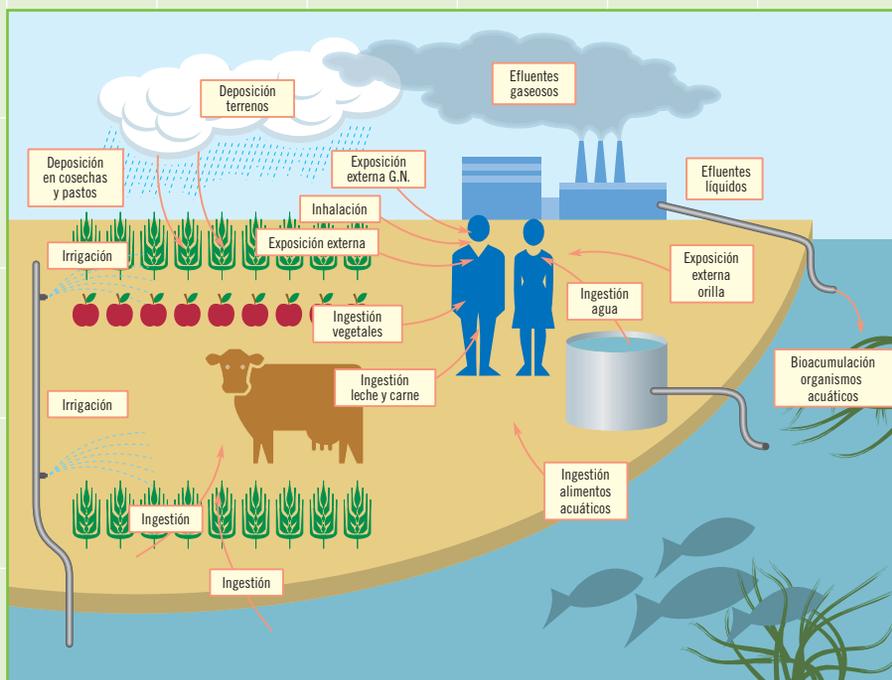
- Estimar el impacto radiológico derivado de dicho funcionamiento.
- Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios impuestos a las instalaciones.
- Verificar la idoneidad del programa de vigilancia de efluentes y de los modelos de transferencia de los radionucleidos en el medio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

a) Diseño del PVRA

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

- En primer lugar se establecen 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,

Figura 3. Vías de exposición de efluentes gaseosos y líquidos



meteorología, hidrología, usos de la tierra y el agua, así como hábitos de la población.

Las vías genéricas de exposición consideradas en los PVRA son las de exposición directa de las personas a las radiaciones como el aire (inhalación, deposición húmeda y total), radiación directa, 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.

- Establecimiento de la red de vigilancia, para lo cual se selecciona el número y situación de los puntos de muestreo que van a formar parte de la misma, de modo que sean lo más representativos posible en la práctica de las vías consideradas. Asimismo se determinan los tipos de muestras a

recoger en cada vía de exposición y la frecuencia de los muestreos, estando ésta condicionada por la relación temporal entre la concentración en una vía y la tasa de emisión, siguiendo el criterio general de menor frecuencia de muestreo a mayor permanencia de los radionucleidos en el medio a vigilar; y se selecciona el instrumental necesario para la realización de los mismos.

- Establecimiento de las determinaciones analíticas a realizar en las muestras recogidas, así como su frecuencia, en función del tipo de instalación y de los efluentes que emite al medio ambiente.
- Establecimiento de 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.
- Establecimiento de un Programa de Garantía de Calidad sobre los diversos aspectos del PVRA.

b) Fases temporales de los PVRA

Los programas de vigilancia se requieren, con diferentes objetivos, en las distintas etapas de la vida de la planta, 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.

