

TERCER EJERCICIO

GRUPO B. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

TEMA 21.

REDES NACIONALES DE VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL.

Índice

1. Resumen Ejecutivo.	3
2. Relación con otros Temas del Temario.....	3
3. Introducción.	3
3.1. Marco Legal.....	4
3.1.1. Obligaciones comunitarias.....	4
3.1.2. Obligaciones nacionales.	4
3.1.3. Obligaciones relativas a la transparencia.....	5
3.2. Redes de Vigilancia Radiológica Ambiental.....	5
4. Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA).	6
4.1. Red de Estaciones de Muestreo (REM).	7
4.1.1. Vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.....	8
4.1.1.1. Evolución histórica 8	
4.1.1.2. Muestras y puntos de muestreo 9	
4.1.1.3. Técnicas de muestreo..... 10	
○ Muestreo de Aire (atmósfera) 10	
○ Muestreo de Suelo..... 11	
○ Muestreo de Agua potable 11	
○ Muestreo de Alimentos (leche y dieta tipo)..... 11	
4.1.1.4. Preparación de las muestras 11	
○ Muestras sólidas..... 11	
○ Muestras líquidas 12	
4.1.1.5. Análisis 13	
4.1.1.6. Programa de muestreo y análisis..... 13	
4.1.2. Vigilancia del medio acuático. 13	
4.1.2.1. Evolución histórica 13	
4.1.2.2. Muestras y puntos de muestreo 14	
4.1.2.3. Técnicas de muestreo..... 16	
4.1.2.4. Preparación de las muestras 16	

4.1.2.5.	Análisis	16
4.1.2.6.	Programa de muestreo y análisis.....	16
4.1.3.	La garantía de calidad en la vigilancia radiológica ambiental.	17
4.1.4.	Transparencia aplicada a la REM.....	17
4.2.	Red de Estaciones Automáticas (REA).....	17
4.2.1.	Estaciones REA fijas	20
4.2.1.1.	Ubicación de las estaciones	21
4.2.1.2.	Características de la nueva red:.....	21
4.2.2.	Estaciones REA portátiles.	22
4.2.3.	Programa de administración, gestión y control de la red (NMC – ENVINET).....	23
4.2.4.	Transparencia de la información de la REA.....	24
5.	Otras Redes de Vigilancia Radiológica.	25
5.1.	Red de Alerta a la Radiactividad (RAR).....	25
5.1.1.	Objetivos de la RAR	26
5.1.2.	Estructura general de la RAR.....	27
5.2.	Redes Autonómicas.....	27
6.	Siglas y Acrónimos.	29
7.	Referencias.	29

1. Resumen Ejecutivo.

En este tema se describe de forma general el **sistema de vigilancia radiológica ambiental de ámbito nacional existente en España**, a través de la descripción de la **Red de Vigilancia Radiológica a nivel nacional (REVIRA)**, la cual está formada a su vez por la **Red de Estaciones de Muestreo (REM)** y la **Red de Estaciones Automáticas (REA)**.

Adicionalmente, se describen someramente otras redes de estaciones automáticas de vigilancia radiológica ambiental:

- **Red de Alerta a la Radiactividad (RAR)** de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior (DGPCE).
- **Redes Autonómicas** de diferentes Comunidades Autónomas.

2. Relación con otros Temas del Temario.

Este tema nº 21 del Bloque de PR está relacionado directamente con los temas:

- **Bloque de PR. Tema 19.** Comportamiento de los radionúclidos en el medio ambiente. Vigilancia radiológica ambiental.
- **Bloque de PR. Tema 30.** Protección radiológica en situaciones de exposición existente. Aplicación de los principios de protección. Niveles de referencia.

3. Introducción.

Toda instalación tiene un impacto en el medio. En el caso de una **instalación nuclear o radiactiva** que emita **efluentes** al medio con un contenido de isótopos radiactivos, esta produce un impacto que se denomina **impacto radiológico ambiental**. Este impacto radiológico viene definido por el incremento de los niveles de radiación y/o por la aparición de radioisótopos con diversas concentraciones en diferentes compartimentos de los ecosistemas.

La emisión de estos radionucleidos al medio, bien por el funcionamiento normal de las instalaciones o como consecuencia de un suceso, va a originar la recepción potencial por parte de la población, de una dosis adicional a la que ya recibe por su exposición a las fuentes naturales de radiación. La estimación de las dosis que recibe la población es una forma de cuantificar el impacto radiológico producido por cualquier emisión radiactiva al medio.

La estimación de las dosis a la población puede realizarse mediante la utilización de modelos matemáticos, conociendo la composición isotópica de los efluentes emitidos, en forma líquida o gaseosa, o a través de los **resultados** obtenidos en los **programas de vigilancia radiológica ambiental**.

Adicionalmente al impacto radiológico causado por las instalaciones nucleares o radiactivas, hay que añadir el originado por la radiactividad presente en el medioambiente debido fundamentalmente por otros dos factores, la radiación natural y el *fall-out* (*deposición de radionucleidos procedentes de explosiones nucleares atmosféricas*).

3.1. Marco Legal.

3.1.1. Obligaciones comunitarias.

El Estado español, desde su entrada en la Unión Europea en 1986, está obligado a cumplir una serie de obligaciones comunitarias en materia de vigilancia radiológica ambiental, siendo el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) el responsable, dentro del Estado, de implementarlas.

Las principales obligaciones comunitarias en materia de vigilancia radiológica ambiental se recogen en el **Tratado de Euratom**, destacando de entre su articulado los siguientes:

- **Art. 35:** *Cada Estado miembro creará las instalaciones necesarias a fin de controlar de modo permanente el índice de radiactividad de la atmósfera, de las aguas y del suelo.*
- **Art. 36:** *La información relativa a los controles mencionados en el artículo 35 será comunicada regularmente por las autoridades competentes a la Comisión, a fin de tenerla al corriente del índice de radiactividad que pudiere afectar a la población.*

Adicionalmente, la **Decisión 87/600 del Consejo de la Unión Europea** establece, en caso de un accidente radiológico o nuclear, la obligación para los Estados miembros de proporcionar información periódica sobre el estado de emergencia. Esta comunicación se lleva a cabo a través de los canales de Intercambio de Información Radiológica Urgente (ECURIE) de la Unión Europea, donde la plataforma **European Radiological Data Exchange Platform (EURDEP)** desempeña un papel oficial. EURDEP facilita el intercambio de datos de monitoreo ambiental, incluyendo la tasa de dosis gamma y la concentración en el aire).

3.1.2. Obligaciones nacionales.

Una de las misiones encomendadas al CSN en su **Ley de creación** (Ley 15/1980, de 22 de abril) y en su **Estatuto** (Real Decreto 1440/2010, de 5 de noviembre) se refiere a la vigilancia y control de los niveles de radiación y contaminación tanto en el interior como en el exterior de las instalaciones nucleares y radiactivas. Posteriormente a la Ley de creación, la **Ley de Tasas** (Ley 14/1999, de 4 de mayo) y la **reforma de la Ley de creación de 2007** (Ley 33/2007, de 7 de noviembre) desarrollan las competencias del CSN en este ámbito.

En lo referido a la vigilancia radiológica ambiental, el Art. 2.g de la reformada Ley de creación establece, entre otros, que es función del CSN:

Evaluar el impacto radiológico ambiental de las instalaciones nucleares y radiactivas y de las actividades que impliquen el uso de radiaciones ionizantes, de acuerdo con lo establecido en la legislación aplicable.

Controlar y vigilar la calidad radiológica del medio ambiente de todo el territorio nacional, en cumplimiento de las obligaciones internacionales del Estado español en la materia, y sin perjuicio de la competencia que las distintas Administraciones públicas tengan atribuidas.

Colaborar con las autoridades competentes en materia de vigilancia radiológica ambiental fuera de las zonas de influencia de las instalaciones nucleares o radiactivas

Como puede observarse, las obligaciones del Art.35 del Tratado Euratom tienen una traslación directa a la normativa nacional a través del Art. 2.g de la Ley de creación del CSN.

3.1.3. Obligaciones relativas a la transparencia.

La **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 establece que todo ciudadano tiene el derecho a *acceder a la información ambiental que obre en poder de las autoridades públicas o en el de otros sujetos en su nombre*. A su vez, esta ley se ve complementada por la **Ley 19/2013**, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno, a través de su Disposición adicional primera.

3.2. Redes de Vigilancia Radiológica Ambiental.

El CSN da cumplimiento a estas obligaciones normativas a través de las redes de vigilancia radiológica ambiental, las cuales se pueden segregar de la siguiente forma:

- **Red de Vigilancia de Radiológica de ámbito nacional (REVIRA)**. No está asociada a ninguna instalación. Es el objeto de este tema.
- **Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental** entorno de las **instalaciones** (PVRA y PVRAIN). No es el objeto directo de este tema, ya que existe otro tema específico.
- **Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental específicos**. Igualmente, no es objeto directo por existir un tema específico para estos programas.

Los **objetivos básicos** de estas redes de vigilancia radiológica ambiental son los siguientes:

- Conocer la **concentración y distribución** de los **radionucleidos** presentes en el medio ambiente y de los niveles de radiación ambiental, vigilando su **evolución**, determinando sus orígenes y analizando sus posibles incrementos.
- 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**.

En el caso concreto de la vigilancia realizada alrededor de las centrales nucleares y otras instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear, se incluyen dos objetivos más:

- Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios impuestos a las instalaciones.

- Verificar la idoneidad del programa de vigilancia de efluentes y modelos de transferencia de los radionucleidos en el medioambiente.

Una cosa que debe quedar clara al opositor es que el **CSN no es el responsable directo de la ejecución** de la REM, su papel es verificar que se ejecuta correctamente y analizar los resultados, con el fin de cumplir con los objetivos básicos mencionados en los párrafos anteriores.

