

La naturaleza geológica de la zona, factor principal de la concentración de gas radón en las viviendas españolas

Geología y niveles de radon en viviendas españolas

L. S. Quindós, J. Soto y P. L. Fernández

ABSTRACT: Results of indoor radon measurements in spanish houses is shown and related to the geology in this paper.

Introducción

Con el fin de caracterizar el valor de la concentración de radón existente en el interior de las casas españolas, realizamos durante los años 1988, 1989 y 1990, un muestreo de medidas de la concentración de dicho gas en un total de 2.000 viviendas. Los resultados obtenidos [1], señalan la existencia de una distribución log-normal de las concentraciones de radón con una media geométrica de $41,1 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ y una desviación standard de 3,0, presentando un rango entre $10 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ y $15.400 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Las importantes diferencias en los valores encontrados en las distintas regiones nos ha llevado a desarrollar un estudio de los mismos con relación, principalmente, a las diferencias en su sustrato geológico, y los resultados del mismo se presentan en este trabajo.

De la existencia de una correlación entre ambas magnitudes, coherente con la hipótesis de que el radón en las viviendas proviene principalmente del suelo [2], sería posible la definición de zonas con concentraciones elevadas donde realizar estudios más detallados.

Características del muestro de radón en viviendas

Para determinar el valor promedio de la concentración de radón en casas españolas, realizamos un muestreo de medidas en un conjunto de 55 puntos-localidades repartidas de manera uniforme sobre la superficie de España tal y como muestra la figura 1. Cada uno de estos puntos resulta, así, separado de los otros más próximos una distancia de aproximadamente 150 km. En cada uno de ellos se han medido del orden de 30 viviendas. Con la elección adecuada de los puntos de medida se consigue, así, no sólo un valor medio representativo de la concentración nacional, sino también valores representativos a menor escala, como puede ser por Comunidades Autónomas, ya que el número de puntos resulta ser, aproximadamente, proporcional a la extensión de las mismas. Del mismo modo, un muestreo de esta frecuencia espacial, si bien no puede dar cuenta de variaciones geológicas locales con una escala típica de decenas de kilómetros, sí resulta significativo de la existencia de variaciones geológicas a mayor escala, cumpliendo así con el objetivo de nuestro trabajo.

La recogida de muestras de aire en el interior de las viviendas se ha realizado utilizando células de centelleo de 1 litro de capacidad a las que se ha hecho previamente el vacío. La muestra de aire es medida por recuento de la radiación alfa que emiten el radón y

sus descendientes de vida corta, en equilibrio al cabo de tres horas, que incide sobre la capa de SZn(Ag) que recubre el interior de la célula. La fluorescencia que se produce es detectada por un fotomultiplicador y contada por un sistema de amplificador y contador. Las medidas fueron realizadas, en todos los casos, durante los meses del invierno y a primeras horas de la mañana, con la condición adicional de que la habitación donde se tomaba la muestra hubiera estado cerrada durante toda la noche anterior. El conjunto del sistema ha sido calibrado en los laboratorios de la NRPB, UK y en nuestro propio laboratorio. Por otra parte, y al objeto de contrastar nuestras medidas

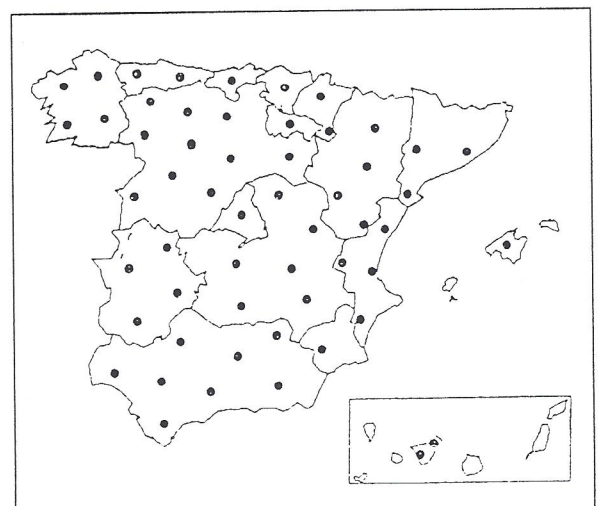


FIGURA 1: Localización de los puntos de muestreo para la medida de radón en el interior de las viviendas.

con los que utilizan la detección de trazas como principio del método, un conjunto de 448 detectores, marca Radtrak, Terradex, USA fueron colocados a lo largo de los distintos puntos de muestreo y expuestos por un período de cuatro meses, encontrándose unos resultados que en gran medida confirmaron los ya reflejados por nosotros [3].

