Plan Nacional contra el Radón



MINISTERIO
DE SANIDAD

COLECCIÓN ESTUDIOS, INFORMES E INVESTIGACIÓN
MINISTERIO DE SANIDAD
2024

Edita y Distribuye:

© MINISTERIO DE SANIDAD 2024
Secretaria General Técnica
Centro de Publicaciones
Paseo del Prado, 18, 28014 Madrid

NIPO:
Depósito Legal: pendiente tramitación

COMITÉ DEL PLAN NACIONAL CONTRA EL RADÓN

Composición de acuerdo con el artículo 78 del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Presidencia: una persona representante del Ministerio de Sanidad, con rango de Director General.

Vicepresidencia: una persona representante del Consejo de Seguridad Nuclear, con rango de Director Técnico.

Vocalías:

- Ocho personas destinadas en puestos con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable, en representación de cada uno de los siguientes departamentos ministeriales: dos representantes del Ministerio de Sanidad; dos representantes del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; dos representantes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; dos representantes del Ministerio de Trabajo y Economía Social.
- Dos personas representantes del Consejo de Seguridad Nuclear, destinadas en puestos con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable.
- Una persona representante de cada comunidad autónoma y ciudad con Estatuto de Autonomía que esté interesada en participar, con rango de, al menos, Subdirector General o asimilable.
- Tres personas representantes de las entidades locales, designadas por la Federación Española de Municipios y Provincias.

Secretaría: una persona funcionaria designada por el Ministerio de Sanidad, que no tendrá la consideración de miembro del Comité.

GRUPO TÉCNICO DE TRABAJO

Consejo de Seguridad Nuclear

Inmaculada Simón Cirujano
Marta García Talavera

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Elvira Hernando Velasco

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

Isabel Marcos Anasagasti
Eduardo González de Prado

Ministerio de Trabajo y Economía Social

Salvador Martínez Fenoll

Ministerio de Sanidad

Covadonga Caballo Diéguez
Margarita Palau Miguel
Montserrat García Gómez
Santiago González Muñoz
Sara Fernández Moreno

Apoyo técnico

Marian Mendoza García
Salvador Giménez Bru
Helena García Cortés

MINISTERIO
DE SANIDAD

Plan Nacional contra el Radón

Aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión del día 9 de enero de 2024 el "Acuerdo por el que se aprueba el Plan Nacional contra el Radón"

ÍNDICE

1. Resumen ejecutivo 1
2. Introducción 3
3. El radón como factor de riesgo para la salud 6
4. Marco Normativo 20
5. Diagnóstico de situación 29
6. Objetivos del Plan Nacional contra el radón 45
7. Ejes del Plan Nacional contra el radón 48
8. Coordinación, Gestión y Evaluación 53
9. Actuaciones 58
10. Bibliografía 90
11. Anexo 98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios sobre el radón residencial y el cáncer de pulmón en España 14
Tabla 2. Porcentaje de mortalidad por cáncer de pulmón en Galicia atribuible a la exposición al radón y el tabaco. 15
Tabla 3. Estimación de la proporción de casos atribuibles al radón en distintos países europeos. 17
Tabla 4. Actuaciones realizadas bajo el ámbito del Plan Nacional contra el Radón 59
Tabla 5. Actuaciones en proceso o pendientes de ejecución bajo el ámbito del Plan Nacional contra el Radón 60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vías comunes de entrada del radón. Puntos débiles. 8
Ilustración 2. Resumen del riesgo de cáncer de pulmón derivado del radón interior basado en análisis agrupados internacionales que combinan los datos individuales de varios estudios de casos y controles. 11
Ilustración 3. Porcentaje de mortalidad por cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón por Comunidades Autónomas, 2017. 16
Ilustración 4. Mapa europeo del radón. 30
Ilustración 5. Mapa del potencial de radón en España. 35
Ilustración 6. Mapa de zonas de actuación prioritaria. 40
Ilustración 7. Clasificación de municipios del CTE en función del potencial de radón. 41
Ilustración 8. Porcentaje de medidas de más de 300 Bq/m^3 por municipio[2] en Galicia (número de municipios). 42
Ilustración 9. Cámara de radón. 43
Ilustración 10. Laboratorio de Radiación Natural (LRN). 44
Ilustración 11. Ejes estratégicos. 47

GLOSARIO DE TÉRMINOS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BEIR	Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes
BSS	Normas de Seguridad Básicas
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CSN	Consejo de Seguridad Nuclear
CTE	Código Técnico de Edificación
ENAC	Entidad Nacional de Acreditación
ERA	Asociación Europea del Radón
IARC	Agencia Internacional de Investigación en Cáncer
IETcc	Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja
ICRP	Comisión Internacional de Protección Radiológica
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
LARUC	Laboratorio de Radiactividad de la Universidad de Cantabria
MARNA	Mapa de Radiación Gamma Natural en España
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMS	Organización Mundial de la Salud
RADPAR	Proyecto Europeo de Prevención y Remediación frente al Radón
RPSRI	Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes
SEPR	Sociedad Española de Protección Radiológica
USC	Universidad de Santiago de Compostela
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
UTPR	Unidades Técnicas de Protección Radiológica

1. Resumen ejecutivo



El Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes, transpone parcialmente al ordenamiento jurídico español los requisitos relativos al radón de la Directiva 2013/59/Euratom, del Consejo, de 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes, y se derogan las Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom y 2003/122/Euratom. Esta Directiva insta a los Estados Miembros a desarrollar planes de actuación con el objetivo último de reducir el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón.

Existe abundante evidencia científica que demuestra la asociación entre exposición a radón en ambientes interiores y cáncer de pulmón. El radón está reconocido como agente carcinógeno humano de categoría 1, lo que asociado al hecho de que un número significativo del actual parque de edificios presenta concentraciones elevadas de este gas, hace que la exposición al radón se considere como un problema para la salud pública. En relación con ello, cabe destacar que los efectos de la exposición al radón se encuentran notablemente aumentados en fumadores, debido al efecto sinérgico de radón y tabaco.

El radón se produce como consecuencia de la desintegración del radio (Ra-226), elemento de la serie del uranio, que es ubicuo en las rocas y los suelos, aunque se encuentra en mayores concentraciones en zonas de geología hercínica. Desde el subsuelo, este gas migra al aire interior de viviendas y edificios, en los cuales tiende a acumularse, aunque esta acumulación puede prevenirse o mitigarse mediante distintas soluciones constructivas.

El Gobierno establecerá la política para reducir el riesgo para la salud de la población debido a la exposición al radón en recintos cerrados, mediante la aprobación del Plan Nacional contra el Radón. Para su desarrollo e implementación, se crea el Comité del Plan Nacional contra el Radón, cuya composición se detalla en el Artículo 78 del Real Decreto 1029/2022.

El Plan Nacional contra el Radón recogerá las estrategias establecidas y las actividades a desarrollar por las diferentes administraciones públicas con el fin de reducir el riesgo para la salud de la población por exposición al radón. Así, el presente documento pretende conocer la magnitud del problema, reducir la exposición y potenciar la investigación en ambientes interiores, mediante la estimación de la concentración de radón en dichos ambientes, la elaboración de mapas de potencial de radón, el desarrollo de una metodología para la evaluación del riesgo en consonancia con los niveles de referencia establecidos en la normativa y, en consecuencia, las bases para el establecimiento de medidas correctoras y preventivas, así como medidas de comprobación y validación y la elaboración de una guía para el público. Para ello, se recopila información básica sobre el radón y los riesgos que conlleva para la salud y se presenta un análisis de la situación en España, incluyendo la información disponible sobre la exposición.

2. Introducción



El presente Plan Nacional contra el Radón se encuentra bajo el marco normativo del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre (1), por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes; así como en el ámbito de aplicación del Plan Estratégico de Salud y Medioambiente (2), aprobado el 24 de noviembre de 2021, en sesión extraordinaria del Pleno del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, cuyo objetivo principal es promover entornos ambientales que mejoren la salud de la población y reduzcan los riesgos asociados a la exposición de factores ambientales.

Este documento ha sido elaborado por el Comité del Plan Nacional contra el Radón, cuya composición figura en el Artículo 78 del Real Decreto 1029/2022. La elaboración de este Plan Nacional contra el Radón da cumplimiento a la Sección 2ª del Capítulo III "Exposición al radón" del Real Decreto 1029/2022, que transpone lo dispuesto en la Directiva 2013/59/Euratom (49).

El radón (Rn-222) es un isótopo radiactivo perteneciente al grupo de los gases nobles, incoloro, inodoro y moderadamente soluble en el agua y otros líquidos. Procede de la cadena de desintegración del uranio (U-238), que está presente en las rocas de la corteza terrestre y otros compartimentos ambientales, y es descendiente directo del radio (Ra-226).

El radón que emana del suelo y exhala del terreno, penetra en las edificaciones, fundamentalmente por difusión o por advección a través de poros, grietas y fisuras de las cimentaciones, aunque también puede entrar, en menor medida, procedente de los materiales de construcción o del agua corriente. En general, las concentraciones de radón en los edificios disminuyen a medida que nos alejamos del suelo, aunque en ocasiones pueden encontrarse altas concentraciones de radón en los pisos más elevados debido a la potencial contribución de los materiales de construcción, el agua y por efecto chimenea.

Los descendientes de vida corta del radón (Po-218, Pb-214, Bi-214 y Po-214) tienden a adherirse a las partículas en suspensión en el aire, que al ser inhaladas quedan retenidas en diferentes tramos del aparato respiratorio, según su diámetro aerodinámico. La mayor contribución a la dosis de radiación lo producen las partículas alfa que impactan en las células del epitelio pulmonar, pudiendo producir alteraciones moleculares y finalmente cáncer de pulmón. El radón es la fuente más importante de radiación ionizante a la que se encuentra expuesta la población general (3).

El radón fue declarado carcinógeno humano tipo I por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) (4) y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA) (5). La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que entre un 3 y un 14% de los casos de cáncer de pulmón a nivel mundial son atribuibles al radón residencial (6). De acuerdo con estas cifras, el radón representa la segunda causa más importante de cáncer de pulmón, después del tabaco, y la primera en no fumadores.

En España, la exposición ocupacional al radón está regulada de manera genérica desde 2001 por el título VII del Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001 de 6 de julio, aunque no fue hasta 2012 cuando se publicó normativa específica que aclarase y facilitase la aplicación de este título (Instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a radiación natural. BOE nº 22 de 26 de enero de 2012 (79)). Este marco se ha reforzado con la aprobación del actual Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre), que se transpone de la legislación europea.

En el ámbito de la edificación, en 2019, se aprobó el documento DB-HS6 "Protección frente al radón" (8), que establece las medidas constructivas que deben incorporar los edificios de nueva planta y los rehabilitados, para cumplir con un nivel de referencia de 300 Bq/m^3.

Desde entonces se han publicado otros documentos como la Guía de Rehabilitación frente al radón publicada en el Código Técnico de Edificación (7), cuyo objetivo es constituir una herramienta de ayuda para el diseño de soluciones de protección frente al radón. Además, proporciona los conceptos fundamentales necesarios que apoyan el correcto diagnóstico de las vías de entrada del radón, ilustra el proceso de realización de las mediciones de radón, así como presenta las soluciones de protección, aportando criterios para la elección de las soluciones más adecuadas a cada caso. La Guía de Rehabilitación frente al radón, publicada por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, pretende ser, por un lado, una herramienta fundamental para los proyectistas ante el reto de diseñar soluciones de protección frente al radón que den cumplimiento al DB-HS6 y, por otro, una fuente de información para los usuarios de edificios afectados, para que conozcan de forma aproximada el alcance de las soluciones posibles, así como las distintas vías de entrada del radón en el edificio y la influencia que puede llegar a tener el comportamiento de los propios usuarios en la concentración de este gas.

3. El radón como factor de riesgo para la salud



El radón es la fuente de exposición a radiación ionizante natural más importante para los seres humanos (9, 10). El radón es considerado la primera causa de cáncer de pulmón en no fumadores y la segunda en fumadores y exfumadores.

La relación entre el radón y el cáncer de pulmón fue identificada por primera vez en las personas trabajadoras de minas de uranio que se encontraban expuestas a altas concentraciones de gas radón (11, 12).

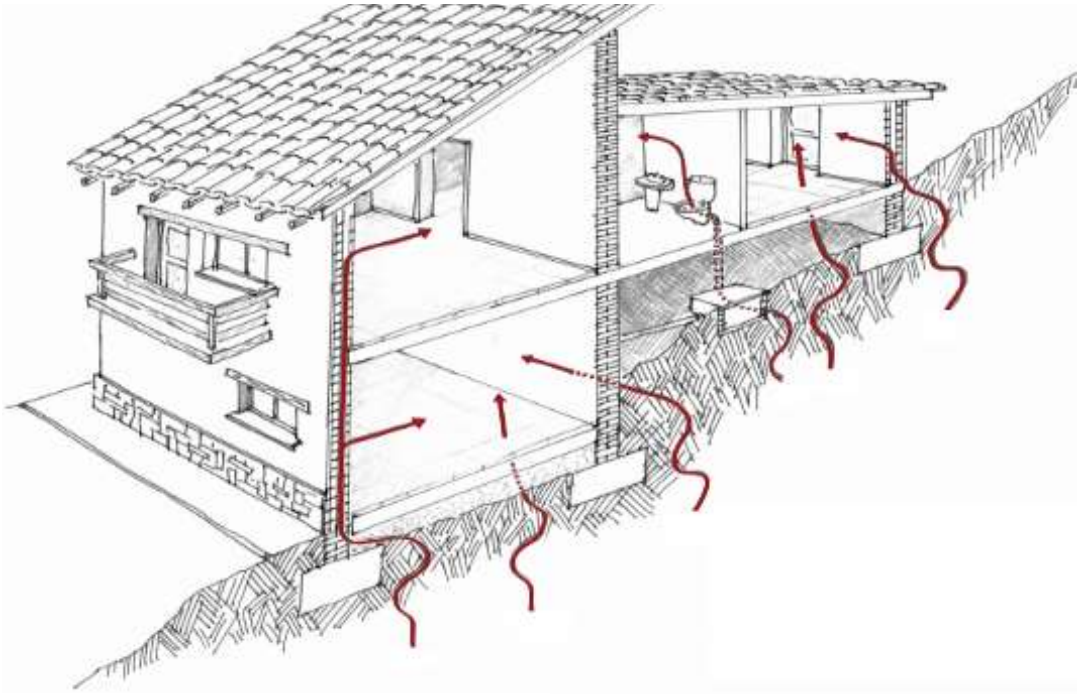
Tras ello, han sido desarrollados estudios epidemiológicos en los cuales se ha observado el riesgo derivado de la relación entre el cáncer de pulmón y la exposición a radón en interiores. De estos cabe destacar los tres meta-análisis llevados a cabo en Europa (13, 14), Norteamérica (15, 16) y China (17), respectivamente. Sus resultados confirmaron que la exposición a radón en viviendas puede considerarse como un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer de pulmón.

Presencia de radón en ambientes interiores o cerrados

El radón se produce de forma natural en el subsuelo, y alcanza a la superficie, en mayor o menor medida, dependiendo del tipo de terreno. Se produce más radón en zonas graníticas que en las arcillosas o calcáreas, lo cual se debe a que el contenido de uranio y torio en el granito es mayor en este tipo de suelos que en otros como las areniscas, carbonatadas o basálticas (18).

Al aire libre el radón se diluye rápidamente, presentando concentraciones medias muy bajas (entre 5 Bq/m^3 y 15 Bq/m^3) (19) y no suele representar ningún problema, salvo situaciones anticiclónicas donde la altura de mezcla disminuye considerablemente. En cambio, en espacios cerrados, las concentraciones de radón son más elevadas, en especial en lugares como minas, cuevas y plantas de tratamiento de aguas, donde se registran los niveles más altos generalmente por falta de ventilación. En edificios (como viviendas, escuelas y oficinas), las concentraciones de radón varían de menos de 10 Bq/m^3 hasta más de 10.000 Bq/m^3 (6). El radón puede acceder a los edificios a través del terreno bajo el que está construida la vivienda, a través de los materiales utilizados para su construcción o procedente de aguas subterráneas (20) (Ilustración 1).

Ilustración 1. Vías comunes de entrada del radón. Puntos débiles.



Fuente: Frutos Vázquez B et al. (2010) (20).

El terreno es la principal fuente emisora de radón en la naturaleza, debido a la concentración de uranio (U-238) que se puede encontrar en él. Determinadas zonas de España cuentan con un elevado contenido de dicho elemento en el subsuelo, por lo que presentan una mayor probabilidad de que se localicen concentraciones elevadas de radón en el interior de las viviendas (21).

La principal forma de entrada del radón a los edificios y viviendas se debe a la migración desde el terreno a través de grietas en los suelos y paredes, espacios alrededor de las tuberías o cables o pequeños poros en las paredes. Las viviendas antiguas o aquellas con deficiencias constructivas tienen una mayor probabilidad de presentar elevadas concentraciones de radón en el interior de las mismas, debido generalmente a un peor aislamiento del terreno (20, 22).

Otra fuente emisora de radón son algunos materiales empleados en la construcción, debido a su contenido en radio (Ra-226). El radón que exhalan estos materiales puede llegar a contribuir de manera significativa a la concentración total de radón en una vivienda, favoreciendo el aumento de la concentración en torno a 10 Bq/m^3 o 20 Bq/m^3 (23). La lista indicativa de tipos de materiales de construcción a tener en cuenta en relación con la radiación gamma emitida puede consultarse en el Anexo VI del Real Decreto 1029/2022. Las elevadas concentraciones de radón que se encuentran en los pisos superiores suelen estar relacionadas con los materiales de construcción (24).

La utilización de aguas subterráneas para el uso doméstico procedentes de pozos o manantiales, en aquellas zonas donde exista una elevada concentración de radón, puede favorecer el aumento de concentración de radón en las viviendas. La presencia del radón en el agua se debe, fundamentalmente, a la emanación procedente de las rocas del acuífero. Una vez disuelto el radón en el agua subterránea accede al interior de la vivienda por sumideros o desagües, o bien difundiéndose en el aire desde grifos y duchas cuando se usa esta agua (20).

Es importante destacar que la concentración de radón en las viviendas no sólo depende del tipo de fuente de exposición, sino que existen otros factores ambientales que influyen en las concentraciones de radón (20), como son:

- Las infiltraciones de aire producidas por el viento pueden modificar las concentraciones de radón.
- Una mayor presión atmosférica ayudará a disminuir la entrada de radón en las viviendas debido al descenso del gradiente de presiones que existe entre el terreno y el interior de la vivienda. En cambio, si se produce un descenso en la presión atmosférica, se puede dar una mayor exhalación de radón desde el terreno al interior de la vivienda.
- El radón es más pesado que el aire, por lo que la altura respecto del suelo influye en la probabilidad de encontrar radón en las viviendas. Por ello, suelen darse mayores concentraciones de radón en pisos bajos y sótanos.
- La humedad ambiental y las lluvias saturan los suelos. Esta saturación genera que los poros se colmaten y el radón se disuelva en el agua desplazándose por corrientes subterráneas y obstaculizando la exhalación a la superficie.
- La temperatura afecta a los movimientos convectivos del aire como medio de transporte del radón, favoreciendo un incremento de las concentraciones de radón por las noches respecto del día, o en función de la estación del año.

Efectos en salud

Radón y cáncer de pulmón

La relación causal del radón y las enfermedades respiratorias comienza a observarse en el siglo XVI debido a la mortalidad observada en determinados grupos de mineros. No es hasta el siglo XIX cuando se descubre que dicha mortalidad era debida al cáncer de pulmón (25).

Tras diversos estudios realizados en mineros, la USEPA en 1987 establece el valor de 148 Bq/m^3 como la concentración de radón a partir de la cual deberían tomarse medidas de reducción en los domicilios; y un año más tarde, la IARC clasifica el radón y sus descendientes como carcinógenos humanos del Grupo 1[1].

Asimismo, en 1987 el Comité sobre los Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes publicó los resultados de un análisis pormenorizado de los estudios realizados sobre el radón en mineros y sobre el radón en animales, el BEIR IV «Biological Effects of Ionizing Radiation», en el cual se asocia el riesgo de padecer cáncer de pulmón con la exposición a radón (11). En 1999 se publicó una actualización del estudio BEIR IV (denominado BEIR VI), donde se indicó que el radón es el segundo factor de riesgo de cáncer de pulmón después del tabaco (12). Para la realización de este segundo estudio se tuvieron en cuenta 11 estudios de cohortes donde se incluyó un total de 68.000 mineros de Europa, América del Norte, Asia y Australia.

Los estudios realizados sobre mineros apuntaban a la posibilidad de que el riesgo pudiera aparecer en la población general debido a la exposición que tiene lugar en el interior de las viviendas y edificios de trabajo. Desde entonces, se han realizado numerosos estudios epidemiológicos observacionales sobre el radón residencial y el riesgo de cáncer de pulmón en distintos países, que a pesar de cierta heterogeneidad han seguido revelando una asociación causal entre la exposición prolongada al radón residencial y el cáncer de pulmón.

Existen tres análisis agrupados que se consideran como referencia en la relación entre el radón residencial y el cáncer de pulmón: el análisis agrupado europeo, el análisis agrupado norteamericano y el análisis agrupado chino (13, 14, 15, 16, 17). Todos ellos coinciden en identificar un incremento en el riesgo de cáncer de pulmón derivado del radón residencial, del 16% (IC95%: 5-31%), del 11% (IC95%: 0-28%) y del 13% (IC95%: 1-36%) respectivamente (Ilustración 2). De los tres estudios, el europeo es el único que se basa en la concentración media de radón a largo plazo para realizar la valoración detallada de los riesgos de radón residencial. Por el contrario, los otros dos estudios se realizan a partir de la concentración medida puntualmente de radón.

[1] Procesos industriales, compuestos químicos o grupos de los mismos que son cancerígenos para el hombre. Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones probadas como carcinógenas para el ser humano.

Todos los estudios coinciden en que el porcentaje de riesgo no varía ante cambios de edad o sexo. También establecen una relación incremental (a mayor exposición, mayor riesgo) de carácter lineal, sin que se pueda determinar un nivel umbral por debajo del cual no exista riesgo. Además, ponen de manifiesto que el riesgo de cáncer de pulmón debido al radón es muy superior para las personas que fuman o han fumado a lo largo de su vida, que en quienes nunca lo han hecho, mostrando un efecto sinérgico entre el radón y el tabaco. Por lo tanto, el radón se ha convertido así en la segunda causa externa de cáncer de pulmón, solo superado por el tabaco, y la primera en no fumadores.

Tras la publicación de estos estudios, la OMS desarrolla en el año 2009 un «Manual sobre el radón en interiores: Una perspectiva de salud pública» (25), exponiendo los resultados obtenidos hasta la fecha de estudios epidemiológicos que ponían de manifiesto que el radón en las viviendas aumentaba el riesgo de cáncer de pulmón en la población general, aunque no se demostraba otros efectos del radón sobre la salud.

Ilustración 2. Resumen del riesgo de cáncer de pulmón derivado del radón interior basado en análisis agrupados internacionales que combinan los datos individuales de varios estudios de casos y controles.

	N.º de estudios incluidos	N.º de casos de cáncer de pulmón	N.º de controles	Periodo de exposición (años)[a]	Incremento porcentual del riesgo de cáncer de pulmón por cada 100 Bq/m³ de aumento de la concentración de radón	
					basado en el radón medido	basado en la concentración media de radón a largo plazo[b]
Análisis agrupados de estudios sobre el radón en el interior de las viviendas						
Europeo (Darby et al. 2005, 2006)	13	7 148	14 208	5-35	8 (3, 16)	16 (5, 31)
Norteamericano (Krewski et al. 2005, 2006)	7	3 662	4 966	5-30	11 (0, 28)	-
Chino (Lubin et al. 2004)	2	1 050	1 995	5-30	13 (1, 36)	-
Media ponderada de los resultados de los anteriores análisis agrupados					10	~20[c]

[a] Considerando las concentraciones de radón durante el periodo comprendido entre 35 y 5 años antes de la fecha del diagnóstico en los casos de cáncer de pulmón.
[b] Realizando los ajustes correspondientes a la variabilidad aleatoria interanual de la concentración de radón en interiores
Fuente: Organización Mundial de la Salud (2015) (25).

Estudios sobre exposición al radón en España

En España también existen estudios específicos sobre la relación entre el radón residencial y el cáncer de pulmón (Tabla 1). Los primeros estudios realizados en España se identificaron en la zona de Galicia y Cantabria. Los estudios gallegos han reportado resultados donde se manifiesta que existe riesgo de cáncer de pulmón por radón incluso a partir de bajas concentraciones, junto con una fuerte sinergia con el consumo de tabaco, similares a los encontrados en el marco europeo. En cambio, el estudio realizado en Cantabria no encontró asociación entre el radón y el cáncer de pulmón, debido posiblemente a que Cantabria no es una zona de alta exposición al radón como lo es Galicia (26, 27, 28, 29).

Galicia está catalogada como una zona de riesgo por radón residencial, donde más del 20% de las viviendas cuentan con unas mediciones de concentración de radón en sus hogares mayores de 200 Bq/m^3, de ahí que la mayoría de estudios estén centrados en esta área geográfica.

El primer estudio, publicado en 2002, incluye 163 casos y 241 controles en el área de Santiago de Compostela (Galicia). La media aritmética de radón fue de 129,5 Bq/m^3 y la media geométrica de 69,3 Bq/m^3; el 22,2% de las viviendas estudiadas se encontraban expuestas a una concentración de radón de 148 Bq/m^3 o más. Los resultados observaron un riesgo de 2,73 (IC95% 1,12-5,48); 2,48 (IC95% 1,29-6,79) y 2,96 (IC95% 1,29-6,79) para los expuestos a 37-55,1; 55,2-147,9 y 148 Bq/m^3 o más, tomando como referencia los expuestos a menos de 37 Bq/m^3. Los resultados obtenidos en este estudio formaron parte del análisis agrupado europeo (26).

