Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica de Personas Trabajadoras Expuestas a Radón

Presentación

Este protocolo forma parte del trabajo desarrollado por las Administraciones Sanitarias a través de la Ponencia de Salud Laboral de la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Trata de establecer los criterios de vigilancia de la salud de aquellas personas trabajadoras clasificadas como expuestas a radón.

La elaboración de este protocolo se ha coordinado desde la Universidad de Santiago de Compostela (Laboratorio de Radón de Galicia) y en él han participado la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), el Grupo Español de Cáncer de Pulmón (GECP), la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR), Salud Laboral OSALAN/Ponencia de Salud Laboral, la Confederación Sindical de Comisiones Obreras (CCOO), el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), el Instituto de Seguridad y Salud Laboral de Galicia (ISSGA) y, finalmente, el Ministerio de Sanidad.

El protocolo surge como una consecuencia lógica de un trabajo previo encargado por el Ministerio de Sanidad y publicado en agosto de 2024 titulado “Revisión de Evidencia y Buenas Prácticas sobre Vigilancia Sanitaria específica en personas expuestas a radón ocupacional” [1]. En el documento referenciado se ha revisado exhaustivamente la literatura sobre este aspecto, se ha consultado con diferentes personas expertas de otros países europeos y se hace una reflexión sobre las circunstancias que deben perfilar los criterios de vigilancia de la salud de las personas trabajadoras que han estado expuestas a radón. Una conclusión de este informe previo es la necesidad de disponer de un protocolo de vigilancia específico de estas personas trabajadoras, que es el objeto del presente documento.

La protección de las personas trabajadoras en el ámbito laboral está regulada en España por diversas leyes y normativas, empezando por la propia Constitución, que indica en su artículo 40.2 que “los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y readaptación profesionales; velarán por la seguridad e higiene en el trabajo y garantizarán el descanso necesario, mediante la limitación de

la jornada laboral, las vacaciones periódicas retribuidas y la promoción de centros adecuados". En ello subyace el derecho a la salud de las personas trabajadoras.

A nivel internacional, y también en España, se han ido reduciendo progresivamente los niveles de referencia de la exposición a radón en el ámbito residencial y laboral a medida que ha ido surgiendo nueva evidencia científica [2]. En España, la exposición a radón en el ámbito laboral fue regulada por primera vez en el Real Decreto 783/2001, por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, que ya contemplaba una vigilancia sanitaria de las personas trabajadoras expuestas [3]. Posteriormente, la instrucción IS-33 del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), publicada en enero de 2012 estableció niveles de referencia en diversos puestos de trabajo en función de si podían tener o no permanencia del público, uso residencial o educativo, además de en ciertos lugares donde es esperable que existan concentraciones elevadas de radón, como cuevas, minas y otros lugares de trabajo específicos [4]. En 2014, se aprueba la Directiva Europea de Normas Básicas para la Protección frente a las Radiaciones Ionizantes (Directiva 2013/59/Euratom)[5] por la que los Estados miembros deben establecer niveles de referencia que no superen los 300 Bq/m^3 para la concentración de radón en lugares de trabajo (ni en viviendas), originando cambios reglamentarios en el ordenamiento jurídico español [6]. Esta directiva establece, además, que debe haber una vigilancia médica de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes y que ésta debe ser realizada por los servicios de salud laboral. El documento Radiation Protection 193[7], en el que la Comisión Europea da orientaciones a los Estados miembro sobre la transposición de los requisitos de la Directiva 2013/59/Euratom relativos a radón ocupacional, hace referencia a la necesidad de una vigilancia médica para garantizar que la salud de las personas trabajadores sea adecuada a las tareas que deban desempeñar, sin desarrollar en qué debe consistir esa vigilancia.

Como consecuencia de la Directiva Europea 2013/59/Euratom [5], se publica el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se actualiza el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RD 1029/2022)[6]. En este Real Decreto se establece cómo y en qué lugares de trabajo debe estimarse el promedio anual de concentración de radón mediante mediciones a través de laboratorios acreditados. Asimismo, establece la obligación de que los titulares de las actividades laborales tomen medidas para reducir la concentración de radón (y/o la exposición de las personas trabajadoras) en aquellos casos en los que haya zonas con concentraciones superiores al nivel de referencia de los 300 Bq/m^3. Además, se establece la obligación de estimar la dosis efectiva individual debida a la exposición a radón de las personas trabajadores con acceso a esas zonas y de clasificarlas como expuestas al radón cuando esa dosis pueda superar los 6 mSv por año oficial.

En el Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes (RD 1217/2024)[8] se incluye además la obligación de que dicha estimación de dosis la realice una Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) acreditada en el ámbito de la radiación natural y se introducen los plazos para declarar esta situación a la autoridad

competente (que difieren en función de si la concentración de radón en el lugar de trabajo supera o no 1.000 Bq/m3) y para remitir al CSN los informes preceptivos.

Por otro lado, el artículo 32 del RD 1029/2022 establece que la dosis efectiva anual de cada persona trabajadora debe consignarse en su historial dosimétrico, y los resultados del control dosimétrico se transmitirán al servicio de prevención para su valoración a efectos de la salud de las personas trabajadoras. Este protocolo debe aplicarse sin perjuicio de la aplicación de todas las obligaciones dispuestas en el RD 1029/2022 y en el RD 1217/2024.

Cabe destacar que el Plan Nacional Contra el Radón, publicado en 2024 [9], dispone la valoración de la posible pertinencia de proponer un Protocolo de Vigilancia Sanitaria específica para personas trabajadoras expuestas a radón. Para esta vigilancia sanitaria específica se diseña el presente *Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica de Personas Trabajadoras Expuestas a Radón*. Su objeto es disponer de una estrategia de abordaje común que además garantice la equidad en la actuación ante este tipo de situaciones.

Finalmente, consideramos que este protocolo es útil tanto por las acciones que propone como por aquellas que omite. En este sentido, es parte de los objetivos de este protocolo armonizar las actuaciones dirigidas a las personas trabajadoras expuestas al radón, evitando intervenciones innecesarias o ineficaces desde una perspectiva basada en la evidencia.

El presente protocolo debe aplicarse sin perjuicio de la aplicación de las obligaciones dispuestas en el RD 1029/2022 y en el RD 1217/2024.

Índice

Presentación....1
1.Criterios de aplicación....4
2.Definición del problema....4
2.1 Definiciones....4
2.2 Lugares de trabajo prioritarios con especial riesgo de exposición al radón interior..6
2.3. Mecanismos de acción....6
2.4. Efectos sobre la salud....7
2.5. Pronóstico....8
2.6 Prevención del cáncer de pulmón....8
2.6.1. Prevención primaria....8
2.6.2. Prevención secundaria....10
3. Evaluación del riesgo....10
4.Protocolo sanitario específico....13
4.1. Vigilancia individual de la salud....13
4.2 Vigilancia colectiva de la salud....21

Referencias 22
Anexo I.....24
Anexo II.....26

1.Criterios de aplicación

Este protocolo de vigilancia específica de la salud se aplicará a las personas trabajadoras expuestas a radón. Es decir, a aquellas que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón superior a 6 mSv por año oficial.