Características geológicas de los suelos españoles

Desde el punto de vista geológico España puede considerarse dividida en tres grandes regiones. La primera está formada por rocas paleozoicas con formaciones metamórficas graníticas y pizarrosas, asociadas con rocas filonianas como las cuarcitas. Ocupa la parte occidental de la península Ibérica incluyendo Galicia, partes de Zamora y Salamanca, buena parte de Avila, Segovia y Madrid, Extremadura y la región oeste de Castilla-La Mancha prolongándose hacia el sur hasta el valle del Guadalquivir. La segunda está formada por sedimentos de origen marino, principalmente calizas, margas y arcillas. Se sitúa a lo largo de la cordillera pirenaica, sur del valle del Ebro y toda la región costera mediterránea incluyendo la Andalucía situada al sur del Guadalquivir. La tercera está formada por rocas sedimentarias de origen continental más modernas como arcillas, areniscas, margas y formaciones yesíferas y calcáreas. Ocupa buena parte de Castilla-León, el valle del Ebro y la región oriental de Castilla-La Mancha. Con todo, simplificada, se puede decir que existen tres grandes regiones con diferentes tipos de suelo, la primera de tipo silíceo correspondiente al dominio herciniano, la segunda de tipo calcáreo correspondiente al dominio alpino y la tercera de tipo arcilloso correspondiente a las depresiones terciarias. Los tres tipos genéricos de suelos anteriores poseen además concentraciones diferentes de elementos radiactivos. En particular, la familia radiactiva del uranio, que incluye el ^{226}Ra y el ^{222}Rn , aparece en concentraciones mayores en rocas más antiguas como los granitos o las pizarras, mientras que alcanza concentraciones notablemente más bajas en rocas de naturaleza calcárea [4].

Relación entre geología y concentración de radón

Cuando se comparan las concentraciones de radón encontradas en el interior de las viviendas con la descripción geológica general expuesta, se encuentra una notable correspondencia entre ambas. Así, los valores promedio de la concentración de radón en las viviendas situadas en suelos de naturaleza silíceos son sistemáticamente mayores que los que se obtienen en las regiones calcáreas o arcillosas. De esta forma, las concentraciones que se encuentran en Galicia, tal y como se muestra en la figura 2, Extremadura o la sierra de Guadarrama presentan valores medios de 117,6, 89,8 y 94,9 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$, significativamente mayores que el de la media nacional. Por otra parte, los puntos de medida situados en suelos de naturaleza calcárea dan valores inferiores a la media. Tales son los correspondientes a Baleares, Navarra, La Rioja, Murcia y la Comunidad Valenciana y, en menor grado, Andalucía como puede verse en la figura 3. En cambio, los puntos situados en regiones arcillosas como Aragón, cuya distribución de valores aparece en la figura 4, o Castilla-La Mancha, aunque también todas las regiones situadas en la cornisa cantábrica, dan valores próximos a la media nacional. Por último, Castilla-León, Cataluña y en menor medida Canarias, son ejemplos de regiones que muestran la presencia de suelos de naturaleza diversa, estando afectados en mayor grado los valores medios encontrados por la elección de puntos-muestreo situados en suelos de muy distinta caracterización geológica, reflejo de la geología propia de esas zonas, silíceos y arcillosos en el primer y segundo ca-

sos, en este último también calcáreos, y mantos de lava en el segundo, por lo que sus valores resultan ser más difíciles de interpretar y para ello, se requeriría de un mayor número de medidas que el que nos proporcionan las disponibles por nosotros en el momento presente. Un dato importante, resultado de nuestras medidas viene dado por el valor que toma el coeficiente de variación que afecta al conjunto de medidas realizadas en cada Comunidad, los cuales aparecen recogidos en la tabla 1. Los mismos resultan ser, en cierto modo, representativos de la variabilidad geológica existente en cada región, siempre que el número de viviendas medido sea estadísticamente significativo.

