

Qué es el gas radón

El gas Radón ha sido y es un contaminante interior silencioso y muy peligroso, que emite radiación ionizante desde el fondo de las entrañas de la tierra hacia los interiores habitados. En 1869, Henri Becquerel descubrió que el Uranio emitía radiaciones ionizantes y desde entonces los efectos de éstas sobre la salud se han ido conociendo poco a poco. Es un tipo de energía liberada en la desintegración atómica en forma de ondas electromagnéticas muy energéticas y de altísima frecuencia (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones). Este fenómeno es conocido como radiactividad. Los elementos inestables que se desintegran y emiten radiación ionizante se denominan radionucleótidos.

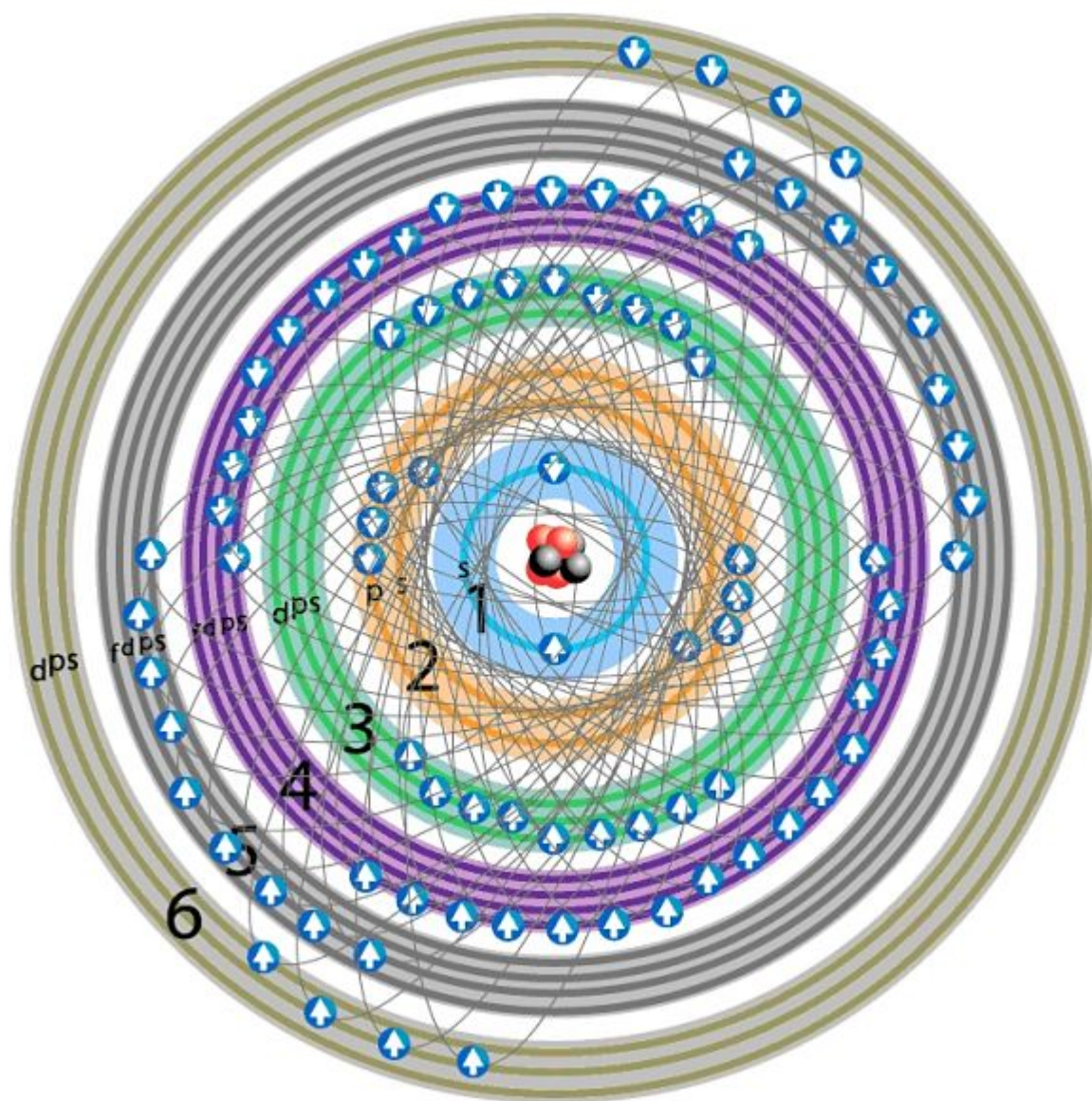


Figura 1.1. Molécula de radón (Fuente: <http://keithcom.com/atoms/index.php>)

El radón es un gas noble y radioactivo, procedente de la desintegración del Ra226, suele emanar del suelo y se filtra por pequeñas grietas en la solera o muros del terreno. Es incoloro, inodoro, insípido e invisible. Es muy volátil, más pesado que el aire y soluble en agua. Una vez liberado en el medio inicia su desintegración. Al cabo de unos 4 días

su concentración ha disminuido a la mitad y al cabo de unos 15-16 días prácticamente se ha desintegrado del todo.