4. Red de Vigilancia Radiológica Ambiental (REVIRA).

La Red de Vigilancia Radiológica nacional (REVIRA) no está asociada a instalaciones, abarca todo el territorio nacional y es gestionada por el CSN. A su vez la REVIRA se divide en dos redes:

- **Red de Estaciones de Muestreo (REM)**, la vigilancia se realiza mediante programas de muestreo y análisis llevados a cabo por diferentes laboratorios.
- **Red de Estaciones Automáticas (REA)**, la vigilancia se realiza mediante la medida continua de la radiactividad de la atmósfera. Midiendo en tiempo real la tasa de dosis gamma en el aire, espectrometría on-line e identificación de isótopos *in situ*.

La REVIRA se distribuye por todo el territorio y proporciona información sobre el contenido radiactivo de la atmósfera, del suelo, de las aguas (potables, continentales y marinas) y de los alimentos, disponiéndose de resultados desde el año 1993 y de las aguas continentales desde 1984.

Los programas, desarrollados a lo largo del tiempo, se han ido adaptando a los acuerdos alcanzados por los países miembros para dar cumplimiento a los artículos 35 y 36 del Tratado Euratom. Ante las distintas prácticas seguidas por los estados miembros, la **Unión Europea** elaboró la **recomendación de 8 de junio de 2000** en la que se establece el alcance mínimo que deben tener los programas de vigilancia.

Además, el CSN mantiene convenios de colaboración con las administraciones autonómicas para tener acceso a las estaciones de medida continua de la radiación ambiental de las redes autonómicas de Cataluña, Valencia, Extremadura y País Vasco. Así mismo el CSN tiene acceso a los datos de la Red de Alerta a la Radioactividad perteneciente y gestionada por la Dirección General Protección Civil y Emergencias.

Transparencia

Los resultados de la REVIRA se publican con frecuencia anual en sendos informes abiertos a la ciudadanía. Existen dos tipos de publicaciones:

- **Publicación de resultados de los Programas de vigilancia radiológica ambiental.** Son informes elaborados por el CSN, abarcan un año natural, exponen los resultados de la REVIRA de forma detallada y exhaustiva.
- **Informe Anual del CSN al Congreso y al Senado.** Son informes elaborados por el CSN, abarcan un año natural y son enviados al Congreso y al Senado. Abarcan todas las actividades desarrolladas por el CSN, dedicando su apartado 5.2. al *control de vertidos y vigilancia radiológica ambiental*.

4.1. Red de Estaciones de Muestreo (REM).

La Red de Estaciones de Muestreo (REM), incluye:

- El programa de vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.
- El programa de vigilancia del medio acuático (aguas continentales y costeras).

La vigilancia llevada a cabo a través de la REM se desarrolla mediante dos redes diferenciadas, cumpliendo así con lo descrito en la recomendación de la Comisión Europea. Estas dos redes diferenciadas son:

- La **red densa (*Dense Network*)**. Esta red comprende **numerosas localizaciones** de muestreo distribuidas por todo el territorio nacional, de forma que abarque **todas las regiones**, archipiélagos incluidos. La presencia de un elevado número de puntos de muestreo permite al CSN determinar los valores medios de radiactividad existentes en España. A su vez este tipo de redes permiten a la Comisión Europea determinar los valores medios de radiactividad existentes en la Unión Europea.
En España esta red existe desde el año 1992, y en el caso de las aguas continentales desde el año 1987.
En el año 2000 se modificó el programa que se venía realizando, eliminándose el muestreo de agua de lluvia e incorporándose el de leche y agua potable.
En el año 2008 se amplió con la recogida y análisis de muestras de dieta tipo.
- La **red espaciada o red de alta sensibilidad (*Sparse Network*)**. Esta red comprende **menos localizaciones** que la densa, pero de **mayor sensibilidad**. La principal característica de esta red es que en ella se deben emplear **técnicas de muestreo y analíticas de gran sensibilidad** que permitan conocer los valores actuales y las tendencias de los niveles de radiactividad con gran precisión.
En España esta red existe desde el año 2000.

Para la ejecución de estos programas, el CSN ha establecido **convenios de muestreo y análisis** con 20 universidades públicas y con el **Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)**, encontrándose estos centros repartidos por toda la geografía nacional. Adicionalmente, el CSN dispone de un **encargo a medio propio** con el **Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)** para el análisis de las aguas costeras y continentales.

Comunidad autónoma	Laboratorio	Código	Fecha acuerdo
Andalucía	U. GRANADA. Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental. Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencias	UGR	JULIO 1992
	U. MÁLAGA Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Departamento de Física Aplicada II. Facultad de Ciencias	UML	JUNIO 1991
	U. SEVILLA. Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Departamento de Física Aplicada II. Escuela Técnica Superior de Arquitectura	USE	JULIO 1991
Aragón	U. ZARAGOZA. Laboratorio de Bajas Actividades (LABAC). Departamento de Física Teórica. Facultad de Ciencias	UZA	DICIEMBRE 1996
Asturias	U. ASTURIAS (Oviedo). Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Departamento de Energía. E. Ingenieros de Mina, Energía y Materiales	UOV	DICIEMBRE 1996
Baleares	U. ISLAS. BALEARES Laboratorio de Radiactividad Ambiental (LaboRA)	UBL	AGOSTO 1991
Canarias	U. LA LAGUNA (Tenerife). Laboratorio de Física Médica y Radiactividad Ambiental (FIMERALL). Facultad de Medicina	ULL	MAYO 1991
Cantabria	U. CANTABRIA. Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Cátedra de Física Médica. Facultad de Medicina	UCN	JUNIO 1991
Extremadura	U. EXTREMADURA (Badajoz). Laboratorio de Radiactividad Ambiental de Badajoz (LRAB). Departamento de Física	UBD	JULIO 1992
	U. EXTREMADURA (Cáceres). Laboratorio de Radiactividad Ambiental (LARUEX). Departamento de Física Aplicada. Facultad de Veterinaria	UCC	JUNIO 1991
Castilla-La Mancha	U. CASTILLA LA MANCHA (Ciudad Real). Laboratorio de Radioactividad Ambiental. Instituto de Tecnología Química y Medioambiental (ITQUIMA)	UCM	DICIEMBRE 1996
Castilla y León	U. LEÓN. Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Departamento de Física, Química y Expresión Gráfica. Escuela de Ingeniería Industrial e Informática	ULE	DICIEMBRE 1991
	U. SALAMANCA. Laboratorio de Radiaciones Ionizantes. Departamento de Física Fundamental. Edificio I+D+I	USA	DICIEMBRE 1991
Galicia	U. LA CORUÑA (Ferrol). Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Departamento de Química Analítica. Escuela Universitaria Politécnica	UCF	DICIEMBRE 1996
Madrid	CIEMAT. Departamento de Medio Ambiente. Unidad de Radiactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica	CIE	DICIEMBRE 1991
	U. POLITÉCNICA. Laboratorio de Ingeniería Nuclear. Departamento de Hidráulica y Energética. E. T. S. I. Caminos, Canales y Puertos	UMD	SEPTIEMBRE 2000
Cataluña	U. Politécnica de Cataluña (Barcelona). Instituto de Técnicas Energéticas (INTE). Laboratorio de análisis de radiactividad	UPC	MARZO 2000
País Vasco	U. PAÍS VASCO (Bilbao). Departamento de Ingeniería Nuclear y Mecánica de Fluidos. Laboratorio de medidas de baja actividad	UPV	DICIEMBRE 1991
Valencia	U. DE VALENCIA. Edif. Investigación. Laboratorio de Radiactividad Ambiental	UVC	JUNIO 1991
	U. POLITÉCNICA DE VALENCIA. Laboratorio de Radiactividad Ambiental. Servicio de Radiaciones. Dpto. de Ingeniería Química y Nuclear	UVP	DICIEMBRE 1991

Imagen 1. Listado de centros (Universidades y CIEMAT) con los que el CSN dispone de convenio de muestreo y análisis a fecha de 2022. No aparece el acuerdo con el CEDEX, con fecha de acuerdo 1987. No aparece la Universidad de Barcelona, con fecha de acuerdo febrero 2024. Tabla extraída de “Programas de vigilancia radiológica ambiental. Resultados 2022”.