Así, para las regiones con un número de viviendas medidas superior a 70 existe, efectivamente, una clara relación entre variabilidad geológica y el citado coeficiente de variación de las concentraciones de radón medidas. Los mayores valores de dicho coeficiente son los de las antes mencionadas Castilla-León, Cataluña y Canarias. En cambio, las Comunidades de Navarra, Madrid y Baleares son las que presentan los menores valores, lo que convierte a los resultados encontrados en ellas en altamente significativos de esas zonas geológicas.

Conclusiones

Todas las relaciones generales encontradas entre la concentración de radón y la geología de las zonas, así como la variabilidad que presentan ambas, hacen que, desde el punto de vista de encontrar valores promedios de concentraciones de radón en el interior

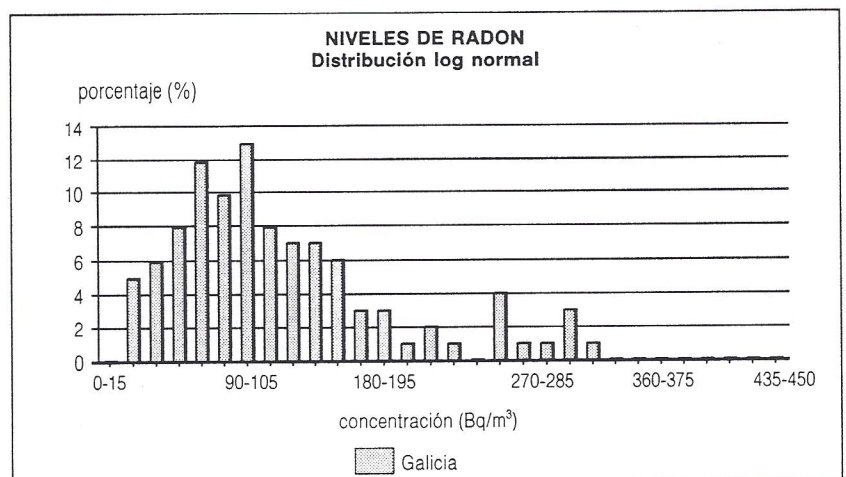


FIGURA 2: Distribución log-normal de niveles de radón en las viviendas de la Comunidad Autónoma de Galicia.

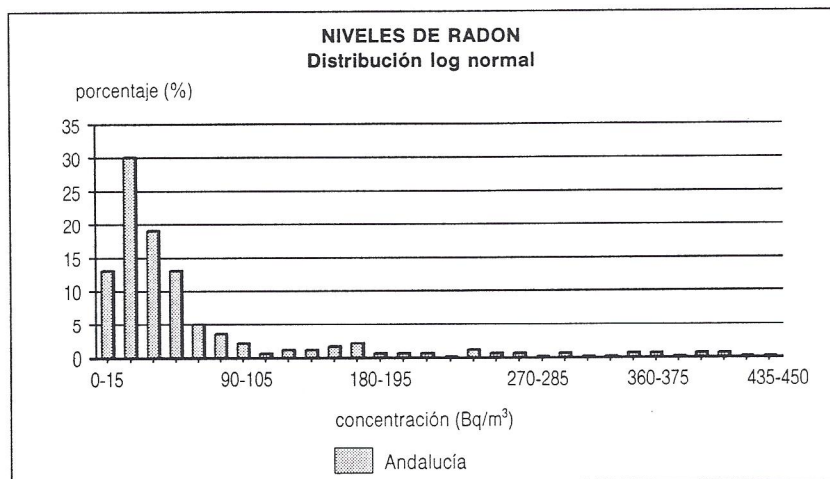


FIGURA 3: Distribución log-normal de niveles de radón en las viviendas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

de viviendas referido a una zona, no sea necesario un estudio más detallado que el desarrollado por nosotros en nuestro muestreo. Además, estos estudios de detalle, de realizarse, deberían tener en cuenta otros factores más específicos entre los que los mecanismos que controlan la exhalación de radón del suelo y la permeabilidad de cada uno de ellos son factores que no hemos tenido en cuenta hasta ahora y que resultarían de gran utilidad en la explicación de los resultados alcanzados.