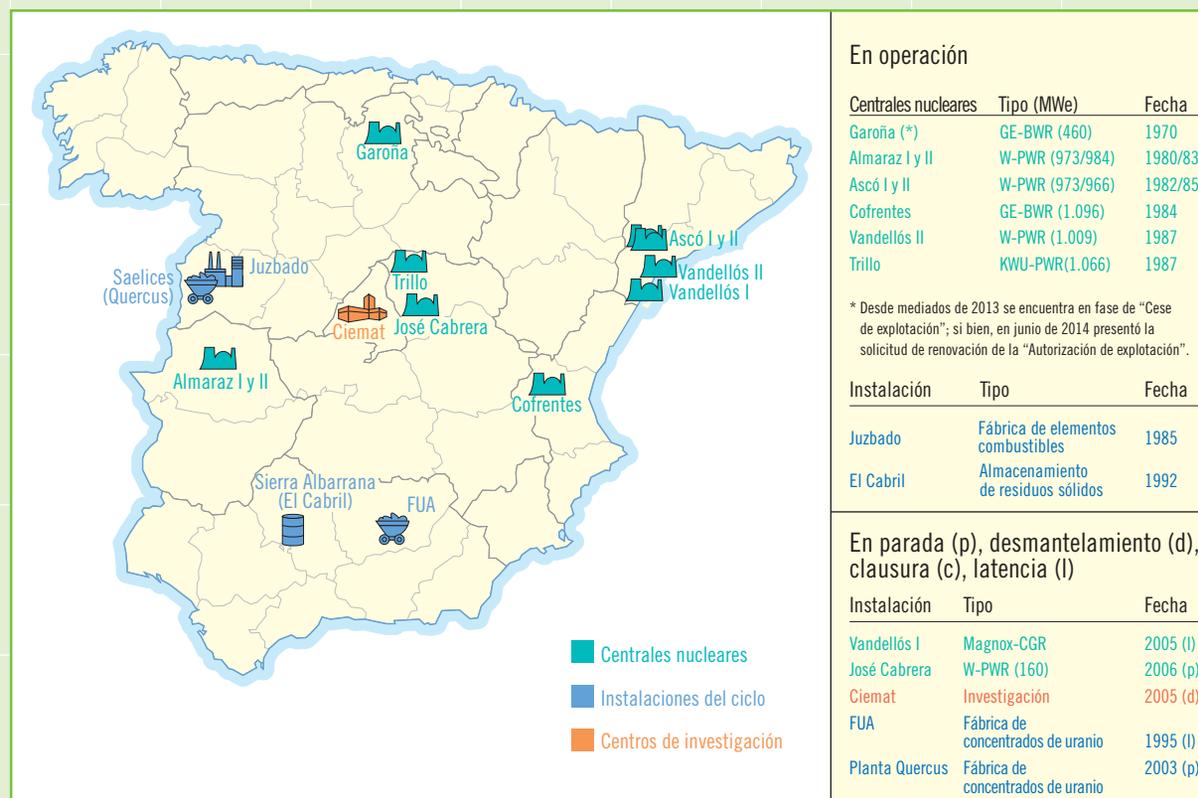
Y a partir de la finalización de la vida útil de la instalación, durante el periodo de desmantelamiento y clausura de la misma, se desarrolla la fase de desmantelamiento y clausura del PVRA con el objetivo de evaluar el impacto derivado de la ejecución de las actividades de desmantelamiento de la instalación.

c) Programas existentes en la actualidad

En la actualidad existen 13 PVRA en torno a las centrales nucleares y a otras instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear (figura 4).

Alrededor de las centrales nucleares existen unos 600 puntos de muestreo en los ocho PVRA establecidos, recogiendo del orden de 8.900 muestras al año, sobre las que se realizan unas 12.000 determinaciones analíticas; en las otras instalaciones del ciclo del combustible y el centro de investigación el número de puntos de muestreo asciende a 400 en los seis PVRA existentes y el número de muestras es del orden de 2.700 por año, sobre las que se realizan unas 6.000 determinaciones analíticas.

Figura 4. Instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear en España



d) Control regulador

El CSN ejerce el control regulador mediante inspecciones periódicas, evaluación de los datos obtenidos y realización de 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 se realizan las mismas determinaciones analíticas aunque en un laboratorio diferente al que realiza las del programa del titular.

Estos programas se llevan a cabo por el CSN, bien estableciendo de modo directo acuerdos de colaboración con diferentes entidades o mediante encomienda a las comunidades autónomas como es el caso de las comunidades de Cataluña y Valencia.

Figura 5. Columna de separación radioquímica



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.

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 a determinar. 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 2000¹.