Posteriormente, en 2007 se publicó un estudio realizado en Cantabria donde no se encontró una asociación entre las concentraciones de radón residencial y el cáncer de pulmón. El estudio consta de 86 casos y 172 controles de Cantabria entre enero de 2002 y agosto de 2003. La exposición media registrada en los domicilios fue de 46,8 Bq/m^3 para los casos y de 42,9 Bq/m^3 en los controles. Los resultados obtenidos muestran un riesgo de 0,95 (IC95% 0,33-2,65) para los expuestos a más de 37 Bq/m^3, tomando como referencia los expuestos a menos de 37 Bq/m^3. La región de Cantabria se caracteriza por bajos valores de actividad de radón, de ahí los resultados obtenidos en el estudio (27).

En 2012 se publica otro estudio realizado en el área de Santiago de Compostela y Ourense en el que se incluyen 349 casos y 513 controles entre 2004 y 2008. Los resultados indicaron que hay más casos que controles expuestos a altas concentraciones de radón, entre el 18,6% y el 20,1% de los casos estaban expuestos a 101-147 y >147 Bq/m^3 respectivamente, en comparación con el 14% y el 15% de los controles. Se observó que el riesgo de cáncer de pulmón sí se incrementaba con la exposición al radón residencial. El riesgo era estadísticamente significativo a partir de 50 Bq/m^3 con unos riesgos del 1,87 (IC95% 1,21-2,88); 2,25 (IC95% 1,32-3,84) y 2,21 (IC95% 1,33-3,69) para los expuestos a 50-100 Bq/m^3,

101-147 Bq/m^3, y más de 148 Bq/m^3, comparado con los expuestos a menos de 50 Bq/m^3 respectivamente (28).

En el año 2011 comienza el estudio LCRINS (Lung Cancer Risk in Never Smokers), cuyo objetivo es analizar la asociación entre radón y cáncer de pulmón en personas definidas como nunca fumadoras. Los primeros resultados se publicaron en 2014 tomando 192 casos y 329 controles de Galicia y Asturias entre 2011 y 2013. El 48% de los casos se encontraba expuesto a >200 Bq/m^3 comparado con el 29,4% de los controles. Los resultados muestran un riesgo significativo de 2,42 (IC95% 1,45-4,06) para los no fumadores expuestos a >200 Bq/m^3 en comparación con los expuestos a <100 Bq/m^3. Junto con esto, se observa un riesgo de 1,99 (IC95% 1,16-3,41) para los expuestos a concentraciones de radón >200 Bq/m^3 y que no han vivido con fumadores. Este riesgo cambia a 2,75 (IC95% 1,44-5,25) para aquellos expuestos a la misma concentración de radón, y que han vivido entre 1 y 35 años con fumadores. Se trata del primer estudio que sugiere la posible asociación entre la exposición al radón residencial y al humo del tabaco ambiental en el riesgo de cáncer de pulmón (29). En 2019 se publicaron los resultados definitivos del estudio, siendo una de las investigaciones con mayor número de sujetos no fumadores a los que se ha medido el nivel de radón residencial, 523 casos y 892 controles. Los resultados indican una asociación lineal significativa entre radón y cáncer de pulmón (30).

En 2020 se publicó un estudio combinando los datos de las investigaciones realizadas por la Universidad de Santiago de Compostela, en el que se incluyen más de 3.700 participantes (1.842 casos y 1.862 controles). Los resultados muestran que el riesgo de cáncer de pulmón aumenta con la exposición a radón aún por debajo de los niveles establecidos por las organizaciones internacionales, observando un riesgo estadísticamente significativo de 2,06 (IC95% 1,61-2,64) a partir de los 200 Bq/m^3 frente a los participantes expuestos a menos de 50 Bq/m^3. Además, también se identifica una modificación del efecto entre la exposición al radón y el consumo de tabaco (31).

En un estudio de cohortes llevado a cabo en 2017 en Galicia se relaciona la asociación entre cáncer de pulmón y radón usando el mapa de radón (realizado a partir de un estudio transversal) y los controles de un estudio previo de casos-controles. De un total de 2.127 participantes, fueron finalmente analizados 1.932 y se identificaron 24 casos de cáncer de pulmón. El riesgo relativo para la categoría de los individuos expuestos a 50 Bq/m^3 o más fue 1,2 (95%CI: 0,5-2,8), aunque no se ha observado una asociación estadísticamente significativa entre la exposición al radón residencial y el cáncer de pulmón. Sin embargo, parece que, con una muestra de individuos de mayor edad, el riesgo de cáncer de pulmón habría sido mayor (32).

Además de estudios de casos-controles y cohortes, en 2015 se llevó a cabo un estudio ecológico en Galicia, cuyo objetivo fue analizar la correlación entre mortalidad por cáncer de pulmón y exposición a radón residencial en los municipios gallegos. En este estudio, se

incluyeron 192 municipios con al menos 3 mediciones de radón residencial cada uno. Para obtener los datos relativos a la mortalidad por cáncer de pulmón, el número de muertes observadas se obtuvo del Registro de Mortalidad de Galicia, para calcularse posteriormente las razones de mortalidad estandarizadas (RME) de cáncer de pulmón para ambos sexos durante el período 1980-2009. Las concentraciones medianas de radón residencial para cada municipio se correlacionaron con las RME por cáncer pulmonar y los resultados indicaron que la concentración mediana de radón residencial en los municipios analizados fue de 75 Bq/m^3, variando en un rango de 40,7 a 154 Bq/m^3. Además, se observó que la correlación entre las RME por cáncer de pulmón y la concentración de radón fue significativa para los varones (p = 0,023), concluyéndose que existe asociación entre radón residencial y mortalidad municipal por cáncer de pulmón en varones, mientras que en mujeres esta asociación no resultó estadísticamente significativa (p = 0,087), por lo que no fue concluyente (33).

Tabla 1. Estudios sobre el radón residencial y el cáncer de pulmón en España

Autor, Año	Tipo, lugar	Tamaño Muestral	Resultados
Barros-Dios *et al*. 2002	Santiago de Compostela, Galicia. España	163 casos y 241 controles	Riesgos de 2,73 (IC95% 1,12-5,48); 2,48 (IC95% 1,29-6,79) y 2,96 (IC95% 1,29-6,79) para los expuestos a 37-55,1; 55,2-147,9 y 148 Bq/m^3 o más, tomando como referencia los expuestos a menos de 37 Bq/m^3
Llorca J *et al*. 2007	Cantabria. España	86 casos y 172 controles	Riesgo de 0,95 (IC95% 0,33-2,65) para los expuestos a >37 Bq/m^3, tomando como referencia los expuestos a menos de 37 Bq/m^3
Barros-Dios *et al*. 2012	Ourense y Santiago de Compostela, Galicia. España	349 casos y 513 controles	Riesgos de 1,87 (IC95% 1,21-2,88); 2,25 (IC95% 1,32-3,84) y 2,21 (IC95% 1,33-3,69) para los expuestos a 50-100, 101-147 y más de 148 Bq/m^3 comparados con los expuestos a menos de 50 Bq/m^3 respectivamente
Torres-Durán M *et al*. 2014	Galicia y Asturias. España	192 casos y 329 controles	Nunca fumadores. Riesgo de 2,42 (IC95% 1,45-4,06) para los expuestos a > 200 Bq/m^3 comparados con los expuestos < 100 Bq/m^3
Barbosa-Lorenzo *et al*. 2015	Galicia. España	Población por municipios gallegos de 1980 a 2009	Correlación significativa entre RME por cáncer de pulmón en varones y la concentración de radón
Barbosa-Lorenzo *et al*. 2017	Galicia. España	1,932 individuos	Riesgo de 1.2 (95%CI: 0.5-2.8), para los expuestos a 50 Bq/m^3 o más
Lorenzo-González M *et al*. 2019	Galicia, Asturias, Castilla y León, Madrid. España	523 casos y 892 controles	Riesgos de 1,14 (IC59% 0,80-1,64); 1,25 (IC95% 0,85-1,85) y 1,73 (IC95% 1,27-2,35) para los expuestos a 101-147; 148-199 y 200 Bq/m^3 o más.
Lorenzo-González M *et al*. 2020	Galicia. España	1.842 casos y 1.862 controles	Riesgos de 1,61 (IC59% 1,25-2,08); 1,64 (IC95% 1,25-2,15); 1,81 (IC95% 1,31-2,45) y 2,06 (IC95% 1,61-2,64) para los expuestos a 51-100; 101-147; 148-199 y más de 199 Bq/m^3.

Carga de enfermedad del radón residencial

El concepto de carga de la enfermedad se refiere al número de casos de cáncer de pulmón atribuibles al radón residencial. La OMS estima que en todo el mundo la concentración media de radón en interiores es de 39 Bq/m^3, y que entre un 3 y un 14% de los casos de cáncer de pulmón en el mundo están relacionados con el radón residencial dependiendo de la concentración media de radón en el país correspondiente. En Europa, el radón es responsable de un 9% de las muertes por este tipo de cáncer (13), y en España, en particular, se estima que el radón es el causante del aproximadamente 4% de todas las muertes por cáncer de pulmón (35), siendo el causante de alrededor de 1.500 muertes anuales (34).

En España existen pocos estudios que analizan la carga de enfermedad del radón residencial. Uno de ellos estima el porcentaje de muertes por cáncer de pulmón que están relacionadas con la exposición al radón residencial en Galicia (Tabla 2). Los resultados estiman que entre un 3 y 5% de la mortalidad por cáncer de pulmón es exclusivamente por exposición al radón residencial. La mortalidad atribuible al efecto combinado del radón y el tabaco se encuentra en torno al 22% para los expuestos a niveles por encima de 148 Bq/m^3. Con todo ello, aplicando el nivel de acción que establece la USEPA (148 Bq/m^3), el radón participaría en el 25% de las muertes por cáncer de pulmón en Galicia (36).

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad por cáncer de pulmón en Galicia atribuible a la exposición al radón y el tabaco.

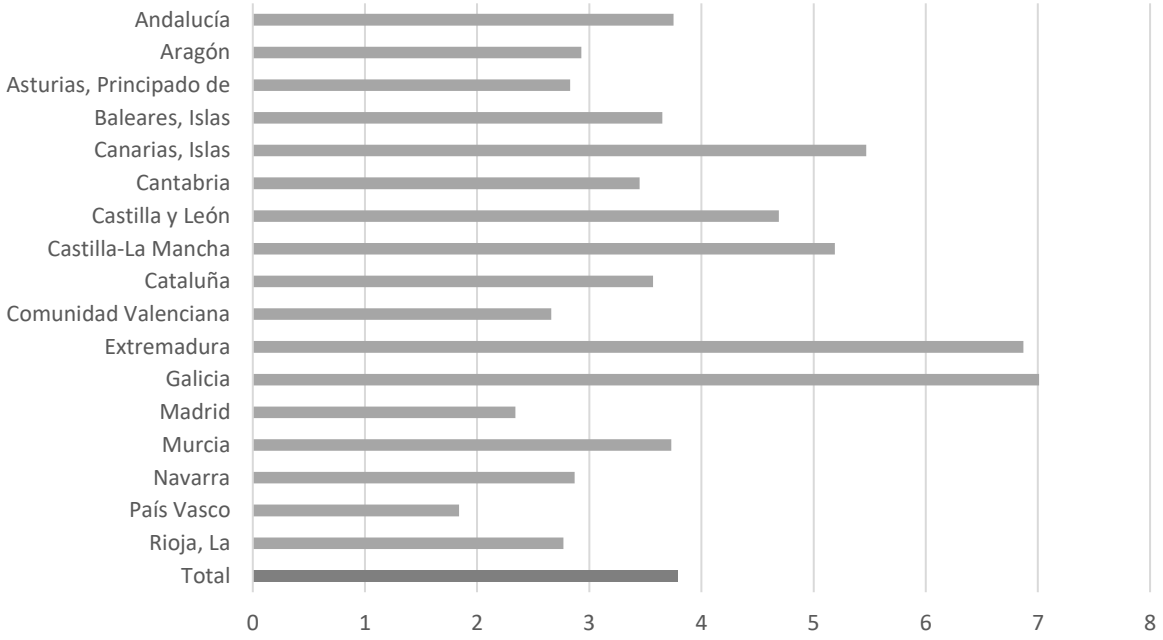
	37 Bq/m^3		148 Bq/m^3	
	Muertes atribuibles (%)	Nº muertes	Muertes atribuibles (%)	Nº muertes
No expuesto-No fumadores	6,66%	87	7,98%	105
No expuestos-Exfumadores	14,07%	185	38,78%	509
No expuesto-Fumadores	5,30%	70	27,93%	367
Expuestos-No fumadores	4,50%	59	3,29%	43
Expuestos-Exfumadores	31,38%	412	6,61%	87
Expuestos-Fumadores	39,09%	500	15,41%	202
Total	100%	1.313	100%	1.313

Fuente: Pérez-Ríos M et al. (2010) (36).

Recientemente, se ha publicado un estudio en el que se estima el impacto del radón sobre la mortalidad por cáncer de pulmón en España en el año 2017. El estudio incluye por primera vez una corrección de la exposición al radón en función de la altura de la vivienda. Los resultados muestran que aproximadamente de un 4% de todas las muertes por cáncer de pulmón en España estarían relacionadas con la exposición al radón, mostrando grandes

diferencias entre distintas Comunidades Autónomas, como sería el caso de Galicia, donde este porcentaje aumentaría hasta el 7% o Extremadura con 6,9% (Ilustración 3). Este estudio también señala que la mayor parte de la mortalidad relacionada con el radón ocurre en hombres, tanto fumadores como exfumadores (35).

Ilustración 3. Porcentaje de mortalidad por cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón por Comunidades Autónomas, 2017.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Ruano-Raviña A et al. (2021)

En otros países como Alemania, Suiza, Francia, Reino Unido, Italia o Portugal se han publicado estimaciones de la carga de enfermedad del radón residencial (Tabla 3). La mayoría de ellos utilizan una metodología similar, basada en utilizar como estimación de riesgo de cáncer de pulmón atribuible al radón residencial los resultados del análisis agrupado europeo. Los resultados varían desde el 3,3% de casos de cáncer de pulmón atribuibles al radón en Reino Unido, al 18-28% en Portugal (37, 38, 39, 40, 41).

Tabla 3. Estimación de la proporción de casos atribuibles al radón en distintos países europeos.

País	Concentración media de radón en interiores [Bq/m^3]	Porcentaje de los casos de cáncer de pulmón atribuibles al radón [%]	Nº de muertes anuales estimadas de cáncer de pulmón inducido por radón
Alemania (Menzler *et al*. 2008)	49	5	1.896
Suiza (Menzler *et al*. 2008)	78	8,3	231
Francia (Catelinois *et al*. 2006)	89	5	1.234
Reino Unido (Gray *et al*. 2009)	21	3,3	1.089
Italia (Bochicchio *et al*. 2012)	71	10	3.326
Portugal (Veloso B *et al*. 2012)	16-210	18-28	1.533-2.384
España (Ruano-Raviña A *et al*. (2021)	--	3,8	838

Fuente: elaboración propia, adaptado de OMS (2015) (25).

Existe suficiente evidencia científica que demuestra la relación entre la exposición al radón residencial y el cáncer de pulmón. Sin embargo, son pocos los estudios que relacionan la exposición al radón con otras enfermedades y sigue siendo necesario profundizar en este campo. Aun así, en España existen estudios que sugieren una relación causal entre la exposición al radón residencial y el cáncer de esófago y el cáncer cerebral, entre otros (42, 43). Otros países han realizado investigaciones sobre la asociación entre el radón residencial y otras enfermedades distintas al cáncer de pulmón. En algunas de ellas, se encontraron relaciones entre la exposición al radón y el desarrollo de cáncer de piel (44), leucemia linfoblástica aguda (45), tumores del sistema nervioso central (46) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (47). Estas asociaciones son demasiado débiles para ser concluyentes, si bien conviene tenerlos en consideración para futuros estudios.

Factores adicionales de riesgo

Los estudios realizados hasta el momento no parecen demostrar que el sexo o la edad actúen como factores de riesgo asociados con la exposición a radón. Sin embargo, el tabaco, el lugar de residencia o la ocupación sí han demostrado favorecer el riesgo en el desarrollo de cáncer de pulmón asociado a la exposición a radón.

Factores extrínsecos (modificables):

- **Tabaco:** Según datos de la OMS, el radón ejerce un efecto sinérgico con el tabaco en el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. Estos datos muestran que el riesgo para un fumador de sufrir un cáncer de pulmón aumenta hasta 25 veces comparado con un no fumador. Esto supone que, de haber vivido en una zona libre de este gas, las posibilidades de sufrir cáncer serían mucho más bajas (25).

  Un ejemplo importante es el modelo BEIR VI, que además de la relación de la exposición a radón y cáncer de pulmón, pretendía demostrar un sinergismo entre la exposición a radón y tabaco en el riesgo de cáncer de pulmón. En base a BEIR VI, la USEPA estima que al nivel de radón de 148 Bq/m^3 (4 pCi/L), el riesgo de inducir cáncer en no fumadores es de 7 sobre 1000, comparado con 62 sobre 1000 en fumadores (12).

  Otros estudios han seguido esta línea demostrando resultados similares de esta sinergia, sugiriendo una fuerte interacción entre la exposición a radón y el tabaco, es decir, que los fumadores tienen más riesgo de morir por cáncer de pulmón inducido por radón que los no fumadores. En base a esto, la revisión europea concluye que la mayoría de las muertes relacionadas con radón ocurrían en individuos que fumaban (13, 14).

  Debido a esta asociación, diversas fuentes han discutido sobre una política conjunta en la prevención del tabaquismo y la exposición a radón. Se considera que proporciona una oportunidad más rentable en la reducción de la carga de radón en la salud, debido a que las políticas de control de radón residencial serían más efectivas y eficientes al combinarse con la prevención y control de tabaco. Argumentan que trabajar en ambas líneas a la vez podría disminuir la tasa de incidencia del cáncer de pulmón, que según los datos no solo no desciende, sino que se está incrementando, sobre todo en las zonas donde se conoce que los niveles de radón son elevados. Un campo de trabajo necesario será el llevar a cabo actividades coordinadas para en el control conjunto de radón y tabaco (48).
- **Ocupación:** Los estudios en personas trabajadoras de minas subterráneas expuestas al radón, generalmente a concentraciones altas, han demostrado un aumento del riesgo de cáncer de pulmón (11, 12). Las tasas de cáncer de pulmón en mineros expuestos al radón han sido estudiadas mediante diseños de cohortes. En estos estudios se identifica a personas trabajadoras empleadas en minas durante un determinado periodo de tiempo sometiéndolas a seguimiento, independientemente de que sigan o no trabajando en la mina, para al final de ese periodo determinar el estado vital de cada una.

  El trabajo en lugares cerrados o subterráneos entraña también un mayor riesgo de cáncer de pulmón cuando existen concentraciones elevadas de radón interior. En el ámbito laboral, al igual que en el domicilio, la exposición puede extenderse durante toda la jornada laboral y a lo largo de años, lo que supone un riesgo relevante.

- **Residencia:** como ya se ha detallado anteriormente, existen numerosos estudios que relacionan la exposición de radón residencial con el riesgo de cáncer de pulmón. Especialmente, como punto de partida importante de esta relación, podemos destacar los tres análisis agrupados (europeo, norteamericano y chino), los cuales coinciden en el riesgo de cáncer de pulmón derivado del radón residencial (13, 14, 15, 16, 17). En este caso, la ubicación de la residencia no es tan modificable como las características de la misma. En este sentido, existen medidas de rehabilitación en viviendas y edificios con el objetivo de disminuir la exposición al radón de los ocupantes.

Factores intrínsecos (no modificables):

- **Sexo:** No parece haber una relación clara de asociación entre el sexo y radón y el riesgo de cáncer. No obstante, en diferentes estudios se han encontrado correlaciones significativas de riesgo de cáncer de pulmón por exposición a radón en varones, pero no en mujeres. Esto podría ser debido que la mayoría de los estudios de radón residencial y cáncer de pulmón se han desarrollado fundamentalmente en varones y que la incidencia de cáncer de pulmón en España ha sido mayor en varones debido a su asociación con el tabaco.

  Un hallazgo muy interesante del estudio ecológico llevado a cabo por Barbosa-Lorenzo *et al*. (33) en Galicia se trata de la correlación, cercana a la significación estadística, en mujeres. En este caso, un elevadísimo porcentaje de las mujeres incluidas en este estudio nunca había fumado. El cáncer de pulmón tiene su pico de incidencia entre los 65-70 años, y en los años incluidos en el análisis las mujeres gallegas apenas eran fumadoras, lo cual pone de evidencia que el radón sí podría influir en el riesgo de muerte por cáncer de pulmón.
- **Edad:** al igual que en el caso anterior, la edad tampoco ha demostrado ser un factor de riesgo en el cáncer atribuible al radón; ya que no se observa mayor riesgo en un grupo de edad que en otro. Lo que sí tiene influencia es el periodo de exposición, dado que el incremento del tiempo de exposición aumentaría la probabilidad de desarrollar un efecto adverso en salud. Es decir, un individuo de menor edad que viva en unas condiciones determinadas de exposición a radón va a pasar más tiempo expuesto durante su vida que otra persona más mayor en las mismas condiciones. En este contexto, la edad supondría el aumento del riesgo en el desarrollo de cáncer debido al aumento en el tiempo de exposición, no a la edad *per se*.

4. Marco Normativo



El Plan Nacional contra el Radón se desarrolla bajo el marco normativo del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (1), que transpone parcialmente los requisitos relativos al radón de la Directiva europea 2013/59/Euratom del Consejo, de 5 de diciembre de 2013 (49), por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes (en adelante Directiva 2013/59/Euratom). Esta Directiva, que incluye el radón, establece la necesidad de que los Estados Miembros lleven a cabo planes de acción para reducir a medio y largo plazo el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón. Estos requisitos suponen ampliar el alcance y el nivel de protección del actual marco regulador, así como poner en marcha medidas de comunicación y apoyo más allá del ámbito jurídico.

Así mismo, también se enmarca en el ámbito de aplicación del Plan Estratégico de Salud y Medioambiente (2), aprobado el 24 de noviembre de 2021, en sesión extraordinaria del Pleno del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, cuyo objetivo principal es promover entornos ambientales que mejoren la salud de la población y reduzcan los riesgos asociados a la exposición de factores ambientales, entre los cuales figura la exposición al radón.

Los requisitos de protección contra el radón que establece el Real Decreto 1029/2022, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes son los siguientes:

El **Artículo 19** relativo a medidas en los lugares de trabajo indica que:

1. A efectos de protección radiológica, y tras realizar una evaluación previa para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico para las personas trabajadoras expuestas, el titular de la práctica identificará, delimitará y clasificará todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial y establecerá las medidas de protección radiológica aplicables. Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, y a las condiciones y normas de trabajo, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos. El alcance de los medios de prevención y de vigilancia, así como su naturaleza y calidad, deberán estar en función de los riesgos vinculados a los trabajos que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes. El riesgo de exposición a radiaciones ionizantes y las medidas de protección radiológica deben considerarse, de manera integrada, en los planes de prevención de riesgos laborales, en las evaluaciones de riesgos y en las planificaciones de la actividad preventiva que exige la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

2. Cuando en un lugar de trabajo haya zonas en las que la concentración de radón en aire exceda el nivel de referencia establecido en el artículo 72.a), a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización, el titular de la práctica:

a) Revaluará las concentraciones de radón en aire con la frecuencia que en cada caso establezca el Consejo de Seguridad Nuclear.

b) Estimará las dosis efectivas anuales debidas al radón que puedan recibir las personas trabajadoras con acceso a esas zonas, no debiéndose computar estas dosis para el cumplimiento de los artículos 18 y 22.

c) Clasificará como personas trabajadoras expuestas al radón a aquellas personas trabajadoras que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón superior a 6 mSv por año oficial.

d) Clasificará y señalizará como zonas de radón aquellas zonas en las que exista una concentración de radón en aire que pueda dar lugar a una dosis efectiva a las personas trabajadoras superior a 6 mSv por año oficial.

3. Cuando en alguno de los lugares de trabajo a los que se refiere el artículo 75.1 haya personas trabajadoras cuya dosis efectiva anual debida al radón pueda ser superior a 6 mSv, el titular de la actividad laboral deberá establecer las medidas de protección radiológica aplicables. El alcance de estas estará en función del riesgo asociado y, en particular, serán de aplicación los artículos 11, 16, 19.2.c), 19.2.d), 23, 24, 25, 31.2, 31.3, 31.4, 32, 36, 39.1, 40.2, 42 y 43.

4. En las empresas de explotación de aeronaves en las que la dosis efectiva anual para la tripulación debida a la exposición a la radiación cósmica pueda ser superior a 6 mSv por año oficial, el titular de la empresa gestionará esta exposición según lo establecido en este reglamento.

El **Artículo 72** establece los niveles de referencia para las situaciones de exposición existente, siendo estos niveles:

a) Para la exposición al radón en recintos cerrados, 300 Bq/m^3, en términos del promedio anual de concentración de radón en aire, tanto para las viviendas o los edificios de acceso público como para los lugares de trabajo.

b) Para la exposición externa en recintos cerrados a la radiación gamma procedente de los materiales de construcción, 1 mSv por año, adicionalmente a la exposición externa al aire libre.