Habitualmente una zona se considera de nivel bajo de radón cuando menos de un 15% de las viviendas supera los 150 Bq.m⁻³. Se considera de nivel moderado cuando existen entre un 15 y un 30% de viviendas con concentración mayor que 150 Bq.m⁻³ y se considera de nivel alto cuando más de un 30% supera este valor [5]. Consecuentemente con esto y a partir de las con-

centraciones de radón medidas en el interior de las viviendas, son zonas de alto nivel de radón, Galicia y la región occidental de Castilla-León. Son zonas de nivel moderado Extremadura, Canarias, Madrid y Cataluña y, por último, son zonas de nivel bajo las restantes. No obstante, a partir del conjunto de resultados y relaciones encontrados entre estas concentraciones de radón y la geología de la zona, hubiese sido posible identificar dichas regiones, si bien no cuantificar la magnitud del problema, con las limitaciones referidas en el presente trabajo que, por otra parte, nos fijan la estrategia a seguir en la realización de estudios puntuales en zonas con alto riesgo potencial de presencia de radón en las viviendas.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto titulado «Natural exposure

TABLA 1: Desviaciones standard del valor promedio de la concentración de radón para cada Comunidad.

Comunidad	Coefficiente de variación
Andalucía	1,6
Aragón	1,6
Asturias	1,9
Baleares	0,9
Canarias	2,0
Cantabria	1,4
Castilla-La Mancha	1,0
Castilla-León	4,2
Cataluña	3,5
Extremadura	1,1
Galicia	1,3
Madrid	0,8
Murciana	0,9
Navarra	0,8
La Rioja	1,0
País Vasco	1,4
País Valenciano	1,1

from radon and radon progeny in Spanish houses» financiado en parte por la CEE bajo contrato BI6-0314-E(TT), la DGICYT-Dirección General de Investigación Científica y Técnica (CE88-0009), el FISss-Fondo de Investigaciones Sanitarias de la Seguridad Social (89/0575) y el CSN-Consejo de Seguridad Nuclear (89/0010), actualmente en desarrollo.

REFERENCIAS

- [1] QUINDÓS L. S., FERNÁNDEZ P. L., SOTO J. (1991). "Medida de la concentración de radón en el interior de viviendas españolas". *Revista Española de Física* 5 (1), pp. 19-22.
- [2] NAZAROFF W. W., NERO A. V. (1988). *Wiley Interscience Publication*. John Wiley & Sons, New York.
- [3] QUINDÓS L. S., SOTO J., FERNÁNDEZ P. L. (1991). "Short versus long term indoor measurements". *Health Physics*. Vol. 61 (4), pp. 539-542.
- [4] United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation (1988). *Report to the General Assembly*. United Nations. New York.
- [5] PEAKE R. T. (1988). "Radon and geology in the United States". *Radiation Protection Dosimetry*. Vol. 24, 1-4, pp. 173-177.

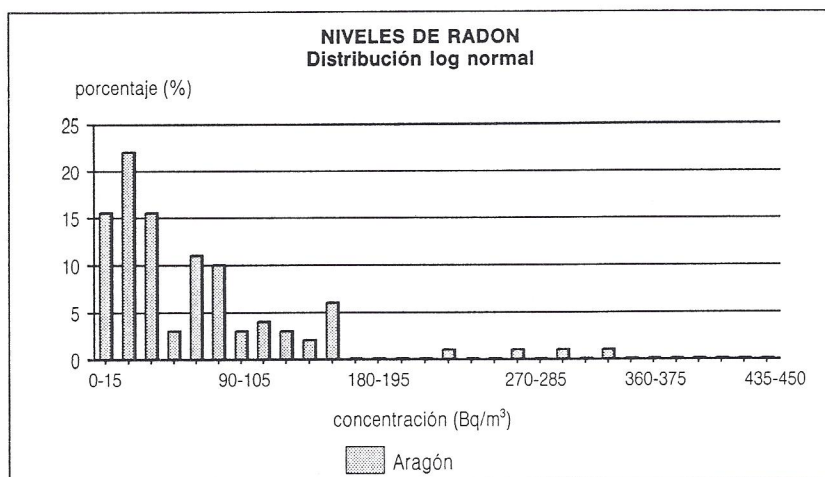


FIGURA 4: Distribución log-normal de niveles de radón en las viviendas de la Comunidad Autónoma de Aragón.

L. S. Quindós y J. Soto están en el Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas y P. L. Fernández en el de Física Aplicada de la Universidad de Cantabria