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” es un subconjunto de la red “densa” que 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 y permitan estudiar sus tendencias.

¹ Commission Recommendation of 8 June 2000 on the application of Article 36 of the Euratom Treaty concerning the monitoring of the levels of radioactivity in the environment for the purpose of assessing the exposure of the population as a whole. Official Journal of the European Communities, L 191: 37-46, 27-07-2000.

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 de colaboración con laboratorios de 19 universidades españolas, con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) y con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento (Cedex).

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.
- Equipos de germanio para la determinación de emisores gamma por espectrometría.
- Técnicas de separación radioquímica para el cesio y el 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.

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.

Programa de muestreo y análisis de la atmósfera y del medio terrestre

Tipo de muestra	Frecuencia de muestreo	Red densa		Red espaciada	
		Tipo de análisis	Frecuencia de análisis	Tipo de análisis	Frecuencia de análisis
Aerosoles	Muestreo continuo Cambio de filtro semanal	Alfa total Beta total Espectrometría gamma Sr-90	Semanal Semanal Mensual Trimestral	Cs-137 (espectrometría gamma) Be-7 (espectrometría gamma)	Semanal 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 Bienal
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 6, 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.

Para la red espaciada, cuya implantación en España comenzó en el año 2000, se seleccionó para cada tipo de muestra 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 2008 se amplió con un nuevo punto en Cáceres, que no forma parte de la red espaciada europea, integrada en España, la que hemos llamado Red de alta sensibilidad.

Los puntos de muestreo seleccionados se encuentran generalmente en el campus universitario o en las inmediaciones del laboratorio, si bien en el caso del suelo y

Figura 6. Red de estaciones de muestreo (REM): redes densa y de alta sensibilidad, atmósfera y medio terrestre



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 a 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 vehículo de transporte rápido de posibles contaminantes, a la que mayor esfuerzo dedica el programa.

de Obras Públicas (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 o de alta sensibilidad, para lo cual el laboratorio del Cedex implementó las técnicas analíticas adecuadas en dicha red.

Como se observa en la figura 7, las estaciones de muestreo de las aguas continentales están situadas a lo largo de los ríos de las distintas cuencas hidrográficas, tanto en zonas de potencial influencia de las instalaciones nucleares y del ciclo del combustible como en áreas alejadas de ellas incluyendo en la actualidad más de 80 puntos. Para la red espaciada o de alta sensibilidad se han seleccionado dos estaciones, una en el río Ebro a la altura de la localidad de García en la provincia de Tarragona, y otra en el río Tajo en el embalse de Alcántara.

Las muestras se recogen con frecuencia mensual, trimestral o con dispositivos de recogida proporcional continua en aquellas estaciones situadas aguas abajo de las instalaciones. En la red espaciada la frecuencia es trimestral en los dos puntos.

Tal como se ve en la figura 3, 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.

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.

Las determinaciones efectuadas en las muestras recogidas en el programa de la red densa, son las siguientes:

- Índice de actividad alfa total.
- Índice de actividad beta total.
- Índice de actividad beta resto.
- Tritio.
- Espectrometría gamma.

En el programa de la red espaciada o de alta sensibilidad se realiza la determinación de la concentración de actividad de cesio-137.

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 éste un medio primario de difusión y transporte de contaminantes y obtener información adecuada para evaluar las consecuencias derivadas de un posible accidente nuclear. Está integrada por 24 estacio-

Figura 8. Red de vigilancia radiológica ambiental (Revira). Red de estaciones automáticas (REA)



nes distribuidas por todo el territorio nacional y por una estación situada en Portugal compartiendo emplazamiento con la estación portuguesa de Penhas Douradas.

En la figura 8 se presenta la ubicación de estas estaciones.

Estructura de la REA

Las estaciones de la REA, salvo Madrid y Penhas Douradas, se sitúan, por acuerdo entre la Agencia Estatal de Meteorología Aemet y el CSN, junto a estaciones automáticas de Aemet, compartiendo con ellas infraestructura y el sistema de comunicaciones.

Cada una de las estaciones se compone de:

- Una estación radiológica automática.
- Un discriminador selectivo de comunicaciones.