2.Definición del problema

2.1 Definiciones

Exposición al radón: exposición al radionucleido Rn-222 y su progenie de corto período de semidesintegración.

Personas trabajadoras expuestas a radón: se considerarán como tales aquellas que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón en el lugar de trabajo superior a 6 mSv por año oficial, tal como se establece en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Centro de trabajo: unidad productiva con organización específica que sea dada de alta como tal ante la autoridad laboral.

Lugar de trabajo: cualquier espacio en el que las personas trabajadoras deban permanecer o al que deban acceder en razón a su trabajo, incluidos los distintos lugares a los que deban desplazarse en el ejercicio de éste.

Dosis efectiva: Suma de las dosis equivalentes en todos los órganos y tejidos del organismo, corregida ponderadas por la diferente sensibilidad al daño de los distintos órganos y tejidos. Representa la probabilidad de que niveles bajos de radiación ionizante produzcan cáncer. Sus unidades son los sieverts y, siguiendo el modelo de estimación del riesgo, y el coeficiente nominal de probabilidad para el riesgo de cáncer ajustado al detrimento para toda la población propuesto en ICRP 103 [10], un sievert equivale a un 5,5% de incremento en el riesgo de incidencia de cáncer, aunque la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) advierte de la incertidumbre

que conllevan estas estimaciones, entre otras razones porque se aplican factores de conversión o eficacia para proyectar los datos existentes de riesgo de cáncer determinado a dosis y tasas de dosis elevadas, a los riesgos que se aplicarían a las dosis y tasas de dosis bajas.

ICRP advierte también explícitamente que estos coeficientes nominales de riesgo recomendados deberían aplicarse a poblaciones enteras y no a individuos. Igualmente advierte de que, debido a la incertidumbre en los efectos sobre la salud a bajas dosis, la Comisión estima que no es adecuado, para los propósitos de la planificación de la salud pública, calcular el número hipotético de casos de cáncer o de enfermedad heredable que podría asociarse a dosis de radiación muy pequeñas sufridas por un número grande de personas durante periodos prolongados de tiempo.

Habitualmente se utiliza como unidad el milisievert (mSv), la milésima parte de un Sievert.

Año oficial: período de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive, tal como se establece en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Servicio y Unidad Técnica de Protección Radiológica: entidades expresamente autorizadas por el Consejo de Seguridad Nuclear para desempeñar las funciones establecidas en el Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. En concreto, pueden estar autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear para prestar servicio de asesoramiento técnico en materia de radón.

El Servicio de Protección Radiológica es una entidad propia de un titular o mancomunada por varios titulares, mientras que la Unidad Técnica de Protección Radiológica es una entidad ajena contratada por el titular.

Radón interior: radón que se acumula en espacios interiores procedente habitualmente del subsuelo. El radón suele penetrar en los espacios de trabajo, edificios u otras obras o lugares de trabajo cerrados o confinados a través de grietas, fisuras o juntas mal selladas, y a partir de ahí difundir a otras estancias, que pueden ser en el mismo piso o en pisos superiores del edificio o construcción afectado.

Actividad: magnitud física que mide la tasa de desintegración de un radionucleido, correspondiente a una cantidad de dicho radionucleido en un determinado estado energético en un momento dado. La unidad de actividad es el becquerel (Bq). Un becquerel es igual a una desintegración nuclear por segundo, por tanto, 300 Bq/m^3 serían equivalentes a 300 desintegraciones atómicas en un segundo en un volumen de un metro cúbico. En el caso del radón, esas desintegraciones son equivalentes a partículas alfa, que es la que produce el átomo de radón inestable al transformarse en otro elemento.

Consumo de tabaco acumulado en la vida: se mide en paquetes-año consumidos por una persona, siendo ésta una unidad que combina los años de consumo de tabaco y la intensidad del hábito en cigarrillos consumidos al día, teniendo en cuenta que un

paquete equivale a 20 cigarrillos. El índice paquetes/año (IPA) se calcula: (número de cigarrillos que fuma al día por el número de años que lleva fumando, y dividido entre 20. Así, una persona que haya fumado 20 cigarrillos diarios (1 paquete) durante 20 años tendrá un consumo acumulado de 20 paquetes-año, equivalente al de una persona que haya fumado 10 cigarrillos (medio paquete) durante 40 años. El riesgo de cáncer de pulmón se asocia directamente con el consumo acumulado de tabaco.

2.2 Lugares de trabajo prioritarios con especial riesgo de exposición al radón interior.

Todos los lugares interiores, incluyendo viviendas y lugares de trabajo, en cualquier ubicación o de cualquier naturaleza, tienen riesgo presentar niveles elevados de concentración de radón en aire. No obstante, existen lugares de actuación prioritaria definidos por el Real Decreto 1029/2022 y por la Instrucción IS-47 del Consejo de Seguridad Nuclear [11], en los que es más probable encontrar valores de concentración superiores al nivel de referencia.

Por ello, los siguientes lugares de trabajo se consideran de actuación prioritaria, excluidas las zonas al aire libre. En estos lugares de trabajo de actuación prioritaria, la persona responsable de la actividad laboral queda obligada a estimar el promedio de concentración de radón en los centros de trabajo:

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 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.

2.3. Mecanismos de acción

La radiación ionizante tipo alfa que emite el radón y, sobre todo, sus descendientes de vida media corta, bombardean el tracto respiratorio una vez inhalados, pudiendo inducir mutaciones carcinogénicas. Los descendientes de vida media corta son isótopos de Polonio en forma sólida que se encuentran en suspensión, bien en forma libre, bien adheridos a los aerosoles, en el aire que se respira y que al ser inhalados se adhieren con facilidad al epitelio pulmonar donde rápidamente van a desintegrarse emitiendo radiación alfa [12].

La radiación alfa tiene un alto poder ionizante y poca capacidad de penetración, lo que provoca que deposite gran cantidad de energía en el medio en que se encuentra inmediatamente colindante, como las células del epitelio pulmonar.

El mecanismo por el cual la exposición a radón produce cáncer de pulmón no es totalmente conocido[13]. Existen varias hipótesis acerca de este efecto que quedan fuera

del alcance de este documento. Es importante destacar que, en la actualidad, no hay ningún marcador molecular o genético que permita caracterizar a las personas que han estado expuestas a concentraciones elevadas de gas radón.