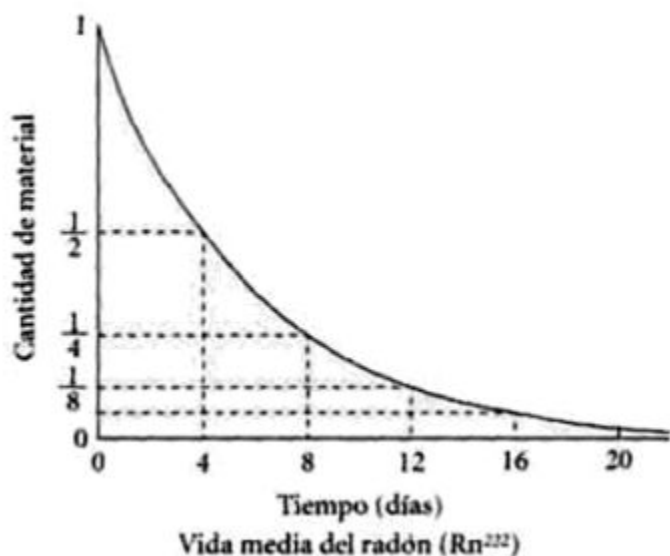


Figura 1.2. Gráfica de la vida media del Radón (*Fuente.*

<http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriaquimica/capitulo13.html>)

Fuentes y factores que favorecen su concentración

La presencia de gas radón en el interior de las viviendas puede ser debido a factores de origen natural (como geológicos, atmosféricos etc...) o de origen no natural (como los materiales de construcción, la ventilación, los defectos constructivos...)

Los **factores de origen natural** que más influyen en la presencia de radón en el interior de las viviendas son:

- **La naturaleza geológica del terreno** sobre el que cimienta el edificio. Si éste está situado sobre afloraciones de masas graníticas y/o pizarrosas, (que contienen trazas de Uranio 238), es muy probable que tenga más emanaciones de este gas. Casi todos los países tienen mapas predictivos en los que clasifican el nivel de emisión del subsuelo. En España, el Consejo de Seguridad Nuclear ha elaborado un mapa de radiación natural de radiaciones gamma, relacionadas directamente con la emisión de gas radón de forma natural, que se puede consultar en el siguiente link: <https://www.csn.es/varios/marna/index.html>