En relación a los requisitos en los lugares de trabajo, el **Artículo 75** establece las obligaciones del titular en relación a la exposición al radón:

1. Los titulares de las actividades laborales que se desarrollen en los lugares de trabajo citados a continuación, deberán estimar el promedio anual de concentración de radón en aire en todas las zonas del lugar de trabajo en las que las personas trabajadoras deban permanecer o a las que puedan acceder por razón de su trabajo, excluidas las zonas al aire libre:

a) lugares de trabajo subterráneos, tales como obras, túneles, minas o cuevas.

b) lugares donde se procese, manipule o aproveche agua de origen subterráneo, tales como actividades termales y balnearios.

c) todos los lugares de trabajo situados en planta bajo rasante o planta baja de los términos municipales de actuación prioritaria a los que hace referencia el artículo 79.

2. Cuando en un lugar de trabajo haya zonas con concentraciones de radón en aire que, en promedio anual, superen el nivel de referencia de 300 Bq/m^3, el titular de la actividad laboral deberá tomar las medidas oportunas para reducir las concentraciones y/o la exposición al radón, de acuerdo con el principio de optimización, tras lo cual deberá revaluar el promedio anual de concentración de radón en aire en el lugar de trabajo.

3. Cuando, a pesar de las medidas tomadas de acuerdo con el apartado 2, en alguna de las zonas del lugar de trabajo especificadas en el apartado 1 continúe habiendo concentraciones de radón en aire que, en promedio anual, sean superiores al nivel de referencia de 300 Bq/m^3, el titular de la actividad laboral queda sujeto al cumplimiento del artículo 19 y demás artículos de aplicación.

Lo relativo al Plan Nacional contra el Radón se detalla en los artículos 77, 78 y 79:

Artículo 77. Establecimiento del Plan Nacional contra el Radón

1. El Gobierno establecerá la política para reducir el riesgo para la salud de la población debido a la exposición al radón en recintos cerrados, mediante la aprobación del Plan Nacional contra el Radón. El Plan será propuesto por el Ministerio de Sanidad y revisado cada cinco años.

2. El Plan Nacional contra el Radón incluirá medidas para fomentar la identificación de viviendas, edificios de acceso público y lugares de trabajo, en los que el promedio anual de concentración de radón supere el nivel de referencia establecido en el artículo 72.a), teniendo en cuenta para ello cualquier posible vía de entrada de radón, ya sea el suelo, el agua corriente o los materiales de construcción, así como para favorecer la reducción de la concentración de

radón en los mismos por medios técnicos o de otro tipo. El Plan Nacional contra el Radón recogerá los aspectos que se enumeran en el anexo VIII.

3. El Plan Nacional contra el Radón recogerá las estrategias establecidas y las actividades a desarrollar por las diferentes administraciones públicas con el fin de reducir el riesgo para la salud de la población por exposición al radón. A este respecto, las Comunidades Autónomas y las entidades locales, en el ámbito de sus respectivas competencias y dentro del marco del Plan Nacional, podrán elaborar sus propios planes.

Artículo 78. Comité del Plan Nacional contra el Radón

1. Se crea el Comité del Plan Nacional contra el Radón, adscrito al Ministerio de Sanidad, constituido por representantes de las autoridades con competencias en las materias objeto del Plan, con la siguiente composición:

a) Presidencia: una persona representante del Ministerio de Sanidad, con rango de Director General.
b) Vicepresidencia: una persona representante del Consejo de Seguridad Nuclear, con rango de Director Técnico.
c) Vocalías: serán vocales del Comité:

   1.º Ocho personas destinadas en puestos con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable, en representación de cada uno de los siguientes departamentos ministeriales: dos representantes del Ministerio de Sanidad; dos representantes del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; dos representantes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; dos representantes del Ministerio de Trabajo y Economía Social.

   2.º Dos personas representantes del Consejo de Seguridad Nuclear, destinadas en puestos con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable.

   3.º Una persona representante de cada comunidad autónoma y ciudad con Estatuto de Autonomía que esté interesada en participar, con rango de, al menos, Subdirector General o asimilable.

   4.º Tres personas representantes de las entidades locales, designadas por la Federación Española de Municipios y Provincias.

2. Los órganos que nombren a los miembros del Comité designarán simultáneamente a sus suplentes, con los mismos criterios contemplados en el apartado 1.

3. La Secretaría del Comité del Plan Nacional contra el Radón será ostentada por una persona funcionaria designada por el Ministerio de Sanidad, que no tendrá la consideración de

miembro del Comité. En caso de ausencia, vacante o enfermedad, ejercerá la suplencia una persona funcionaria designada por dicho Ministerio.

4. Las funciones de este Comité son las siguientes:

a) Elaborar el Plan Nacional contra el Radón y presentarlo al Ministerio de Sanidad para su aprobación por el Gobierno.
b) Actualizar cada cinco años el Plan Nacional contra el Radón, de acuerdo con el conocimiento científico y con los avances obtenidos en las medidas incluidas en el mismo, y presentar dichas actualizaciones al Ministerio de Sanidad para su aprobación por el Gobierno.
c) Impulsar, evaluar y supervisar el cumplimiento de las pautas de actuación recogidas en el Plan.
d) Actuar como órgano de relación entre los departamentos ministeriales y organismos adscritos y las administraciones regionales y locales, a fin de asegurar la coordinación de los criterios y políticas definidas por ellos.

5. El Comité del Plan Nacional contra el Radón se constituirá en el plazo de un mes tras la entrada en vigor de este real decreto y se reunirá cuando lo exija el cumplimiento de sus funciones, y con periodicidad al menos bianual.

6. El Comité del Plan Nacional contra el Radón podrá constituir un grupo de trabajo formado por representantes de los ministerios miembros de dicho Comité y del Consejo de Seguridad Nuclear, al objeto de discutir y elaborar propuestas que deban someterse al citado Comité. Este grupo de trabajo podrá contar con la participación de las personas expertas que dicho grupo convoque.

7. El Comité del Plan Nacional contra el Radón podrá invitar a participar en sus reuniones o parte de ellas, con voz pero sin voto, a cuantas personas expertas considere oportuno.

8. Sin perjuicio de las disposiciones establecidas en este real decreto, el funcionamiento del Comité se ajustará a lo previsto en materia de órganos colegiados en los artículos 15 a 22, ambos inclusive, de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, en lo relativo a sus convocatorias, así como a su régimen de constitución, de adopción de acuerdos, de celebración de sesiones y de suplencias de sus miembros.

9. Las reuniones del Comité y del grupo de trabajo podrán celebrase tanto de forma presencial como a distancia, en los términos previstos en el artículo 17.1 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre.

10. La creación y funcionamiento del Comité y, en su caso, del grupo de trabajo, no supondrá un incremento del gasto público y se atenderá con los medios personales, técnicos y presupuestarios del Ministerio de Sanidad.

Artículo 79. Listado de términos municipales de actuación prioritaria

El Consejo de Seguridad Nuclear publicará, a partir de la mejor información disponible, una instrucción que contenga un listado de ámbito nacional de términos municipales en los que un número significativo de edificios supere el nivel de referencia establecido en el artículo 72.a). Este listado se actualizará periódicamente, mediante Instrucción del Consejo de Seguridad Nuclear, en función del estado de avance del Plan Nacional contra el Radón y de los nuevos datos disponibles.

El Anexo VIII constituye la lista de aspectos que deberán considerarse para la preparación del plan de acción nacional destinado a hacer frente a los riesgos a largo plazo derivados de las exposiciones al radón a que se refieren los artículos anteriormente citados. Dicha lista se conforma de:

1. Estrategia para realizar estudios de las concentraciones de radón en recintos cerrados o las concentraciones de gas en el terreno, con vistas a calcular la distribución de las concentraciones de radón en recintos cerrados para la gestión de los datos de las medidas y para el establecimiento de otros parámetros destacados (como los tipos de suelo y roca, la permeabilidad y el contenido de radio-226 en la roca o el suelo).

2. El planteamiento, los datos y los criterios utilizados para la delimitación de zonas o para la definición de otros parámetros que puedan utilizarse como indicadores específicos de situaciones con una exposición potencialmente elevada al radón.

3. La identificación de los tipos de lugares de trabajo y edificios con acceso público, por ejemplo, escuelas, lugares de trabajo subterráneos o los situados en determinadas zonas, en los que se requieren la realización de medidas sobre la base de una evaluación del riesgo, teniéndose en cuenta, por ejemplo, las horas de ocupación.

4. La base para el establecimiento de los niveles de referencia para viviendas y lugares de trabajo. En su caso, la base para el establecimiento de distintos niveles de referencia en función de los distintos usos de los edificios (viviendas, edificios con acceso público, lugares de trabajo), tanto para los edificios existentes como para los nuevos.

5. Asignación de responsabilidades (gubernamentales y no gubernamentales), mecanismos de coordinación y recursos disponibles para poner en práctica el plan de acción.

6. Estrategia para reducir la exposición al radón en viviendas y para dar prioridad a las situaciones indicadas en el apartado 2.

7. Estrategias que faciliten la ejecución de medidas correctoras con posterioridad a la construcción.

8. Estrategia, incluidos métodos y técnicas, para prevenir la entrada del radón en edificios de nueva construcción, incluida la identificación de aquellos materiales de construcción con una exhalación significativa de radón.

9. Programación de las revisiones del plan de acción.

10. Estrategia de comunicación para aumentar la concienciación pública e informar a los responsables locales de la toma de decisiones, a los empresarios y a las personas trabajadoras sobre los riesgos del radón, también en su relación con el tabaco.

11. Orientación sobre los métodos y técnicas de medida y aplicación de medidas correctoras. También deberán considerarse los criterios de acreditación de los servicios de realización de medidas y de rehabilitación.

12. Si procede, prestación de apoyo financiero para realizar campañas de medida de radón y para la aplicación de medidas correctoras, en particular para viviendas privadas con concentraciones de radón muy elevadas.

13. Objetivos a largo plazo para reducir el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón (para fumadores y no fumadores).

14. Cuando proceda, consideración de otros asuntos relacionados y de los programas correspondientes, como los programas de eficiencia energética y de la calidad del aire en recintos cerrados.

Asimismo, para dar cumplimiento con lo establecido en el apartado 2 del artículo 103 de la Directiva 2013/59/Euratom, se ha aprobado el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

En el Preámbulo del citado Real Decreto se establece que “Como consecuencia de lo anterior y para la transposición parcial de esta Directiva, mediante este Real Decreto se introduce una nueva exigencia básica de salubridad HS 6, de protección frente al gas radón, por la cual se obliga a que, en los edificios situados en los términos municipales en los que se ha apreciado un nivel de riesgo no despreciable, se dispongan los medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada en su interior, a radón procedente del terreno”. Por ello, en el Anexo II se desarrolla en profundidad la Sección HS 6: Protección frente a la exposición al radón del Documento Básico de Salubridad, en la cual se establecen los requisitos que se deben cumplir en los edificios de nueva construcción y en determinadas intervenciones en edificio existentes, para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.

Este Real Decreto también transpone parcialmente el artículo 74 de la Directiva para los locales habitables ubicados en edificios nuevos o en aquellos edificios existentes en los que se realice una intervención que entre dentro del ámbito de aplicación de la nueva sección HS 6 del CTE, estableciendo un nivel de referencia para el promedio anual de concentración anual de radón en el interior de los mismos de 300 Bq/m^3.

Por otro lado, para dar cumplimiento a lo establecido en la Directiva 2013/51/Euratom del Consejo, de 22 de octubre de 2013, por la que establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano, se aprobó el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, el Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y el Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano, el cual señala en su Disposición adicional novena la caracterización de las zonas de abastecimiento en cuanto a exposición del radón. Dicha caracterización aporta información sobre la escala y naturaleza de las posibles exposiciones al radón del agua destinada al consumo humano, que estén determinadas por la geología y la hidrología de la zona, así como la radiactividad de las rocas o del suelo. De esta forma, se adoptan “criterios básicos para la protección de la salud de la población contra los peligros derivados de las radiaciones ionizantes, naturales o no, para las aguas de consumo humano”. El Real Decreto 140/2003, ha quedado derogado en virtud del Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, el cual recoge los requerimientos del Real Decreto 314/2016 en materia de radiaciones ionizantes.

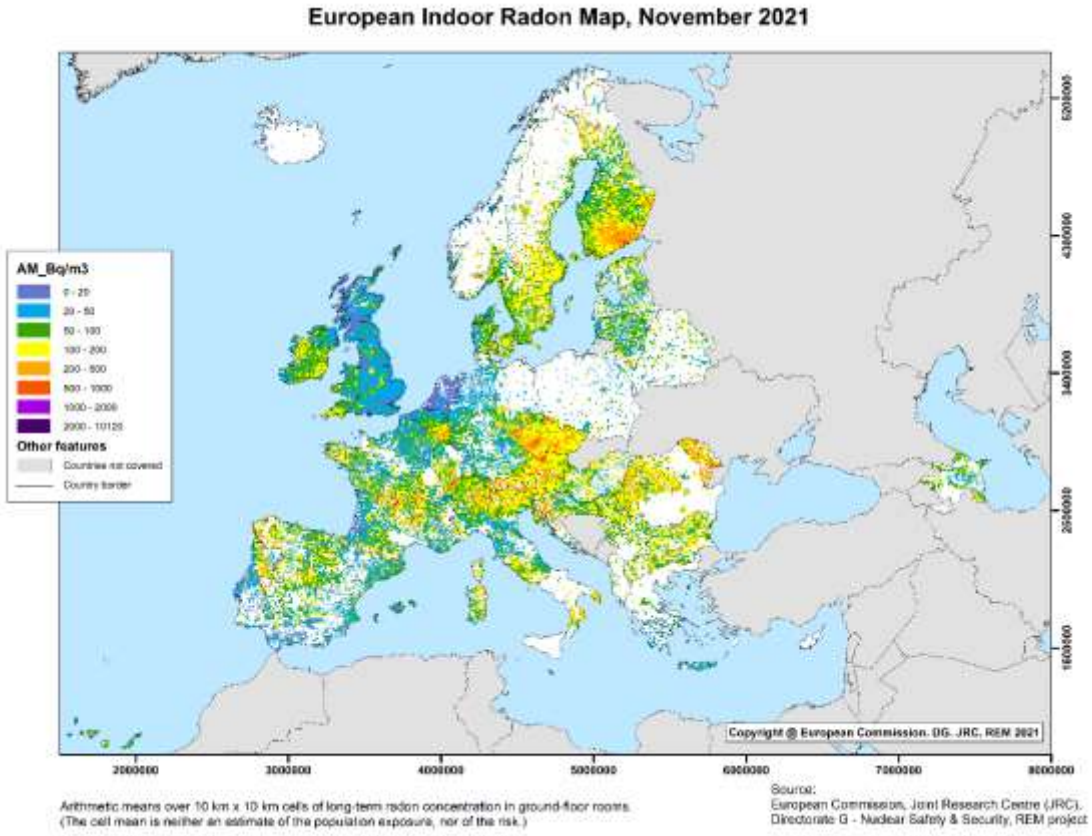
5. Diagnóstico de situación



Situación actual en el ámbito europeo e internacional

La exposición al radón en Europa no es homogénea, como tampoco lo son las medidas que actualmente llevan a cabo los diferentes países de la misma (Ilustración 4). Mientras que algunos países no disponen de un plan de acción, otros cuentan con planes nacionales de radón consolidados, con una experiencia de más de 20 años (50).

Ilustración 4. Mapa europeo del radón.



Fuente: European Indoor Radon Map, European Comission, DG, JRC, REM 2020 (51).

En Europa la mayoría de países cuentan con organismos o instituciones relacionadas con el radón, entre ellas se puede destacar el Instituto de Protección Radiológica de Irlanda o el Instituto Radiológico de Seguridad Nuclear en Francia. Asimismo, también hay otras entidades, como la Asociación Europea del Radón, (European Radon Association, ERA), que ha instaurado el Día Europeo del Radón cada 7 de noviembre.

En cuanto a otros planes nacionales, existen algunos ejemplos en los países de nuestro entorno. Uno de ellos es el Plan Nacional de Radón (PNR) desarrollado en 2002 por Italia, en el cual se incluye cómo localizar los edificios con alta concentración de radón, las fuentes de

radón y otros factores que afectan los niveles de concentración de radón en edificios, cómo medir su concentración en el aire y cómo reducir y evitar altas concentraciones de radón en los edificios (52). Además, aporta información, formación, cualificación y normativa e incluye estudios y acciones semejantes en su eje de "Edificación", adaptándolas a la situación del país. En 2005 se puso en marcha el PNR a través del Proyecto Lanzamiento del Plan Nacional de Radón para la reducción del riesgo de cáncer de pulmón en Italia (acrónimo PNR-CCM) (53), aprobado por el Centro Nacional para la Prevención y el Control de Enfermedades. Con el objetivo de dar continuidad a las actividades emprendidas dentro del proyecto PNR-CCM, en 2012, el Ministerio de Salud aprobó el proyecto de dos años Plan Nacional de Radón para la reducción del riesgo de cáncer de pulmón en Italia: segunda fase de implementación (acrónimo PNR-II) (54).

Otro ejemplo lo constituye Francia, cuyo plan nacional ha permitido el seguimiento de la regulación en la construcción y aplicación de normativa en los lugares de trabajo, el suministro de herramientas para mediciones de radón y formación de profesionales. Francia ha contado con un segundo Plan nacional de acción (2011-2015) para la gestión del riesgo relacionado con el radón que ha tenido como principal objetivo la reducción de exposición en las viviendas (55). Seguidamente, han continuado con la elaboración de un tercer Plan nacional de acción (2016-2019) en el cual se destaca la necesidad de poner en marcha una estrategia global de información y sensibilización, así como desarrollar herramientas para la recogida de la información y su comunicación, continuar mejorando la reducción de la exposición y su impacto sanitario y por último gestionar el riesgo de radón en edificios (56). En la actualidad, se encuentra vigente el Plan nacional de acción 2020-2024, el cual se basa en tres ejes: el primero se orienta en la información y sensibilización sobre el riesgo asociado al radón y la normativa actual, el segundo se enfoca en la mejora del conocimiento, y el tercero en el radón y la construcción (57).

Existen también otros países con un dilatado recorrido en la materia, como son los casos de Irlanda o República Checa, donde en los años 80 se comenzó a realizar un mapeo de radón. Irlanda cuenta con legislación referente al radón desde 1989 y actualmente se encuentran en una segunda fase de su Estrategia Nacional de Control del Radón. En el primer periodo de su plan (58), se ha realizado la búsqueda de edificios existentes con altas concentraciones, el desarrollo de medidas preventivas en hogares de nueva construcción y medidas a adoptar en los ya existentes. La investigación, las políticas de concienciación pública y el apoyo financiero, son otras de las medidas puestas en práctica en esta primera fase. El segundo periodo (59), en el cual se encuentran actualmente, los esfuerzos están orientados en la reducción del número de muertes por cáncer de pulmón como resultado del aumento de la exposición al radón y continuar con las labores de concienciación, tanto del público en general como de los profesionales del sector de la construcción. Destacan lo imprescindible de la colaboración y el enfoque multidepartamental (60). Actualmente, en República Checa se encuentra vigente el Plan de acción nacional para el control de la exposición al radón, que permite el seguimiento

de los programas que se ejecutaron entre 2000 y 2009, y entre 2010 y 2019. Este Plan tiene entre sus objetivos fundamentales que la administración, los profesionales y el público en general se encuentren informados adecuadamente, que exista una prevención eficaz en la construcción de edificios, así como un control eficiente de la exposición existente (61).

Reino Unido desarrolló su Plan de acción nacional contra el radón en 2018 (62), informe elaborado por representantes de departamentos gubernamentales de Reino Unido y agencias, con aportes de las partes interesadas. Este informe presenta los documentos existentes de control que conforman la estrategia nacional sobre el radón y el plan de acción nacional sobre el radón y describe sus propiedades y riesgos para la salud, su distribución en Reino Unido y las rutas de exposición, así como la evaluación de la exposición en viviendas, lugares de trabajo, edificios nuevos, suministros de agua y materiales de construcción. Además, incluye el enfoque para la comunicación sobre el radón dirigida a grupos de personas afectadas.

Suecia también dispone de su Plan de acción nacional contra el radón desde 2018 (63) en el que se incluyen: la planificación de iniciativas con un seguimiento posterior con el fin de implementar las estrategias y actividades definidas por el plan de acción, una campaña de comunicación a largo plazo para promover la medición del radón y alentar acciones para reducir su concentración, así como hacer que las administraciones públicas hagan lo posible para que todas las viviendas alcancen el objetivo de una concentración máxima de radón de 200 Bq/m^3.

Alemania cuenta desde 2019 con el Plan de acción sobre radón para la reducción sostenible de la exposición al radón (64), un plan de acción desarrollado para abordar los riesgos derivados de la exposición a radón a largo plazo, incluyendo medidas para mejorar la detección de radón en edificios y reducir la exposición en hogares y lugares de trabajo. Para garantizar la mejor protección posible frente al radón, en el Plan se destaca la necesidad de impulsar la investigación, el desarrollo, la educación y la formación, así como la información sobre los riesgos de la exposición a radón que permitirá a la población tomar medidas voluntarias tales como ventilar con más frecuencia, o llevar a cabo medidas de construcción. Además, se señala que se debería tener en cuenta la protección contra el radón en las medidas de garantía de calidad y apoyo financiero para proyectos de construcción. El Plan Nacional del Radón de Estonia, aprobado también en 2019 (65), es uno de los Anexos del Plan Nacional de Desarrollo de la Seguridad Radiológica para 2018-2017.

En Bélgica, la Agencia Federal de Control Nuclear (l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire, AFCN) desarrolló el Plan de acción nacional belga sobre el radón (2020-2025) (66) cuyo objetivo es reducir al máximo los riesgos de exposición al radón en edificios privados y profesionales, y se estructura en torno a: control de la vivienda, con campañas de medición en el suelo y los hogares en colaboración con las autoridades regionales, provinciales y municipales con el fin de elaborar un mapa detallado de la concentración de radón del país;

control del lugar de trabajo, con campañas de sensibilización y medición en el lugar de trabajo en los municipios de clase 2; y comunicación, mediante el desarrollo de un plan de comunicación dirigido a la población, autoridades locales, sectores profesionales y escuelas, con los objetivos de informar sobre el problema, demostrar cómo llevar a cabo su resolución, promover las pruebas de radón y estimular la prevención en la nueva construcción.

Respecto a otros planes de acción contra el radón europeos, Suiza implementó en 2020 su Plan de Acción del Radón 2021-2030 (67) con el objetivo de garantizar la continuación de la estrategia de protección contra el radón, tras el Plan de Acción del Radón 2012-2020 (68). En 2021, países como Finlandia (69), o Austria (70) aprobaron el suyo. Y, por último, en diciembre de 2022 Portugal aprobó su Plan Nacional de Radón, redactado por la Agencia Portuguesa de Medio Ambiente (Agência Portuguesa do Ambiente, APA) (71).

Otra iniciativa de relevancia llevada a cabo en Europa fue el taller de «Radon national action plan workshop», desarrollado en París en septiembre de 2014. Este taller abordó diversos temas relacionados con la elaboración de planes de acción de radón debido a los riesgos para la salud derivados del mismo. Se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos: reducir el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la exposición a radón entre fumadores y no fumadores; mapeo para aumentar el conocimiento de radón en cada país; mediciones de radón en algunas áreas de trabajo; elaborar mapas y definir las áreas propensas a altas concentraciones de radón; y organizar una base de datos del radón (72). Estos objetivos también son recogidos en los diferentes ejes en los que se vertebra este documento, como se verá más adelante. Se pueden encontrar los dos primeros objetivos en el eje de “Conocimiento e infraestructura básica”, el tercero en el de “Lugares de Trabajo”, el cuarto en el de “Zonas de actuación prioritaria” y el último en el eje “Comunicación y concienciación”.

En octubre de 2014, la HERCA (Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities, por sus siglas en inglés) publicó el documento “HERCA Action Plan in relation to the transposition and implementation of Directive 2013/59/Euratom (Euratom BSS)” el cual contó con la participación de representantes de todos los países de Europa y está orientado a apoyar el proceso de transposición y aplicación de la Directiva 2013/59/Euratom, identificando el papel de la HERCA y definiendo acciones en relación a la transposición de la citada Directiva en las distintas áreas, así como las relaciones entre la HERCA y la Comisión Europea en referencia a las actividades de transposición (73). En este mismo año se llevó a cabo el primer “HERCA workshop on National Radon Action Plans”, cuyos principales objetivos fueron facilitar la preparación o actualización de los planes de acción abordando conjuntamente los pasos y actividades en la implementación de los requisitos de la Directiva y proporcionar un foro para que los países europeos intercambiaran información, experiencia y desafíos. Se concluyó que el radón es un problema de salud pública, que los Planes Nacionales de Acción deben evaluarse y actualizarse periódicamente, y que el objetivo a largo plazo es reducir el riesgo de cáncer de pulmón. La mayoría de los participantes del taller no

contaban con plan de acción y, si bien los programas nacionales de radón presentados habían tenido éxito, se señaló que era necesario revisar ciertos aspectos, especialmente para aumentar la concienciación sobre el radón y acelerar el ritmo de las medidas de medición y remediación (74). En junio de 2022, se celebró "2nd HERCA Workshop on Radon National Action Plans" el cual contó con más de 70 participantes de 21 países europeos y representantes de organizaciones internacionales, con el objetivo de explorar los progresos realizados en cada país y promover la mejora continua.

Situación actual en España

Limitar el riesgo de exposición al radón para la población requiere un enfoque multidisciplinar y movilizar recursos a nivel estatal, regional y local, lo cual debe abordarse, como recomiendan los organismos internacionales, mediante planes nacionales de actuación. El contenido del Plan Nacional contra el Radón se recoge en el Anexo VIII del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.