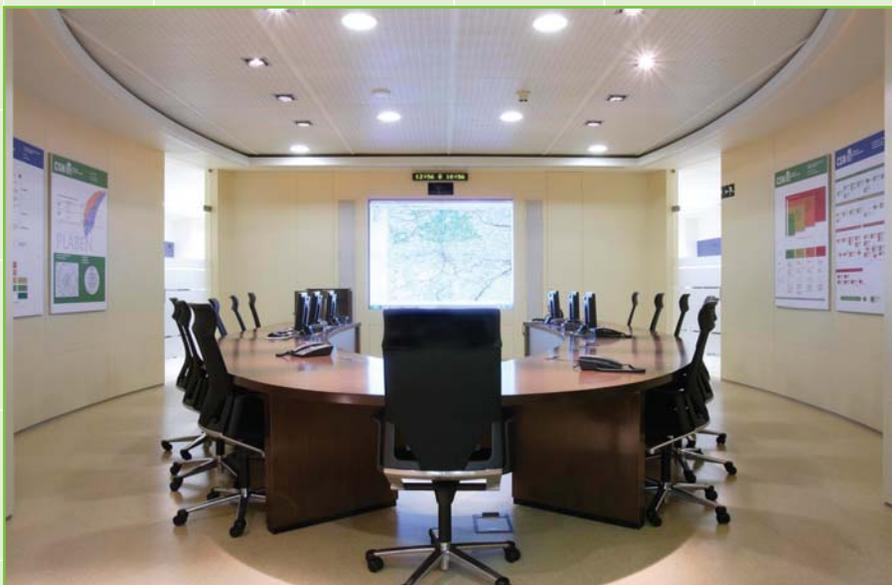
Además, junto a la estación radiológica automática se sitúa una estación meteorológica automática de Aemet.

Cada estación dispone de la instrumentación necesaria para medir las variables que se indican en la tabla siguiente.

Variables radiológicas	Variables meteorológicas
Tasa de dosis gamma (γ)	Velocidad del viento
Concentración de actividad alfa (α)	Dirección del viento
Concentración de actividad beta (β)	Temperatura del aire
Concentración de actividad de I-131	Humedad relativa del aire
Concentración de actividad de radón	Precipitación
	Presión atmosférica

La recepción, gestión y análisis de los datos de las estaciones de la REA se hace desde el Centro de Supervisión y Control (CSC) situado en la sala de emergencias (Salem) del CSN, estando programadas llamadas automáticas cada hora a las estaciones para obtener los datos meteorológicos y radiológicos. Esta petición de datos se completa, cuando es necesario, con llamadas manuales. Esto permite el seguimiento permanente, por parte del CSN, de las medidas realizadas por la REA, incluidas las alarmas que se generan.

Figura 9. Sala de emergencias del CSN (Salem)



Además se ha establecido un modo de operación en emergencia que, entre otras cosas, genera y envía cada hora de forma automática, los ficheros con la información a remitir a la plataforma europea de intercambio de datos de redes automáticas de vigilancia (programa EURDEP).

Los datos obtenidos por las estaciones automáticas radiológicas y meteorológicas, y los parámetros de las estaciones (nombre, localización y características) y del sistema se guardan en el servidor en una base de datos Access. Esta característica abierta del sistema permite una gran versatilidad a la hora de acceder a los datos y exportarlos a otras aplicaciones.

c) Otras redes de vigilancia

Redes automáticas de las comunidades autónomas

Las comunidades autónomas de Valencia, Cataluña y Extremadura disponen de redes automáticas de vigilancia radiológica ambiental con estaciones distribuidas en el entorno de las centrales nucleares ubicadas en sus respectivos territorios. La comunidad autónoma del País Vasco ha desarrollado su propia red de vigilancia.

Estas redes tienen características específicas, tanto en el diseño como en la operación, y proporcionan datos de vigilancia radiológica ambiental en continuo de zonas de interés por su proximidad a centrales nucleares, a núcleos de población importantes y a zonas costeras.

A través de acuerdos específicos en esta materia, el CSN tiene acceso a los datos de estaciones de las redes automáticas de vigilancia de estas comunidades autónomas.