2.4. Efectos sobre la salud

La exposición a radón se asocia exclusivamente con un aumento de riesgo el cáncer de pulmón en adultos, por lo tanto, los efectos sobre la salud para tener en cuenta se restringen a esta entidad neoplásica en esta población (tanto en hombres como en mujeres).

El cáncer de pulmón tiene una sintomatología muy variable, haciendo que su diagnóstico pueda ser complejo en ocasiones. Los pacientes con cáncer de pulmón suelen estar asintomáticos en las fases precoces de la enfermedad. La mayoría de los pacientes con cáncer de pulmón se diagnostican cuando la enfermedad ya está en fase avanzada debido a que los síntomas pueden ser muy imprecisos o inespecíficos y ser semejantes a los de otras enfermedades. La mayoría de los cánceres de pulmón solo causan síntomas cuando ya se han propagado. No hay un signo o síntoma que sea patognomónico. Sin embargo, algunas personas con cáncer de pulmón pueden experimentar una serie de síntomas, más o menos comunes, que pueden servir de alerta para su derivación a especialista:

- Tos persistente: suele estar presente en el 50-75% de los pacientes
- Dolor constante en el pecho, al respirar o toser
- Esputos con sangre o color metal oxidado (hemoptisis): se encuentra en el 2550% de los pacientes
- Dificultad respiratoria (disnea): se observa en el 25-40% de los pacientes y puede ser debida a muchas causas
- Pitidos o ruidos al respirar
- Ronquera y cambios en la voz: la afonía se debe a la afectación del nervio laríngeo recurrente que paraliza la cuerda vocal izquierda
- Fatiga
- Pérdida de apetito
- Pérdida de peso
- Dolor de huesos

Los síntomas más específicos suelen indicar una enfermedad más avanzada por extensión del tumor (síndrome de vena cava superior, afonía o hemoptisis). Otros síntomas o signos pueden relacionarse con la propagación a diferentes partes del cuerpo (sistemas nervioso, óseo o linfático, hígado, etc.).

Cabe destacar la exposición a radón supone un riesgo para los pulmones de quien lo inhala (riesgo de cáncer de pulmón), por lo que el embrión o el feto no se ven

afectados y en el caso de mujeres embarazadas no son necesarios controles adicionales ni medidas de protección especial [14,15].

2.5. Pronóstico

Si bien, en general, la supervivencia del cáncer de pulmón ha aumentado ligeramente en los últimos años, ésta sigue siendo baja. A los cinco años del diagnóstico, la supervivencia se sitúa en un 26,7%, según datos norteamericanos de pacientes diagnosticados entre 2014 y 2020 [16]. Más de la mitad de los pacientes con cáncer de pulmón se diagnostican en estadio IV, es decir, cuando ya existe metástasis en el momento del diagnóstico.

2.6 Prevención del cáncer de pulmón

Estudios epidemiológicos muy robustos y de elevado tamaño muestral indican que existe una asociación dosis-efecto lineal y estadísticamente significativa entre la exposición a radón y el riesgo de cáncer de pulmón [17]. El efecto del radón como factor de riesgo de cáncer de pulmón aplica a todos sus tipos histológicos.

Existe evidencia sólida de que, si la exposición a radón interior ocurre simultáneamente con el consumo de tabaco, el riesgo de cáncer de pulmón aumenta de forma relevante. Esto es debido a que el radón y el tabaco tienen un efecto sinérgico submultiplicativo; es decir, el efecto combinado es superior a la suma de los riesgos de ambas exposiciones por separado [17]. De hecho, esta interacción implica que la mayoría de los casos de cáncer de pulmón atribuidos a la exposición a radón ocurran en personas fumadoras y exfumadoras [18]. Una de las maneras más efectivas de reducir el riesgo de cáncer de pulmón atribuido al radón es evitar el consumo de tabaco entre las personas expuestas.

En el documento Revisión de Evidencia científica sobre vigilancia de la salud de personas expuestas a radón ocupacional publicado por el Ministerio de Sanidad (https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/radon/publicaciones/home.htm) se describe en profundidad la evidencia científica disponible sobre la exposición a radón [1].

2.6.1. Prevención primaria

Exposición a radón

Como la relación entre radón y cáncer de pulmón es lineal, se asume que cuanto más baja sea la concentración de radón, menor será el riesgo de cáncer de pulmón. La presencia de radón es ubicua, y no es posible eliminarla, aunque sí reducirla, por ello, se establece un nivel de referencia que es el nivel a partir del cual se considera razonable y pertinente tomar acciones de mitigación, y que en el caso de España es de 300 Bq/m^3.

Para actuar frente a este riesgo se debe:

1. Realizar una medición de los niveles de radón, de al menos 3 meses de duración con un laboratorio que disponga de acreditación según la ISO 17025 para ello.
2. En el caso de encontrar niveles excesivos de radón (> 300 Bq/m^3), tomar acciones para reducirlo. Para ello está disponible la Guía de Rehabilitación frente a Radón [19].
3. Una vez implementadas esas acciones, repetir la medición para comprobar que los niveles de radón se han reducido suficientemente.

De acuerdo con la reglamentación aplicable, cuando en un lugar de trabajo haya zonas en las que el promedio anual de concentración de radón en aire exceda el nivel de referencia de 300 Bq/m^3, a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización, el titular de la actividad laboral:

a) Reevaluará las concentraciones de radón en aire con la frecuencia que en cada caso establezca el Consejo de Seguridad Nuclear [11]

b) Estimará las dosis efectivas anuales debidas al radón que puedan recibir las personas trabajadoras con acceso a esas zonas.

c) Clasificará como personas trabajadoras expuestas al radón a aquellas 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 superior a 6 mSv por año oficial.

Cuando en alguno de los lugares de trabajo a los que se refiere el apartado 2.2 de este protocolo, que se corresponde con los establecidos en el artículo 75.1 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, 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, cuyo alcance estará en función del riesgo asociado y se aplicarán los artículos que se citan en este artículo del Real Decreto. En ningún caso la exposición de las personas trabajadoras debe superar los 20 mSv anuales, límite máximo marcado por este Real Decreto.

Consumo de tabaco

El principal factor de riesgo de cáncer de pulmón es el hábito tabáquico, que además tiene un efecto sinérgico con el resto de los factores de riesgo de cáncer de pulmón, entre ellos el radón [17]. La deshabituación tabáquica no solo reduce el exceso de riesgo debido al tabaco sino también el debido a otras exposiciones carcinogénicas que la persona fumadora pueda tener.