4.1.1. Vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.

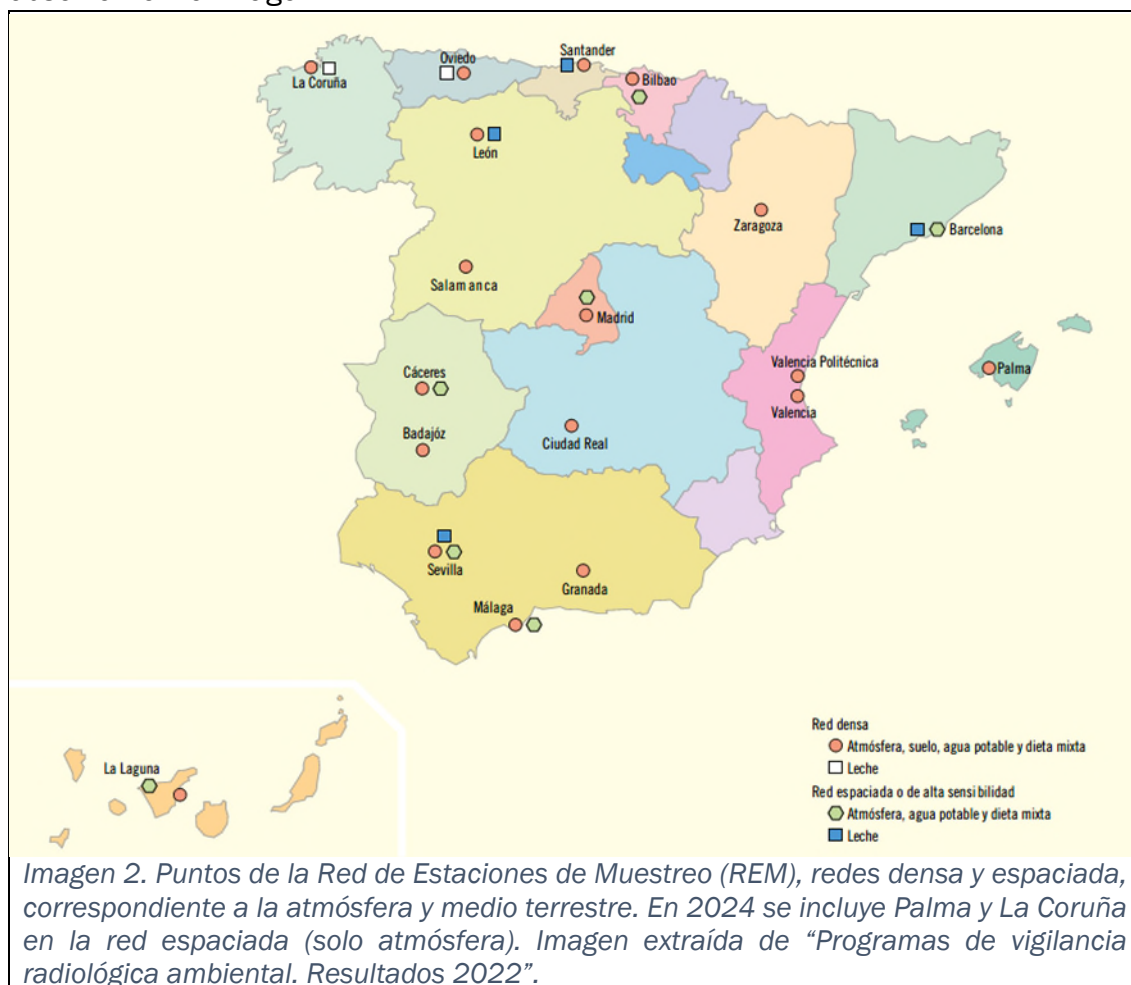
4.1.1.1. Evolución histórica

- **1992:** Se inicia la red con la participación de 14 laboratorios de universidades de 9 comunidades autónomas.
- **1996:** Se firman acuerdos con 4 nuevos laboratorios de universidades.
- **2000:** Se incluyen 2 laboratorios de universidades para completar la red espaciada.
- **2008:** La Universidad de Extremadura (Cáceres), que ya formaba parte de la red densa, se une además a la red espaciada.

- **2022:** La Universidad de Málaga, que ya formaba parte de la red densa, se une además a la red espaciada para el análisis de muestras de aire.
- **2024:** Se incorpora la Universidad de Barcelona, que ya participaba en otros programas de vigilancia radiológica, y se añaden dos nuevos puntos para el análisis de muestras de aire, ubicados en las Islas Baleares y Galicia.

4.1.1.2. Muestras y puntos de muestreo

Los laboratorios participantes por red de muestreo (densa y/o espaciada) se observan en la Imagen 2.



Las muestras a tomar por cada laboratorio son las siguientes:

- **Aire (atmósfera):**
aerosoles y radiyodos.
- **Suelo.**
- **Agua potable.**
- **Dieta tipo (*mixed diet*).**
- **Leche**

Las muestras se toman de forma que todo el territorio nacional quede cubierto, excepto en el caso de la leche, que se toma únicamente donde la producción es más representativa.

Los **puntos de muestreo** en cada laboratorio se seleccionan de la siguiente forma:

- **Aire y agua potable:** se toma generalmente en el campus de la universidad o en las inmediaciones del laboratorio.
- **Suelo y leche:** se toma en puntos próximos al laboratorio representativos del depósito en el terreno o de la producción lechera de la zona, respectivamente.
- **Dieta tipo (*mixed diet*):** se toma en los comedores de las universidades o instituciones encargadas del programa y consiste de la dieta completa de una persona durante cinco días seguidos.

El **muestreo de suelo** permite conocer las cantidades acumuladas de isótopos de periodo de semidesintegración relativamente largo (p.e.: Sr-90 o Cs-137). Esto es útil porque permite inferir la **exposición externa** de los individuos a la **radiación gamma** de un **suelo**, a través de la estimación de la cantidad de radionucleidos depositados sobre un área de ese suelo.

El **muestreo de alimentos** (leche y dieta tipo) y **de agua potable** permite conocer el contenido de radionucleidos existentes en la cadena alimentaria. Esto es útil porque permite inferir la **exposición interna** de los **individuos** debida a la ingesta de alimentos y de agua potable.

4.1.1.3. Técnicas de muestreo

La **recogida** de las **muestras** es **responsabilidad** de los **laboratorios**, que disponen de los equipos necesarios para su realización. El muestreo se lleva a cabo de acuerdo con procedimientos escritos que deben ajustarse a los requisitos básicos establecidos en los convenios firmados entre el CSN y los distintos laboratorios y a los propios procedimientos de muestreo publicados por el CSN dentro de la Serie Vigilancia Radiológica Ambiental.

Estos procedimientos incluyen directrices sobre las precauciones necesarias a tomar para evitar la pérdida o contaminación de la muestra durante la manipulación y el transporte.

Hay que considerar que las **muestras**, sobre todo las perecederas, deben ser **conservadas** en condiciones óptimas para su análisis. Entre los métodos de conservación se pueden distinguir dos principales:

- **Métodos físicos**, incluyen la congelación y la refrigeración.
- **Métodos químicos**, estos conservan las muestras mediante la adición de algún agente químico. Una condición que deben cumplir los agentes conservantes químicos es que no afecten al análisis radioquímico que se va a realizar posteriormente en la muestra.

○ **Muestreo de Aire (atmósfera)**

En la atmósfera los radioisótopos se encuentran en forma de partículas (Cs-137, Sr-90, etc.) y radioyodos (I-131). Dado que estos isótopos están presentes en el aire en concentraciones muy bajas, es necesario obtener una **muestra concentrada**. Para ello se procede captar los radionucleidos mediante un **filtro** para las **partículas** y mediante **cartuchos de carbón activo** para el **I-131**.

Los equipos de muestreo de aire funcionan continuamente y tienen colocados los captadores en serie, primero el filtro de partículas y después el cartucho de carbón activo. Su caudal de aspiración depende de la red a la que pertenezcan:

- **Red Densa:** caudal medio de 30 litro/minuto.
- **Red Espaciada:** caudal medio de 750-1000 m³/hora, dada la necesidad de detectar concentraciones muy bajas de Cs-137.

Además, los equipos de muestreo de aire deben estar en lugares que cumplan estas características:

- Evitar el apantallamiento por los edificios adyacentes.
- Evitar lugares donde se produzcan emisiones excesivas de polvo que podrían dar lugar a deficiencias en el funcionamiento de los equipos (p.e.: colmatación del filtro).
- Evitar lugares donde se produzcan emisiones de productos químicos ya que podrían alterar la eficiencia de los medios de recepción.

- **Muestreo de Suelo**

Al tomar la muestra de suelo se recomienda **no superar** una profundidad de **5 cm** al extraer la tierra, con objeto de evitar una dilución excesiva de los radionucleidos.

- **Muestreo de Agua potable**

La muestra se toma directamente de la **red pública de abastecimiento de agua potable**. En el caso de la red espaciada se deben tomar grandes volúmenes de muestras (varias centenas de litros) para detectar concentraciones muy bajas de radionucleidos.

- **Muestreo de Alimentos (leche y dieta tipo)**

En el caso de la **leche**, se ha demostrado que es una vía prioritaria de incorporación y se aconseja que las muestras sean **representativas** de **áreas geográficas amplias**, seleccionando las localizaciones de muestreo de acuerdo con su mayor producción. Se aconseja que el muestreo de la **dieta tipo** se lleve cabo en lugares donde se **cocinen y consuman un número elevado de menús**.

4.1.1.4. Preparación de las muestras

Una correcta preparación de las muestras es vital para su correcto análisis. Se debe **minimizar** el número de **etapas** ya que cada manipulación adicional introduce un **riesgo** de **pérdida** de la muestra o de **contaminación** inadvertida.

En el caso de los análisis que se realizan en las muestras de la **red espaciada** y con objeto de bajar el Límite Inferior de Detección (LID), además de utilizar técnicas especiales de muestreo, se utilizan **técnicas analíticas específicas** que permiten detectar valores más bajos de concentración. Por ejemplo, la concentración electrolítica para H-3 y la determinación de Cs-137 en aguas mediante el método de arrastre con fosfomolibdato amónico.

- **Muestras sólidas**

Desde su entrada en el laboratorio, las muestras sólidas sufren una serie de **tratamientos previos** al análisis entre los que destacan: la separación, la homogeneización y la reducción a cenizas.

- **Separación.** Suele realizarse en aquellas muestras de alimentos en los que conviene analizar por separado las partes comestibles y las no comestibles.
- **Homogeneización.** Busca distribuir los radionucleidos de forma regular en la muestra, para evitar interpretaciones erróneas del valor de concentración de actividad.
- **Reducción a cenizas.** Se realiza generalmente en dos fases:
 - **Secado.** Consiste en calentar la muestra a una temperatura no muy elevada, aproximadamente 100 °C, con objeto de eliminar el contenido de agua.
 - **Calcinación.** Busca destruir la materia orgánica y puede ser seca y húmeda. La **calcinación seca** es más simple, pero tiene la desventaja de que algunos elementos son volátiles a las temperaturas de calcinación. La **calcinación húmeda** es más tediosa, sobre todo si existen grandes volúmenes de muestra, pero se reducen las pérdidas de radionucleidos por volatilización. Para la calcinación húmeda se utiliza ácido nítrico o mezclas de este con ácido sulfúrico, fluorhídrico o perclórico.