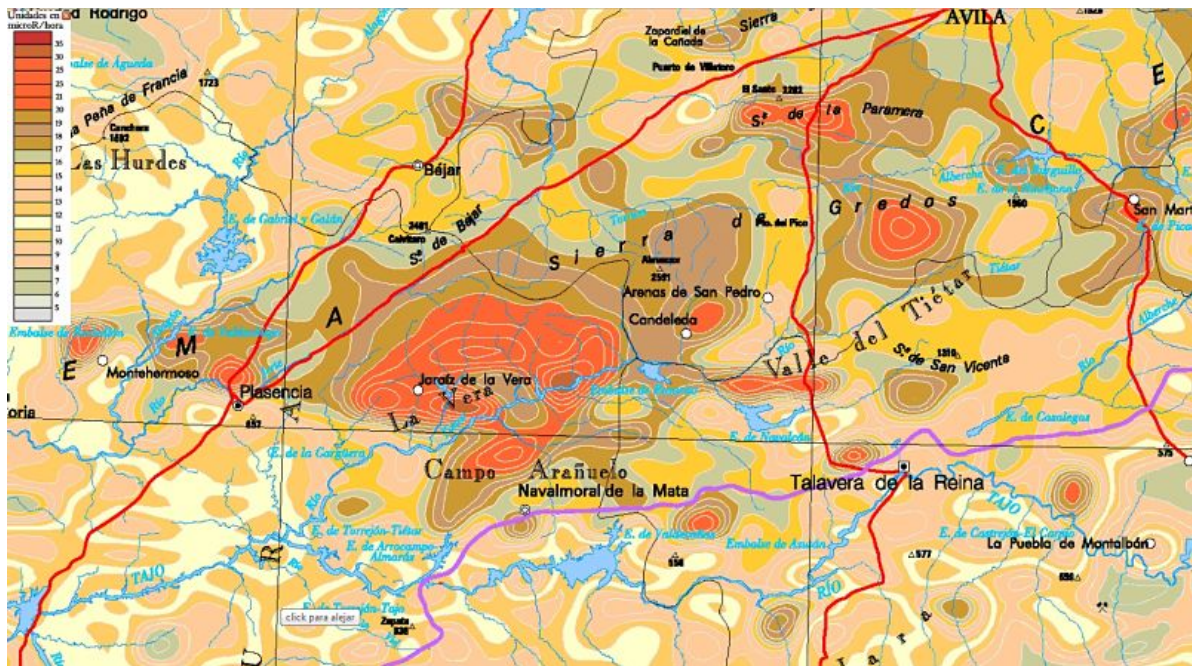


Figura 1.3 Emisiones de gas radon en el Valle del Tietar, entre Ávila y Cáceres (Fuente: Consejo de Seguridad Nuclear)

- **La fracturación y permeabilidad del terreno.** Terrenos muy fracturados o secos tienen más niveles de emisión que los terrenos compactos y saturados.
- **La situación de la vivienda sobre el terreno.** En las laderas de las montañas suelen encontrarse concentraciones más elevadas que en los valles (que suelen ser lugares de depositos sedimentarios de tipo arcilloso o calizo, normalmente poco emisores de este gas).
- **Las condiciones metereológicas.** Al llover, el suelo se satura y el gas radón se ve obligado a salir por las grietas y espacios donde el suelo está seco (como en los sótanos o partes bajas de las viviendas) liberándose al espacio interior. También las situaciones con bajas presiones favorecen su emisión desde las rocas al ambiente al aumentar el gradiente de presiones entre el suelo y el ambiente. En épocas de calor se emite más Radón desde el suelo. En situaciones de brisas o vientos, hace que haya menor concentración en el interior debido a la ventilación. Estos factores hacen que en términos generales, la concentración de este gas que puede observarse en una vivienda sea un 50 % inferior en verano que en invierno[i]

Los **factores no naturales** que más influyen en la presencia de radón en el interior de las viviendas son:

- **Los materiales** empleados en su construcción[i]. Se estima que los materiales son los responsables de un 20-30% del Radón que puede encontrarse en el interior de una vivienda. Entre éstos destacan los morteros y hormigones realizados con algunos cementos de escorias radioactivas. Hormigones ligeros provenientes de esquistos aluminosos y pizarras arcillosas. Algunos tipos de ladrillos, clinker y cerámicas de pasta roja, y también algunos yesos. Algún tipo de pizarra arcillosa. Algunas baldosas antiguas con el color característico en rojo cuyo colorante era el Uranio. Respecto al granito, según el Doctor Luis S.Quindós Poncela, catedrático y director del Laboratorio de Radiactividad

Ambiental de la Universidad de Cantabria, la emisión de gas radón procedente del 99 % de las encimeras de granito pulidas no tiene son significativas (3-4 Bq/m²/hora) comparadas con un suelo (40 Bq/m²/hora). La superficie ocupada por una encimera de granito de 4 metros lineales una cocina de unos 2,4 m² que respecto a una vivienda de unos 100 m² representa el 2.4 % del total.

- **El grado de ventilación** de la vivienda, siendo en verano cuando menos concentración se detecta, al estar las ventanas más abiertas. Ampliaremos estos datos en el apartado de prevención y saneamiento.

Vías de entrada

Las vias de entrada y de circulación del gas radón más frecuentes en viviendas son:

- Grietas en muros de contención o paredes o suelos
- Juntas constructivas o estructurales
- Sumideros, desagües y tubos de saneamiento
- Suministro de agua, electricidad con juntas mal selladas...
- Ventanas y puertas
- Chimeneas de aspiración
- Escalera, falsos techos
- Pozos de agua