En España, aunque se han llevado a cabo acciones relacionadas con el Plan Nacional contra el Radón, todavía hay bastante camino por recorrer y se deben desarrollar otras políticas. Cabe destacar, que existe ya reglamentación y normativa tanto en el ámbito laboral como para la edificación, de acuerdo con lo descrito en el capítulo 3. En los siguientes apartados de este capítulo se describe la situación actual en diversos ámbitos.

Desde 1989, en España se han llevado a cabo diversos estudios para tratar de cuantificar las concentraciones de radón, su distribución y predecir el impacto en el aire interior de edificios. Cabe señalar el proyecto MARNA, proyecto de I+D que evalúa los niveles de radiación gamma natural en España y satisface las directrices del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Unión Europea. Está desarrollado según un acuerdo de colaboración del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la empresa pública ENUSA, y en el que colaboraron la Universidad de Cantabria, la Universidad de Extremadura, la Universidad de Salamanca, la Xunta de Galicia y la Universidad de Vigo para las primeras fases del proyecto (75).

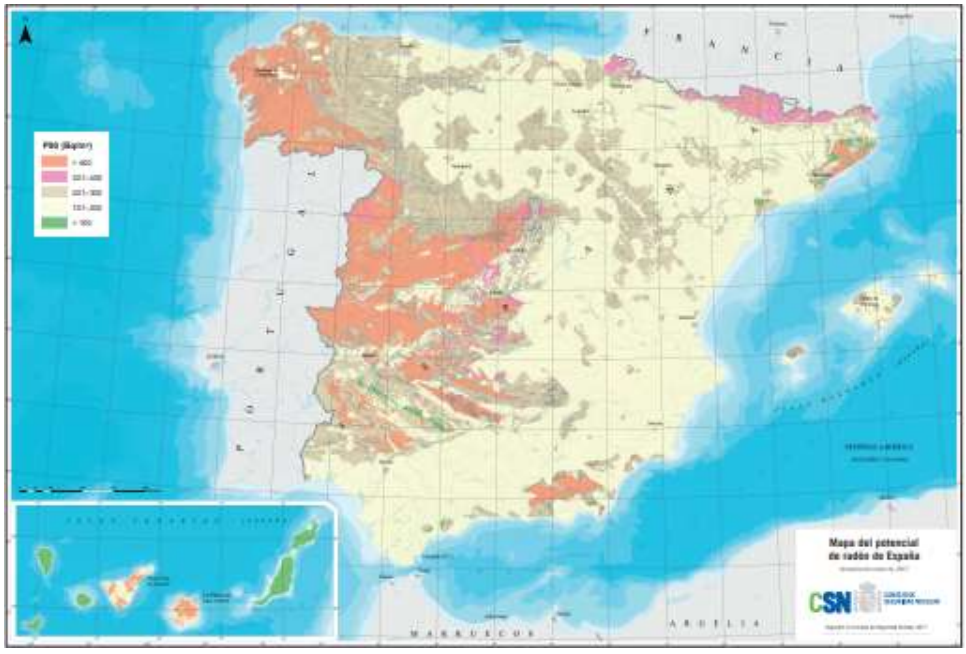
El objetivo de este proyecto era disponer de mapas de radiación natural, para conocer los niveles a los que la población está expuesta y poder evaluar los posibles incrementos respecto al fondo. Los resultados son de gran utilidad para la elaboración de estudios epidemiológicos, para la evaluación y control de los incrementos de la radiación de fondo, la optimización de la selección del emplazamiento de equipos de medida de la radiación, para estimar las tasas de dosis absorbida y dosis equivalente que recibe la población y para estimar el potencial de la emisión de radón por un terreno en función de la información geológica y meteorológica complementaria que se posea. Esta mapificación y zonificación del país en base a los datos radiológicos sobre el radón es tan relevante que conviene mantenerla actualizada, hecho que

persiguen las acciones recogidas en el eje de “Conocimiento e infraestructura” de este documento.

Apoyándose en los datos obtenidos tras el proyecto MARNA, el CSN desarrolló un mapa predictivo de exposición al radón (76) que, a partir de la tasa de dosis de radiación gamma ambiental, indica las diferentes probabilidades de que los niveles de radón en viviendas superen determinados valores. El mapa se elaboró promediando en cuadrículas de 7x5 kilómetros los valores del estudio MARNA. En este mapa se divide el territorio en tres categorías de exposición potencial: 0-baja, 1-media, y 2-alta (21). Gracias a ello, se pueden establecer unas zonas de actuación prioritaria hacia las que es necesario dirigir unas medidas claras y fácilmente aplicables para que reduzcan el riesgo de su población, ya que son las más expuestas.

Además, desde finales de los años ochenta, el Consejo de Seguridad Nuclear ha financiado diversas campañas de medida de radón en viviendas, que en todo caso no han superado las 13.000 medidas a lo largo de la geografía nacional. A partir de estas medidas y de una metodología que incorpora información geológica y de tasa de dosis ambiental, el CSN ha desarrollado el mapa del potencial de radón en España (Ilustración 5) (77). Con este mapa se identifican, con un criterio homogéneo en todo el territorio nacional, las zonas en las que un porcentaje significativo de los edificios residenciales presenta concentraciones superiores a 300 Bq/m^3, uno de los requerimientos establecidos en la Directiva 2013/59/Euratom.

Ilustración 5. Mapa del potencial de radón en España.



Fuente: CSN, Mapa del potencial de radón en España CSN, 2017 (77).

Marco Reglamentario

La primera vez que se incluyó en la legislación española la protección contra las exposiciones a la radiación natural no vinculadas con el ciclo del combustible nuclear fue mediante el Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el RPSRI (78), modificado años después por el Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio. En concreto, el título VII del Real Decreto 783/2001 regula la exposición de las personas trabajadoras a las fuentes naturales de radiación, destacando específicamente las exposiciones al radón (Rn-222) y a sus productos de desintegración. El Real Decreto 783/2001, quedo derogado en virtud del Real Decreto 1029/2022 en diciembre de 2022.

Las disposiciones del RPSRI se desarrollan en la Instrucción 33 (IS-33) del CSN que establece, con carácter general, un nivel de referencia de 600 Bq/m^3 de concentración media anual de radón en el aire interior de los lugares de trabajo, excepto para centros educativos y lugares de trabajo que tienen uso residencial, en los que se fija un nivel de 300 Bq/m^3. Adicionalmente, la IS-33 incluye una relación de las prácticas y actividades laborales que deben llevar a cabo, de manera obligatoria, estudios radiológicos sobre las exposiciones al radón (79). Estas actividades laborales son las que se desarrollan en lugares de trabajo subterráneos (incluidas redes de metro, minas, cuevas turísticas, etc.), los lugares de trabajo en los que se exploten o traten aguas de origen subterráneo (como las plantas potabilizadoras de aguas de este origen o los establecimientos termales), así como los lugares de trabajo situados en áreas identificadas por sus valores elevados de radón. Aquellas que por sus características geológicas puedan generar cantidades elevadas de radón o favorecer su transporte al interior de lugares cerrados; por ejemplo, las zonas graníticas, volcánicas o de fallas activas (21, 80).

El nivel de referencia para puestos de trabajo se interpreta, además, como un nivel de entrada al sistema de protección radiológica ocupacional. Para aquellos lugares de trabajo en los que se demuestre que no es razonablemente posible reducir las concentraciones de radón por debajo del nivel de referencia, las exposiciones al radón se tratarán como exposiciones laborales y, por lo tanto, se les aplicarán los límites de dosis del RPSRI. La IS-33 establece las medidas de protección de las personas trabajadoras que son de aplicación, con un enfoque gradual que requiere mayor nivel de control cuando la medida anual de la concentración de radón en el aire interior supere los 1.000 Bq/m^3 (79).

Al amparo de esta instrucción y del RPSRI el CSN ha emitido diversas recomendaciones en el ámbito de control de la exposición al radón, para facilitar el cumplimiento de la reglamentación y normativa anterior. Estas se recogen en las siguientes Guías de Seguridad:

- Guía GS 11.1 sobre Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en aire (89).

- Guía GS 11.2 de Control de la exposición a fuentes naturales de radiación. En ella se recomienda un nivel de referencia nacional de 300 Bq/m^3 de concentración media anual de radón, y un nivel objetivo de diseño para edificios de nueva planta o para viviendas en las que vayan a acometerse acciones de mitigación de 100 Bq/m^3. A los edificios de uso público de larga estancia (como hospitales, residencias, etc.) se les aplica el mismo nivel de referencia que a las viviendas, al igual que a los centros de educación infantil, primaria y secundaria (81).

- Guía GS 11.4 sobre Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo (82).

Concienciación y sensibilización ciudadana

Según la Organización Mundial de la Salud, uno de los objetivos primordiales del Plan Nacional debe ser una comunicación clara y eficaz respecto al problema del radón, siendo este también un aspecto que recoge el Real Decreto 1029/2022 el cual transpone parcialmente la Directiva 2013/59/Euratom.

La comunicación de cualquier tipo de riesgo al público abarca una serie de pasos fundamentales, que incluyen la evaluación de la percepción pública del riesgo, el empleo de mensajes de riesgo claros y comprensibles y la identificación de los grupos a los que deben dirigirse estos mensajes.

Las campañas de comunicación sobre el riesgo asociado al radón deben diseñarse partiendo de las percepciones y el nivel de conocimientos sobre el radón de los grupos destinatarios. Por otro lado, el tener una valoración cuantitativa de partida sobre el grado de concienciación de la sociedad proporciona el nivel de base a partir del cual evaluar la eficacia de las actuaciones que se lleven a cabo en el Plan Nacional contra el Radón.

Aunque en los últimos años en España ha mejorado el grado de conocimiento y concienciación de la sociedad sobre los riesgos asociados al radón, en parte gracias a una mayor atención mediática desde la aprobación de la Directiva 2013/59/Euratom, no se tiene constancia de que hasta la fecha se hayan hecho estudios para medir el grado de concienciación o sensibilidad de la población.

Por otro lado, se han llevado a cabo actividades divulgativas por distintos agentes, administraciones y organismos públicos, que han publicado material técnico y ofrecen información en sus páginas oficiales.

Las primeras iniciativas de este tipo fueron impulsadas por el Consejo de Seguridad Nuclear en los años noventa del siglo XX. Ejemplo de ello es la campaña nacional de sensibilización llevada a cabo por la Universidad de Cantabria y el CSN, para la cual se elaboró un video divulgativo, que se ha ido reeditando y actualizando en base a la evidencia científica (83).

Cabe destacar que desde hace décadas diferentes Universidades españolas centran su labor investigadora y docente en el campo del radón; también los sindicatos han publicado guías y han puesto en marcha campañas de información destinadas a los delegados de prevención. Las sociedades profesionales, como la SEPR, la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA) o la Sociedad Española de Neumología, han tratado extensivamente este tema en sus congresos. Más recientemente, tras la aprobación en 2019 de la reglamentación en el ámbito de la edificación, varios colegios de arquitectos han organizado cursos y jornadas para profesionales de la construcción.

Mapa de radón en España

Las concentraciones de radón en un edificio, vienen determinadas, en la mayoría de los casos, por la situación geográfica de éste (ligada a la geología), pero debido al gran número de factores que influyen en el nivel de radón no se puede predecir si serán elevados en cada caso particular. No obstante, sí es posible hacer predicciones sobre las zonas en las que hay mayor probabilidad de encontrar viviendas con concentraciones altas de radón.

El método más directo y fiable para identificar esas zonas es la elaboración de mapas a partir de mediciones de la concentración de radón en el aire interior de las viviendas. Sin embargo, para establecer mapas a partir de mediciones directas se requiere un gran número de medidas y una densidad aceptable en todo el territorio nacional.

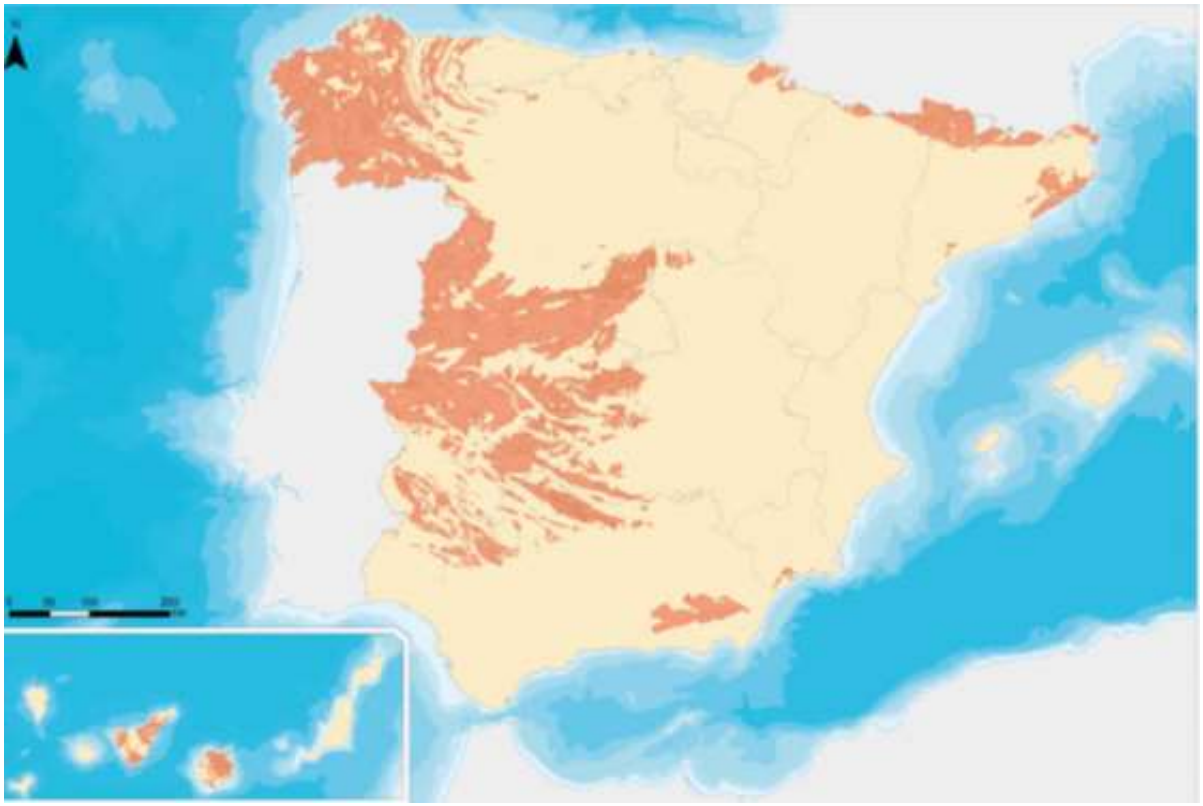
Por esta razón, como alternativa, se han desarrollado métodos indirectos que utilizan otras magnitudes correlacionadas con la concentración de radón en las viviendas, como la radiación gamma ambiental o la concentración de radón en la fase gaseosa del suelo. En general, al ser el terreno la principal fuente de radón en un edificio, la concentración de radón en la fase gaseosa del suelo suele ser un buen indicador. Esta variable depende a su vez de los contenidos en Ra-226 del suelo, de la roca subyacente, del grado de fracturación de la formación rocosa y de la permeabilidad del suelo. Además de factores ambientales, como la presión barométrica o la humedad que, por su variabilidad, no suelen incluirse como indicadores (21, 76).

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), a partir de las campañas de medición de radón llevadas a cabo por diferentes universidades (Universidad de Cantabria, Universidad de Santiago de Compostela, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de La Laguna), ha elaborado el mapa del potencial de radón en España (Ilustración 5). Este mapa se basa en un método híbrido (84) que combina las medidas de radón en viviendas disponibles en España a fecha de 2017, los datos de exposición a la radiación gamma ambiental del MARNA (75) e información litoestratigráfica (85).

Este mapa categoriza el territorio nacional en unidades de potencial de radón, definido éste como el percentil 90 de la distribución de medidas de radón en una determinada zona geográfica (Ilustración 6). En particular, el mapa identifica aquellas zonas en las que más de un 10% de los edificios puede presentar, en planta baja o en primera planta, concentraciones de radón superiores al nivel de referencia de 300 Bq/m^3 que establece en el Artículo 72 del Real Decreto 1029/2022 la legislación española (unidades coloreadas en rosa y naranja).

Las zonas del mapa con potencial superior a 300 Bq/m^3 se consideran zonas de actuación prioritaria (86), representadas en la Ilustración 6. En total representan el 17% del territorio nacional. Por Comunidad Autónoma, los porcentajes de superficie afectada son: Andalucía, 8%; Aragón 2%; Asturias, 12%; Canarias, 19%; Castilla y León, 19%; Castilla-La Mancha, 10%; Cataluña, 16%; Ceuta, 11%; Extremadura; 47% Galicia, 70%; Madrid; 36%; Murcia, 1%; Navarra, 6%; País Vasco, 2% (77).

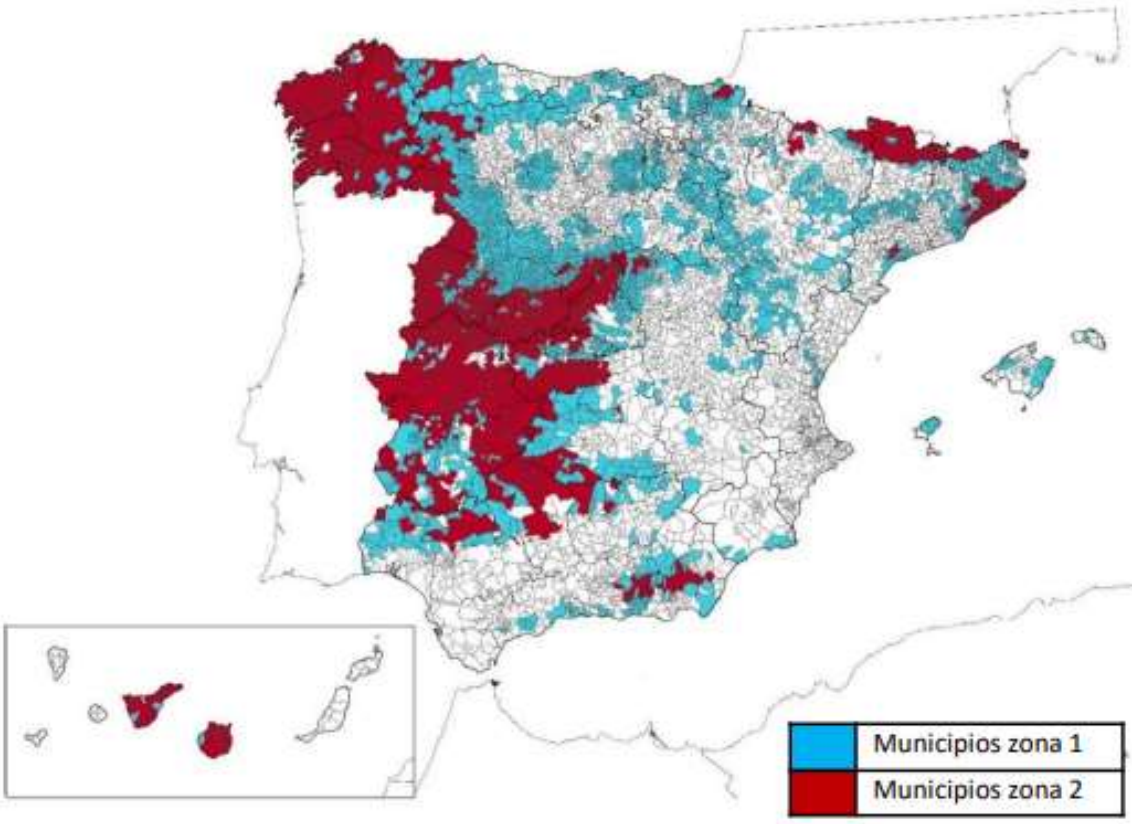
Ilustración 6. Mapa de zonas de actuación prioritaria.



Fuente: CSN, Cartografía del potencial de radón en España, 2017.

El Código Técnico de Edificación (CTE) establece en el Documento Básico HS Salubridad, HS 6 sobre Protección frente a la exposición al radón un listado con la clasificación de municipios en función del potencial de radón (87) (Ilustración 7). Este listado, elaborado por el CSN, se ha basado en diversos estudios y mapas (77), en los cuales se han definido zonas de actuación prioritaria a nivel municipal. No obstante, estos listados pueden sufrir actualizaciones en base a nuevos estudios o evidencias.

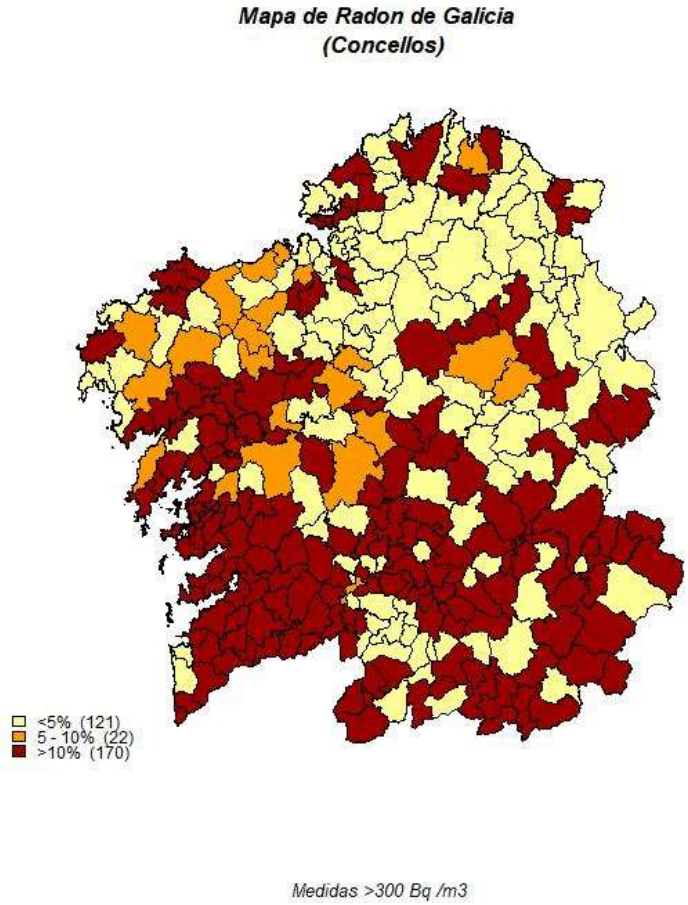
Ilustración 7. Clasificación de municipios del CTE en función del potencial de radón.



Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Conceptos básicos sobre la modificación del CTE, 2020 (87).

Por otro lado, en Galicia, el Laboratorio de Radón de Galicia, perteneciente a la USC, ha llevado a cabo más de 4.300 mediciones de radón en viviendas, lo que ha permitido elaborar el mapa gallego de radón (Ilustración 8), en el cual se pueden consultar las concentraciones de radón en cada municipio de la comunidad gallega (88).

Ilustración 8. Porcentaje de medidas de más de 300 Bq/m³ por municipio[2] en Galicia (número de municipios).



Fuente: Laboratorio de Radón de Galicia (88).

Capacidad metrológica e infraestructura

Una pieza fundamental del Plan Nacional contra el Radón es garantizar la fiabilidad de las mediciones que, tanto en el ámbito de cumplimiento obligatorio como en el voluntario, se hagan en las viviendas y lugares de trabajo, así como fomentar que haya un mercado de servicios adecuado para dar cumplimiento a la demanda.

En 2010, el CSN publicó la Guía de Seguridad 11.1, en la que se establecen los requisitos fundamentales que deben cumplir los laboratorios y servicios de medida de radón en el aire. Estos incluyen requisitos generales relativos a la gestión, basados en la norma ISO/IEC 17025, y requisitos técnicos específicos a la medida de radón (89).

[2] Siguiendo pautas internacionales, las áreas territoriales se distribuyen según su porcentaje de casas por encima del nivel de referencia (300 Bq/m³), el límite que se recomienda no sobrepasar: Riesgo bajo si están por debajo del 5%; riesgo medio si se sitúan entre el 5 y el 10%; y de alto riesgo si superan el 10% de domicilios con más de ese nivel.

La entidad nacional de acreditación ENAC toma como referencia la Guía del CSN en la acreditación de laboratorios de medida. En la actualidad existen en España laboratorios acreditados para la medida de radón con detectores pasivos y dos laboratorios para el uso de monitores de medida en continuo (https://www.enac.es/entidades-acreditadas/buscador-de-acreditados).

Entre las infraestructuras disponibles en España cabe destacar la cámara de radón de la Universidad de Cantabria (que cuenta con acreditación ENAC) y la del Instituto de Técnicas Energéticas de la Universidad Politécnica de Catalunya, en la que se ha llevado a cabo en 2021 una intercomparación de medida de radón en aire, en diferentes condiciones ambientales (90).

Ilustración 9. Cámara de radón.



Además, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) está actualmente en proceso de creación de un nuevo laboratorio metrológico de radón que se adscribirá a su Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes. Este laboratorio se ha diseñado basándose en laboratorios nacionales de metrología de otros países afines y en laboratorios secundarios españoles. Con esto, se ha buscado la optimización de diseños ya existentes y su adecuación a las necesidades estatales. El laboratorio dispondrá de un patrón primario de referencia nacional y otro secundario, el primero de ellos único en España. Disponer de un patrón primario permitirá ofrecer trazabilidad a los laboratorios y

empresas nacionales que lo requieran, participar en intercomparaciones clave con otros laboratorios equivalentes o demostrar su capacidad de medida.