Exposición a otros carcinógenos pulmonares en el trabajo

La eliminación o reducción de otras exposiciones laborales a cancerígenos pulmonares es necesaria para reducir el riesgo de cáncer de pulmón del individuo. El anexo I recoge el listado de cancerígenos pulmonares en humanos con evidencia suficiente o limitada de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC). Es importante destacar que el cáncer de pulmón tiene un fuerte componente ocupacional, a diferencia de otros tumores, y que puede haber otras exposiciones carcinogénicas además del radón en muchos puestos de trabajo.

2.6.2. Prevención secundaria

Detección precoz de cáncer de pulmón en personas de alto riesgo:

Existen evidencias que apoyan el uso de la tomografía computarizada de baja dosis (TCBD) para el cribado de cáncer de pulmón en personas fumadoras [20], aunque las evaluaciones llevadas a cabo en España y Europa concluyen que no hay evidencia clara de un beneficio neto para el individuo ni para la población[21,22]. En el caso de España el cribado poblacional de cáncer de pulmón no está incluido en la cartera de servicios ni ha sido aprobado como programa de cribado [23].

En población trabajadora sanas/asintomática, no existe ningún estudio publicado que haya analizado el uso de esta técnica de imagen (TCBD) para la detección precoz de cáncer de pulmón en personas trabajadoras expuestas a radón.

3. Evaluación del riesgo

Los titulares de las actividades laborales que se detallan deberán estimar el promedio anual de concentración de radón en aire en todas las zonas del lugar de trabajo en las que el personal deba permanecer o a las que pueda 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.

La Instrucción IS-47, de 9 de abril de 2025, del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) [11] aprobó el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón a los efectos del Reglamento de protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI)[6] y del Plan Nacional contra el Radón [9]. Son los incluidos como «Zona II» en el Apéndice B de la Sección HS6 del Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, modificado por el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre [24].

La Instrucción IS-47 establece la metodología a seguir de los estudios de medición de la concentración de radón en el aire interior en los lugares de trabajo del apartado C anterior. Recoge las pautas para la planificación de los estudios de medición de la concentración de radón en el aire interior del centro de trabajo por la persona titular de la actividad laboral (determinación de zonas de muestreo; número mínimo de detectores; características de los detectores, que deberán ser suministrados y analizados por un laboratorio que disponga de la correspondiente acreditación según la norma UNE-EN ISO/IEC 17025). Asimismo, detalla el contenido del informe de resultados, los mecanismos de información y consulta a las personas trabajadoras, el plazo para la realización de las mediciones tras la apertura de nuevos centros de trabajo y la periodicidad con la que deben actualizarse los estudios de medición de la concentración de radón.

La planificación del estudio garantizará que la exposición de los detectores tenga lugar bien:

- Durante un periodo mínimo de tres meses, no necesariamente consecutivos, comprendido entre el 1 de octubre y el 31 de mayo (de manera que proporcione, en la mayoría de los casos, una estimación conservadora) o
- A lo largo de un año natural (excluyendo, en su caso, el periodo de cierre vacacional o de inactividad), en periodos de duración máxima trimestral.

La periodicidad de los estudios de medición de la concentración de radón en el aire interior del centro de trabajo se realizará:

a) Cada 10 años, cuando no sea necesario mantener en funcionamiento sistemas activos para garantizar que los niveles de radón sean inferiores al nivel de referencia y en ninguna de las mediciones realizadas en la actualización más reciente se hayan detectado valores superiores a 300 Bq/m^3.
b) Cada cinco años, en el resto de los casos.

El informe deberá realizarlo el titular de la actividad laboral o bien el personal trabajador designado por este, un servicio de prevención propio, un servicio de prevención ajeno o una Unidad Técnica de Protección Radiológica.

Cuando en el edificio o centro de trabajo se hayan efectuado alteraciones, ampliaciones o transformaciones que puedan afectar de manera significativa a las

concentraciones de radón en el aire (como obras que puedan disminuir la tasa de renovación de aire o favorecer la entrada o acumulación del aire del suelo), deberán reevaluarse los niveles de radón (inicio de las mediciones) en el plazo máximo de seis meses tras la finalización de las obras o actuaciones.

La actualización de los estudios de medición de la concentración de radón deberá incluir, al menos, un tercio de los puntos de mediciones incluidos en el estudio inicial. Para las mediciones, se seleccionarán aquellas ubicaciones en las que los resultados de radón hayan sido más elevados de acuerdo con la última actualización del estudio, así como todas aquellas en las que los valores medidos hayan sido superiores a 300 Bq/m^3 en cualquiera de las dos últimas actualizaciones.

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 reevaluar el promedio anual de concentración de radón.

Si a pesar de las medidas anteriores, el promedio anual de la concentración de radón en aire sigue siendo superior al nivel de referencia de 300 Bq/m^3, el titular de la práctica [8]:

a) Reevaluará las concentraciones de radón en aire con la frecuencia que en cada caso establezca el CSN.
b) Estimará las dosis efectivas anuales debidas al radón que puedan recibir los trabajadores con acceso a esas zonas.
c) **Clasificará como trabajadores expuestos al radón a aquellos trabajadores que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón superior a 6 mSv por año oficial.**

El titular de la actividad laboral deberá establecer las medidas de protección radiológica aplicables en función del riesgo contando con el asesoramiento de una UTPR autorizada por el CSN para prestar servicio de asesoramiento técnico en materia de radiación natural.

En las instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas que dispongan de Servicio de Protección Radiológica o tengan contratada una Unidad Técnica de Protección Radiológica, el control de la exposición al radón se llevará a cabo por el Servicio de Protección Radiológica o la Unidad Técnica de Protección Radiológica mencionados.

Si alguna de las personas trabajadoras puede recibir **dosis efectivas anuales superiores a 20 mSv** debidas al radón, el titular de la actividad laboral deberá adoptar acciones con carácter inmediato para evitar esta situación, incluida, si fuera preciso, la reubicación del personal trabajador.

4.Protocolo sanitario específico

El protocolo de vigilancia sanitaria específica que desarrolla este documento está dirigido al personal sanitario que debe llevar a cabo la vigilancia de la salud de las personas trabajadoras expuestas a radón.

El principal objetivo de esta vigilancia específica será la de reducir el riesgo de cáncer de pulmón debido a la exposición a radón y facilitar su detección temprana.

Consta de 2 partes:

- Vigilancia individual de la salud
- Vigilancia colectiva de la salud

4.1. Vigilancia individual de la salud

4.1.1. Contenido

Se comprobará que la Historia Clínico-Laboral de cada trabajador recoja el contenido establecido en el artículo 37.3.c. del Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

• Historia laboral:

- Historial dosimétrico

Se consultarán los datos de dicho historial, o en su defecto, los estudios elaborados al amparo del artículo 103 del RINR [8], que se solicitará al titular de la actividad laboral, así como toda la información y análisis relevante proporcionado por la UTPR/SPR encargada de la vigilancia de dosis de la persona trabajadora expuesta a radón.