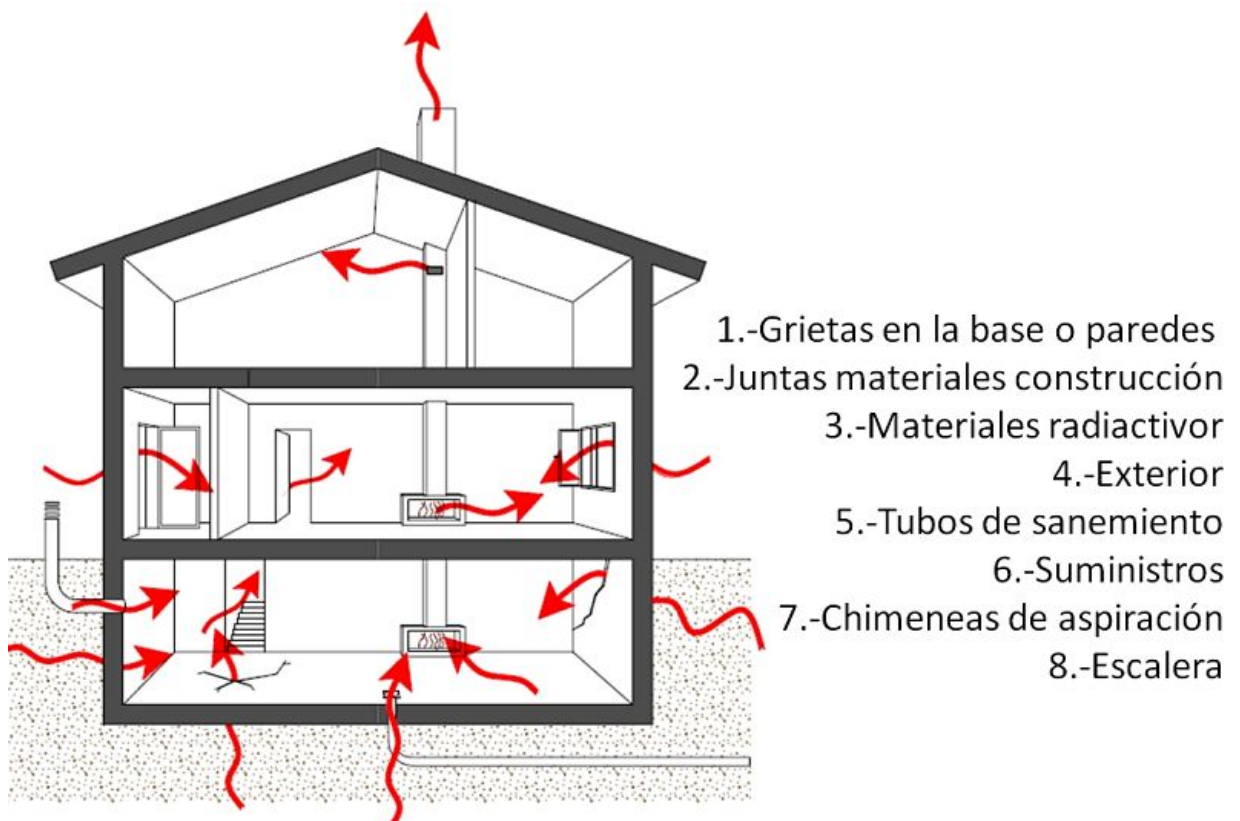


Figura 1.4 Fuentes de entrada de Radón en el interior de las viviendas (*Fuente: elaboración propia*)

Efectos en la salud

El radón es clasificado como cancerígeno del Grupo 1, (carcinógeno demostrado para el ser humano) por la Organización Mundial de la Salud (OMS/IARC[i]) y la Environmental Protection Agency (EPA) de EE.UU, siendo la primera causa de cáncer de pulmón en personas no fumadoras y el segundo en personas fumadoras.

Se considera que en Galicia causa una muerte al día, a nivel nacional entre 1500-2000 muertes anuales y en Estados Unidos 21.000 muertes anuales[ii]. Estudios noruegos sugieren una relación entre las enfermedades neurodegenerativas tales como esclerosis múltiple, Alzheimer ó Parkinson y la exposición al gas Radón[iii].

Se está estudiando la incidencia en los cánceres de tipo digestivo por la ingesta de agua que contiene concentraciones elevadas de gas radón.

Su peligrosidad reside en que tanto el gas inhalado como las partículas de polvo interior a las que se pega, una vez dentro de los pulmones, el radón continúa su cadena de desintegración a Po 214 ->Pb214->Bi-214 y Pb210. En cada transmutación se liberan partículas α , β y rayos γ . Por ejemplo, la liberación de una partícula α puede producir más de 70000 ionizaciones[iv], es decir, puede alterar el equilibrio eléctrico de las moléculas de los diferentes elementos químicos de nuestro cuerpo y finalmente dañar el aparato respiratorio interno. Estudiando sus efectos en el cuerpo a nivel celular nos encontramos que:

- Se produce una desnaturalización (pérdida de la estructura natural) de las proteínas
- Modifica la membrana celular al alterar los lípidos que la contienen
- Altera la energía y estructura de los glucidos.