El Laboratorio de Radiación Natural (LRN) (Ilustración 10), fue habilitado en 2010 con la colaboración de ENUSA Industrias Avanzadas en sus instalaciones de Saelices el Chico (Salamanca, España), el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Universidad de Cantabria (UC). Desde el 2011, en el Laboratorio se han llevado a cabo ejercicios internacionales de intercomparación de medida de radón y radiación gamma externa en los “greens” preparados al efecto, y cursos de formación del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) y el CSN.

Ilustración 10. Laboratorio de Radiación Natural (LRN).



6. Objetivos del Plan Nacional contra el radón



Objetivo general

El objetivo principal del Plan Nacional contra el Radón es **proteger la salud de la población y las personas trabajadoras frente a los riesgos para la salud de la exposición al radón**. Dicho objetivo viene avalado por el artículo 77 del Real Decreto 1029/2022 por el cual el Gobierno establecerá la política para reducir el riesgo para la salud de la población debido a la exposición al radón en recintos cerrados, así como por el artículo 103 de la Directiva 2013/59/Euratom, que tiene como máxima establecer las bases para reducir, a medio y largo plazo, los efectos sobre la salud debidos a las exposiciones a radón en ambientes interiores (viviendas, edificios de acceso público y lugares de trabajo).

Objetivos estratégicos y específicos

Para la consecución del objetivo general, el documento se articula en torno a cinco ejes estratégicos. Está previsto que estos ejes se desarrollen, desglosándose en los siguientes objetivos específicos:

1. **Conocer la magnitud del problema e identificar y solventar las carencias o dificultades para la aplicación de controles o soluciones efectivas.**
    I. Evaluar la exposición de la población al radón (considerando las contribuciones del suelo, del agua y de los materiales de construcción), y estimar su incidencia sobre la salud de la población.
    II. Asegurar la fiabilidad y la calidad de las determinaciones de concentración de radón o dosis.

2. **Reducir la concentración de radón en los edificios.**
    I. Monitorizar y fomentar el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable al interior de los edificios.
    II. Impulsar programas de formación específicos para los distintos agentes que intervienen en el ámbito de la edificación.
    III. Poner en marcha programas de intervención en edificios ya existentes.
    IV. Analizar la afección en función de las tipologías arquitectónicas, en relación con la edificación existente.
    V. Diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal.

3. **Reducir las exposiciones ocupacionales al radón y garantizar la implantación del nivel de referencia y el cumplimiento del límite de dosis para personas trabajadoras expuestas.**
    I. Monitorizar y fomentar el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable a los lugares de trabajo.

4. **Desarrollar medidas de acción para reducir la exposición al radón en las zonas de actuación prioritaria.**
    I. Desarrollar una metodología fácilmente aplicable en las zonas más afectadas.
    II. Incorporar el trabajo realizado por las Comunidades Autónomas en materia de protección frente al radón.
    III. Diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal.

5. **Potenciar la concienciación del público, profesionales y administraciones.**
    I. Aumentar la concienciación pública sobre los efectos del radón en la salud, y en particular, en combinación con el tabaco.
    II. Fomentar el compromiso de las administraciones públicas y la integración del radón en los programas y planes afines.

Ilustración 11. Ejes estratégicos.



7. Ejes del Plan Nacional contra el radón



Conocimiento e infraestructura básica

El objetivo estratégico de este eje se trata de conocer la magnitud del problema e identificar y solventar las carencias o dificultades para la aplicación de controles o soluciones efectivas. Para lograr este objetivo se han establecido dos objetivos específicos: 1) evaluar la exposición de la población al radón (considerando las contribuciones del suelo, del agua y de los materiales de construcción), y estimar su incidencia en la salud de la población; y 2) asegurar la fiabilidad y la calidad de las determinaciones de concentración de radón o dosis. Las acciones propuestas para alcanzar el primer objetivo son:

- Desarrollo de campañas de mediciones, en colaboración con Comunidades Autónomas y ayuntamientos.
- Desarrollo de mapas de potencial de radón a escala regional o local y producir el mapa nacional de exposición poblacional.
- Estudio de la contribución de agua de consumo y materiales de construcción a la concentración de gas radón.
- Estimación del número de cánceres atribuibles al radón en la situación actual y hacer proyecciones sujetas al cumplimiento de los objetivos previstos en el Plan Nacional contra el Radón.

El segundo de los objetivos específicos anteriormente mencionados se basa en la realización de dos acciones determinadas:

- Identificación de la capacidad técnica metrológica y dosimétrica en términos de la oferta existente y la demanda prevista.
- Fomento del desarrollo de una infraestructura metrológica acorde con las necesidades del Plan Nacional contra el Radón y los requerimientos reglamentarios, y que garantice la homogeneidad y la trazabilidad de las mediciones. Apoyar la organización de intercomparaciones.

Edificación

Dentro de este eje se enmarca el objetivo estratégico de reducir la concentración de radón en los edificios y el cumplimiento del nivel de referencia ya establecido. Como en el caso anterior, se establecen los siguientes objetivos específicos con sus acciones asociadas para alcanzarlos.

En primer lugar, el objetivo específico de implementar la normativa requiere analizar las posibilidades de mejora de la legislación existente, necesidades de nueva regulación, no contempladas o no disponibles, y el desarrollo de las mismas.

El segundo objetivo específico se centra en la formación, y se pretende conseguir mediante el desarrollo de actuaciones específicas encaminadas a la formación de los agentes intervinientes en el ámbito de la construcción, tanto en la fase de diagnóstico como en el remedio.

El tercero de ellos se trata de programas de intervención en edificios ya existentes, para lo que es necesaria una estimación de costes.

El cuarto de estos objetivos consiste en el análisis de la afección en función de las tipologías arquitectónicas relacionado con la edificación existente. Las acciones que se proponen para alcanzarlo son: 1) identificar y evaluar la aplicabilidad y determinar la efectividad en España de las distintas soluciones constructivas frente al radón en la edificación utilizadas en el ámbito internacional; y 2) evaluar la posible integración de datos de radón en las plataformas de información urbanística.

Por último, se encuentra el objetivo específico de diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal. Las siguientes acciones son las identificadas como necesarias para lograr este objetivo: 1) facilitar asistencia técnica en el ámbito de la construcción, 2) desarrollar sectorialmente instrumentos financieros para particulares y PYMES, y 3) integrar la prevención contra el radón en los planes urbanísticos.

Lugares de trabajo

En el eje correspondiente a los lugares de trabajo se traza un objetivo estratégico que persigue garantizar la implantación del nivel de referencia y el cumplimiento del límite de dosis para personas trabajadoras expuestas, para reducir las exposiciones laborales al radón y el impacto en su salud. Con el fin de cumplir este objetivo, se desarrolla el objetivo específico de monitorizar y fomentar el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable a los lugares de trabajo. Las acciones planteadas dentro del marco de este objetivo son:

- Establecer un sistema de colaboración entre la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y la inspección del CSN, a los efectos previstos en el artículo 82 del Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre. Podrán establecerse acuerdos con otras administraciones públicas competentes en materia laboral en etapas posteriores de este Plan Nacional.
- Desarrollar campañas específicas en empresas, sectores y colectivos prioritarios.
- Garantizar y fomentar la competencia de las entidades que intervienen en la medida de radón y la evaluación del radón en los lugares de trabajo (laboratorios de medida de radón, Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR), servicios de dosimetría personal de radón).
- Proporcionar formación específica sobre radón a los servicios de prevención y fomentar la integración de la protección contra el gas en los planes de prevención de riesgos laborales de las empresas.
- Evaluar la pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para las personas trabajadoras que hayan estado expuestas durante periodos prolongados a dosis anuales superiores a 20 mSv/año.

Zonas de actuación prioritaria

Este apartado consiste en un eje transversal en el que se recogen acciones de diversos ámbitos para enfocarlos de manera eficaz a las zonas más afectadas por los niveles de radón. Su objetivo estratégico se basa en desarrollar medidas de acción para reducir la exposición al radón en las zonas de actuación prioritaria, dotando a las autoridades locales de medidas de acción para reducir la exposición al radón. Uno de los objetivos específicos para lograr el anterior se trata de desarrollar una metodología fácilmente aplicable en las zonas más afectadas, el cual cuenta con acciones como: el desarrollo de un conjunto de herramientas para aplicarse en zonas de acción prioritaria, una guía para la rehabilitación de edificios frente al radón y una guía de buenas prácticas en el ámbito del agua. Otros objetivos específicos presentes en este eje son la incorporación de los trabajos realizados por las Comunidades Autónomas en materia de protección frente al radón, así como diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal.

Comunicación y concienciación

En este eje se persigue conseguir el principal objetivo estratégico de potenciar la concienciación del público, profesionales y administraciones. Uno de los objetivos específicos que se determina para lograr el anterior se trata de aumentar la concienciación pública sobre los efectos del radón en la salud y, en particular, en combinación con el tabaco. Las acciones propuestas para llevar a cabo este trabajo son:

- Diagnóstico sobre la percepción pública del radón en España.
- Elaborar folletos y vídeos informativos.
- Desarrollar sistemas de comunicación.
- Organizar jornadas divulgativas.
- Desarrollar actuaciones de información y concienciación enfocadas al usuario, en edificación existente.

En este mismo punto, se establece como objetivo específico fomentar el compromiso de las administraciones públicas y la integración del radón en los programas y planes afines. Para el cumplimiento del mismo, la acción propuesta consiste en facilitar con ayudas la integración de los distintos niveles de la administración pública en el desarrollo de programas relacionados con el radón.

8. Coordinación, Gestión y Evaluación



Coordinación y gestión del Plan Nacional

Para asegurar la coordinación del Plan y de sus actuaciones, se crea el Comité del Plan Nacional contra el Radón en base al artículo 78 del Real Decreto 1029/2022, el cual estará adscrito al Ministerio de Sanidad y será constituido por representantes de las autoridades con competencias en las materias objeto del Plan Nacional, con la siguiente composición:

Presidencia: una persona representante del Ministerio de Sanidad, con rango de Director General.

Vicepresidencia: una persona representante del Consejo de Seguridad Nuclear, con rango de Director Técnico.

Vocalías: serán vocales del Comité:

- Ocho personas destinadas en puestos con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable, en representación de cada uno de los siguientes departamentos ministeriales: dos representantes del Ministerio de Sanidad; dos representantes del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico; dos representantes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; dos representantes del Ministerio de Trabajo y Economía Social.
- Dos personas representantes del Consejo de Seguridad Nuclear, destinadas en puesto con rango de, al menos, Jefe de Área o asimilable.
- Una persona representante de cada comunidad autónoma y ciudad con Estatuto de Autonomía que esté interesada en participar, con rango de, al menos, Subdirector General o asimilable.
- Tres personas representantes de las entidades locales, designadas por la Federación Española de Municipios y Provincias.

Las funciones de este Comité son las siguientes:

- Elaborar el Plan Nacional contra el Radón y presentarlo al Ministerio de Sanidad para su aprobación por el Gobierno.
- Actualizar cada cinco años el Plan Nacional contra el Radón, de acuerdo con el conocimiento científico y con los avances obtenidos en las medidas incluidas en el mismo, y presentar dichas actualizaciones al Ministerio de Sanidad para su aprobación por el Gobierno.
- Impulsar, evaluar y supervisar el cumplimiento de las pautas de actuación recogidas en el Plan Nacional.

- Actuar como órgano de relación entre los departamentos ministeriales y organismos adscritos y las administraciones regionales y locales, a fin de asegurar la coordinación de los criterios y políticas definidas por ellos.

El Comité del Plan Nacional contra el Radón podrá constituir un grupo de trabajo formado por representantes de los ministerios miembros de dicho Comité y del Consejo de Seguridad Nuclear, al objeto de discutir y elaborar propuestas que deban someterse al citado Comité. Este grupo de trabajo podrá contar con la participación de las personas expertas que dicho grupo convoque.

Evaluación del Plan Nacional contra el Radón

El seguimiento de las actuaciones y la evaluación del Plan, permitirá comprobar el nivel de cumplimiento, la eficacia de las acciones y en su caso, la necesidad de reevaluar las medidas adoptadas. Para ello, se pretende elaborar informes periódicos anuales de seguimiento y evaluar con carácter quinquenal el Plan Nacional contra el Radón, incluyendo propuestas de revisión de los objetivos estratégicos.

La evaluación del Plan Nacional contra el Radón ha de ser vista desde una triple perspectiva. Por un lado, hemos de evaluar, transcurrido el plazo previsto para ello, si las acciones previstas se han cumplido. Esto implica el diseño de indicadores que midan el grado de ejecución de las medidas previstas. En un contexto de orientación hacia los procesos o actividades que desarrollan en el Plan Nacional contra el Radón, estaríamos hablando de indicadores de proceso: se pretende medir el grado de cumplimiento de las actividades, y en última instancia estarían respondiendo a la pregunta: ¿se están cumpliendo las acciones propuestas en las acciones frente al radón?

Debido a que los indicadores de proceso permiten medir el nivel de ejecución del mismo, el cómo se han hecho las cosas y cuál es su rendimiento, podríamos referirnos también a indicadores de eficiencia, teniendo en cuenta que la eficiencia se determina según la capacidad para llevar a cabo una tarea.

Por otro lado, y dado que la finalidad expuesta en los objetivos del Plan Nacional contra el Radón es la de reducir el riesgo para la salud de la población debido a la exposición atribuible al radón, tanto en la población general como en la población trabajadora, necesitamos conocer si estas medidas que estamos llevando a cabo están teniendo repercusión en dicho objetivo. Para evaluar esto necesitamos unos indicadores de resultado.

Dichos indicadores nos permiten evaluar la efectividad de las acciones y en qué grado la actividad produjo el efecto deseado. Los indicadores de resultado son indicadores de eficacia, ya que responden a la cuestión ¿las acciones que estamos llevando a cabo sirven para

conseguir nuestros objetivos? También podríamos referirnos a este tipo de indicadores como indicadores de impacto, ya que se pretende medir el efecto de un programa o de un servicio en el estado de salud de la población. En definitiva, en el contexto del Plan Nacional contra el Radón se utilizan para valorar si las medidas propuestas para solucionar el problema son realmente útiles y sirven para ello.

Por último, se plantea una tercera evaluación de estructura, es decir, si la estructura en el sentido de recursos materiales, humanos y económicos a disposición del Plan Nacional contra el Radón en su conjunto es pertinente y suficiente para la consecución de los objetivos y finalidad planteados.

En este contexto, la evaluación del Plan Nacional contra el Radón comprenderá dichos aspectos (evaluación de proceso, de resultados y de estructura) y se realizará desde dos enfoques complementarios:

Informe anual de cumplimiento

En este informe se realizará, anualmente, una valoración del avance de las actividades establecidas en este documento. En cada ficha de las actividades, se incluyen diversos indicadores de ejecución que nos permitirán medir el progreso de cada medida. En caso de que la actividad no se concluya antes de la publicación de este informe, se podrá expresar el grado de cumplimiento o de avance, en porcentajes, de la misma. A su vez, este informe podrá contener adicionalmente los diferentes indicadores de resultado que puedan ser obtenidos en periodos de tiempo más cortos y aporten información significativa al estado del Plan Nacional contra el Radón.

Memoria quinquenal del Plan Nacional contra el Radón

Trascurridos cinco años desde la aprobación del Plan Nacional contra el Radón, se realizará una evaluación completa de las diferentes partes del mismo. En este caso, se incluirán tanto los indicadores de proceso, que se recogerán en los informes anuales, como los indicadores de resultado y el análisis de la estructura. De esta manera, se podrá observar el grado de cumplimiento final de las actividades que se habrán ido realizando y la eficacia que han tenido en los objetivos del Plan Nacional contra el Radón. Como sucedía con los indicadores de proceso, la ficha de cada actividad cuenta con un indicador de resultado que aportará información no sólo sobre la capacidad de los organismos responsables de llevar a cabo esa actividad, sino del impacto que realmente ha tenido sobre la sociedad y la salud pública.

En este caso, cabe destacar la incorporación de datos sanitarios que pueden ser utilizados como indicadores de resultado del Plan Nacional contra el Radón en su conjunto. Conviene recordar que el objetivo general es proteger la salud de la población y las personas trabajadoras frente a los riesgos para la salud de la exposición al radón. Por ello, esta memoria

final podrá medir la eficacia del desarrollo del Plan Nacional contra el Radón conociendo el riesgo atribuible antes y después de su aprobación, teniendo en cuenta que dadas las características del problema los resultados serán visibles solamente a largo plazo. Además, se pueden utilizar otros datos estadísticos que aporten una mayor amplitud a la visión de este indicador, como pueden ser las tasas de morbilidad y mortalidad por cáncer de pulmón por zonas geográficas, así como información relativa al nivel de exposición de la población al radón.

9. Actuaciones



El Plan Nacional contra el Radón contempla una serie de actuaciones que tienen como propósito dar cumplimiento a los diferentes objetivos específicos establecidos en él. Cada actuación establece su propio tiempo de ejecución, por lo que algunas de las actuaciones ya se encuentran ejecutadas y finalizadas (Tabla 4); y otras, por el contrario, se encuentran en proceso o pendientes de ejecución (Tabla 5). Tanto las realizadas, como las que se encuentran en proceso de ejecución, se recogen a fin de facilitar el encuadramiento de las mismas dentro de los diferentes ejes del Plan.

Tabla 4. Actuaciones realizadas bajo el ámbito del Plan Nacional contra el Radón

Eje	Actuación	Nº
A. Conocimiento e infraestructura básica	Carga de cáncer de pulmón atribuible a la exposición a radón en España	A.1
B. Edificación	Normativa: Desarrollo, seguimiento y análisis de nueva sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad del CTE	B.1
	Inclusión de datos de concentración de radón en el terreno, en el Sistema de Información Urbana (SIU)	B.3
D. Zonas de actuación prioritaria	Seguimiento y difusión de la guía de rehabilitación frente al radón	D.1

Tabla 5. Actuaciones en proceso o pendientes de ejecución bajo el ámbito del Plan Nacional contra el Radón

Eje	Actuación	Nº
A. Conocimiento e infraestructura básica	Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local	A.2
	Organizar de manera periódica intercomparaciones de medida de la concentración de radón en el aire (para sistemas de medida integradores y monitores en continuo)	A.3
	Validar y mejorar las estrategias de muestreo temporal	A.4
	Estudiar las contribuciones a las dosis por radón de los materiales de construcción	A.5
	Estudiar las contribuciones por radón del agua de consumo	A.6
B. Edificación	Coordinación de la rehabilitación del parque edificado frente a la exposición al radón	B.2
C. Lugares de trabajo	Evaluar la pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón	C.1
	Facilitar la aplicación de la Publicación 137 Parte 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en lugares de trabajo con condiciones extremas	C.2
	Establecer mecanismos de coordinación y colaboración entre la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y el Consejo de Seguridad Nuclear	C.3
E. Comunicación y concienciación	Concienciación a la población y/o grupos específicos	E.1
	Percepción pública en España del riesgo asociado al radón	E.2

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA		A.1
Carga de cáncer de pulmón atribuible a la exposición a radón en España		
Objetivo	Estimar el número de cánceres atribuibles a la exposición a radón en España	
Descripción	Caracterizar y cuantificar el riesgo de cáncer de pulmón debido a la exposición a radón en relación con las zonas de elevada emisión de radón	
Responsable	Ministerio de Sanidad	
Colaboradores	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y Universidad de Santiago de Compostela (USC)	
Producto	Informe sobre el número de cánceres atribuibles a la exposición al radón en la situación actual y modelo estadístico de estimación de cáncer atribuible.	
Cronograma de actuaciones	2021	Análisis de la bibliografía relacionada. Análisis descriptivo de los datos epidemiológicos para la estimación de casos de cáncer de pulmón atribuibles a la exposición al radón y otros factores.
	2022 y SS	Actualización y continuación del análisis, si procede. Acciones de vigilancia sanitaria.
Presupuesto €	Costes asumidos por el Ministerio de Sanidad	
Indicador de ejecución	Publicación del informe	
Indicador de resultados	Cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón	
Seguimiento	Estimación anual de los nuevos casos de cáncer de pulmón influidos por la exposición al radón y comparación con tasas anteriores	
Desarrollo	En la redacción del informe se contemplarán los siguientes puntos: • Análisis de la bibliografía relacionada disponible. • Estadística descriptiva de la población española afectada por cáncer de pulmón en el periodo de estudio. • Análisis de los principales factores implicados en el desarrollo del cáncer de pulmón y su influencia en la tasa de incidencia de la enfermedad sobre cada población asociada a los factores de riesgo. • Cálculo de la incidencia del cáncer de pulmón en cada población y grupo de personas que se encuentran relacionados con los factores que se hayan mostrado significativos. Con estos datos poblacionales se puede proceder al cálculo del riesgo relativo y atribuible a la exposición al radón de sufrir cáncer de pulmón, así como la proporción de casos que podrían evitarse al reducir los niveles de radón para una población. • Con los niveles de radón zonales, ajuste de un modelo estadístico que explique los casos de cáncer de pulmón a partir de los factores que se han mostrado relevantes durante el desarrollo del mismo. • Formulación de la ecuación de dicho modelo estadístico que nos permita predecir los casos de cáncer atribuibles tanto a la exposición a cualquier nivel de radón como a la variación controlable de alguno de los factores incluidos en el modelo estadístico.	

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.2
Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local		
I. Mapa del potencial de radón de España		
Objetivo	Actualizar el mapa de potencial de radón de España (CSN, 2017), incorporando nuevas mediciones de radón obtenidas a partir de: (1) desarrollos de mapas autonómicos y municipales; y (2) la tercera fase del Proyecto Radón 10 × 10, focalizada en zonas kársticas.	
Descripción	El mapa de potencial de radón de España, elaborado por el CSN, identifica las zonas geográficas con mayor riesgo de exposición al radón a partir de: (i) las 12.000 mediciones de radón disponibles en enero de 2017; (ii) el mapa MARNA de exposición a la radiación gamma natural (CSN, 2000); y (iii) el mapa litoestratigráfico del IGME. Este mapa, a escala 1:200.000, ha servido de base para establecer la zonificación del apéndice B de la sección DB-HS6, "Protección frente al radón", del Código Técnico de la Edificación, y se utilizará para definir los municipios de actuación prioritaria a los que hace referencia el Reglamento de protección de la salud contra los peligros derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. El mapa es una herramienta dinámica, que debe seguir actualizándose y mejorándose. Para ello, a los esfuerzos del CSN se unirán los de las Comunidades Autónomas y los municipios que han adoptado líneas específicas de actuación contra el radón. El CSN subvencionará durante el periodo 2023–2027 la tercera fase del Proyecto Radón 10 × 10, centrada en los sistemas kársticos. Este tipo de litología es un posible factor de riesgo de radón, que no ha sido suficientemente estudiado. Por otro lado, para cada nueva medición, se incorporarán datos sobre las características constructivas del edificio. Esta información es determinante en los niveles de radón en el ambiente interior, y su análisis permitirá optimizar las estrategias de protección contra el gas, así como evaluar su eficacia de manera más precisa.	
Responsable	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)	
Colaboradores	Universidad de Cantabria (LARUC), Universidad de Málaga, Universidad Politécnica de Valencia	
Producto	Versión actualizada del mapa de potencial de radón de España.	
Cronograma de actuaciones	2023	Actividad 1
	2024	Actividades 2 y 3
	2025	Actividades 4 y 5
	2026	Actividades 6
	2027	Actividad 7
Presupuesto €	130.000,00 euros	
Indicador de ejecución	Informes parciales de resultados	
Indicador de resultados	Número de nuevas mediciones incorporadas al mapa; Actualización del mapa nacional; Definición de nuevas unidades de clasificación	

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	A.2
Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local	
Desarrollo	Para conseguir el objetivo propuesto se contemplan las siguientes actividades: • Caracterizar geológica y estructuralmente las zonas kársticas de estudio (4 tipologías kársticas en Cantabria, Málaga y Castellón). • Determinar el contenido de radón en agua en distintos puntos de las redes de abastecimiento. • Llevar a cabo medidas de radón en viviendas y puestos de trabajo (500 medidas), y en zonas de interés, seleccionadas en base a la caracterización geológico-estructural, medir la concentración de radón en el gas del suelo y la permeabilidad a gases. • Analizar estadísticamente los datos obtenidos. • Aplicar modelos numéricos al comportamiento del radón en zonas kársticas y extrapolar dichos modelos al mapa de potencial de radón de España y elaborar el informe de resultados. • Integrar los resultados de las medidas de los mapas especificados en la Ficha CSN/1-II. • Actualizar el mapa de potencial de radón de España
II. Mapas autonómicos. Mapa de radón de Canarias	
Objetivos:	1) Elaboración de Mapas detallados de Zonificación del Riesgo por Alto Nivel de Radón del Archipiélago Canario en función de la geología del territorio. 2) Desarrollo de una metodología, adaptada a Canarias, de caracterización del potencial geogénico de radón del terreno a nivel de parcela. Este objetivo se justifica en la gran heterogeneidad geológica de la región y se plantea como complemento a los Mapas de Riesgo y como herramienta para el diseño de medidas preventivas en la fase de proyecto del edificio.
Descripción:	A partir de la realización de campañas de medición de radón en el aire interior de los edificios, y de la información radiológica ambiental disponible previamente, se tratará de identificar los factores que determinan la distribución de zonas con mayor o menor potencial de radón en el territorio canario. Utilizando el concepto de “recinto característico” se intentará homogeneizar las muestras de edificios analizadas con el fin de considerar, en lo posible, la influencia de factores que no están vinculados a su localización geográfica, como el nivel de ventilación, el estado del edificio o su tipología. Se realizará una sectorización del territorio mediante polígonos que responderán a las diferentes litologías predominantes en cada isla que, mediante correlaciones entre el radón interior y la geología, muestren ejercer influencia en el establecimiento de los diferentes niveles de riesgo por radón. Paralelamente, se desarrollarán los trabajos de investigación necesarios para analizar la posibilidad de proponer una metodología, adaptada a Canarias, de caracterización del potencial geogénico de radón del terreno a nivel de parcela, como complemento a la delimitación geográfica anterior. La finalidad de desarrollar esta metodología es proporcionar un criterio para evaluar, para cada parcela concreta en la que se proyecte ejecutar un edificio, el riesgo de infiltración de radón al que puede estar sometida la edificación con el fin de implementar las soluciones oportunas para evitar o reducir su presencia. En función de la distribución geográfica de los distintos polígonos caracterizados mediante diferentes niveles de concentración de radón interior, se seleccionarán emplazamientos (solares) cercanos a edificios con determinadas tipologías y determinados niveles de radón con el fin de intentar relacionar los resultados obtenidos en el interior y en el exterior del edificio.