Se registrarán las dosis acumuladas por año oficial, así como los parámetros relevantes para la estimación de estas dosis.

- Datos referidos tanto al puesto actual como a puestos ocupados en el pasado.

Se propone la utilización de registros en los que se recoja, al menos, la siguiente información, tanto del puesto actual como de aquellos ocupados en el pasado, referida a:

- Empresa (razón social/actividad)
- Puesto de trabajo
- Tiempo (meses-años)

- Medidas de prevención y protección adoptadas (individuales y colectivas)
- Otros agentes potencialmente causantes de cáncer de pulmón (ver Anexo I)

• Historia clínica:

- Antecedentes personales
    - Antecedentes de enfermedades respiratorias: tuberculosis, asma, EPOC, silicosis, enfermedades relacionadas con la exposición al amianto, otras neumoconiosis, enfermedad pulmonar intersticial, etc.
    - Antecedentes neoplásicos: de cualquier localización tumoral, bien sean tumores sólidos o no.
- Antecedentes familiares

  Familiares en primer grado con cáncer de pulmón y otros tumores.
- Hábito tabáquico, recogiendo de forma cuantificada el consumo de tabaco acumulado en índice paquetes-año [(nº de cigarrillos al día x años fumando) / 20] y nivel de dependencia.

  En el caso de los exfumadores, se debe indicar el número de años desde el abandono del hábito.
- Historia actual: Se llevará a cabo una anamnesis dirigida en relación con los síntomas, más o menos comunes, que pueden servir de alerta para su derivación a especialista [25]:
    - Tos persistente ○ Dolor constante en el pecho, al respirar o toser ○ Esputos con sangre o color metal oxidado ○ Pitidos o ruidos al respirar, disnea o dificultad para respirar.
    - Ronquera y cambios en la voz ○ Fatiga, pérdida de apetito o pérdida de peso ○ Dolor de huesos
    - Otros signos o síntomas: síndrome de vena cava superior, afonía, alteraciones del sistema nervioso, óseo, linfático, hepático, etc. que puedan indicar una enfermedad más avanzada por extensión o propagación del tumor.
- Exploración física: podrán realizarse aquellas exploraciones que, a juicio del personal médico del trabajo, se estimen convenientes y estén justificadas por las circunstancias concretas de cada trabajador.

- Pruebas de imagen. No se recomienda el uso de radiografía de tórax o tomografía computarizada de baja dosis ante la falta de evidencia científica en su utilidad para la detección precoz de cáncer de pulmón en personas trabajadoras expuestas a radón.

4.1.2. Periodicidad

Examen de salud inicial.

El contenido será el recogido en el apartado 4.1.1.

Exámenes periódicos de salud

- Con carácter general los exámenes de salud se realizarán anualmente en tanto la persona sea categorizada como expuesta a radón.
- El contenido será el recogido en el apartado 4.1.1.

Exámenes tras una ausencia prolongada por motivos de salud

Tienen la finalidad de descubrir los eventuales orígenes profesionales de la ausencia y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores y a las trabajadoras. Se tendrán en cuenta especialmente los problemas de salud relacionados con la exposición a radón, en función del puesto de trabajo.

4.1.3. Conducta que se debe seguir según las alteraciones detectadas

4.1.3.1. Criterios de valoración

El diagnóstico precoz se fundamenta en los siguientes criterios:

- Historia laboral de exposición.
- Hallazgos clínicos (síntomas y signos) consistentes relacionados con la exposición.

4.1.3.2. Criterios para la comunicación de las conclusiones que se deriven de la vigilancia de la salud de las personas trabajadoras

Informe de recomendaciones preventivas para el empresario o empresaria y para las personas u órganos con responsabilidades en materia preventiva

Las conclusiones sobre los resultados de la vigilancia de la salud, desde una perspectiva de prevención de riesgos laborales, deben ser comunicadas al empresario o empresaria y a las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en forma de recomendaciones preventivas, al objeto de que puedan ejercer las funciones que tienen encomendadas.

Se recomendarán medidas para la eliminación o reducción del riesgo.

Si la naturaleza de la actividad no permite la eliminación del riesgo, reducirá la exposición al mínimo, aplicando medidas de prevención y protección coherentes con la evaluación de riesgos.

Se informará de la periodicidad o periodicidades recomendadas para el siguiente examen de salud.

Criterios de valoración de la aptitud para el trabajo

Cuando sea necesario, el o la médico del trabajo, además de informar a la persona interesada, también informará al empresario o empresaria y a las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención, mediante un informe de aptitud. Para ello, se podrán utilizar los siguientes criterios de clasificación:

GRUPO 1
RESULTADO DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD No hay signos ni síntomas relacionados con la exposición
APTITUD APTO/APTA
ACTUACIÓN - Implementar medidas preventivas con la finalidad de mejorar las condiciones de trabajo (especificar las medidas concretas) - Si la dosis efectiva supera los 20 mSv por año oficial, el titular de la actividad deberá adoptar acciones de carácter inmediato para evitar esta situación, incluida, si fuera preciso, la reubicación de las personas trabajadoras.

GRUPO 2
RESULTADO DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD Cumple los siguientes criterios: - Cáncer pulmonar - Tras la finalización del tratamiento no presenta secuelas que impidan el trabajo
APTITUD APTO/APTA con medidas de adaptación o restricción, persona trabajadora especialmente sensible
ACTUACIÓN El trabajador o trabajadora debe ocupar un puesto sin riesgo de exposición a radón ni a otros cancerígenos pulmonares - Medidas personales: La persona trabajadora podrá desempeñar las tareas habituales del puesto de trabajo a la que está destinada, pero cumpliendo con las medidas higiénico-sanitarias prescritas por el personal médico para salvaguardar su salud Se debe preservar la intimidad y la no discriminación. Las medidas solo serán facilitadas al trabajador o trabajadora - Medidas laborales: - Adaptativas: implican la adaptación de todo o parte del entorno laboral a la persona trabajadora para la realización íntegra de las tareas propias de su puesto de trabajo, con la autorización de la persona trabajadora. - Restrictivas: implican la no realización total o parcial de tareas muy concretas y específicas de su puesto de trabajo Se informará a la persona trabajadora interesada, al empresario o empresaria y a los órganos de representación en materia de prevención de riesgos laborales

GRUPO 3
RESULTADO DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD Cumple alguno de los siguientes criterios: - Cáncer de pulmón que tras la finalización del tratamiento presenta secuelas que impiden el trabajo - No es posible una adaptación del puesto y existe una probabilidad alta de daño a la salud de la persona trabajadora
APTITUD NO APTO/NO APTA para el puesto de trabajo actual
ACTUACIÓN - Cambio de puesto de trabajo - En el caso de que no exista en la empresa la posibilidad de un cambio de puesto de trabajo podrá orientarse de forma justificada hacia trámite de Incapacidad Permanente. Se elaborará y facilitará el correspondiente informe para que la persona afectada pueda apoyar la solicitud de incapacidad ante el Instituto Nacional de la Seguridad Social (INSS)

Informe de recomendaciones preventivas para la persona trabajadora

- El personal sanitario responsable de la vigilancia de la salud informará al trabajador o a la trabajadora sobre su exposición a radón, las medidas de prevención que se le recomiendan y la importancia de su correcta utilización.
- Se le informará de los síntomas a los que deberá prestar atención, por ser los más frecuentes: tos persistente; dolor constante en el pecho, al respirar o toser; esputos con sangre o color metal oxidado; pitidos o ruidos al respirar; ronquera y cambios en la voz; fatiga, pérdida de apetito o pérdida de peso; dolor de huesos...