Concentraciones del gas tolerables

Según la OMS[v], se desconoce el umbral mínimo de riesgo a la exposición de este gas, ya que en principio, cualquier partícula radioactiva podría desencadenar fallos en la replicación del ADN, desencadenando procesos celulares que derivan en cáncer. Según los datos de este organismo:

La concentración media de radón al aire libre varía de 5 Bq/m³[vi] a 15 Bq/m³. 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. En edificios (como viviendas, escuelas y oficinas), las concentraciones de radón varían de <10 Bq/m³ hasta más de 10000 Bq/m³.

Este mismo organismo apunta que un incremento de la concentración en el interior 100 Bq/m³ significa un aumento de la incidencia del cáncer de pulmón en un 16 % más.

La **concentración media de radón[vii]** en los hogares de los europeos fue de 97 Bq/m³, pero en un 11% de los mismos se alcanzaron concentraciones superiores a 200 Bq/m³. Los países con unos niveles estimados de radón fueron la República Checa, Serbia, Finlandia y Luxemburgo. En los hogares de las personas con cáncer de pulmón **las concentraciones medias de este gas fueron de 104 Bq/m³.**

De acuerdo con la publicación “Radón, un gas radioactivo de origen natural en casa”, publicado por la Universidad de Cantabria, muestra que al menos un 24 % de los hogares españoles tienen niveles de radón superiores a 92 Bq/m³.