En el caso de los **filtros de partículas**, el tratamiento de los mismos depende de dos aspectos, el tipo de filtro y el tipo de análisis. Por ejemplo, para la determinación de la actividad β -total no se necesita ninguna preparación especial. Sin embargo, para el análisis de Sr-90, que es un emisor β puro, es necesario disolver previamente los filtros para realizar una separación radioquímica.

○ **Muestras líquidas**

La preparación de muestras líquidas es más simple. Habitualmente, se necesita **reducir el volumen** de la muestra, pudiendo llegar incluso a **residuos completamente secos**.

Los dos **métodos** básicos de **reducción de volumen** son:

- **Evaporación.** Se realiza mediante calentamiento de la muestra contenida en un recipiente adecuado. Dependiendo del análisis subsiguiente, la muestra podría ser ajustada a un volumen conveniente o evaporada hasta obtener un residuo seco.
- **Intercambio iónico.** Mediante la utilización de columnas de intercambio iónico se pueden concentrar los radionucleidos contenidos en los líquidos. Casi todos los radionucleidos con excepción del H-3 pueden ser retenidos con una selección adecuada del material de intercambio. Por ejemplo, este método se utiliza generalmente para la separación del I-131 en agua y leche.

Adicionalmente, puede ser necesario separar y medir la materia en suspensión, realizándose esta separación mediante la utilización de filtros.

Las separaciones tienen como objetivo aislar el elemento deseado, mediante la eliminación de las sustancias que puedan interferir en el análisis.

4.1.1.5. Análisis

El CSN, a través de los **convenios**, establece qué **análisis** debe realizar cada laboratorio, especificando además unos **LID**. Los análisis se realizan de acuerdo con procedimientos escritos.

En el caso de las medidas de **espectrometría gamma**, los isótopos sobre los que, como mínimo, los laboratorios deben suministrar información son:

- **Isótopos naturales:** Be-7, K-40, Tl-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, I-131, 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 LID.

4.1.1.6. Programa de muestreo y análisis

En la tabla siguiente se presenta el programa de muestreo y análisis existente actualmente en nuestro país, dentro de la vigilancia de la atmósfera y del medio terrestre.

Tipo de muestra	Frecuencia de muestreo	Red Densa		Red Espaciada o de alta sensibilidad	
		Tipo de análisis	Frecuencia de análisis	Tipo de análisis	Frecuencia de análisis
Aerosoles (aire)	Muestreo continuo con cambio semanal del filtro	α -total β -total Espectrometría gamma Sr-90	Semanal Semanal Mensual Trimestral	Cs-137 (espectrometría gamma) Be-7 (espectrometría gamma)	Semanal Semanal
Radioyodos (aire)	Muestreo continuo con cambio semanal del cartucho de carbón activo	I-131	Semanal		
Suelo	Anual	β -total Espectrometría gamma Sr-90	Anual Anual Anual		
Agua potable	Mensual	α -total β -total Espectrometría gamma Sr-90	Mensual Mensual Mensual Trimestral	α -total β -total β -resto H-3 Sr-90 Cs-137 Isótopos naturales	Mensual Mensual Mensual Mensual Mensual Mensual Bienal
Leche	Mensual	Espectrometría gamma Sr-90	Mensual Mensual	Sr-90 Cs-137 (espectrometría gamma)	
Dieta tipo	Trimestral	Espectrometría gamma Sr-90	Trimestral Trimestral	Sr-90 Cs-137 (espectrometría gamma) C-14	Trimestral Trimestral Trimestral

4.1.2. Vigilancia del medio acuático.

4.1.2.1. Evolución histórica

- **1978:** El entonces Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo inicia el programa de vigilancia radiológica de las aguas continentales españolas, realizado por el CEDEX.

- **1987:** El CSN suscribe un acuerdo específico con el CEDEX, dentro del acuerdo marco de colaboración firmado en 1984 entre ambos organismos, por el cual el CSN participa en el programa de vigilancia radiológica de las aguas continentales españolas.
Con dicho acuerdo se amplió la vigilancia de las aguas continentales, incorporando medidas en el entorno de las instalaciones nucleares antes y después del vertido.
- **1993:** El CSN firma un nuevo acuerdo específico por el que se amplía la vigilancia a las aguas costeras y de abastecimiento público.
- **2004:** El CSN firma un nuevo acuerdo con el CEDEX para incluir 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 a dicha red.

4.1.2.2. Muestras y puntos de muestreo

¿Dónde se toman las muestras?	
Aguas Continentales	Aguas Costeras
Las estaciones de muestreo 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 de combustible como en áreas alejadas de ellas.	Las estaciones de muestreo están situadas en zonas representativas del litoral español : principales cabos, puertos y playas sometidas a corrientes marinas o situadas en desembocaduras fluviales.

A continuación, los puntos de muestreo por cuenca hidrográfica y mar.

Aguas Continentales		Aguas Costeras	
Cuenca hidrográfica	Número de puntos de muestreo de Red densa	Mar / Océano	Puntos de muestreo concretos de Red Densa
Miño y norte	9	Mar Cantábrico	Cabo de Ajo ¹
Duero	13	Océano Atlántico	Cabo Ortegal
Tajo	21 + Embalse de Alcántara ¹		Cabo Villano ¹
Guadiana	3		Cabo Silleiro
Guadalquivir	11		Isla Cristina
Ebro	11 + García (Tarragona) Error! Marcador no definido.	Mar Mediterráneo	Puerto de Cádiz
Júcar	5 + Aguas abajo CN Cofrentes ¹		Estrecho de Gibraltar ¹
Cuencas catalanas	7		Puerto de las Palmas de Gran Canaria
			Garrucha
			Puerto de Cartagena
			Cabo de San Antonio
			Puerto de Tarragona
			Puerto de Barcelona
			Puerto de Palma de Mallorca
			Cabo de Creus ¹

¹ Punto perteneciente a la Red Espaciada.

Segura

4

Los puntos de muestreo por red (densa y/o espaciada) se observan en las Imágenes 3 y 4.

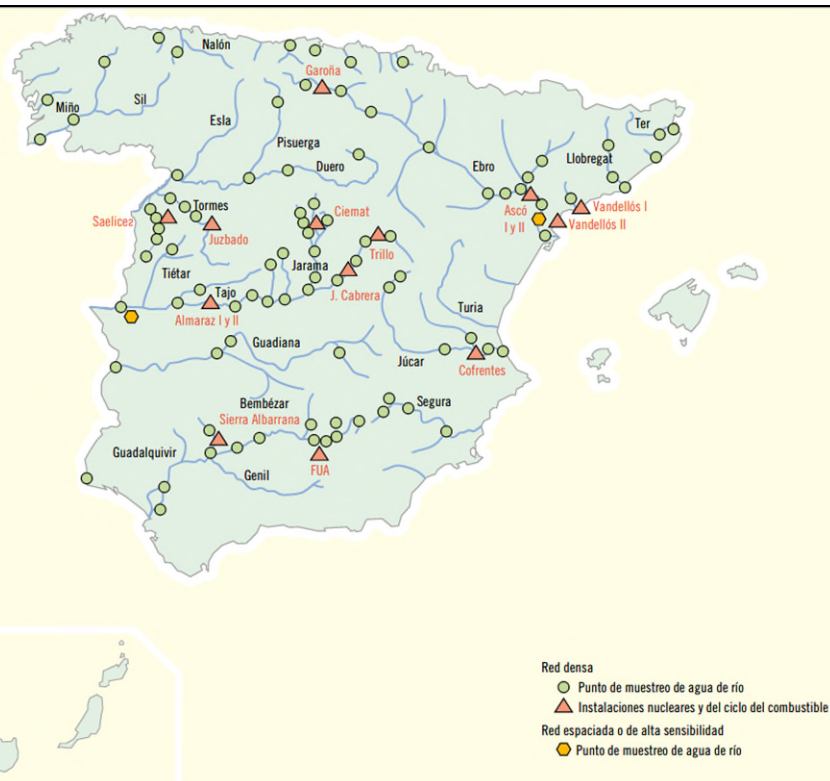


Imagen 3. Puntos de la **Red de Estaciones de Muestreo (REM)**, redes densa y espaciada, correspondiente a las **aguas continentales**. Las instalaciones aparecen con carácter informativo. No aparece en el mapa el punto de la red espaciada aguas debajo de la CN de Cofrentes. Imagen extraída de “Programas de vigilancia radiológica ambiental. Resultados 2022”.



Imagen 4. Puntos de la **Red de Estaciones de Muestreo (REM)**, redes densa y espaciada, correspondiente a las **aguas costeras**. Las instalaciones aparecen con carácter informativo. No aparece en el mapa los siguientes puntos de la red espaciada: Estrecho de Gibraltar y Cabo Villano. Imagen extraída de “Programas de vigilancia radiológica ambiental. Resultados 2022”.

4.1.2.3. Técnicas de muestreo

¿Cómo se toman las muestras?	
Aguas Continentales	Aguas Costeras
Las muestras se toman manualmente de forma puntual , excepto en aquellas estaciones situadas aguas debajo de algunas de las instalaciones nucleares en las que se utilizan dispositivos de recogida proporcional continua . Las Confederaciones Hidrográficas son las responsables de la toma de muestras.	Las muestras se toman a una distancia de 10 millas de la costa , excepto en los puertos marítimos , donde se toman en la bocana . El CEDEX cuenta con la colaboración de distintos organismos públicos para la toma de muestras: Dirección General de Costas, autoridades portuarias, Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima, etc.

4.1.2.4. Preparación de las muestras

Le es aplicable lo mencionado en el apartado 4.1.1.4.

4.1.2.5. Análisis

A través de **encargos a medio propio**, uno para la **red densa** y otro para la **red espaciada**, el CSN encarga al CEDEX los **análisis** que debe realizar sobre las aguas, estableciéndose unos **LID**. Los análisis se realizan de acuerdo con procedimientos escritos.