- Se le informará también del modo en que debe comunicar la aparición de síntomas, para proceder a su vigilancia precoz (el anexo II recoge una propuesta del tipo de información que puede darse al personal trabajador).
- En caso de confirmarse presencia de hábito tabáquico, se proporcionará consejo antitabáquico y se recomendará la abstinencia de su consumo. Se informará a la persona expuesta de que su riesgo de cáncer de pulmón debido a la exposición a radón aumenta de forma significativa si además es una persona fumadora.
- Se facilitará asistencia en consulta de deshabituación tabáquica.
- Se le informará de la periodicidad recomendada para el siguiente examen de salud.

4.1.4. Conducta que se debe seguir en el caso de daño para la salud derivado del trabajo

El médico o médica del trabajo que sospeche encontrarse ante un caso de enfermedad profesional procederá a comunicarlo tal y como establece el Art. 5 del RD 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro [26], a la Mutua o Empresa Colaboradora de la Seguridad Social o al INSS, a través del órgano competente en cada Comunidad Autónoma.

Guardando la debida confidencialidad respecto a los datos de salud, comunicará a la empresa la tramitación de un caso de sospecha de enfermedad profesional, y si es necesario poner en marcha las medidas preventivas que eviten el empeoramiento del caso y/o el daño de otro personal con exposición similar. El trabajador o trabajadora será informada de los trámites realizados y serán remitidos a la entidad colaboradora de con la Seguridad Social para estudio y si procede confirmación diagnóstica, reconocimiento de la enfermedad profesional, notificación y registro, así como para la prestación de la asistencia sanitaria que requiera y/o la baja médica si fuera necesaria para el proceso de incapacidad temporal o incapacidad permanente. A la vez se le informará de los trámites realizados ante la empresa. La empresa deberá cumplimentar la parte que le corresponda del Sistema de Comunicación de Enfermedades Profesionales en Seguridad Social (CEPROSS).

4.1.5. Conducta que se debe seguir en el caso de diagnóstico de enfermedad profesional

Cuando un trabajador o una trabajadora haya sido diagnosticada de enfermedad profesional, se debe interrumpir la exposición laboral a radón.

Tras la finalización del tratamiento recibido se realizará un examen de salud antes de la posible reincorporación al puesto de trabajo que venía ocupando y, en función del grado de afectación, el o la médico del trabajo emitirá un informe de aptitud, pudiendo utilizar para ello los criterios de valoración recogidos en el apartado 4.1.3.2.

El o la médico del trabajo informará al empresario o a la empresaria y a las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención sobre cualquier medida

que considere necesaria para eliminar o reducir el riesgo del resto del personal trabajador, en función del nivel de exposición al que pueda hallarse sometido y de los resultados obtenidos en la vigilancia de la salud, tanto individual como colectiva. En cualquier caso, se debe verificar que se ha procedido a la reevaluación de riesgos, a la modificación de la planificación preventiva y a la implantación de medidas de prevención que limiten la exposición a radón.

4.1.6. Documentación

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 23 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación relativa al plan de prevención de riesgos laborales; a la evaluación de los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo, incluido el resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores; a la planificación de la actividad preventiva; a la práctica de los controles del estado de salud de las personas trabajadoras, y a la relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo. Esta documentación se remitirá a la autoridad laboral en el momento de cesación de su actividad. Esta documentación deberá también ser puesta a disposición de las autoridades sanitarias al objeto de que éstas puedan cumplir con lo dispuesto en el artículo 10 de esta Ley y en la Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.

El informe de resultados de las mediciones de radón deberá estar a disposición de las personas trabajadoras y sus representantes, de la inspección del Consejo de Seguridad Nuclear, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social o, en su caso, de otras administraciones públicas competentes en materia laboral y de las autoridades sanitarias. Además, en los casos especificados por el régimen de declaración establecido por el artículo 103 del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes aprobado por el Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, el informe deberá presentarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Se debe disponer de información actualizada de las personas trabajadoras expuestas a radón, anotando de forma cronológica la profesión y el puesto de trabajo, los niveles de exposición y tiempos de permanencia en los que ha tenido lugar dicha exposición, así como los sistemas de prevención y protección que se han puesto a su disposición. Similar información debe estar recogida en la historia clínico-laboral de las personas trabajadoras.

En cumplimiento del artículo 43 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, el historial dosimétrico individual de las personas trabajadoras expuestas deberá ser archivado por el o la titular de la práctica, hasta que el trabajador o la trabajadora haya o hubiera alcanzado la edad de setenta y cinco años, y nunca por un período inferior a treinta años,

contados a partir de la fecha de cese del trabajador en aquellas actividades que supusieran su clasificación como trabajador expuesto.

El titular de la práctica pondrá esta información a disposición del Consejo de Seguridad Nuclear y, en función de sus propias competencias, a disposición de las administraciones públicas, en los supuestos previstos en las leyes, y a disposición de los juzgados y tribunales que la soliciten.

En el caso de que la persona trabajadora expuesta cese en su empleo, el o la titular de la práctica deberá proporcionarle una copia certificada de su historial dosimétrico.

Al producirse el cese definitivo en cualquiera de las prácticas reguladas por este reglamento su titular hará entrega al Consejo de Seguridad Nuclear y a la autoridad sanitaria de los expedientes referidos en el apartado 1 del mismo y, asimismo, hará entrega a la autoridad sanitaria de los historiales clínico-laborales.