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.2
Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local		
Responsable:	Servicio de Laboratorios y Calidad de la Construcción de la Consejería de Obras Públicas, Transportes y Vivienda del Gobierno de Canarias	
Colaboradores:	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Laboratorio de Radiactividad Ambiental del Grupo de investigación GIRMA del Departamento de Física) Universidad de La Laguna (Grupo de investigación TEMAR del Departamento de Técnicas y Proyectos en Ingeniería y Arquitectura)	
Producto:	Elaboración de los Mapas de Riesgo por exposición a Radón de las islas de Gran Canaria y Tenerife e informes técnicos derivados	
Cronograma de actuaciones:	2023	Campaña de medición del nivel de radón en el interior de viviendas en los municipios de Telde y La Laguna. Elaboración de mapas geológicos municipales. Desarrollo de la metodología de medida de caracterización del radón geogénico.
	2024	Ampliación de la campaña a los municipios de las islas de Gran Canaria y Tenerife. Elaboración de mapas geológicos insulares. Evaluación de la metodología de medida de caracterización del radón geogénico.
	2025	Ampliación de la campaña a los municipios de las islas de El Hierro, La Palma, La Gomera, Fuerteventura y Lanzarote. Elaboración de mapas geológicos insulares. Validación final de la metodología de medida de caracterización del radón geogénico y correlación con el radón interior.
Presupuesto €	Variable anualmente	
Indicador de ejecución	Informes parciales de resultados	
Indicador de resultados	Número de nuevas mediciones incorporadas al mapa. Elaboración de los mapas geogénicos de las Islas Canarias	
III. Mapas autonómicos. Mapa de radón de Castilla y León		
Objetivo:	Elaborar el mapa de radón de Castilla y León con mediciones de radón obtenidas en municipios de Castilla y León en ambientes interiores de vivienda con ocupación permanente y edificios públicos con puestos de trabajo.	
Descripción:	El Mapa de Radón de Castilla y León arranca en una primera fase en marzo de 2021 con un número de puntos de muestreo en viviendas y edificios públicos del orden de 3.300, y en una segunda fase para el año 2022 la previsión de otros puntos de muestreo es también de unos 3.300. Por consiguiente, el mapa contendrá del orden de 6.700 puntos de muestreo de dos años naturales, sumadas a las aproximadamente 1.800 medidas del mapa nacional. El muestreo diseñado facilita la identificación de áreas prioritarias de actuación, de manera que el 10% de los detectores se colocan en PM edificios públicos (puestos de trabajo), y el criterio es incidir en áreas de población elevada, y el 90% de los detectores se colocan en PM viviendas con ocupación permanente, y los criterios son: cubrir toda la región de Castilla y León con al menos una medición; incrementar el número de mediciones según población e incidir en áreas identificadas por el CSN y estudio de cribado previos realizados en el seno de esta DGSP de elevado potencial de radón. Es decir, criterio superficial, poblacional y potencial de radón, respectivamente. La finalidad es la elaboración del mapa de radón residencial y del mapa de radón en edificios públicos (puestos de trabajo) con una rejilla de 10 km x 10 km; es decir, se pretende caracterizar la exposición a radón de la población de Castilla y León y, a partir de esta información, reducir las exposiciones ocupacionales al radón manteniendo las exposiciones de las personas trabajadoras y el público en general tan bajas como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores de	

<table>
<tr><td colspan="3">EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS</td><td>A.2</td></tr>
<tr><td colspan="4">Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">organización de trabajo, técnicos, sociales y económicos. Por lo tanto, si durante el estudio se identifican medidas de remedio que consigan reducir las exposiciones a un coste asumible para la instalación, estas deberán implementarse aun cuando los niveles medios de radón se encuentren por debajo del nivel de referencia -principio de optimización.
El Mapa se desarrolla en el seno de la Dirección de Salud Pública de la Consejería de Sanidad de Castilla y León con el asesoramiento y colaboración del Grupo de investigación del Laboratorio de Radiactividad Ambiental de la Universidad de Cantabria, y estará en constante actualización, siendo esta la intención de este Centro Directivo.
Todos los mapas y tablas con los resultados detallados del Mapa se publicarán oportunamente.</td></tr>
<tr><td>Responsable:</td><td colspan="3">Consejería de Sanidad CyL. Dirección General de Salud Pública.</td></tr>
<tr><td>Colaboradores:</td><td colspan="3">Universidad de Cantabria</td></tr>
<tr><td>Producto:</td><td colspan="3">Elaboración mapa de exposición al radón de Castilla y León</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Cronograma de actuaciones:</td><td>2020</td><td colspan="2">Programación y definición de Muestreos.</td></tr>
<tr><td>2021</td><td colspan="2">Primera fase: Determinación de la concentración de radón en viviendas y edificios públicos</td></tr>
<tr><td>2022</td><td colspan="2">Segunda fase: Determinación de la concentración de radón en viviendas y edificios públicos</td></tr>
<tr><td>2023</td><td colspan="2">Tratamiento de datos y elaboración de mapas</td></tr>
<tr><td>2024</td><td colspan="2">Publicación de resultados</td></tr>
<tr><td>Presupuesto €</td><td colspan="3">Variable</td></tr>
<tr><td>Indicador de ejecución</td><td colspan="3">3.000-3.300. mediciones anuales</td></tr>
<tr><td>Indicador de resultados:</td><td colspan="3">Número de nuevas mediciones incorporadas al mapa de Castilla y León
Mapa de exposición al radón de Castilla y León</td></tr>
<tr><td colspan="4">II. Mapas autonómicos. Mapa de radón de Galicia</td></tr>
<tr><td>Objetivo:</td><td colspan="3">Completar el mapa de radón existente en Galicia incorporando nuevas mediciones acreditadas obtenidas en municipios de Galicia en ambientes interiores de viviendas con ocupación permanente y en edificios públicos con puestos de trabajo.</td></tr>
<tr><td>Descripción:</td><td colspan="3">Hasta la fecha actual, el Mapa de Radón de Galicia (MRG) tiene alrededor de 6.080 mediciones de radón interior realizadas en otras tantas viviendas de la Comunidad Autónoma.
La finalidad de este mapa es caracterizar la exposición a radón de la población gallega y por ello se sigue el criterio de que los municipios con más habitantes disponen de mayor número de mediciones. Se han añadido objetivos de representación geográfica adicionales, que consisten en tener al menos dos mediciones de radón interior en cada una de las secciones censales de un municipio para secciones de menos de 1.500 habitantes, y una medición adicional por cada 500 habitantes extra. Otro de los criterios a seguir es incidir en áreas identificadas por el CSN como de elevado potencial de radón. Por tanto, en la elaboración de este mapa se seguirán criterios poblacionales, geográficos y de potencial exposición al radón.</td></tr>
</table>

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.2
Desarrollar y actualizar el mapa de potencial de radón y elaborar mapas de radón a escala regional o local		
	Se pretender continuar con la labor de medición realizada por la Universidad de Santiago, completando las mediciones en los próximos años tanto en viviendas. Además, es fundamental disponer de un visor que contenga estos datos (y se permita añadir otros) para facilitar la visualización de la exposición a radón residencial en los gallegos y gallegas según el lugar en el que vivan o trabajen. En este visor se pretende también incluir, aunque de manera separada, mediciones realizadas en determinados edificios públicos de Galicia. El Mapa de Radón de Galicia es una herramienta dinámica, que debe seguir actualizándose y mejorándose a través del incremento paulatino de mediciones de radón.	
Responsable:	Dirección General de Salud Pública. Consejería de Sanidad de la Xunta de Galicia Universidad de Santiago de Compostela. Laboratorio de Radón de Galicia (Facultad de Medicina)	
Colaboradores:		
Producto:	Mapa de exposición a Radón de Galicia	
Cronograma de actuaciones:	2023	Ampliación del Mapa. Determinación de la concentración de radón por secciones censales de los municipios gallegos.
	2024	Creación de un visor interactivo en el Observatorio de Saúde Pública de Galicia Ampliación del Mapa. Determinación de la concentración de radón por secciones censales de los municipios gallegos.
	2025	Ampliación del mapa y fomento de la determinación de la concentración de radón en edificios públicos.
	2026	Por definir
	2027	Por definir
Presupuesto €	Variable anualmente	
Indicador de ejecución:	200 nuevas mediciones anuales.	
Indicador de resultados	Número de mediciones incorporadas al mapa. Puesta en marcha visor de exposición al radón. Número de mediciones incorporadas al visor. Número de los municipios finalizados con información disponible por sección censal.	

<table>
<tr><th colspan="2">EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS</th><th>A.3</th></tr>
<tr><td colspan="3">Organizar de manera periódica intercomparaciones de medida de la concentración de radón en el aire (para sistemas de medida integradores y monitores en continuo)</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="2">Asegurar la fiabilidad y la calidad de las determinaciones de concentración de radón, fomentando la acreditación de laboratorios según la ISO 17025 y la autorización de Unidades Técnicas de Protección Radiológica en el ámbito de la radiación natural por parte del CSN.</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="2">La exposición al radón en los lugares de trabajo está regulada desde hace años en España por el Reglamento de Protección de la Salud contra los peligros derivados de la exposición a las Radiaciones Ionizantes, y por la Instrucción IS-33 del CSN.
Este marco regulador se ha visto reforzado por la directiva 2013/59/EURATOM, que comporta requisitos de control adicionales para la exposición de las personas trabajadoras, así como la inclusión de medidas de protección contra el radón en el Código Técnico de la Edificación (de aplicación en los edificios de nueva planta y en las rehabilitaciones).
Todo ello conllevará un importante aumento de la demanda de servicios de medición de radón y de evaluación de las dosis asociadas, por lo que se hace imprescindible garantizar la calidad y fiabilidad de estas determinaciones. A este fin, tanto la acreditación de laboratorios según la ISO 17025, como la autorización de Unidades Técnicas de Protección Radiológica en el ámbito de la radiación natural, son herramientas fundamentales.
La norma UNE-EN ISO/IEC 17025 incluye la participación en programas de intercomparación como un requisito básico de aseguramiento de calidad, al igual que recoge también la Guía 11.1 del CSN de Directrices sobre la competencia de los laboratorios y entidades de medida de radón en aire. Las intercomparaciones redundan en la mejora de los servicios de medición, al obligar al laboratorio o entidad, ante resultados no satisfactorios, a poner a prueba su capacidad para detectar la posible fuente del error y corregirlo.
En el ámbito de la medida del radón, la respuesta de los detectores depende de las distintas condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad relativa o las propias fluctuaciones de la concentración de radón, lo cual tiene especial incidencia en ambientes laborales, en los que pueden encontrarse condiciones ambientales extremas. Por ello los ejercicios de intercomparación deben cubrir, de manera controlada, un rango amplio de condiciones ambientales.
La organización periódica de intercomparaciones de medida de radón permite, además, establecer un diálogo técnico con los laboratorios y entidades, así como verificar la adecuada respuesta de los nuevos dispositivos de medida que van incorporándose al mercado.</td></tr>
<tr><td>Responsable</td><td colspan="2">Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)</td></tr>
<tr><td>Colaboradores</td><td colspan="2">Universitat Politècnica de Catalunya (INTE)
Universidad de Cantabria (Grupo Radón)
CIEMAT (Laboratorio de Metrología de las Radiaciones Ionizantes)</td></tr>
<tr><td>Producto</td><td colspan="2">Informes de resultados de los ejercicios de intercomparación.
Jornadas técnicas de presentación de resultados.
Actualización de la Guía 11.1 del CSN.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Cronograma de actuaciones</td><td>2023</td><td>Ejercicio de intercomparación</td></tr>
<tr><td>2024</td><td></td></tr>
<tr><td>2025</td><td>Ejercicio de intercomparación</td></tr>
<tr><td>2026</td><td></td></tr>
</table>

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.3
Organizar de manera periódica intercomparaciones de medida de la concentración de radón en el aire (para sistemas de medida integradores y monitores en continuo)		
	2027	Ejercicio de intercomparación
Presupuesto €	180.000,00 euros	
Indicador de ejecución	Publicación de informes de resultados	
Indicador de resultados	Número de laboratorios o entidades participantes en las intercomparaciones y de asistentes a las Jornadas técnicas. Porcentaje de participantes que reportan resultados satisfactorios de acuerdo con los criterios de valoración fijados.	
Desarrollo	Para la consecución del objetivo propuesto se contemplan la ejecución de ejercicios de intercomparación periódicos, que se desarrollará de la siguiente forma: • Planificación del ejercicio. Establecimiento de los criterios de priorización de participantes y de criterios para la evaluación objetiva de resultados. • Realización del ejercicio de intercomparación. • Elaboración de informes de resultados y de informes individuales para los participantes. • Celebración de Jornadas técnicas.	

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS			A.4
Validar y mejorar las estrategias de muestreo temporal			
Objetivo	Validar y mejorar los protocolos de muestreo de la Guía de Seguridad 11.4 del CSN y del Apéndice C Documento Básico HS 6 “Protección frente al radón” del Código Técnico de la Edificación (CTE)		
Descripción	La exposición al radón tiene efectos nocivos para la salud solo a largo plazo. Por ello, el nivel de referencia de 300 Bq/m^3 establecido en la reglamentación viene expresado en términos del promedio anual de la concentración de radón en el aire interior. En la práctica, puede no ser viable o no estar justificado, medir a lo largo de un año completo. En base a la experiencia internacional y a la información sobre la variabilidad del radón disponible en la literatura científica, se consideran representativas del promedio anual: i) para lugares de trabajo, medidas de al menos 3 meses de duración, fuera de la época estival (salvo en lugares subterráneos en los que se requiere medir un año completo); y ii) en el ámbito del CTE, a fin de estimar la necesidad de acciones de remedio en los edificios con carácter previo a su rehabilitación, medidas de al menos dos meses, en cualquier época del año, sujetas a la aplicación de un factor de cobertura, en función de la zona climática y del periodo en el que estas se lleven a cabo. La obtención de series temporales de concentración de radón, a partir de mediciones en continuo tomadas durante un periodo de dos años, en un número suficiente de puntos de muestreo permitirá validar o revisar las estrategias de muestreo, cuantificando las tasas de error al estimar el promedio anual, y obteniendo coeficientes de variación por zona climática. Será posible, además, valorar la posibilidad de admitir ciclos más cortos de muestreo para verificar, por ejemplo, la efectividad de las medidas de remedio acometidas en un edifico. Para ello se establecerá una red piloto de 40 monitores de radón ubicados en plantas bajas o plantas subterráneas de lugares de trabajo o viviendas, seleccionados en función de sus niveles de radón y localización geográfica y se analizarán las series espacio-temporales.		
Responsable	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)		
Colaboradores	Universidad de Cantabria (LARUC); Universidad de Las Palmas de Gran Canarias (Grupo de Física de las Radiaciones); Universidad Politécnica de Valencia (Laboratorio Radiactividad Ambiental); Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana		
Producto	Publicación CSN (colección de informes técnicos). Revisión de los protocolos de muestreo (GS 11.4; DB-HS6)		
Cronograma de actuaciones	2023	Actividades 1 y 2	
	2024	Actividades 2 y 3	
	2025	Actividades 3	
	2026	Actividad 4	
	2027	Actividad 5	
Presupuesto €	50.000,00 euros		
Indicador de ejecución	Publicación de informes de resultados y puesta a disposición del público de las series de datos obtenidas		

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	A.4
Validar y mejorar las estrategias de muestreo temporal	
Indicador de resultados	Revisión de la Guía 11.4 del CSN. Número de participantes en jornadas/cursos.
Desarrollo	Para la consecución del objetivo se contemplan las siguientes actividades: • Verificación de los monitores de radón en el Laboratorio de Radiación Natural de Salices El Chico (Salamanca). Selección de puntos de medida. Desarrollo y puesta en servicio de la red piloto • Adquisición de datos. Análisis estadístico de las series de 1er año • Adquisición de datos. Análisis de resultados • Elaboración del informe final. Revisión de la Guía 11.4 del CSN • Actividades de divulgación de los resultados del proyecto y de formación de las entidades que participan en la medida de radón en viviendas y lugares de trabajo.

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.5
Estudiar las contribuciones por radón de los materiales de construcción		
Objetivo	Evaluar la exposición de la población al radón en las viviendas debida a la exhalación de los materiales de construcción.	
Descripción	La principal fuente de radón en los edificios es, en general, el terreno sobre el que estos se asientan, aunque, en condiciones particulares, el agua corriente o los materiales de construcción también pueden representar aportes importantes de radón al aire interior. En España, el artículo 75 de la Directiva 2013/59/Euratom, establece un nivel de referencia de 1 mSv/año para la exposición a la radiación gamma emitida por los productos de construcción. Ello limita indirectamente su contenido en Ra-226 y, por tanto, la exhalación de radón. No obstante, es necesario evaluar el grado de implantación de esta reglamentación en la práctica y valorar en qué medida garantiza que la contribución de los materiales de construcción no impida el cumplimiento del nivel de referencia establecido para el radón en los ambientes interiores (este es, 300 Bq/m^3). A partir de mediciones de la exhalación de radón de los materiales de construcción más utilizados en la práctica, se estimará la incidencia de esta fuente de radón sobre la dosis efectiva recibida en las viviendas (para el conjunto de la población y para los individuos más expuestos). El conocimiento adquirido permitirá determinar si son adecuados los controles actuales o si se requieren medidas adicionales.	
Responsable	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)	
Colaboradores	Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC), Universidad de Cantabria, Universidad de Extremadura (Laboratorio de Radiactividad Ambiental de Badajoz), Universidad de Huelva, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Santiago de Compostela (Instituto Gallego de Altas Energías).	
Producto	Informe de resultados y, si procede, propuestas de actuación sobre desarrollo de nueva normativa	
Cronograma de actuaciones	2023	Actividad 1
	2024	Actividades 2, 3, 4
	2025	Actividades 5,6
Presupuesto €	363.561,00 euros	
Indicador de ejecución	Publicación de informes de resultados	
Indicador de resultados	Estimación de las contribuciones a la dosis por radón de los materiales de construcción (para el promedio de la población y para los individuos más expuestos)	
Seguimiento	Informes de resultados	
Desarrollo	Para la consecución del objetivo propuesto se contemplan las siguientes actividades: • Desarrollar una metodología estandarizada para evaluar en laboratorio la exhalación de los materiales de construcción conformados o granulados. • Caracterizar radiológicamente (actividad específica y exhalación de radón) los materiales y elementos de construcción más utilizados en España.	

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	A.5
Estudiar las contribuciones por radón de los materiales de construcción	
	• Evaluar la contribución al radón en el aire interior de una habitación tipo debida a la exhalación de los materiales de construcción. • Investigar distintas técnicas de remediación/tratamientos que permitan reducir la exhalación de radón de un material. • Estimar las dosis por radón debidas a los materiales de construcción en viviendas. • Elaborar informes de resultados.

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS		A.6
Estudiar las contribuciones por radón del agua de consumo		
Objetivo	Caracterización de las masas de agua subterráneas que se utilizan para captación de agua destinada a la producción de agua de consumo	
Descripción	Una de las fuentes de radón en la población es a través del agua de consumo que provenga de masas de agua subterránea que se encuentre en terrenos graníticos. La Directiva 2013/51/Euratom del Consejo, de 22 de octubre de 2013, por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano, transpuesta al derecho interno español en el Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y que se ha actualizado en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, señala en su Disposición Adicional Primera que la caracterización de las masas de agua subterráneas que se utilizan para captación de agua destinada a la producción de agua de consumo por presencia del radón será realizada por la autoridad sanitaria bajo la coordinación del Ministerio de Sanidad contando, en su caso, con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear. Se realizará a partir de la información de la caracterización inicial realizada antes de 2019, con la información analítica disponible de las zonas de abastecimiento y de los datos históricos, estudios justificativos u otra información fiable disponible, y podrá ser actualizada cuando se disponga de nueva información que lo haga aconsejable. Incluyendo la determinación de la escala y la naturaleza de las posibles exposiciones al radón del agua destinada al consumo originadas por la geología y la hidrología de la zona afectada, la radiactividad de las rocas o del suelo y el tipo de captaciones, de modo que dicha información pueda utilizarse para evaluar los riesgos para la salud humana y orientar la acción en las áreas con posibilidad de exposición elevada.	
Responsable	Comunidades y Ciudades Autónomas	
Colaboradores	Consejo de Seguridad Nuclear y Ministerio de Sanidad	
Producto	Informe de resultados en el Informe Técnico Anual sobre calidad del agua de consumo en España y propuestas de actuación	
Cronograma de actuaciones	2023	Actividad 1
	2024-2025	Actividad 2
	2026	Actividad 3
Presupuesto €	Se estima que habría que realizar al menos 3 muestras por masa de agua subterránea (762) por lo que sería alrededor de 350.000,00 euros	
Indicador de ejecución	Nº y % de masas de agua subterráneas caracterizadas.	
Indicador de resultados	Valor medio y máximo cuantificado en Bq/L en cada Masa Subterránea	
Seguimiento	Informe anuales	
Desarrollo	Para la consecución del objetivo propuesto se contemplan las siguientes actividades: Actividad 1: Estado de situación del número de masas de agua caracterizadas y valores cuantificados encontrados.	

EJE: CONOCIMIENTO E INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	A.6
Estudiar las contribuciones por radón del agua de consumo	
	Actividad 2: Caracterización de las masas de agua subterráneas que faltan por caracterizar Actividad 3. Informe final sobre la caracterización de las masas de agua subterráneas en España por presencia de radón

<table>
<tr><th colspan="3">EJE: EDIFICACIÓN</th><th>B.1</th></tr>
<tr><td colspan="4">Normativa: Desarrollo, seguimiento y análisis de nueva sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad del CTE</td></tr>
<tr><td>Objetivo</td><td colspan="3">Limitar el riesgo de exposición de las personas a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables de las edificaciones.</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="3">Para el cumplimiento del objetivo, se establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los locales habitables de 300 Bq/m^3.</td></tr>
<tr><td>Responsable</td><td colspan="3">Ejecución: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (S.G. Arquitectura y Edificación)</td></tr>
<tr><td>Colaboradores</td><td colspan="3">Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)</td></tr>
<tr><td>Producto</td><td colspan="3">Normativa de obligado cumplimiento:
Sección HS 6 “Protección frente a la exposición al radón” del Código Técnico de la Edificación</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Cronograma de actuaciones</td><td>2019</td><td colspan="2">Publicación del documento reglamentario</td></tr>
<tr><td>2020</td><td colspan="2">Publicación guía de apoyo para rehabilitación</td></tr>
<tr><td>2021 y SS</td><td colspan="2">Seguimiento y análisis de su aplicación</td></tr>
<tr><td>Presupuesto €</td><td colspan="3">Sin costes, asumido por tareas ordinarias de la S.G. Arquitectura y Edificación del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</td></tr>
<tr><td>Indicador de ejecución</td><td colspan="3">Aprobación del documento reglamentario por el Real Decreto 732/2019:
https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DccHS.pdf
y publicación de la guía de apoyo:
https://www.codigotecnico.org/Guias/GuiaRadon.html</td></tr>
<tr><td>Indicador de resultados</td><td colspan="3">Nº Licencias concedidas en municipios incluidos en el Apéndice B de la Sección HS 6 del Documento Básico de Salubridad del CTE.
Mediciones realizadas en obras nuevas en las que se haya aplicado esta nueva normativa y en intervenciones en edificios existentes antes y después de la aplicación de esta.</td></tr>
<tr><td>Seguimiento</td><td colspan="3">A través de la Encuesta Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana que se debe rellenar al solicitar Licencias de obras.
A través de los datos suministrados por las entidades de medida.</td></tr>
<tr><td>Desarrollo</td><td colspan="3">Las líneas fundamentales de la nueva sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad, son:
Ámbito de aplicación.
La obligatoriedad de implementar medidas específicas de protección frente al radón se limita a aquellos municipios en los que haya una probabilidad significativa de que los edificios allí construidos sin medidas específicas de protección frente al radón presenten concentraciones de radón superiores al nivel de referencia. El listado de municipios es suministrado por el Consejo de Seguridad Nuclear y está elaborado en base a las campañas de mediciones realizadas por dicho Consejo en todo el territorio nacional. En el listado se clasifican los municipios en dos grupos, en función del nivel de riesgo, estableciéndose las medidas de protección dependiendo del grupo al que pertenezca el municipio en que se ubica el edificio.
La nueva sección es de aplicación a cualquier edificio, independientemente de su uso (vivienda o terciario). Es de aplicación a todos los edificios nuevos y también a intervenciones en edificios existentes en los siguientes casos:
en las ampliaciones, a la parte nueva; en el cambio de uso, a todo el edificio si se trata de un cambio de uso característico o a la zona afectada, si se trata de un</td></tr>
</table>

	cambio de uso que afecta únicamente a parte de un edificio en obras de reforma, a la zona afectada, cuando se realicen modificaciones que permitan aumentar la protección frente al radón o alteren la protección inicial. *Verificación y justificación de la exigencia.* Se establecen las medidas de protección contra el radón que deben implementarse en el edificio en función de la zona a la que pertenezca el municipio donde se ubica el mismo. Las medidas destinadas a limitar la concentración de radón en el interior de los edificios se basan en dos aspectos fundamentales: • Utilizar barreras de protección capaces de mitigar la entrada de gas radón procedente del terreno en el interior de la edificación. • Utilizar sistemas capaces de reconducir el gas radón al aire libre para evitar que penetre en el interior de las edificaciones, básicamente, mediante sistemas de ventilación de los espacios ubicados entre las zonas habitables del edificio y el terreno (como la cámara sanitaria o plantas bajas no habitables) o sistemas de despresurización del terreno de debajo del edificio. Las medidas anteriores se adoptan en cada caso en función del nivel de riesgo del municipio en el que encuentra la edificación. *Procedimiento de medida de la concentración de radón.* El Documento Básico también incluye en un apéndice de este un procedimiento reglado para la determinación experimental del promedio anual de concentración de radón en el aire en los locales habitables de un edificio. *Guía de rehabilitación frente al radón.* Como elemento de apoyo sin carácter reglamentario se ha publicado la guía de rehabilitación frente al radón cuyo objetivo es constituir una herramienta de ayuda para el diseño de soluciones de protección frente al radón. Proporciona los conceptos fundamentales necesarios que apoyan el correcto diagnóstico de las vías de entrada del radón, ilustra el proceso de realización de las mediciones de radón, así como presenta las soluciones de protección y proporciona criterios para la elección de las soluciones más adecuadas a cada caso. Pretende ser, por un lado, una herramienta fundamental para los proyectistas ante el reto de diseñar soluciones de protección frente al radón y, por otro, una fuente de información para los usuarios de edificios afectados, para que conozcan de forma aproximada el alcance de las soluciones posibles, así como las distintas vías de entrada del radón en el edificio y la influencia que puede llegar a tener el comportamiento de los propios usuarios en la concentración de este gas. Es una guía diseñada para ser actualizable y ampliable a través de fichas de soluciones tipo y de fichas con casos prácticos reales que puedan servir de ejemplo.