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

La RAR es una red establecida y gestionada por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias para detectar y seguir la evolución de sucesos que puedan provocar niveles anormales de radiación. Cuenta con un total de 907 estaciones de medida que proporcionan datos en tiempo real de la tasa de dosis gamma en aire y se encuentran distribuidas de forma generalmente uniforme, en una malla de 30 x 30 km que cubre todo el territorio nacional, aunque tiene una mayor densidad en las zonas costeras y fronterizas, y en los emplazamientos nucleares.

Dentro de la topología jerarquizada de esta red, en el CSN está uno de los centros asociados desde el que se tiene acceso a los datos recogidos y almacenados por el centro nacional.

Cada estación de medida está básicamente constituida por:

- Un detector.
- Una unidad de transmisión de datos.

El detector es un sensor de tipo Geiger-Müller, que mide la tasa de dosis debida a la radiación gamma desde el nivel de radiación de fondo. Utiliza dos intervalos eléctricamente separados (alto y bajo) y de rango solapado, permitiendo este diseño una vigilancia recíproca que alerta de la posible avería de uno de los contadores. Sus funciones principales son:

- Medida de valores en intervalos de un minuto.
- Cálculo de valores medios de diez minutos.
- Cálculo de valores medios de dos horas.
- Autochequeo.

Calidad

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

En el caso de la vigilancia de las instalaciones, los titulares 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 y además el CSN lleva a cabo su vigilancia independiente.

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.

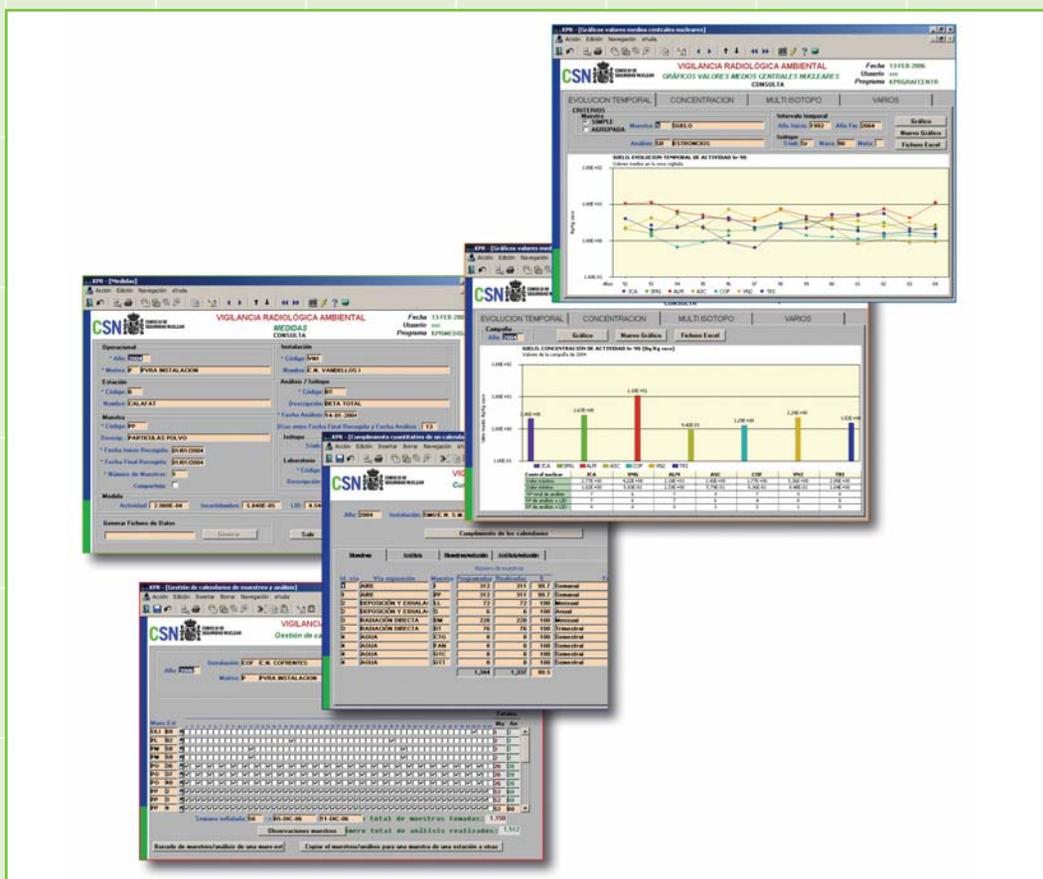
El CSN lleva a cabo el programa anual de ejercicios de intercomparación analítica desde 1992, con el apoyo técnico del Ciemat, en el que participan unos 30 laboratorios que realizan medidas de la radiactividad ambiental, cuyo objeto es garantizar la homogeneidad y fiabilidad de los resultados obtenidos 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.