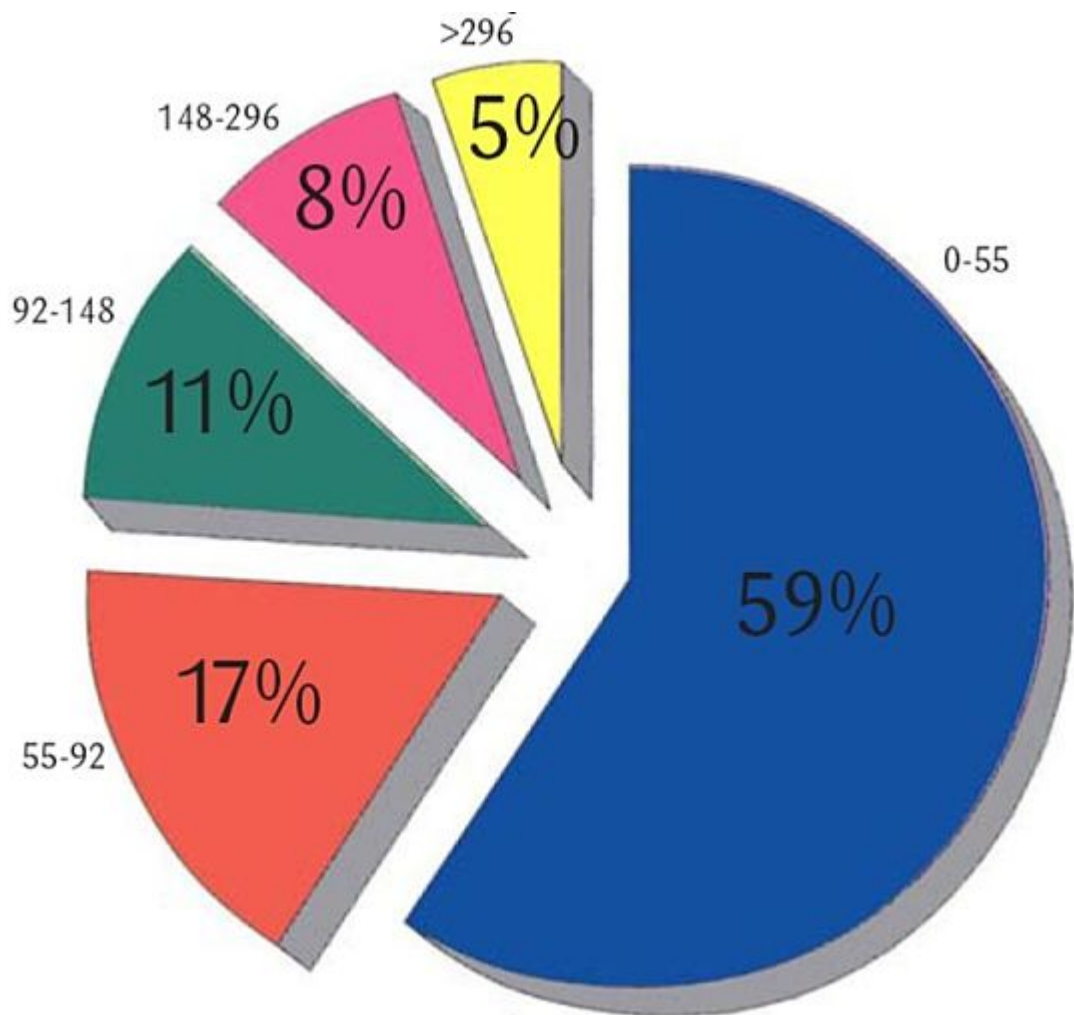


Figura 1.5. Niveles de radón en viviendas (Fuente: “Radón, un gas radioactivo de origen natural en casa Luis Santiago Quindós Poncela. Universidad de Cantabria. 2002. pp.30)

Haciendo una recopilación de las diferentes **recomendaciones a nivel mundial de las concentraciones de radón admisibles en espacios interiores** nos encontramos:

- OMS: 200 Bq/m³ para viviendas existentes, 100 Bq/m³ para nuevas viviendas
- EPA: 150 Bq/m³
- Recomendación 90/143 EURATOM (Europa): 400 Bq/m³ para viviendas existentes, 200 Bq/m³ para nuevas viviendas.
- ICRP[i] (1993): 200 Bq/m³ a 600 Bq/m³
- Reino Unido: 200 Bq/m³

En países como Noruega es obligatorio cada año hacer un estudio de Radón en el interior de las viviendas y en Estados Unidos las viviendas con más de 150 Bq/m³ antes de ser vendidas deben ofrecer soluciones para aminorar estas concentraciones.

Como detectar el gas Radón

Las mediciones de gas Radón estan estandarizadas por los organismos de control europeos y con el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y se sigue el mismo protocolo para medir los lugares de trabajo que para las viviendas. Cualquier medición debe estar hecha por una persona experta que sepa interpretar los datos y manejar el instrumental. Además de la duración de la medición, deben tenerse en cuenta los factores ambientales y estacionales que pudieran dan valores alejados de la media.

Existen tres tipos de medidas: las **medidas instantáneas**, rápidas, de bajo coste y poco precisas; las **medidas de lectura continúa**, que requieren de una evaluación constante y de largos periodos de tiempo; y las **medidas integrales**, que miden concentraciones promedio en periodos largos y que las hacen las más adecuadas para la inspección.

1.-Canary



2.-Ramon



3.-Victoria



4.-Doseman



5.Radón Scout. Sarad.

Figura 1.6 Diferentes aparatos presentes en el mercado para medir Radón (Fuente: elaboración propia)

1. El Canary, que se puede encontrar por unos 250 €, tiene una fiabilidad próxima al 95 % en mediciones de más de dos semanas, da valores de concentración para 1 día, 7 días y a de larga duración.
2. El Ramon, de un precio similar, también necesita dos semanas y tiene una fiabilidad el 90 %.
3. El Radon alert Victoria es un detector instantáneo en tiempo real, pero no dice la concentración y es el más asequible de todos.
4. El Doseman Sarad, da una medición fiable al 90% en dos horas. Es muy rápido y sirve también para hacer mediciones sobre el terreno del radón contenido en el suelo
5. El Radón Scout/Scout Plus Sarad, es un medidor de radón profesional con grabación de las mediciones de alta precisión

Estos dos últimos son aparatos profesionales y de un elevado coste.

Para realizar estas mediciones, es recomendable contar con expertos que cuenten con los aparatos específicos y sigan los protocolos de medición recomendados con el CSN.

Prevención

Los antiguos romanos, conocedores de la naturaleza perjudicial de este gas, para encontrar el buen lugar y evitar la entrada de este gas en el interior dejaban pacer un rebaño de ovejas durante un año y observaban el estado de salud de los animales transcurrido ese tiempo. También colocaban un encachado de piedra caliza compactada con un mortero de cal sellando poros a modo de barrera contra el gas.