4.1.7. Vigilancia de la salud postocupacional

Los controles médicos se realizarán:

- Por parte de la empresa cuando el trabajador o trabajadora continúe en ella.
- Por parte del Sistema Nacional de Salud cuando se haya producido el cese (relación contractual con la empresa o jubilación). En este caso el servicio de prevención de riesgos laborales deberá proporcionarle la información acerca

de la conveniencia del seguimiento de su estado de salud postocupacional a través del sistema público de salud. Para ello incluirá:

- Información de los riesgos para la salud derivados de la exposición a radón que hacen recomendable esta vigilancia y los problemas de salud que eventualmente pueda llegar a sufrir, incluso tiempo después de la exposición.
- Información sobre pruebas médicas que podrían serle propuestas y sobre los beneficios que se espera obtener de ellas tanto en el plano médico como en el social.
- Informe escrito que incluya una descripción detallada de los puestos de trabajo desempeñados, el tiempo de permanencia en los mismos, los riesgos detectados en el análisis de las condiciones de trabajo, copia certificada de su historial dosimétrico y las medidas de prevención individuales adoptadas, así como la información médica relevante obtenida en los exámenes de salud realizados.
- Referencia de a dónde puede dirigirse para solicitar la vigilancia postocupacional.

4.2 Vigilancia colectiva de la salud

La vigilancia colectiva o epidemiológica tiene como finalidad analizar las relaciones existentes entre el estado de salud del conjunto de personas que trabajan en un ámbito o entorno determinado y sus condiciones de trabajo. El análisis de la vigilancia colectiva puede centrarse en conocer el estado de salud del conjunto de trabajadores y trabajadoras, pero también pueden ser objeto de la vigilancia colectiva las condiciones de trabajo de la población trabajadora.

Tiene como objetivo la intervención en la empresa, no la mera observación, y para ello aportará información que servirá para confirmar, complementar o ayudar a corregir las actividades preventivas, y para la toma de decisiones sobre medidas de control y prevención de situaciones de riesgo, y se integrará en la gestión de la prevención de riesgos laborales. El nivel de análisis puede ser una única empresa o puede ser una agrupación de diferentes empresas con riesgos similares.

La utilización de indicadores facilitará el análisis e interpretación de la evolución epidemiológica de los colectivos laborales vigilados (comparación entre grupos con diferente exposición, comparación entre diferentes periodos, comprobación de la efectividad de las diferentes medidas preventivas aplicadas, etc.).

Con independencia del nivel de análisis que se realice, siempre se deberá prestar especial atención hacia aquellos colectivos más vulnerables y tener en cuenta la perspectiva de género, de forma que se puedan poner de manifiesto patrones diferenciales entre hombres y mujeres.

Los principales objetivos de la vigilancia colectiva son:

- Conocer la frecuencia y la distribución de los efectos para la salud de la exposición a radón en una población determinada.
- Mejorar el conocimiento de la frecuencia y la distribución de las condiciones de la exposición a radón en una población determinada.
- Conocer la evolución epidemiológica que siguen en el tiempo los efectos para la salud y las condiciones de la exposición a radón.
- Detectar situaciones de agregados inesperados de casos de determinados daños para la salud.
- Aportar información para proponer actividades preventivas colectivas que reduzcan o minimicen los riesgos y eviten la aparición de daños en la salud.
- Evaluar la efectividad de las medidas preventivas colectivas e individuales puestas en marcha en dicha población.

Los datos mínimos comunes para la vigilancia de la salud colectiva en empresas con exposición a radón deben incluir los principales indicadores que se puedan extraer de la vigilancia de la salud individual, con especial atención a los referidos a los

resultados relacionados con los cuestionarios y demás pruebas médicas específicas para la detección del posible daño por exposición al radón de esa empresa, además los indicadores obtenidos de las fuentes de información comunes sobre el estado de salud del personal, como los de los accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y las incapacidades temporales (IT) por enfermedad común.

El análisis de los datos de los posibles daños detectados en la vigilancia de la salud individual relacionados con la exposición al radón también debe hacerse para toda la población (trabajadoras y trabajadores) , desagregado por sexo y otras características demográficas, por tipo de contrato, dedicación horaria y otras condiciones laborales que puedan influir en el riesgo de cáncer de pulmón, y teniendo en cuenta a los colectivos más vulnerables, como personas con discapacidad o inmigrantes.

Para la vigilancia colectiva de la salud de personas que trabajan con riesgo de exposición a radón en una empresa, es especialmente importante tener en cuenta que solo se deben incluir los resultados de los exámenes de salud periódicos, los de retorno al trabajo y los realizados por cambio de puesto de trabajo.

Referencias

1. Martín-Gisbert, L. *et al. Revisión de Evidencia y Buenas Prácticas Sobre Vigilancia Sanitaria Específica En Personas Expuestas a Radón Ocupacional*. (Madrid, 2024).
2. Ruano-Ravina, A., Kelsey, K. T., Fernández-Villar, A. & Barros-Dios, J. M. Action levels for indoor radon: different risks for the same lung carcinogen? *European Respiratory Journal* **50**, (2017).
3. *Real Decreto 783/2001, de 6 de Julio, Por El Que Se Aprueba El Reglamento Sobre Protección Sanitaria Contra Radiaciones Ionizantes. BOE Núm. 178, de 26 de Julio de 2001, Páginas 27284 a 27393*.
4. Consejo de Seguridad Nuclear. *Instrucción IS-33, 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.* (2011).
5. Consejo de la Unión Europea. *Directiva 2013/59/Euratom Del Consejo de 5 de Diciembre de 2013*. (2013).
6. Real Decreto 1029/2022. 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. 178672–178732 (2022).

7. European Union. *RADIATION PROTECTION N° 193 Radon in Workplaces Implementing the Requirements in Council Directive 2013/59/Euratom*. (Publications Office of the European Union, 2020, Luxembourg, 2020). doi:10.2833/552398.

8. Real Decreto 1217/2024. Real Decreto 1217/2024, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y otras actividades relacionadas con la exposición a las radiaciones ionizantes. BOE-A-2024-25205 (2024).

9. Ministerio de Sanidad. Plan Nacional contra el Radón. https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/docs/Plan_Nacional_contra_el_Radon.pdf (2024).

10. Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR). *Publicación 103 ICRP. Las Recomendaciones 2007. Traducción SEPR.* (2008).

11. Consejo de Seguridad Nuclear. Instrucción IS-47, de 9 de abril de 2025, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se aprueba el listado de términos municipales de actuación prioritaria contra el radón y se establecen directrices para las mediciones de radón en el aire interior de los centros de trabajo ubicados en ellos. https://www.boe.es (2025).

12. World Health Organization. *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*. (WHO Press, Geneva, 2009).

13. Ruano-Ravina, A. *et al.* An overview on the relationship between residential radon and lung cancer: what we know and future research. *Clin. Transl. Oncol.* **25,** 3357–3368 (2023).

14. Preguntas frecuentes sobre el radón en lugares de trabajo - CSN. https://www.csn.es/preguntas-frecuentes-sobre-el-radon-en-lugares-detrabajo.