En el caso de las medidas de **espectrometría gamma**, los isótopos sobre los que como mínimo, el laboratorio debe suministrar información son:

- **Isótopos artificiales:** Cr-51, Mn-54, Co-58, Co-60, Fe-59, Zn-65, Nb-95, Zr-95, Ru-103, 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 LID.

4.1.2.6. Programa de muestreo y análisis

Tipo de muestra	Frecuencia de muestreo	Red Densa		Red Espaciada o de alta sensibilidad	
		Tipo de análisis	Frecuencia de análisis	Tipo de análisis	Frecuencia de análisis
Aguas Continentales	<ul style="list-style-type: none"> • Depende, de mensual a trimestral. • Proporcional continuo aguas abajo de IINN. • Trimestral en Red Espaciada 	α -total β -total β -resto Espectrometría gamma H-3	La del muestreo	Cs-137 por separación radioquímica y partiendo de un volumen de muestra de 350 a 700 L y un tiempo de medida de entre 3 y 10 días.	Trimestral
Aguas Costeras	Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> • Los mismos que para aguas continentales. • En Garrucha, además, Am-241 y Pu- 	Trimestral	Cs-137 por separación radioquímica y partiendo de un volumen de muestra de 50 L y un tiempo de medida de 3 días.	Trimestral

		239+240 por Palomares.			
--	--	------------------------	--	--	--

4.1.3. La garantía de calidad en la vigilancia radiológica ambiental.

La ICRP-43 define el programa de garantía de calidad como *el conjunto de acciones sistemáticas y planificadas que son necesarias para proveer una confianza adecuada en los resultados del programa de vigilancia ambiental.*

Las acciones más representativas del sistema de garantía de calidad de los laboratorios encargados de la vigilancia radiológica ambiental son las siguientes.

Ejercicios de Intercomparación analítica

El **análisis de muestras compartidas** por uno o más laboratorios es una parte importante del programa de garantía de calidad debido a que, de esta forma, se tiene un medio de detectar errores que no pueden identificarse únicamente por las medidas realizadas dentro de un mismo laboratorio.

En España se realizan este tipo de análisis a través de los **ejercicios de intercomparación analítica** organizados anualmente por el **CSN** con el apoyo técnico del **CIEMAT** y, desde 2010, también de la Universidad de Barcelona. Adicionalmente, los laboratorios españoles vienen participando en las campañas de intercomparación organizadas por la Unión Europea o el OIEA, entre otros.

Procedimientos normalizados de muestreo y análisis

Con objeto de normalizar los procedimientos aplicados en las distintas etapas de la vigilancia radiológica ambiental por los diferentes laboratorios, se desarrollaron **procedimientos normalizados de muestreo y análisis** mediante grupos de trabajo específicos, formados por miembros de los distintos laboratorios y coordinados por el CSN. Actualmente, estos procedimientos se encuentran en fase de revisión.

4.1.4. Transparencia aplicada a la REM.

Además de los informes comentados al inicio de este apartado 4, los datos obtenidos en la REM y en los PVRA de las instalaciones nucleares y radiactivas están a disposición del público en la plataforma digital **KeeperGisWeb**.

URL de acceso: <https://www.csn.es/kprgisweb2/>

4.2. Red de Estaciones Automáticas (REA).

El accidente en la central nuclear de Chernóbil en 1986 puso de manifiesto la necesidad de disponer de redes fijas de vigilancia radiológica ambiental que midieran continuamente la radiactividad ambiental y permitieran alertar en caso de un accidente nuclear. Como consecuencia, los países de la Unión Europea comenzaron a desarrollar sus propias redes automáticas de vigilancia radiológica. Además, el Tratado Euratom establece en sus artículos 35 y 36 que los Estados miembros están obligados a crear las instalaciones necesarias para controlar de manera permanente el índice de radiactividad en la atmósfera, las aguas y el suelo.

En este contexto, el CSN desarrolló la Red de Estaciones Automáticas (REA), que forma parte de la REVIRA. La REA comenzó a operar en 1991 con la misión de vigilar en continuo la concentración de partículas alfa, beta, radón y radioyodos, además de medir la tasa de radiación gamma.

La instalación de la REA finalizó en 1992. Inicialmente, la red estaba compuesta por 24 estaciones dentro del territorio nacional y una estación situada en Penhas Douradas (Portugal), como se muestra en la Imagen 5.

Las estaciones de la REA se situaron junto a estaciones meteorológicas en observatorios del Instituto Nacional de Meteorología (INM), hoy Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



Cada estación de la antigua REA del CSN se componía de una Estación Radiológica Automática (ERA) y un Discriminador Selectivo Inteligente de Comunicaciones (DSIC). Además, junto a la ERA se encontraba una Estación Meteorológica Automática (EMA) de la red automática del INM.

La EMA disponía de instrumentación para medir la temperatura, la humedad relativa del aire, la dirección y velocidad del viento, la precipitación y, en algunas de ellas la presión atmosférica.

La ERA disponía de instrumentación para medir la radiación gamma ambiental (tasa de dosis equivalente ambiental) y la concentración de aerosoles ambientales: partículas alfa y beta, radón y radioyodos.

La radiación gamma ambiental se medía con una sonda gamma compuesta por dos detectores Geiger-Müller de baja y alta tasa de dosis, que permitían estimar tasas de dosis equivalente ambiental en el rango $10 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ a $10 \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. El detector de baja tasa medía tasa de dosis hasta $2 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ y el detector de alta, hasta $10 \text{ Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ estando las dos sondas solapadas en una década. La sonda se situaba en el exterior del edificio o caseta donde se encontraba la ERA.

La función de esta primera REA era la de vigilancia radiológica ambiental fuera del entorno de las instalaciones nucleares.

La nueva REA del CSN

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. Para ello, se creó un grupo de trabajo en el cual estaban representados el CSN, las comunidades autónomas de Valencia, Cataluña, País Vasco y Extremadura, junto con sus apoyos tecnológicos, y el CIEMAT. En base a las conclusiones alcanzadas por el citado grupo de trabajo, y teniendo en cuenta las características de otras redes europeas, se definieron las especificaciones de la nueva REA.

La decisión de renovación venía motivada por las siguientes razones:

- Actualización tecnológica: Disponer de una red de estaciones automáticas acorde con los últimos avances tecnológicos.
- Cobertura ampliada: Tener una red más densa en el territorio nacional, para una caracterización radiológica detallada en caso de emergencia radiológica o nuclear.
- Homogeneidad internacional: Poseer una red homogénea con las instaladas en otros países europeos.
- Cumplimiento de compromisos: Cumplir adecuadamente con los compromisos del CSN sobre el intercambio de datos obtenidos mediante redes de vigilancia automáticas, tal como se indica en la plataforma EURDEP de la Unión Europea.
- Gestión autónoma en emergencias: Disponer de una red propia de estaciones en el entorno de las nuevas zonas de planificación para emergencias nucleares, gestionada íntegramente por el CSN en caso de emergencia nuclear, sin depender de otras instituciones.

- Despliegue rápido: Contar además con una red de estaciones portátiles fácilmente desplegables en cualquier punto del territorio nacional, para poder realizar una caracterización radiológica donde no exista una estación fija en las proximidades.

Las estaciones portátiles se adquirieron a finales de 2018. Las estaciones fijas comenzaron a instalarse en 2019, completándose la instalación a finales de 2021 (44 estaciones en 2019, 71 en 2020 y 70 en 2021).

La nueva red de estaciones automáticas está compuesta por 185 estaciones fijas con capacidad espectrométrica, y por 15 estaciones portátiles.

4.2.1. Estaciones REA fijas

Cada estación REA está constituida por el detector y un armario donde se encuentra toda la electrónica (Imagen 6). Dispone de un sistema de comunicación redundante mediante ADSL y telefonía móvil 4G. Además, para garantizar el funcionamiento continuo de las estaciones REA, las estaciones cuentan con un sistema de baterías, las cuales proporcionan más de 5 días de autonomía en el caso de que se produzca un corte de suministro eléctrico.

Todas las estaciones fijas utilizan cristales de centelleo como detectores, y tienen capacidad espectrométrica y de identificación “on-line” de los isótopos. Además, para medir altas dosis, disponen de un tubo Geiger-Müller (GM). Estas estaciones se dividen en tres tipos:

- 141 estaciones con sondas de cristal de centelleo NaI (1.5” x 1.5”) + GM
- 24 estaciones con sondas de cristal de centelleo NaI (3.0” x 3.0”) + GM
- 20 estaciones con sondas de cristal de centelleo LaBr₃ (1.5” x 1.5”) + GM

La red de estaciones fijas se complementa con 15 estaciones portátiles equipadas con dos sondas Geiger-Müller para baja y alta tasa de dosis, junto con un sensor de pluviometría.

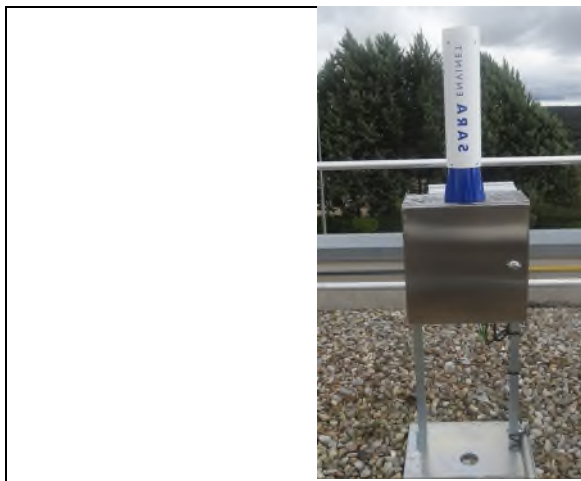


Imagen 6. Estación REA fija

4.2.1.1. Ubicación de las estaciones

La ubicación de las estaciones de la REA se visualiza en la Imagen 7.