EJE: EDIFICACIÓN		B.2
Coordinación de la rehabilitación del parque edificado frente a la exposición al radón.		
Objetivo	El propósito es conocer los programas de rehabilitación en marcha orientados a una mejora de la protección frente al radón dentro del parque edificado en todas las CC. AA. y Entidades Locales, para tener un observatorio y posibilitar el intercambio de información.	
Descripción	Seguimiento de los programas de ayudas a la de rehabilitación edificatoria en relación con la protección frente a la exposición al radón, con especial interés en los términos municipales incluidos en el "Apéndice B. Clasificación de municipios en función del potencial de radón"de la Sección HS 6 "Protección frente a la exposición al radón" del Código Técnico de la Edificación, por ser estas las zonas con mayor afectación.	
Responsable	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (S.G. Arquitectura y Edificación)	
Colaboradores	Consejerías de edificación de las Comunidades Autónomas y Entidades Locales.	
Producto	Información edificatoria.	
Cronograma de actuaciones	2023 y ss.	Obtención y coordinación de datos
Presupuesto €	Sin costes, asumido por tareas ordinarias de la S.G. Arquitectura y Edificación del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y de las Consejerías de edificación de las Comunidades Autónomas	
Indicador de ejecución	Número de reuniones de grupo de coordinación	
Indicador de resultados	Datos que muestren el número de actuaciones afectadas con la finalidad de reducir los niveles de concentración de radón en los edificios: Identificación de los programas de ayudas. Número de edificios que han obtenido ayudas.	
Seguimiento	Recopilación de los datos de las actuaciones afectadas a través de los responsables de las CC. AA., una vez realizada la actuación correspondiente. Coordinación de los datos obtenidos por el MITMA.	
Desarrollo	Inicialmente se desarrollará por las CC. AA. y las Entidades Locales recopilando los datos relevantes a través de sus propios procedimientos en relación con las obras de rehabilitación y posteriormente serán suministradas al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana que coordinará dicha información para que sea homogénea con objeto de que sirva para conocer el alcance de estas actuaciones dentro del conjunto de las intervenciones en la edificación existente, en vistas a futuros planes de actuación.	

EJE: EDIFICACIÓN		B.3
Inclusión de datos de concentración de radón en el terreno, en el Sistema de Información Urbana (SIU)		
Objetivo	Integración de datos de concentración de radón en el terreno en la plataforma de información urbanística SIU.	
Descripción	Integrar la protección frente a la exposición al radón en los planes urbanísticos y ser una herramienta para la toma de decisiones constructivas referentes a las edificaciones nuevas y existentes.	
Responsable	Ejecución: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (S.G. Arquitectura y Edificación y S.G. de Suelo, Información y Evaluación).	
Colaboradores	Consejerías de edificación y urbanismo de las Comunidades Autónomas. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Entidades Locales e instituciones y organismos relacionados con la información territorial.	
Producto	El Sistema de Información Urbana (SIU) constituye un sistema público general e integrado de información, recogido en la Disposición adicional primera del TR de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, aprobado por RD Legislativo 7/2015, y desarrollado por parte del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en colaboración con las Comunidades Autónomas con el principal objetivo de promover la transparencia en materia de suelo y urbanismo en España. Enlace a SIU: https://www.mitma.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/sistema-de-informacion-urbana/sistema-de-informacion-urbana-siu	
Cronograma de actuaciones	2020	Obtención de datos y volcado de los mismos en plataforma
	2022 y SS	Mantenimiento y mejora de datos de información territorial
Presupuesto €	Sin costes, asumido por tareas ordinarias de la S.G. de Suelo, Información y Evaluación del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	
Indicador de ejecución	Consolidación en el sistema de la información territorial necesaria.	
Indicador de resultados	Utilización de la información territorial suministrada	
Seguimiento	Mantenimiento y mejora de la información territorial referente a la protección frente a la exposición al radón	
Desarrollo	El SIU contribuye a fortalecer un sistema que permite aproximarse de forma homogénea y comparable a la realidad urbanística, y que garantiza la máxima compatibilidad, coordinación y complementariedad con el resto de los sistemas de información. La principal herramienta para acceder a todo el contenido gráfico y alfanumérico del Sistema de Información Urbana es su visor cartográfico. A través el Visor SIU se accede de manera libre y gratuita a toda la información urbanística de los municipios integrados. Además, ofrece información complementaria, entre otra, sobre riesgos naturales entre la que se incluiría la referente a la protección frente a la exposición al radón. Esta información puede ser relevante a la hora de planificar futuros desarrollos urbanos.	

EJE: LUGARES DE TRABAJO		C.1
Evaluar la pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón		
Objetivo	Conocer la pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón.	
Descripción	Se evaluará la efectividad del cribado de cáncer de pulmón empleando tomografía computarizada de dosis baja de radiación para reducir la mortalidad por cáncer de pulmón en personas expuestas a elevadas dosis de radón.	
Responsable	Ministerio de Sanidad	
Colaboradores	Red de Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias	
Producto	Informe sobre cribado de cáncer de pulmón con tomografía computarizada de baja dosis	
Cronograma de actuaciones	2022	Análisis de la bibliografía relacionada. Selección de Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias.
	2023	Inicio de la evaluación. Redacción y publicación del informe de evaluación.
Presupuesto €	Costes asumidos por el Ministerio de Sanidad	
Indicador de ejecución	Publicación del informe	
Indicador de resultados	Efectividad del cribado de cáncer de pulmón	
Seguimiento	Revisión continuada de la evidencia científica sobre la pertinencia de la vigilancia sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón	
Desarrollo	Los trabajos de gestión de la pandemia por COVID-19 han retrasado el cronograma de actuaciones de esta línea de trabajo. Están en marcha tanto el análisis de la bibliografía relacionada como la evaluación de las Agencias de Evaluación de Tecnologías Sanitarias sobre cribado de cáncer de pulmón. Se prevé finalizar la elaboración del informe con los resultados obtenidos a finales de 2023.	

EJE: LUGARES DE TRABAJO		C.2
Facilitar la aplicación de la Publicación 137 Parte 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en lugares de trabajo con condiciones extremas		
Objetivo	Garantizar la fiabilidad de las estimaciones de dosis ocupacionales por radón y facilitar la adopción de las medidas de protección operacional adecuadas en aquellos casos en los que las soluciones de tipo constructivo son ineficaces o insuficientes	
Descripción	La Directiva europea 2013/59/Euratom requiere llevar a cabo una evaluación de dosis para las personas trabajadoras que desempeñan su actividad laboral en lugares de trabajo con concentraciones de radón superiores al nivel de referencia. Cuando estas dosis puedan ser superiores a 6 mSv/año, la exposición de las personas trabajadoras debe ser gestionada como una situación de exposición planificada, lo cual conlleva, entre otras medidas, implantar un programa de vigilancia dosimétrica. En 2018, la ICRP (Comisión Internacional de Protección Radiológica) publicó sus nuevos coeficientes de dosis por radón (Publicación 137, Parte 3). De acuerdo con éstos, en la mayoría de los lugares de trabajo, una concentración de radón de 300 Bq/m^3 corresponde a una dosis efectiva de 4 mSv/año. No obstante, en condiciones no estándar (por ejemplo, ambientes con humedad elevada, con alta o con muy baja concentración de aerosoles o con distribuciones de tamaño de partícula anómalas) la relación anterior puede infravalorar o, por el contrario, sobreestimar ampliamente las dosis recibidas. Por ello, en determinados tipos de lugares de trabajo, se hace necesario llevar a cabo investigaciones sobre los parámetros que más influyen en la dosis por radón, y, a partir de los resultados experimentales, hacer cálculos de dosis siguiendo la metodología propuesta por la ICRP. La información obtenida en estas investigaciones permitirá derivar coeficientes de dosis específicos para estos lugares de trabajo o, bien, diseñar programas de vigilancia dosimétricos ad hoc. Por otro lado, estas investigaciones serán relevantes, además, para el diseño de soluciones técnicas de mitigación (ej. ventilaciones forzadas) o para la selección de equipos de protección individual.	
Responsable	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)	
Colaboradores	Universitat Politècnica de Catalunya (INTE) Universitat Autònoma de Barcelona (Grupo de Física de las Radiaciones)	
Producto	Informe sobre la validación y metodología de utilización óptima de los coeficientes de conversión a dosis especificados en ICRP137. Revisión de la Guía 11.4 del CSN.	
Cronograma de actuaciones	2023	Actividades 1, 2 y 3
	2024	Actividades 4, 5, 6 y 7
	2025	Actividades 6, 7 y 8
	2026	Actividad 9
Presupuesto €	92.580,26 euros	
Indicador de ejecución	Publicación del informe de resultados. Revisión de la Guía 11.4 del CSN	
Indicador de resultados	Coeficientes de dosis específicos para lugares de trabajo tipo, y/o protocolos de estimación de dosis y vigilancia dosimétrica en función de parámetros medibles de forma rutinaria, distintos a la concentración de gas radón en el aire.	

EJE: LUGARES DE TRABAJO	C.2
Facilitar la aplicación de la Publicación 137 Parte 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en lugares de trabajo con condiciones extremas	
Desarrollo	Para conseguir el objetivo propuesto se contemplan las siguientes actividades: 1. Análisis de la sistemática desarrollada en la ICRP137 para el cálculo dosimétrico en los lugares de trabajo y estudio bibliográfico. Análisis de la aplicación del documento ICRP 137 para distintos escenarios de lugares de trabajo dónde las condiciones ambientales puedan dar lugares a factores de conversión a dosis diferentes. 2. Desarrollo de la metodología para las estimaciones de dosis en base a las variables medidas en lugar del trabajo, teniendo en cuenta las distintas variables que intervienen en el cálculo de la dosis como son, entre otras, las fluctuaciones temporales, factor de equilibrio, fracción libre, concentración de partículas en el aire y su espectro dimensional. 3. Identificación de lugares de trabajo para llevar a cabo estudios piloto de la estimación dosimétrica de acuerdo con la metodología desarrollada en el punto 2. Selección de emplazamientos para llevar a cabo los estudios piloto. Estos emplazamientos se pueden clasificar en dos tipos: I. Lugares de trabajo subterráneos como cuevas, minas y cavas, donde suelen haber fluctuaciones estacionales muy relevantes con niveles de radón más altos en verano que en invierno (contrariamente al caso de las viviendas, por ejemplo) y donde la distribución de tamaño de los aerosoles y su densidad suelen diferir mucho de los valores tipificados en atmósferas estándar. II. Lugares de trabajo en los cuales la principal fuente de radón es el agua subterránea, como es el caso de los balnearios y plantas de embotellamiento de agua subterránea, caracterizados por tener unas condiciones ambientales extremas y muy variables de temperatura y humedad en el interior de los distintos tipos de salas de tratamiento, donde se pueden encontrar aumentos muy repentinos. 4. Adecuación de la cámara de radón del INTE para la realización de medidas del factor de equilibrio, la fracción libre, la concentración de partículas en el aire y de su espectro dimensional. 5. Realización de una intercomparación en la cámara de radón del INTE-UPC con equipos de medida de descendientes del radón, del factor de equilibrio, la fracción libre y la concentración de partículas. La intercomparación estará abierta a distintos equipos tipo que dispongan los grupos de medida españoles. 6. Realización de medidas en los lugares de trabajo seleccionados. Determinación de los factores de conversión a dosis y comparación con los especificados en ICRP137. Estimación de la dosis que reciben los ocupantes de los recintos seleccionados a partir del modelo dosimétrico y de las recomendaciones establecidas en ICRP137. 7. Aplicación del modelo dinámico de las concentraciones de radón y descendientes en recintos interiores. El modelo que permite simular la evolución temporal tanto de las concentraciones de radón como sus descendientes totales y aquellos no adheridos a partículas de aerosol se aplicará a los resultados medidos en la cámara de radón y en los distintos lugares de trabajo. La validación del modelo podrá ser de gran utilidad para la mejora en la determinación de los factores de conversión a dosis. 8. Análisis de los resultados de dosis del punto 6 y 7 para la definición de procedimientos del cálculo dosimétrico en lugares de trabajo debido a la inhalación del gas radón. Se analizarán los resultados de dosis y se definirán los procedimientos para realizar los cálculos óptimos para cada tipo de recinto estudiado.

EJE: LUGARES DE TRABAJO	C.2
Facilitar la aplicación de la Publicación 137 Parte 3 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) en lugares de trabajo con condiciones extremas	
	9. Revisión de la Guía 11.4 del CSN, a la que se incorporará una nueva sección sobre determinación de la dosis recibida debida a la inhalación de radón y sus descendientes en lugares de trabajo con condiciones extremas.

EJE: LUGARES DE TRABAJO		C.3
Establecer mecanismos de coordinación y colaboración entre la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y el Consejo de Seguridad Nuclear		
Objetivo	Coordinar las actuaciones de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS) y del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y colaborar para un mejor desempeño de sus respectivas funciones inspectoras, con el fin último de garantizar una mayor protección de las personas trabajadoras contra el radón.	
Descripción	La reglamentación y normativa específica en materia de protección de las personas trabajadoras contra el radón se desarrollan en el Reglamento de Protección de la Salud contra los riesgos derivados de la exposición a las Radiaciones ionizantes (RPSRI) y en la Instrucción IS-33 del CSN. De acuerdo con este Reglamento, los titulares de determinadas actividades laborales —bien por la ubicación geográfica, bien por la naturaleza de estas— deben llevar a cabo mediciones de radón en el aire interior. En caso de que se detecten zonas en las que el promedio anual de la concentración de radón exceda el nivel de referencia (NR) de 300 Bq/m^3, están obligados a llevar a cabo actuaciones de mitigación y, cuando estas no consigan garantizar concentraciones inferiores al NR, declarar esta situación ante la autoridad competente de la comunidad autónoma. En este último caso quedan, además, sujetos a un programa de protección radiológica. Sin perjuicio de las competencias inspectoras del CSN, la colaboración de la ITSS es fundamental para dar información y asistencia técnica a las empresas y personas trabajadoras durante su actividad inspectora. En este contexto se hace necesario un protocolo de colaboración entre la ITSS y el CSN para un mejor cumplimiento de sus respectivas funciones, en los términos que establece el RPSRI.	
Responsable	Inspección ITSS – CSN	
Producto	Protocolo de colaboración ITSS – CSN en el ámbito de la protección ocupacional contra el radón	
Cronograma de actuaciones	2022-2024	Elaboración y firma del Protocolo de Colaboración. Organización de una jornada de presentación del Protocolo a los agentes interesados
	2025-2026	Desarrollo del protocolo. Reunión(es) del Comité de Coordinación y de la Comisión de Seguimiento
Presupuesto €	Propio de la ITSS y del CSN	
Indicador de ejecución	Firma del Protocolo de Colaboración. Actas del comité del Comité de Coordinación y de la Comisión de Seguimiento	
Indicador de resultados	Número de declaraciones presentadas en los Registros de Actividades Laborales con Exposición a la Radiación Nacional autonómicos (CSN). Número de comunicaciones de la ITSS al CSN (ITSS).	
Desarrollo	Para alcanzar el objetivo propuesto se contempla firmar y establecer un protocolo de colaboración entre la ITSS y el CSN, que incluya las siguientes actuaciones: 1. Formar a los Inspectores de Trabajo y Seguridad Social y Subinspectores Laborales (escala de Seguridad y Salud Laboral) a efectos de que puedan valorar la posible existencia de un incumplimiento o riesgo que se deba comunicar al CSN. El CSN facilitará esta formación en coordinación con la Escuela de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. 2. Arbitrar medios de consulta y asistencia técnica entre las Inspecciones Provinciales y el CSN con la finalidad de solventar las dudas o dificultades que puedan surgir en el marco de sus actuaciones inspectoras.	

EJE: LUGARES DE TRABAJO	C.3
Establecer mecanismos de coordinación y colaboración entre la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y el Consejo de Seguridad Nuclear	
	3. Constituir una comisión de seguimiento del Protocolo de Colaboración, integrada por representantes de la ITSS y del CSN, que se reunirá cada seis meses. 4. Crear un comité de coordinación ITSS–CSN que se reunirá al menos con periodicidad anual para analizar conjuntamente los resultados de las inspecciones y actuaciones llevadas a cabo por ambos organismos en materia de radón y para proponer actuaciones conducentes a mejorar la eficacia en el ejercicio de la función inspectora. 5. Llevar a cabo campañas de información a personas trabajadoras y empresas por parte del CSN, así como por parte del ITSS proporcionar información y asistencia técnica a las empresas y personas trabajadoras durante el ejercicio de su actividad inspectora.

EJE: ZONAS DE ACTUACIÓN PRIORITARIA		D.1
Seguimiento y difusión de la guía de rehabilitación frente al radón		
Objetivo	El objetivo de la Guía de rehabilitación frente al radón es el de ser una herramienta práctica de ayuda enfocada tanto al usuario de la vivienda como a los agentes que puedan intervenir en el proceso técnico de protección frente al radón en las intervenciones que se realicen en edificios existentes. Esta información dada, tanto al usuario, como al resto de los agentes, intenta abarcar, en la medida de lo posible, todo el proceso partiendo de la detección o diagnóstico del problema, la interpretación de los resultados obtenidos, y la elección de las medidas a adoptar que atajen el problema existente.	
Descripción	La guía reúne las siguientes características: 1. Práctica, con explicaciones detalladas. 2. Sencilla y fácilmente entendible tanto por un usuario como por un técnico cualificado no especialista en el área. 3. Ilustrada gráficamente, con ejemplos de las soluciones propuestas. 4. Completa, en el sentido de que debe recoger los casos más habituales, aunque no necesariamente exhaustiva. 5. Representativa del caso español, teniendo en cuenta la naturaleza de nuestra forma de construir.	
Responsable	Ejecución: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (S.G. Arquitectura y Edificación)	
Colaboradores	Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Consejerías de edificación de las Comunidades Autónomas Entidades Locales	
Producto	Documentación bibliográfica de carácter informativo. Formato digital.	
Cronograma de actuaciones	2020	Publicación inicial.
	2021 y SS	Revisión e inclusión de nuevos contenidos.
Presupuesto €	Costes asociados a la publicación (maquetación…)	
Indicador de ejecución	Publicación digital de la misma. Grado de difusión de la misma. Nº de descargas realizadas.	
Indicador de resultados	Encuestas a través de Colegios profesionales.	
Seguimiento	Inclusión de nuevos contenidos y mejora de los iniciales conforme a las necesidades detectadas en distintos ámbitos por el responsable y los colaboradores	
Desarrollo	A través de la Subcomisión Administrativa de Calidad en la Edificación se ha constituido un grupo de trabajo con los representantes en materia de edificación de aquellas Comunidades Autónomas que han solicitado formar parte del mismo, con la finalidad de consensuar el contenido de la Guía. El objetivo de la Guía de rehabilitación frente al radón es ser una herramienta práctica de ayuda enfocada tanto al usuario de la vivienda como a los agentes que puedan intervenir en el proceso técnico de protección frente al radón en las intervenciones que se realicen en edificios existentes. La guía se organiza en torno a: • un texto base en el que se explica cómo entra el radón en el edificio, se explica cómo realizar un diagnóstico de la existencia de radón, y finalmente se recogen las soluciones más habituales, facilitando la elección de las mismas en función de cada caso.	

EJE: ZONAS DE ACTUACIÓN PRIORITARIA	D.1
Seguimiento y difusión de la guía de rehabilitación frente al radón	
	• Fichas de cada una de las soluciones con detalles constructivos, evaluación de los costes de las mismas y puntos críticos a tener en cuenta para su correcta ejecución. • Fichas de ejemplos concretos. Difusión de este documento.

EJE: COMUNICACIÓN Y CONCIENCIACIÓN		E.1
Concienciación a la población y/o grupos específicos		
Objetivo	Aumentar la concienciación pública sobre los riesgos para la salud de la exposición al radón, así como las maneras de disminuir estos riesgos.	
Descripción	Promover y difundir el conocimiento sobre los riesgos para la salud de la exposición al radón a través de información veraz, fiable y contrastada, mediante una serie de actividades que incluirán el diagnóstico, divulgación, concienciación y evaluación de lo conseguido, en la población y/o grupos específicos.	
Responsable	Ministerio de Sanidad	
Colaboradores	CSN, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Trabajo y Economía Social, CC. AA, Entidades Locales	
Producto	Materiales divulgativos	
Cronograma de actuaciones	2024	Desarrollo de material divulgativo Campañas de divulgación
	2025 y SS	Mantenimiento y actualización de contenidos. Campañas de divulgación. Desarrollo de materiales específicos según grupo de interés
Presupuesto €	Recursos propios	
Indicador de proceso	Interacciones en Redes Sociales Nº campañas (con indicación de la población diana): por parte del Ministerio de Sanidad, CC. AA. y a nivel local. Tipo de medios de difusión empleados Nº materiales editados Población total de las Entidades Locales que componen la Red Española de Ciudad Saludables Nº de centros que han colaborado	
Indicador de resultados	Evaluación del grado de concienciación mediante análisis y/o encuestas	
Seguimiento	Mantenimiento y actualización de contenidos	
Desarrollo	Uno de los aspectos clave a abordar en el Plan Nacional contra el Radón es contribuir a que la población general, responsables locales y personas trabajadoras dispongan de información, fiable y concreta, sobre los riesgos para la salud de la exposición al radón, la manera de disminuir dichos riesgos, así como su relación con el tabaco. Para ello se llevarán a cabo diferentes líneas de actuación: *Material divulgativo* Se desarrollarán diferentes materiales divulgativos como folletos, carteles, spots, etc. que contendrán información sobre los riesgos para la salud de la exposición al radón, así como la manera de disminuirlos. Los materiales divulgativos se adaptarán a cada grupo de interés objetivo o, si es el caso, al público general e incorporarán información sencilla y entendible. *Redes Sociales* Para lograr una mayor difusión y alcance en la población y/o grupos específicos se incluirá la temática del radón en la campaña de redes sociales (RRSS) que se realiza por parte del Ministerio de Sanidad. Esta campaña se realizará a través de plataformas como Facebook y Twitter. Para valorar el impacto que tiene la campaña, al final de cada año se realizará un análisis de las interacciones que se hayan producido por parte de los usuarios en esta temática.	

	Sinergia entre radón y tabaco Otra información importante que se debe exponer en la campaña de comunicación es la relación entre el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón y a la exposición a radón. Es muy relevante la comunicación del hecho de que este riesgo se ve multiplicado por la sinergia entre la acción del radón y la del tabaco sobre el organismo, por lo que los fumadores deben ser considerados como un grupo de riesgo específico. Es importante sensibilizar a la población sobre las consecuencias de convivir en espacios donde se fuma, se consumen productos de tabaco calentado o se utilizan cigarrillos electrónicos, especialmente en aquellas zonas de actuación prioritaria de radón mediante actuaciones informativas/formativas: -Infografías y folletos -Campañas en medios y/o redes sociales *Coordinación con otras campañas divulgativas* Por la influencia del radón en el cáncer de pulmón y la sinergia con el efecto del tabaco, se realizarán acciones conjuntas con las campañas estatales sobre el antitabaquismo y la prevención del cáncer. Para ello se incluirá la información sobre dicha sinergia en las campañas realizadas por la Subdirección General de Promoción de la Salud y Prevención del Ministerio de Sanidad. Del mismo modo, en la información y documentación se hará especial hincapié en el mayor efecto del radón sobre los fumadores y se divulgarán campañas nacionales de antitabaquismo. De manera similar se realizarán campañas conjuntas con el Programa de Cribado Poblacional de Cáncer de esta subdirección, enfocadas a la formación de profesionales para una mejor prevención del cáncer en poblaciones expuestas a altos niveles de radón.