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.

El CSN informa a la población y a las instituciones

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

Figura 10. 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.

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 (<http://www.csn.es>) se incluye información sobre los programas de vigilancia radiológica ambiental y se facilita el valor medio diario y el valor medio mensual de la tasa de dosis gamma medida en cada una de las estaciones automáticas de la REA del CSN y de las redes valenciana, catalana y vasca.

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).

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

Así mismo el CSN participa en congresos, seminarios, ferias científicas, etc.

Por otro lado, publicaciones de otras entidades también recogen datos sobre la Red de Vigilancia Radiológica Ambiental española, como los informes anuales del Centro de Experimentación y Obras Públicas (Cedex) del Ministerio de Fomento 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 a través de Internet en la dirección <http://java.ei.jrc.it>.

Figura 11. Esquema del Centro de Información del CSN



3 Actividades

1. Relaciona mediante flechas cada acrónimo con su correspondiente definición

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

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

	Los isótopos radiactivos se aplican sólo en medicina
	Los Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental, también denominados PVRA se integran en la Red de Vigilancia asociada a instalaciones.
	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 las REM (Red de Estaciones de Muestreo).
	Todas las redes de vigilancia del aire están operadas por el CSN.
	La REM incluye dos programas, uno de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre y otro de vigilancia 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.
	Los programas de vigilancia 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 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 de las instalaciones 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	A	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

5. Rompecabezas

Traslada al casillero las piezas del rompecabezas de tal forma que al final se pueda leer la definición de “fondo radiactivo natural”.

S										A									R			
			I																			
			X											A								

S	E
I	A
J	U

A	T
S	E

D	O
A	L
I	A

I	O
D	I
A	

	E
I	A
E	

O	N
I	V
O	

R	E
A	C
B	I

	F
R	A
	R

E	S
E	R
N	T

S	I
O	
D	E

Y	
V	O
F	E

E	R
R	A
	L

S	
T	I
O	S

R	A
T	U
A	S

	M
R	E

A	D
O	N
O	N

S	E
I	A
J	U

	R
	C
C	I

X	T
L	
E	N

D	E
N	A
	L

O	N
L	
A	D

A	L
	P
R	A

	C
C	T
N	T

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

PVRA		REVIRA
	Estimar el impacto radiológico derivado del funcionamiento de la instalación que se vigila.	
	Conocer la concentración, distribución y evolución de los radiosótopos 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.	
	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.	
	Disponer de datos empíricos a través de los cuales estimar el impacto radiológico potencial al que pueda estar sometida la población.	

7. 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.	

8. 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 o de alta sensibilidad
 - 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 ambiental 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 las radiaciones ionizantes
 - c) Un accidente en una instalación de manejo de materiales radiactivos
 - d) La utilización bélica de la energía nuclear

9. 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 dirección del viento, la temperatura y 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

Programas 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 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.
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 las REM (Red de Estaciones de Muestreo).
F	Todas las redes de vigilancia del aire están operadas por el CSN.
V	La REM incluye dos programas, uno de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre y otro de vigilancia 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.
V	Los programas de vigilancia 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 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 de las instalaciones 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.

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

PVRA		REVIRA
X	Estimar el impacto radiológico derivado del funcionamiento de la instalación que se vigila.	
X	Conocer la concentración, distribución y evolución de los radiosótopos 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 característico 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, de modo que se puedan detectar eventuales fugas inadvertidas.	
X	Disponer de datos empíricos a través de los cuales estimar el impacto radiológico potencial al que pueda estar sometida la población.	X

7. 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

8. Marca en cada caso la respuesta correcta

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

9. Completa las siguientes frases

1. Radiaciones ionizantes
2. Fondo radiactivo natural
3. Las pruebas nucleares y los accidentes en instalaciones que manejan materiales 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-Muller