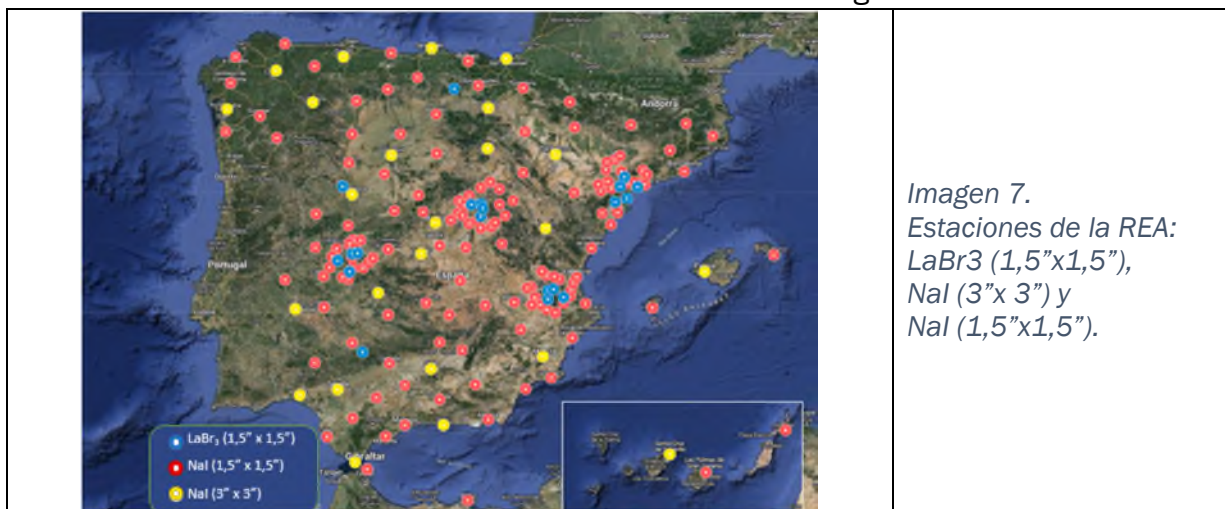


Imagen 7.
Estaciones de la REA:
LaBr₃ (1,5"x1,5"),
NaI (3"x 3") y
NaI (1,5"x1,5").

- Estaciones con cristal de centelleo de LaBr₃: situadas en las zonas de planificación de emergencias de las centrales nucleares españolas, en los sectores hacia los cuales sopla el viento de acuerdo con los Estudios de Seguridad de dichas centrales. Alrededor de cada central existen cuatro estaciones de este tipo, salvo en la zona de Ascó-Vandellós, donde hay sectores que comparten estaciones. También hay una estación de este tipo en el entorno de la central Santa María de Garoña, que actualmente se encuentra en proceso de desmantelamiento, en el emplazamiento de la fábrica de combustibles de Juzbado y en el del centro de almacenamiento de residuos de media y baja actividad El Cabril.
- Estaciones con cristal de centelleo de NaI (3.0" x 3.0"): Principalmente ubicadas en las localizaciones de las estaciones que conformaban la antigua REA.
- Estaciones con cristal de centelleo de NaI (1.5" x 1.5"): Distribuidas por el resto del territorio nacional, principalmente en las zonas de planificación de las centrales nucleares (al menos una por sector de la rosa de los vientos), en capitales de provincia en las que no exista una estación con sensor de NaI (3.0" x 3.0") y en núcleos de población importantes.

4.2.1.2. Características de la nueva red:

La nueva red, a diferencia de la anterior, fue diseñada para responder a situaciones de emergencia, desempeñando un papel importante en el proceso de toma de decisiones en caso de un accidente nuclear o radiológico y permitiendo optimizar las intervenciones en campo y decidir las medidas de protección a la población y al personal de intervención.

Las características más importantes de esta red son:

- Detección rápida: Identificación rápida de pequeños incrementos en el fondo radiológico, debido a posibles incidentes o accidentes radiológicos tanto nacionales como internacionales.
- Análisis continuo: además de medir la tasa de dosis ambiental, se realizan análisis espectrométricos de forma continua, identificando los isótopos responsables de la radiación *on line*.
- Alarmas automáticas: Activación automática de alarmas al superar los umbrales de radiación.
- Evaluación de las consecuencias radiológicas: facilita la evaluación de la gravedad de las consecuencias radiológicas de un accidente con liberación de actividad, la toma de decisiones sobre medidas de mitigación y protección y permite mantener informados de manera continua a los responsables de la emergencia, autoridades y población.
- Robustez: Diseñada para mantenerse operativa ante grandes emergencias, como la ocurrida en Fukushima.
- Mantenimiento sencillo: a diferencia de la antigua REA, que requería la sustitución mensual de filtros (carbón activo y de papel), estas estaciones no necesitan materiales fungibles para realizar las mediciones.



Los datos obtenidos se reciben y analizan en el centro de supervisión y control de la REA situado en la sala de emergencias (Salem) del CSN.

4.2.2. Estaciones REA portátiles.

El CSN cuenta con 15 estaciones portátiles de medida de tasa de dosis. Estas estaciones operan de manera autónoma e ininterrumpida, gracias a su batería recargable integrada y a un panel solar, lo que garantiza una autonomía mínima de una semana en cualquier condición de funcionamiento.

Las estaciones están equipadas con un sistema de transmisión de datos inalámbrico que envía la información al centro de supervisión y control de la Sala de Emergencias del CSN. Estas estaciones portátiles pueden desplegarse en áreas afectadas por incidentes o emergencias nucleares y radiológicas, proporcionando medidas radiológicas de la zona en tiempo real.

Las estaciones tienen tamaño y peso reducido y se pueden desplegar de manera sencilla y rápida. Poseen un receptor GPS integrado que permite el reconocimiento automático de la nueva ubicación de la estación después del despliegue

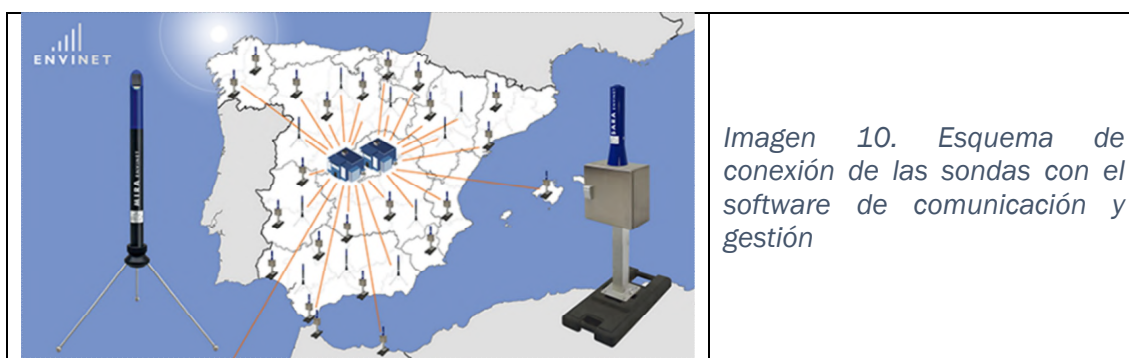
	
<p><i>Imagen 8. Estación portátil desplegada</i></p>	<p><i>Imagen 9. Maleta con dos estaciones portátiles y equipamiento auxiliar</i></p>

Los dos tubos Geiger-Muller (GM) de cada estación portátil proporcionan un amplio rango de detección desde 10 nSv/h a 10 Sv/h. La carcasa del detector está sellada herméticamente protegiendo a la electrónica y a los detectores de condiciones ambientales adversas, pudiendo operar en un rango de temperaturas de -40 °C a +60 °C.

Además, para diferenciar los picos de lavado artificial de los naturales, las estaciones tienen un sensor de lluvia integrado en la parte superior de la carcasa del detector. Las estaciones van alojadas en maletas fácilmente transportables, y en caso de emergencia se podrán desplegar de forma rápida en cualquier punto accesible del territorio nacional.

4.2.3. Programa de administración, gestión y control de la red (NMC – ENVINET)

Tanto las estaciones portátiles como las estaciones fijas envían sus datos a dos servidores del CSN sincronizados. Estos servidores, ubicados en la sede del CSN y en el Cuartel General de la Unidad Militar de Emergencias, donde el CSN tiene su sala de emergencias de respaldo, comparten el mismo software para la gestión de todas las estaciones.



El software Network Monitoring Center (NMC) es una solución GIS basada en la web para el monitoreo en tiempo real de parámetros ambientales de las sondas fijas y portátiles, aunque también se pueden integrar otros tipos de estaciones de medida. Este software permite visualizar todas las estaciones en un mapa, incluyendo los valores de medición actuales, el estado de las comunicaciones y las alarmas técnicas. Además, ofrece la posibilidad de mostrar los datos en forma de gráficos y tablas, realizar cálculos estadísticos sencillos y exportar e importar datos, etc. Por ejemplo, el NMC exporta de manera automática datos de alguna de las estaciones de la REA a la Universidad de Extremadura y a la del País Vasco con las que el CSN tiene acuerdos de colaboración sobre redes de vigilancia.

En el mapa de las estaciones, al hacer “click” en una estación se muestra el último valor de tasa de dosis. Al hacer “click” sobre ese valor, se muestra la evolución temporal de la tasa de dosis en la estación elegida. Al hacer “click” en un punto específico de la gráfica, se obtiene el espectro correspondiente, como se puede ver en la Imagen 11.