EJE: COMUNICACIÓN Y CONCIENCIACIÓN		E.2
Percepción pública en España del riesgo asociado al radón		
Objetivo	Obtener un diagnóstico previo a la comunicación sobre la percepción pública del radón en España que sirva de línea base para evaluar la efectividad del Plan Nacional y generar una base científica para enfocar la comunicación del radón.	
Descripción	Según la Organización Mundial de la Salud, una comunicación clara y eficaz con el público debe ser uno de los objetivos primordiales de un Plan Nacional contra el Radón. La comunicación de cualquier tipo de riesgo al público abarca una serie de pasos fundamentales, como la evaluación de la percepción pública del riesgo, el empleo de mensajes claros y comprensibles en cuanto al riesgo, o la identificación de los grupos a los que se deben dirigir estos mensajes. La comunicación de los riesgos del radón y de los correspondientes mensajes de prevención plantea series dificultades, porque el radón no es ampliamente conocido, y al tratarse de un riesgo natural, el público general puede no percibirlo como un peligro para la salud. Las campañas de comunicación sobre el riesgo asociado al radón deben diseñarse partiendo de las percepciones y del nivel de conocimientos sobre el radón entre los grupos destinatarios. Por ello, se obtendrá un diagnóstico sobre la percepción pública del radón en políticos, ciudadanía, periodistas y científicos, en España, en general, y en particular, en las Comunidades Autónomas más afectadas. Por otro lado, el tener una valoración cuantitativa de partida sobre el grado de concienciación de la sociedad proporcionará el nivel de base a partir del cual aumentar la eficacia y evaluar la eficacia de las actuaciones de comunicación que se lleven a cabo en el Plan Nacional contra el Radón	
Responsable	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)	
Colaboradores	Universidad de Santiago de Compostela	
Producto	Obtención de indicadores teniendo en cuenta, de manera diferenciada la población general y la población que reside en zonas especialmente afectadas por radón.	
Cronograma de actuaciones	2023	Actividades 1, 2, 3, 4 y 5
	2024	Actividades 6 y 7
	2025	Actividad 7
Presupuesto €	72.900,00 euros	
Indicador de proceso	Informe de resultados	
Indicador de resultados	Propuesta de un plan de comunicación al Comité del Plan Nacional contra el Radón	
Desarrollo	Para la consecución del objetivo se contemplan las siguientes actividades: • Revisión bibliográfica • Encuesta a la ciudadanía • Análisis de contenido de la agenda mediática • Análisis de contenido de la agenda institucional • Entrevistas en profundidad a periodistas, directores de comunicación, técnicos y políticos vinculados a la temática del proyecto • Diseño de una propuesta de plan de comunicación para los diferentes actores implicados en los próximos años • Difusión, divulgación y transferencia de resultados	

10. Bibliografía



1. Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los Riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
2. Ministerio de Sanidad (2021). Plan Estratégico de Salud y Medioambiente 2022-2026. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/pesma/docs/241121_PESMA.pdf
3. Ruano-Raviña A et al. (2007). Radón y cáncer de pulmón. Implicaciones para profesionales sanitarios, ciudadanos y administraciones públicas. Med Clin (Barc); 128(4): 545-9
4. IARC (1988). Man-made Mineral Fibres and Radon. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum, 43:1-300
5. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Conducting Human Health risk assessment. Disponible en: https://www.epa.gov/risk/conducting-human-health-risk-assessment
6. Organización Mundial de la Salud (2021). Nota descriptiva febrero 2021. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health
7. Linares Alemparte P. et al. (2020). Guía de Rehabilitación frente al Radón. Disponible en: https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/GuiaRadon/Guia_de_rehabilitacion_frente_al_radon+Fichas.pdf
8. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (2020). Conceptos básicos sobre la modificación del Código Técnico de la Edificación. DB-HS6 Protección frente al Radón. Disponible en: https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Conceptos_basicos_RD_732_2019_DBHS_6.pdf
9. Ruano-Raviña A et al. (2013). Radón interior. Un carcinógeno laboral olvidado. Arch Prev Riesgos Labor; 16(1):5-6
10. Ruano-Raviña et al. (2014). Radón interior y salud pública en España. Tiempo para la acción. Gac. Sanit.; 28(6):439-441
11. Biological Effects of Ionizing Radiation IV Report (1988). Health risks of radon and other internally deposited Alpha-emitters. BEIR, National Academy Press, Washington D.C.
12. Biological Effects of Ionizing Radiation VI Report (1999). Health effects of exposure to indoor radon. BEIR, National Academy Press, Washington D.C.
13. Darby S et al. (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ, 330/7485):223-227
14. Darby S et al. (2006). Residential radon and lung cancer: detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 subjects with lung cancer and 14208 subjects without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. Scand J Work Environ Health, 32 Suppl1: 1-83
15. Krewski D et al. (2005). Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies. Epidemiology, 16:137-145

16. Krewski D et al. (2006). A combined analysis of North American case-control studies of residential radon and lung cancer. J Toxicol Environ Health A, 69:533-597

17. Lubin JH et al. (2004). Risk of lung cancer and residential radon in China: pooled results of two studies. Int J Cancer, 109:132-137

18. Quindós L.S. (1985). Radón, un gas radiactivo de origen natural en su casa. Ed. Universidad de Cantabria-CSN

19. European Commission, Joint Research Centre – Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), European Atlas of Natural Radiation, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019. Disponible en: https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Download-page

20. Frutos Vázquez B et al. (2010). Protección frente a la inmisión de gas radón en edificios. Colección Informes Técnicos 24.2010. Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04.20+Protecci%C3%B3n+frente+a+la+inmisi%C3%B3n+de+gas+rad%C3%B3n+en+edificios

21. García-Talavera et al. (2013). Mapping radon-prone areas using gamma radiation dose rate and geological information. Journal of Radiological Protection 33, 605

22. Frutos Vázquez B et al. (2014). Técnica de ventilación como medida de rehabilitación frente a la inmisión de gas radón en edificios y su repercusión en la eficiencia energética. Congreso Latinoamericano REHABEND 2014. Disponible en: https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5748/T%c3%a9cnica%20de%20ventilaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

23. Quindós L. S. et al. (2016). The Laboratory of Natural Radiation (LNR) – a place to test radon instruments under variable conditions of radon concentration and climatic variables. NUKLEONIKA; 61(3):275–280

24. Piedecausa García B et al. (2011). Radiactividad natural de los materiales de construcción. Aplicación al hormigón. Parte II. Radiación interna: el gas radón. Revista Técnica CEMENTO HORMIGÓN, 946: 34-50. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/27056/1/Radiactividad%20natural%20de%20los%20materiales%20de%20construcci%C3%B3n_Parte%202.pdf

25. Organización Mundial de la Salud (2015). Manual de la OMS sobre el radón en interiores: una perspectiva de salud pública. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/161913/1/9789243547671_spa.pdf?ua=1

26. Barros-Dios JM et al. (2002). Exposure to residential radon and lung cancer in Spain: a population-based case-control study. Am J Epidemiol; 15; 156(6): 548-55

27. Llorca J et al. (2007). Falta de asociación entre las concentraciones de radón en el domicilio y el cáncer de pulmón en Cantabria. Arch Bronconeumol; 43(12):695-6

28. Barros-Dios JM et al. (2012). Residential radon exposure, histologic types, and lung cancer risk. A case-control study in Galicia, Spain. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev; 21(6): 951-8

29. Torres-Durán M et al. (2014). Lung cancer in never-smokers: a case-control study in a radon-prone area (Galicia, Spain). Eur Respir J; 44(4): 994-1001

30. Lorenzo-González M et al. (2019). Lung cancer and residential radon in never-smokers: A pooling study in the Northwest of Spain. Environ Res, May; 172:713-8

31. Lorenzo-González M et al. (2020). Lung cancer risk and residential radon exposure: A pooling of case-control studies in northwestern Spain. Environ Res. 2020 Jul 25; 189:109968

32. Barbosa-Lorenzo R et al. (2017). Residential radon and lung cancer: a cohort study in Galicia, Spain. Cad. Saúde Pública 2017; 33(6):e00189415

33. Barbosa-Lorenzo R et al. (2015). Radón residencial y cáncer de pulmón. Un estudio ecológico en Galicia. Med Clin (Barc). 2015; 144(7):304–308

34. RADPAR: Radon Prevention and Remediation Project. Executive Agency for Health and Consumer (EAHC) of DG SANCO

35. Ruano-Raviña A et al. (2021). Lung cancer mortality attributable to residential radon exposure in Spain and its regions. Environmental Research 199, 111372

36. Pérez-Ríos M et al. (2010). Attributable mortality to radon exposure in Galicia, Spain. Is it necessary to act in the face of this health problem? BMC Public Health; 10: 256

37. Bochicchio F et al. (2012). Quantitative evaluation of the lung cancer deaths attributable to residential radon: A simple method and results for all the 21 Italian Regions. Radiation Measurements; 50: 121-126

38. Catelinois O et al. (2006). Lung cancer attributable to indoor radon exposure in France: impact of the risk models and uncertainty analysis. Environ Health Perspect; 114(9): 1361-66

39. Gray A et al. (2009). Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them. BMJ; 338: a3110

40. Menzler S et al. (2008). Population attributable fraction for lung cancer due to residential radon in Switzerland and Germany. Health Phys; 95: 179-189

41. Veloso B et al. (2012). Lung cancer and indoor radon exposure in the north of Portugal – An ecological study. Cancer Epidemiology; 36 (2012): e26-e32

42. Ruano-Raviña et al. (2014). Residential radon exposure and esophageal cancer. An ecological study from an area with high indoor radon concentration (Galicia, Spain). Int J Radiat Biol; 90(4): 299-305

43. Ruano-Raviña et al. (2017). Residential radon exposure and brain cancer: an ecological study in a radon prone area (Galicia, Spain). Scientific Reports; 7: 3595

44. Wheeler BW et al. (2012). Radon and skin cancer in southwest England: an ecologic study. Epidemiol Camb Mass; 23(1):44-52

45. Raaschou-Nielsen O et al. (2008). Domestic radon and childhood cancer in Denmark. Epidemiol Camb Mass; 19(4): 536-43

46. Bräuner EV et al. (2013). Residential radon and brain tumour incidence in a Danish cohort. PloS One; 8(9): e74435

47. Turner Mc et al. (2012). Radon and COPD mortality in the American Cancer Society Cohort. Eur Respir J; 39(5): 1113-9

48. Lanz PM et al. (2013). Radon, Smoking and Lung Cancer: The Need to Refocus Radon Control Policy. American Journal of Public Health, 103:3

49. Directiva 2013/59/Euratom del Consejo 5 de diciembre de 2013 por la que se establecen normas de seguridad básica para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes

50. WHO. The global health observatory. (2021). National radon action plans and regulations. Disponible en: https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/gho-phe-radon-database

51. European Commission, Joint Research Centre (JRC), Directorate G – Nuclear Safety & Security. REM project. (2020). European Indoor Radon Map, December 2020. Disponible en: https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Digital-Atlas/Indoor-radon-AM/Indoor-radon-concentration

52. Ministero della Sallute (2002). Piano Nazionale Radon. Disponible en: https://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_2_1.jsp?lingua=italiano&id=2436

53. Ministero della Salute (2004). Progetto Avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischlo di tumore polmonare in Italia. Disponible en: https://www.ccm-network.it/documenti_Ccm/prg_area6/prg_6_Radon.pdf

54. Istituto Superiore di Sanità (2022). Pretezione dalle radiazioni. Disponible en: https://www.iss.it/protezione-dal-radon/-/asset_publisher/L6pCAKa9c9V6/content/radon-e-piano-nazionale-radon-italian-national-radon-program-

55. Autorité de sûreté nucléaire (2011). Plan nacional d´actions 2011-2015 pour la gestion du risque lié au radon. Disponible en: https://www.asn.fr/l-asn-informe/dossiers-pedagogiques/le-radon-et-les-professionnels/plans-nationaux-d-action/plan-national-d-action-2011-2015-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon

56. Autorité de sûreté nucléaire (2015). Plan nacional d´action 2016-2019 pour la gestion du risque lié au radon. Disponible en: https://www.asn.fr/l-asn-informe/dossiers-pedagogiques/le-radon-et-les-professionnels/plans-nationaux-d-action/plan-national-d-action-2016-2019-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon

57. Autorité de sûreté nucléaire (2021). Plan national d'action 2020-2024 pour la gestion du risque lié au radon. Disponible en: https://www.asn.fr/l-asn-informe/dossiers-pedagogiques/le-radon-et-les-professionnels/plans-nationaux-d-action/plan-national-d-action-2020-2024-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon-national-action-plan-2020-2024-for-management-of-the-radon-risk

58. National Radon Control Strategy Coordination Group, Ireland (2019). Final Report on the National Radon Control Strategy – Phase 1 April 2014 to 2018. Disponible en: https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/radon/national-radon-control-strategy---phase-1-2014-2018.php

59. National Radon Control Strategy Coordination Group, Ireland (2019). National Radon Control Strategy Phase 2 2019-2024. Disponible en: https://www.epa.ie/publications/monitoring--assessment/radon/nrcs-phase-2.php

60. Environmental Protection Agency (2014). National Radon Control Strategy for Ireland. Disponible en: https://www.epa.ie/our-services/monitoring--assessment/radiation/national-radon-control-strategy/

61. State Office for Nuclear Safety (2019). National Action Plan for control of public exposure to Radon. Disponible en: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/PZIZ/Radon/RANAP_ENG.pdf

62. Public Health England (2018). UK National Radon Action Plan. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/719911/UK_National_Radon_Action_Plan.pdf

63. Strålsäkerhetsmyndigheten, Swwdish Radiation Safety Authority (2018). Nationell handlingsplan för radon. Disponible en: https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/globalassets/radon/nationell-handlingsplan-for-radon.pdf

64. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germany (2019). Radon action plan for the sustainable reduction of radon exposure. Disponible en: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/radonmassnahmenplan_en_bf.pdf

65. Ministry of the Environment, Republic of Estonia (2019). National Radon Action Plan. Disponible en: https://envir.ee/en/media/2038/download

66. Federal Agency for Nuclear Control, Belgium (2021). Plan national belge d'action radon 2020-2025. Disponible en: https://afcn.fgov.be/fr/system/files/2021-09-22-belgian-national-radon-action-plan-2020-2025-fr-v2.pdf#:~:text=Le%20plan%20int%C3%A8gre%20les%20activit%C3%A9s,et%20des%20travailleurs%20au%20radon

67. Federal Office of Public Health FOPH Swiss Confederation (2020). Radon Action Plan 2021-2030. Disponible en: https://www.bag.admin.ch/dam/bag/en/dokumente/str/srr/broschueren-radon/paradon2130.pdf.download.pdf/255.018.052%20Radon-Aktionsplan%202021-2030_DE%20RZ.pdf

68. Federal Office of Public Health FOPH Swiss Confederation (2011). National Action Plan concerning Radon 2012-2020. Disponible en: https://www.bag.admin.ch/dam/bag/en/dokumente/str/srr/radonaktionsplan-2012-2020.pdf.download.pdf/radon-action-plan-2012-2020.pdf

69. Ministry of Social Affairs and Health, Helsinki (2021). National Radon Action Plan. Disponible en: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163672

70. Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovaion und Technologie (2021). Nationaler Radon-Maßnahmenplan. Disponible en: https://www.radon.gv.at/fileadmin/daten-radon/Radon_Massnahmenplan_genehm-20210713.pdf

71. Diário da República, 1.ªsérie. Nº 250 de 29 de dezmbro de 2022. Resolução do Conselho de Ministros nº 150-A/2022. Aprova o Plano Nacional para o Radão. Disponible en: https://files.dre.pt/1s/2022/12/25001/0001400091.pdf

72. Godet JL, Strand P, Dechaux E, Mrdakovic Popic J. French Nuclear Safety Authority (ASN), Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA). (2015). Radon National Action Plan. Report of an International Workshop. Norwegian Radiation Protection Authority

73. Heads of the European Radiological protection Competent Authorities (HERCA). (2014). HERCA Action Plan in relation to the transposition and implementation of Directive 2013/59/Euratom (Euratom BSS). Disponible en: https://herca.org/docstats/Action%20Plan%20BSS.pdf

74. Bochicchio, F. et al. (2022). National Radon Action Plans in Europe and Need of Effectiveness Indicators: An Overview of HERCA Activities. Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 4114. Disponible en: https://doi.org/10.3390/ijerph19074114

75. Suárez Mahou E et al. (2000). Proyecto MARNA. Mapa de radiación gamma natural. Colección Informes Técnicos 5. 2000. Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-02+Proyecto+Marna.+Mapa+de+radiaci%C3%B3n+gamma+natural

76. García-Talavera, M. et al. (2013). El mapa predictivo de exposición al radón en España. Colección Informes Técnicos 38.2013. Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-31%20El%20mapa%20predictivo%20de%20exposici%C3%B3n%20al%20rad%C3%B3n%20en%20Espa%C3%B1a

77. Consejo de Seguridad Nuclear (2017). Mapa del potencial de radón en España. Disponible en: https://www.csn.es/ca/mapa-del-potencial-de-radon-en-espana

78. Consejo de Seguridad Nacional (2011). Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes (RPSRI). Disponible en: http://piramidenormativa.sne.es/Repositorio/CSN/RD_783-2001%20Reglamento%20proteccion%20sanitaria%20sobre%20rad%20ion.pdf

79. Instrucción IS-33 del CSN, de 21 de diciembre de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural

80. García-Talavera, M et al. (2013). Avances reguladores en el control de la exposición al radón en España. Radioprotección (Madrid), 75(XX), 32-35

81. Consejo de seguridad Nacional (2012). Guía de seguridad 11.2 para el control de la exposición a fuentes naturales de radiación. Disponible en: https://www.csn.es/guias-de-seguridad/-/asset_publisher/0IH2ca8a9jhH/document/id/899064

82. Consejo de seguridad Nacional (2012). Guía de Seguridad 11.4. Metodología para la evaluación de la exposición al radón en los lugares de trabajo. Disponible en: http://piramidenormativa.sne.es/Repositorio/CSN/GSG-11.04%20Evaluacion%20de%20exposicion%20al%20radon%20en%20trabajo.pdf

83. Quindós L.S. et al. (1989). Radón, principal fuente de radiación natural. Revista española de física; vol 3, nº2, 22-27

84. García-Talavera M. et al. (2019). Cartografía del potencial de radón de España. Colección Informes Técnicos (INT-04.41) Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04.41+Cartograf%C3%ADa+del+potencial+de+rad%C3%B3n+de+Espa%C3%B1a

85. del Pozo Gómez, M. (Coord) (2009): Mapa Litoestratigráfico, de Permeabilidad e Hidrogeológico de España continuo digital a escala 1:200.000. Convenio de colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Geológico y Minero de España para la realización de trabajos técnicos en relación con la aplicación de la Directiva Marco del Agua en materia de agua subterránea. IGME. Madrid. Disponible en: http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/mapa.aspx?parent=../tematica/tematicossingulares.aspx&Id=15

86. Fernández A. et al. (2020). A New Methodology for Defining Radon Priority Areas in Spain. Environmental Research and Public Health (Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 1352) Public Health, 17, 1780

87. Código Técnico de la Edificación (CTE) (2019). Documento Básico HS 6 Protección frente a la exposición al radón. Disponible en: https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf

88. Laboratorio de Radón de Galicia. Mapas de mediciones. Disponible en: http://radon.gal/radon-en-galicia/mapa-mediciones/?lang=es

89. Consejo de seguridad Nacional (2010). Guía de Seguridad 11.1. Directrices sobre la competencia de los laboratorios y servicios de medida de radón en aire. Disponible en: http://piramidenormativa.sne.es/Repositorio/CSN/gs-11.01.pdf

90. Grossi C et al. (2022). Intercomparación 2020 de medidas de la concentración de radón en aire bajo diferentes condiciones ambientales. Equipos de medida en continuo y detectores integrados. Colección Informes Técnicos 55.2022. Disponible en: https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04.45+Intercomparaci%C3%B3n+2020+de+medidas+de+la+concentraci%C3%B3n+de+rad%C3%B3n+en+aire+bajo+diferentes+condiciones+ambientales.+Equipos+de+medida+en+continuo+y+detectores+integra/0b042258-39ec-1f00-50cf-2a725befaad4

11. Anexo



Acciones asociadas a cada objetivo y eje del Plan Nacional contra el Radón y organismo responsable

Eje	Objetivo estratégico	Objetivo específico	Acción	Organismo Responsable
1. Conocimiento e infraestructura básica	Conocer la magnitud del problema, e identificar y solventar las carencias o dificultades para la aplicación de controles o soluciones efectivas	Evaluar la exposición de la población al radón (considerando las contribuciones del suelo, del agua y de los materiales de construcción), y estimar su incidencia en la salud de la población	Desarrollo de campañas de mediciones, en colaboración con CC. AA. y ayuntamientos.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
			Desarrollar mapas de potencial de radón a escala regional o local y producir el mapa nacional de exposición poblacional.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
			Estudiar las contribuciones a las dosis por radón de los materiales de construcción.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)/Ministerio de Sanidad
			Estudiar las contribuciones por radón del agua de consumo.	Comunidades y Ciudades Autónomas
			Estimar el número de cánceres atribuibles al radón en la situación actual y hacer proyecciones sujetas al cumplimiento de los objetivos previstos en el Plan Nacional contra el Radón.	Ministerio de Sanidad
		Asegurar la fiabilidad y la calidad de las determinaciones de concentración de radón o dosis	Identificar la capacidad técnica metrológica y dosimétrica en términos de la oferta existente y la demanda prevista.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
			Fomentar desarrollo de una infraestructura metrológica acorde con las necesidades del Plan Nacional contra el Radón y los requerimientos reglamentarios, y que garantice la homogeneidad y la trazabilidad de las mediciones. Apoyar la organización de intercomparaciones.	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

Eje	Objetivo estratégico	Objetivo específico	Acción	Organismo Responsable
2. Edificación	Reducir la concentración de radón en los edificios	Desarrollar y actualizar la Normativa	Analizar necesidades de nueva regulación, no contempladas o no disponibles y el desarrollo de las mismas.	Ministerio de Movilidad, Transportes y Agenda Urbana
		Impulsar programas de formación específicos para los distintos agentes que intervienen en el ámbito de la edificación.	Desarrollar actuaciones específicas encaminadas a la formación de los agentes intervinientes en el ámbito de la construcción tanto en la fase de diagnóstico como en el remedio.	Ministerio de Movilidad, Transportes y Agenda Urbana
		Poner en marcha programas de intervención en edificios ya existentes.	Estimación de costes.	Ministerio de Movilidad, Transportes y Agenda Urbana
		Analizar la afección en función de las tipologías arquitectónicas	- Desarrollar actuaciones específicas encaminadas a la formación de los agentes intervinientes en el ámbito de la construcción tanto en la fase de diagnóstico como en el remedio. -Evaluar la posible integración de datos de radón en las plataformas de información urbanística.	Ministerio de Movilidad, Transportes y Agenda Urbana
		Diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal	- Facilitar asistencia técnica en el ámbito de la construcción. - Desarrollar sectorialmente instrumentos financieros para particulares y PYMES - Integrar la prevención contra el radón en los planes urbanísticos.	Comunidades Autónomas
3. Lugares de trabajo	Reducir las exposiciones ocupacionales al radón y garantizar la implantación del nivel de referencia y el cumplimiento del límite de	Monitorizar y fomentar el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable a los lugares de trabajo	Establecer un acuerdo de coordinación entre la inspección de Trabajo y Seguridad Social y la inspección del CSN.	
			Desarrollar campañas específicas en empresas, sectores y colectivos prioritarios.	

Eje	Objetivo estratégico	Objetivo específico	Acción	Organismo Responsable
	dosis para personas trabajadoras expuestas		Garantizar y fomentar la competencia de las entidades que intervienen en la medida de radón y la evaluación del radón en los lugares de trabajo (laboratorios de medida de Rn, UTPRs, servicios de dosimetría personal de radón).	
			Proporcionar formación específica sobre radón a los servicios de prevención y fomentar la integración de la protección contra el gas en los planes de prevención de riesgos laborales de las empresas.	
			Evaluar la pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón	Ministerio de Sanidad
4. Zonas de actuación prioritaria	Desarrollar medidas acción para reducir la exposición al radón en las zonas de actuación prioritaria	Desarrollar una metodología fácilmente aplicable en las zonas más afectadas	- Desarrollo de un conjunto de herramientas para aplicarse en zonas de actuación prioritaria - Guía para rehabilitación de edificios frente al radón. - Guías de buenas prácticas en temas de agua.	Transversal
		Incorporar el trabajo realizado por las Comunidades Autónomas en materia de protección frente al radón		
		Diseñar e impulsar instrumentos de apoyo a nivel autonómico y municipal		

Eje	Objetivo estratégico	Objetivo específico	Acción	Organismo Responsable
5. Comunicación y concienciación	Potenciar la concienciación del público, profesionales y administraciones	Aumentar la concienciación pública sobre los efectos del radón en la salud, y en particular, en combinación con el tabaco	- Diagnóstico sobre la percepción pública del radón en España - Elaboración de folletos y vídeos informativos. - Desarrollo de sistemas de comunicación (página web, redes sociales). - Organización de jornadas divulgativas - Desarrollar actuaciones de información y concienciación enfocadas al usuario, en edificación existente.	Transversal
		Fomentar el compromiso de las administraciones públicas y la integración de radón en los programas y planes afines	- Facilitar con ayudas la integración de los distintos niveles de la administración pública en el desarrollo de programas relacionados con el radón.	Transversal