Actualmente existen muchas medidas preventivas y de saneamiento. La más obvia es impedir que el radón entre y la segunda extraer el radón una vez que está dentro. En casos extremos deben conjugarse ambas técnicas para asegurar un interior libre del gas. Para ello y antes de iniciar las obras es conveniente realizar unas mediciones previas del terreno en diferentes épocas del año y en diferentes condiciones meteorológicas además de consultar el mapa de radón. De acuerdo con estos datos, se adoptarán las medidas que se enuncian a continuación:

1.- Realizar un forjado sanitario ventilado o una solera ventilada elevada con encofrado perdido (encofrado que queda embebido en la obra y, que por tanto no se recupera después de fraguado el hormigón). Para garantizar la suficiente ventilación deben colocarse rejillas en extremos opuestos que permitan la ventilación cruzada y completa de toda esta cámara inferior.



Figura 1.7 Sistemas de encofrado perdido de polietileno que permiten realizar soleras ventiladas (Fuente: <http://www.aislenvas.es/producto/granchio/>)

Si las medidas deben aplicarse a posteriori o se comprueba que la ventilación del forjado sanitario o solera ventilada no son suficientes y tenemos radón en el interior, es necesaria la instalación de un sistema de ventilación forzada que renueve constantemente el aire estancado de estas cámaras.

2.- Colocación de una lámina estanca o antiradón en soleras/forjados y en los muros circundantes en contacto con el terreno. Es imprescindible garantizar su total estanqueidad e integridad ya que la más mínima fisura, punción o rotura elimina por completo el efecto barrera de estanqueidad (al igual que cualquier poro en las láminas impermeabilizantes de cubierta, que hacen aparecer goteras). Casi todas las empresas que fabrican productos impermeabilizantes tienen láminas específicas antiradón, por ejemplo Sisalex 871, lámina multi-capa compuesta de dos capas de polietileno reforzado con una malla interior de fibra de poliéster y lámina de aluminio ó Texself GS, lámina impermeabilizante autoadhesiva, que actúa como barrera antigases como el metano y radón. Consiste en un mastico elastomérico (SBS), con una armadura de film de polietileno (PE) de alta densidad adherido a una hoja de aluminio de 50 micras, y un acabado de film siliconado fácilmente extraíble en la cara inferior y un film termofusible en la cara superior.

Todas estas láminas tienen una garantía de 10 años, por lo que deben realizarse mediciones de comprobación regularmente, especialmente cuando se ha llegado aparentemente al final de la garantía de la lámina.



Figura 1.8 Ejemplo de lámina antiradón (Fuente: <http://ecospai.com>)

3.- Sellado de todas las juntas estructurales, grietas, accesos de instalaciones, enchufes, puntos de conexión con cámaras, juntas de pavimentos con perímetro y estructura, desagües en sótanos. Al ser una solución que confía en un producto químico, debe revisarse cada cierto tiempo la estanqueidad de estas juntas y realizar mediciones de comprobación.

4.- Sistemas de despresurización del suelo. Estos sistemas buscan forzar al radón a que se concentre en unas arquetas situadas por debajo del nivel del forjado inferior y desde éstas ya sea por sistemas de ventilación forzada de extracción o bien por tiro natural hacen que el radón evacue hacia el techo.

5.- Sondas geotérmicas a gran profundidad junto con un sistema de extracción continuo, estudiando en número mínimo a colocar entre ellas y su distribución en los cimientos del edificio.

6.- Distribución de los espacios y sus huecos de ventilación para favorecer la ventilación natural cruzada del interior. En sótanos puede ser conveniente instalar un sistema de extracción de aire directo al techo.

7.- Ventilación forzada de los espacios naturales, que además garantice una renovación del aire interior que evite la acumulación del gas. Este punto entra ligeramente en contradicción con el apartado del CTE DB HS-03 y especialmente con el standard PassivHaus, pues ambos obligan a una ventilación mecánica controlada con un número muy limitado de renovaciones de aire por hora.

Por ello, es conveniente plantearse un sistema de renovación del aire por sobrepresión, es decir introduciendo aire de forma forzada en el interior y empujando al aire viciado del interior a salir; ya que los sistemas de extracción facilitan que entre aire/gas radón

por las rendijas al disminuir la presión interior respecto a la exterior debido al vaciado constante del aire de estos espacios.