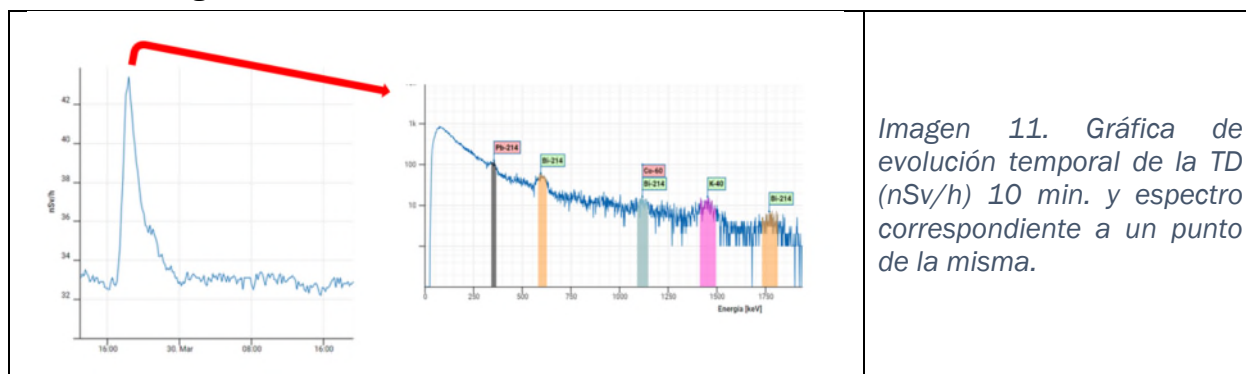


Imagen 11. Gráfica de evolución temporal de la TD (nSv/h) 10 min. y espectro correspondiente a un punto de la misma.

4.2.4. Transparencia de la información de la REA.

Los datos de la REA se transmiten automáticamente y están disponibles en tiempo real en la web del CSN (<https://www.csn.es/varios/rea/index.html>). Desde cada estación se puede visualizar y representar gráficamente la tasa de dosis en promedio de 10 minutos, una hora o un día.

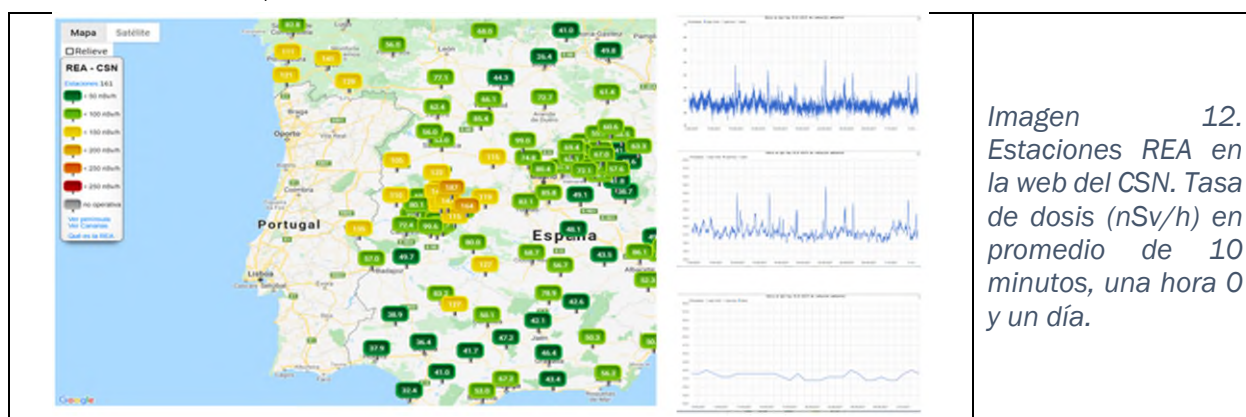


Imagen 12. Estaciones REA en la web del CSN. Tasa de dosis (nSv/h) en promedio de 10 minutos, una hora 0 y un día.

Los datos de las estaciones automáticas (REA) además se comparten con otros países europeos a través de la plataforma EURDEP, que los publica en un único mapa gráfico en su página web: <https://remap.jrc.ec.europa.eu/Advanced.aspx>, tal como se muestra en la Imagen 13. El sistema NMC exporta cada hora los valores medios horarios de tasa de dosis (TD) de las 185 estaciones REA a dicha plataforma.

EURDEP es un mecanismo de intercambio de datos y un sitio web de presentación de datos de monitoreo radiológico que son recopilados y compartidos por 39 países participantes casi en tiempo real. Es la herramienta de la UE para el intercambio de datos radiológicos durante emergencias, aunque los datos se intercambian de manera continua y automática para que estén disponibles en todo momento.

Este intercambio de datos está regulado por la **Decisión 87/600 del Consejo** (Acuerdos ECURIE) y la **Recomendación 2000/473/Euratom**.

Además, desde 2014 EURDEP envía los datos radiológicos europeos al Sistema Internacional de información de Monitoreo de la Radiación (IRMIS) del OIEA bajo las disposiciones dadas por las Convenciones de Notificación Temprana y Asistencia en caso de accidente nuclear o emergencia radiológica.

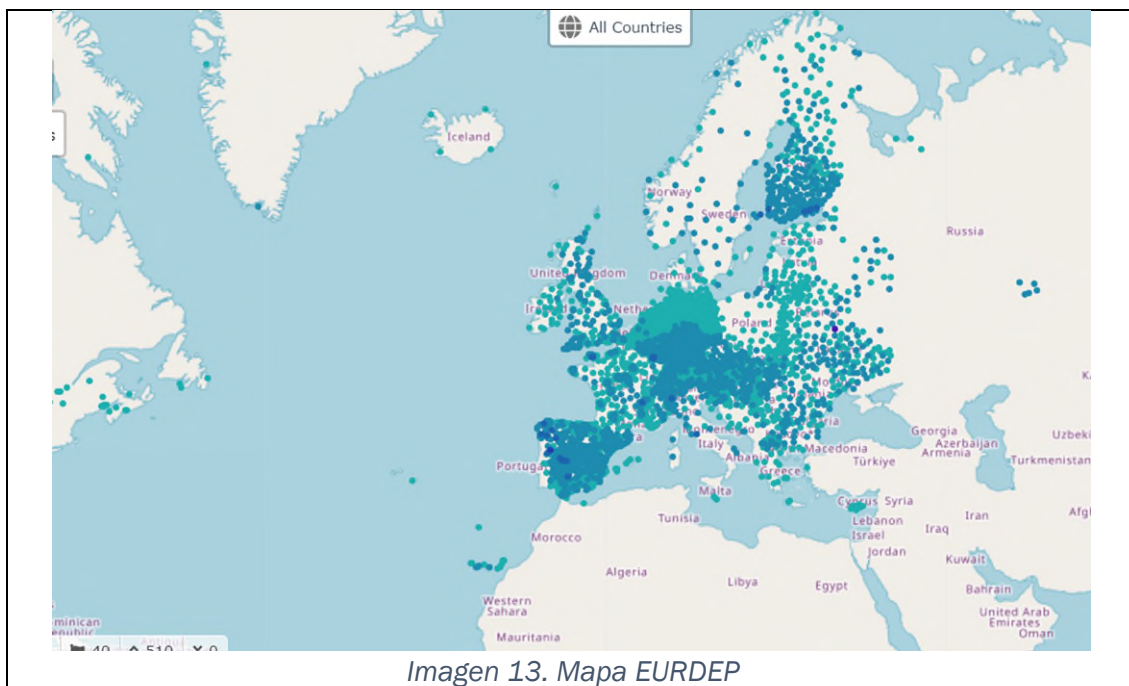


Imagen 13. Mapa EURDEP

5. Otras Redes de Vigilancia Radiológica.

5.1. Red de Alerta a la Radiactividad (RAR).

La Red de Alerta a la Radiactividad (RAR) fue diseñada en 1990 por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCE) para controlar y monitorizar los niveles de radiactividad en la atmósfera, con el fin de responder eficazmente a una

emergencia nuclear, de acuerdo con las necesidades originadas en el ámbito europeo como consecuencia del accidente en la central nuclear de Chernóbil.

La RAR es una red de ámbito nacional para la alerta inmediata basada en la medición y análisis de forma automática y continuada de los niveles de radiación gamma en la atmósfera.

5.1.1. Objetivos de la RAR

El objetivo fundamental de la RAR es la alerta radiológica basada en la capacidad de detección y evolución de sucesos que puedan provocar niveles anormales de radiación, para determinar el riesgo radiológico y adoptar las medidas oportunas de protección de la población, definidas en los Planes de Protección Civil, afectados en cada caso. Este objetivo se alcanza mediante las siguientes capacidades de la RAR:

- **Seguimiento:** Realizar un seguimiento detallado y en tiempo real de los niveles de radiación a nivel nacional, con el fin de vigilar su evolución en el tiempo y alertar en caso de superar los niveles umbrales de alarma establecidos por el Consejo de Seguridad Nuclear.
- **Actuación:** Ayudar a determinar los riesgos radiológicos perjudiciales para la salud de la población afectada en un accidente o suceso para poder alertar y adoptar las medidas oportunas desencadenando las actuaciones de emergencia en caso necesario.
- **Registro histórico:** Disponer, para su estudio y análisis, de un registro histórico detallado de las medidas de la radiactividad natural accesible para los organismos autorizados.