15. IAEA. *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3*. (Vienna, 2014).

16. Lung and Bronchus Cancer — Cancer Stat Facts. https://seer.cancer.gov/statfacts/html/lungb.html.

17. Darby, S. *et al.* Residential radon and lung cancer--detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14,208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. *Scand. J. Work Environ. Health* **32 Suppl 1**, 1–84 (2006).

18. Martin-Gisbert, L. *et al.* Lung cancer mortality attributable to residential radon: a systematic scoping review. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* **33**, 368–376 (2022).

19. Alemparte Linares, P. & Ortega García, S. *Guía Rehabilitación Frente a Radón*. (2020).

20. Bonney, A. *et al.* Impact of low-dose computed tomography (LDCT) screening on lung cancer-related mortality. *Cochrane Database Syst. Rev.* **8**, (2022).

21. Institute for General Practice and Evidence-based Health Services Research, M. U. of G. (IAMEV). *Lung Cancer Screening in Risk Groups*. (European Network for Health Technology Assessment, 2020).

22. García Pérez, L. *et al. Evaluación Del Programa de Cribado de Cáncer de Pulmón*. (Madrid, 2023).

23. Ministerio de Sanidad - Áreas - Programas de cribado. https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/cribado/home.htm.

24. Real Decreto 732/2019. Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación. 140488 a 140674 (2019).

25. CÁNCER DE PULMÓN SIGNOS DE ALERTA - GECP. https://www.gecp.org/cancer-de-pulmon-signos-de-alerta/.

26. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. *Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre, Por El Que Se Aprueba El Cuadro de Enfermedades Profesionales En El Sistema de La Seguridad Social y Se Establecen Criterios Para Su Notificación y Registro.* (2006).

Anexo I

Agentes cancerígenos (cáncer de pulmón) con evidencia suficiente en humanos

- Exposición laboral asociada a proceso Acheson
- Acrilonitrilo
- Producción de aluminio
- Arsénico y compuestos inorgánicos de arsénico
- Berilio y sus compuestos
- Bis(clorometil)éter, chlorometil metil éter (grado técnico)
- Cadmio y sus compuestos
- Compuestos de cromo (VI)
- Carbón, emisiones en interiores procedentes de la combustión doméstica
- Gasificación del carbón
- Brea de alquitrán de hulla
- Producción de Coke
- Emisiones de motores diésel
- Minería subterránea de hematita

- Exposición laboral durante la fundición de hierro y acero
- Quimioterapia de combinación MOPP y otras, incluyendo agentes alquilantes
- Compuestos de níquel
- Consumo de opio
- Contaminación del aire exterior
- Materia particulada de la contaminación del aire exterior
- Exposición laboral como pintor o pintora
- Plutonio
- Radon-222 y sus productos de descomposición
- Industria de fabricación de caucho
- Polvo de sílice, cristalina, en forma de cuarzo o de cristobalita
- Hollín (como el que se encuentra en la exposición ocupacional de los deshollinadores)
- Mostaza de azufre
- Humo de tabaco, pasivo
- Fumar tabaco
- Humos de soldadura
- Radiación X y Gamma

Agentes cancerígenos (cáncer de pulmón) con evidencia limitada en humanos

- Nieblas ácidas, fuertes inorgánicas
- Fabricación de vidrio artístico, envases de vidrio y artículos prensados
- Benceno
- Emisiones en interiores procedentes de la combustión doméstica de biomasa (principalmente madera),
- Exposición laboral a asfaltos duros y sus emisiones durante trabajos de asfalto con masilla
- Exposición laboral a asfaltos oxidados y sus emisiones durante la instalación de tejados
- Manufactura de electrodos de carbón
- Exposiciones combinadas a toluenos alfa-clorados (cloruro de benzal, benzotricloruro, cloruro de bencilo) y cloruro de benzoilo
- Cobalto metálico con carburo de tungsteno
- Creosotas
- Diazinón
- Emisiones por altas temperaturas al freir

- Hidracina
- Exposiciones laborales en la pulverización y aplicación de insecticidas no arsenicales
- Exposiciones laborales en procesos de impresión
- Carburo de silicio fibroso
- 2,3,7,8-Tetraclorodibenzo-paradioxina
- Antimonio trivalente
- Mezcla de isótopos de uranio

Anexo II

MODELO DE INFORMACIÓN PARA LA PERSONA TRABAJADORA

Debido a que Ud. ha estado o ha podido estar expuesto a radón en su trabajo, se le está aplicando el PROTOCOLO DE VIGILANCIA DE LA SALUD de las personas trabajadoras expuestas a este agente.

Uno de los riesgos más importantes que pueden derivarse de su exposición a radón con el paso de los años, es el cáncer de pulmón.

Es fundamental su diagnóstico precoz para que el tratamiento sea rápido y eficaz, y por lo tanto su pronóstico sea más favorable. Por todo ello, es muy importante que se le realice un seguimiento médico periódico, tanto si aún continúa expuesto a radón, como si ya no lo estuviera, incluso después de su jubilación. En este seguimiento se le realizarán preguntas relacionadas con síntomas y signos de esta enfermedad, y se le ofertará consejo para abandonar el tabaco si Ud. fuma.

Ha de tener en cuenta que el riesgo de cáncer de pulmón se asocia directamente con el consumo de tabaco y que este es el principal factor de riesgo de este tipo de cáncer. En cualquier caso, el riesgo aumenta cuando ambas exposiciones, tabaco y radón, se han producido en la misma persona, incluso cuando ambas no hayan sido simultáneas. De hecho, esta interacción implica que la mayoría de los casos de cáncer de pulmón atribuidos a la exposición a radón ocurran en personas fumadoras y

exfumadoras. Por esta razón, es indispensable evitar el consumo de tabaco entre las personas expuestas.

Si necesita ayuda para dejar de fumar, **pídala**. Hay diferentes recursos a su disposición, bien ofertados a través del servicio público de salud o por su servicio de prevención de riesgos laborales. **Utilícelos**. Si no fuma, enhorabuena. Siga así.

De todos modos, si en cualquier momento, presenta alguno de los síntomas o signos sobre los que se le pregunta en el examen médico, es conveniente que se ponga en contacto con su médico de trabajo, en el caso de que siga empleado, o con su médico de atención primaria, si ya no está laboralmente en activo, para que los valoren y, si es necesario, le deriven al especialista para un estudio más pormenorizado.

Los síntomas o signos a vigilar son los siguientes:

- Tos persistente o Dolor constante en el pecho, al respirar o toser o Esputos con sangre o color metal oxidado o Pitidos o ruidos al respirar o Ronquera y cambios en la voz o Fatiga, pérdida de apetito o pérdida de peso
- Dolor de huesos