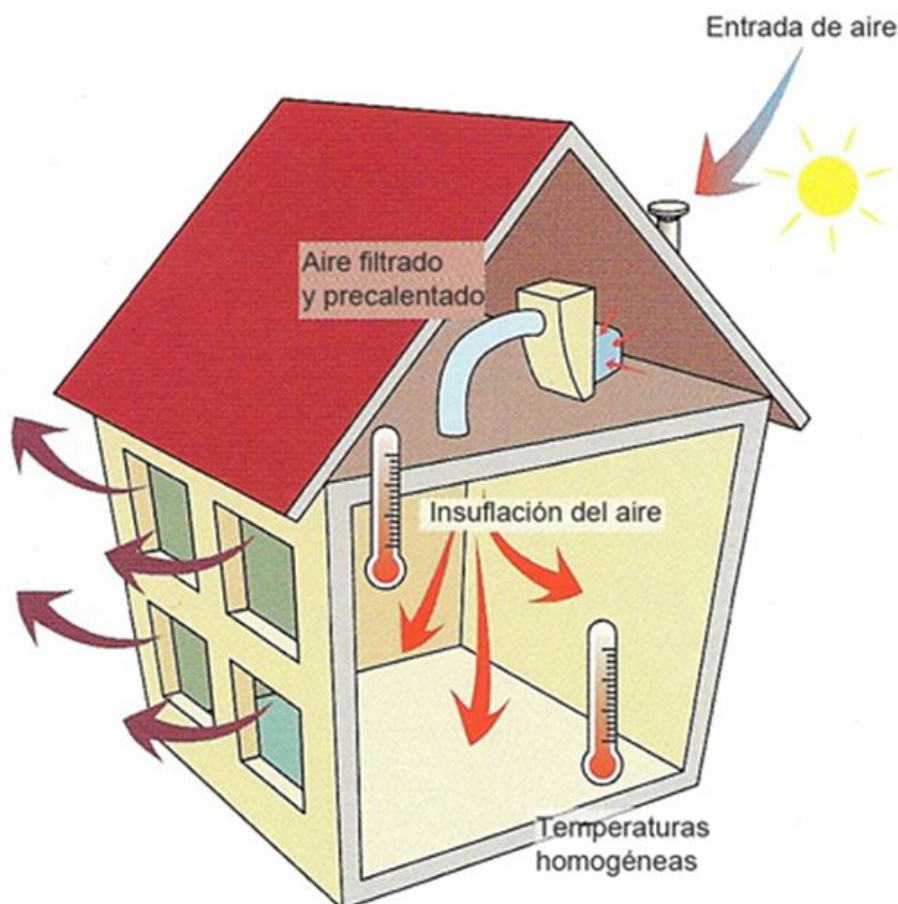


Figura 1.9 Sistema de ventilación por sobrepresión (Fuente: <http://www.ventilairsec.es>)

Todos aquellos sistemas que se puedan aplicar desde proyecto y sean los más sencillos y sin mantenimiento son preferibles a los complejos y que dependen de mecanismos

8.- Construir sin materiales radioactivos de ningún tipo. Es conveniente elegir materiales de una misma familia y con un contador geiger fiable evaluar el que contenga menos radiación, especialmente si este material va instalarse en el dormitorio. Entre los materiales con una baja radiactividad están la madera, la cal, el adobe, la paja, el yeso natural, areniscas, gravas calcáreas y entre los materiales con una elevada radiactividad están algunas baldosas de gres, yesos químicos, bloques de piedra pómez, desechos industriales, cenizas y escorias (utilizadas en la fabricación de algunos tipos de cemento y yesos).

Saneamiento

Si tras unas mediciones se detecta la presencia de gas radón, es conveniente realizar un estudio para conocer el origen (interno o externo), para conocer el sistema constructivo el sistema de ventilación que tiene la vivienda. De acuerdo a estos tres parámetros y con

un sistema de ventilación que garantice una correcta renovación interior del aire sin la presencia de radón, pueden aplicarse las soluciones apuntadas en el apartado anterior.

[i] ICRP: Comisión internacional de protección Radiológica

[ii] IARC : *Agencia internacional para la Investigación sobre el Cáncer*

[iii] <https://www.epa.gov/radon/health-risk-radon>

[iii] http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/38/027/38027852.pdf

[iv] [http://www.uco.es/~falorgim/fisica/archivos/Radiaciones/ER\\$G04.pdf](http://www.uco.es/~falorgim/fisica/archivos/Radiaciones/ER$G04.pdf)

[v] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>

[vi] Bq/m³: número de desintegraciones en un metro cúbico

[vii] An overview of Radon surveys in Europe. European Commission. 2005

[ii] *El radón en suelos, rocas, materiales de construcción y aguas subterráneas de las Islas Canarias Orientales. ULPGC.2015.Tesis doctoral. D. Héctor Eulogio Alonso Hernández*

[ii] *“Radón, un gas radioactivo de origen natural en casa Luis Santiago Quindós Poncela. Universidad de Cantabria. 2002. pp.13*