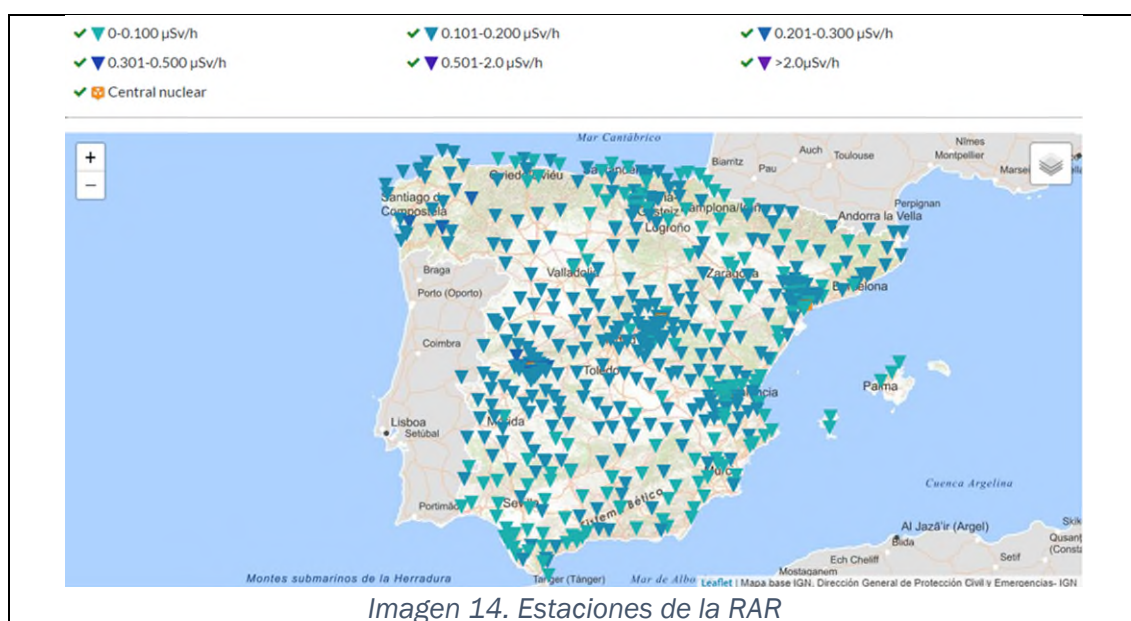


Imagen 14. Estaciones de la RAR

5.1.2. Estructura general de la RAR.

La Red está constituida por las Estaciones de Medida (UTDs), los medios y sistemas de comunicación, las aplicaciones de control y el Centro Nacional, dispone de:

- 645 Estaciones de medida (UTDs) repartidas por todo el territorio nacional, en una estructura de malla con mayor densidad de equipos en los entornos nucleares y fronteras.
- Un Centro Nacional, ubicado en la sede de la DGPCE, en Madrid. Adicionalmente la RAR sirve información, mediante un aplicativo Web a:
- Diez Centros regionales, ubicados en la Delegaciones y Subdelegaciones del Gobierno en: A Coruña, Burgos, Cáceres, Guadalajara, Las Palmas, Sevilla, Tarragona, Valencia, Vitoria y Zaragoza.
- Siete Centros asociados: el Consejo de Seguridad Nuclear, Ministerio de Defensa (UME) y Delegaciones del Gobierno en Badajoz, Barcelona, Murcia, Toledo y Valladolid.

Desde el año 2019, los datos proporcionados por la RAR están integrados en la plataforma europea EURDEP.

5.2. Redes Autonómicas.

Las comunidades autónomas de Valencia, Cataluña y Extremadura disponen de redes automáticas de vigilancia radiológica ambiental propias con estaciones distribuidas en el entorno de las centrales nucleares ubicadas en sus respectivos territorios; además el País Vasco también 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. El CSN, mediante acuerdos específicos con las administraciones autonómicas responsables, tiene acceso a los datos de estas redes.

En el caso de la Comunidad valenciana el CSN tiene acceso a los datos de cinco estaciones de su red: Cofrentes, Cofrentes central, Cortes de Pallás, Jalance y Pedrones, estas estaciones tienen características similares a las estaciones de la antigua REA.

Cataluña cuenta con dos redes con características distintas: una red en el entorno de las centrales nucleares cuyas estaciones miden tasa de dosis gamma y otra red, menos densa, distribuida por toda Cataluña cuyas estaciones miden concentración en aire de partículas alfa y beta, radón y radioyodos y algunas de ellas también tasa de dosis gamma. El CSN tiene acceso a los datos de 5 estaciones de medida de tasa de dosis y a 11 estaciones de medida de concentración en aire.

Desde 2001 el CSN también tiene acceso a los datos de dos estaciones de la red vasca, situadas en Bilbao y Vitoria.

La red extremeña está estructurada en dos redes con características distintas: una red en el entorno de la central nuclear de Almaráz, con una densidad de estaciones mayor, y otra red, menos densa, extendida por la comunidad autónoma de Extremadura. El CSN tiene acceso a los datos de las siguientes estaciones de la red extremeña.

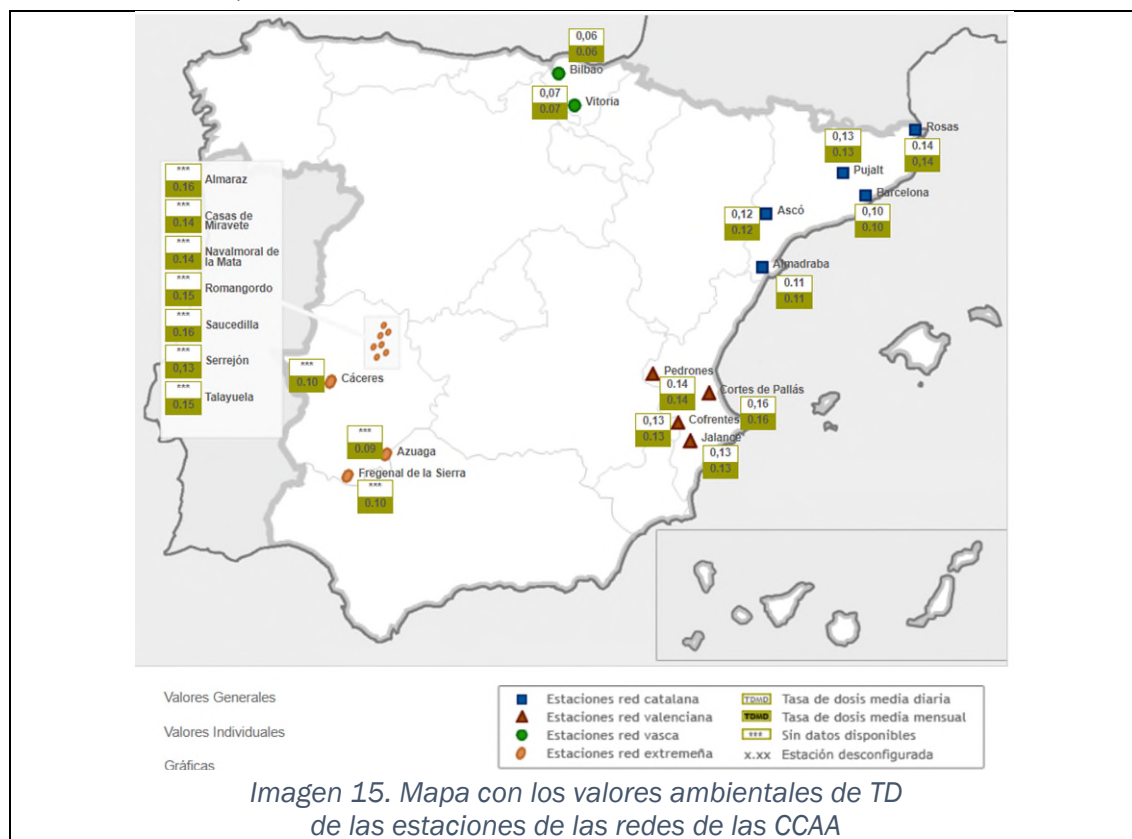
En el entorno de la central nuclear de Almaraz:

- Dos estaciones de medida en continuo de la concentración en aire para yodo-131, radón-222, actividad alfa y beta total
- Siete estaciones de medida de tasa de dosis gamma
- Dos monitores de medida en continuo de la actividad en agua para los radionucleidos: yodo-131 y cesio-137: uno situado en el embalse de Torrejón y otro en el embalse de Valdecañas.

De la red territorial de la comunidad autónoma de Extremadura:

- Dos estaciones de medida en continuo de la concentración en aire para yodo-131, radón-222, actividad alfa y beta total y tasa de dosis gamma.
- Una estación de medida de tasa de dosis

El CSN publica diariamente en su web las medias diarias y mensuales de tasa de dosis de las estaciones de las redes autonómicas (<https://www.csn.es/en/valores-ambientales-rea>).



6. Siglas y Acrónimos.

- **AEMET:** Agencia Estatal de Meteorología.
- **CEDEX:** Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- **CIEMAT:** Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
- **CSN:** Consejo de Seguridad Nuclear.
- **DGPCE:** Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
- **DSIC:** Discriminador electivo inteligente de comunicaciones.
- **EMA:** Estación Meteorológica Automática.
- **ERA:** Estación Radiológica Automática.
- **EURDEP:** European Radiological Data Exchange Platform.
- **GM:** Geiger-Müller.
- **INM:** Instituto Nacional de Meteorología.
- **LID:** Límite Inferior de Detección.
- **NMC:** Network Monitoring Center.
- **PVRA:** Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental.
- **PVRain:** Plan de Vigilancia Radiológica Ambiental Independiente.
- **RAR:** Red de Alerta a la Radiactividad.
- **REA:** Red de Estaciones Automáticas.
- **REM:** Red de Estaciones de Muestreo.
- **REVIRA:** Red de Vigilancia Radiológica a nivel nacional.
- **UTDs:** Estaciones de Medida.

7. Referencias.

- **Publicación anual de resultados de los Programas de vigilancia radiológica ambiental.**
Informes accesibles en: Web del CSN → Centro de Documentación → 0.4 Informes Técnicos. [Hipervínculo.](#)
- **Publicación bienal de resultados la Red de Estaciones Automáticas de vigilancia radiológica ambiental (REA) del CSN.**
Informes accesibles en: Web del CSN → Centro de Documentación → 0.4 Informes Técnicos. [Hipervínculo.](#)
Informes elaborados hasta el año 2011.
- **Informe anual del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado.**
Informes accesibles en: Web del CSN → Centro de Documentación → 0.1 Informes al Parlamento. [Hipervínculo.](#)
Informes elaborados hasta el año 2011.