

# Radiactividad natural: el radón

Javier Ardila Bonilla

© Junio, 2007

## 1. Introducción

A la hora de hablar de radiactividad, a muchos nos vienen a la cabeza los riesgos derivados de las actividades de las centrales nucleares o de las unidades de radiodiagnóstico de los centros sanitarios. Y es normal que pensemos en estas distintas fuentes de exposición, ya que son las que llegan al ciudadano, a través de los medios de comunicación, a causa del impacto social que puede general cualquier incidente relacionado con éstas. Pero lo que seguro muy poca gente sabe es que estas fuentes de exposición, calificadas como de origen artificial, contribuyen en sólo un 30% de la dosis recibida por la población, siendo las fuentes de exposición calificadas como de origen natural las que aportan un mayor porcentaje.

Dentro de las fuentes de exposición de origen natural, en diferente porcentaje, nos podemos encontrar la radiación terrestre interna y externa, la radiación cósmica o el gas torón. Pero sin duda, la mayor fuente de radiactividad natural es el gas radón.

Este tipo de radiación natural, en tanto en cuanto puede afectar a un numeroso colectivo, considero que tiene cabida en materia de protección civil, por lo que estimamos en su día realizar estudios y muestreos en varias viviendas de nuestro municipio. Por ello, desde el año 2001, el Servicio de Protección Civil del Ayuntamiento de Torrelodones ha estado colaborando con la Cátedra de Física Médica de la Universidad de Cantabria, con el profesor D. Luis Santiago Quindós Poncela a la cabeza, en la medición de concentraciones de gas radón en el interior de algunas casas de nuestro municipio. El objetivo; obtener datos reales sobre los niveles de este gas, sin caer en la rumorología ni en el alarmismo.

Primeramente, nos centraremos en explicar, dentro de los modestos conocimientos adquiridos estos años junto al profesor Quindós, qué es el gas radón y sus principales características. Posteriormente, realizaremos una breve exposición de los diferentes proyectos llevados a cabo, la metodología empleada, los resultados generales obtenidos y las conclusiones alcanzadas.

## 2. Gas radón: características principales

### 2.1. ¿qué es el gas radón?

El radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) es un gas noble que no reacciona químicamente. Entre sus características físicas mencionar su extremada movilidad, debido a que es un gas, y su gran solubilidad en agua, además de ser incoloro, inodoro e insípido.

Su periodo de semidesintegración, el tiempo necesario para que la mitad de los átomos del radón desaparezcan de una muestra, es de 3,8 días.

### 2.2. ¿De dónde procede?

Procede de la desintegración del radio ( $^{226}\text{Ra}$ ), que a su vez se origina de la desintegración del uranio ( $^{238}\text{U}$ ), elemento que forma parte de distintos tipos de suelos y rocas entre las que encontramos el granito, predominante en nuestro municipio. Debido a su carácter gaseoso, a la

porosidad y permeabilidad del tipo de suelo y a la diferencia de presión entre el interior del suelo y el aire exterior, puede escapar hacia la superficie del terreno, diluyéndose fácilmente en la atmósfera.

Sin embargo, si encima del suelo colocamos, por ejemplo, una casa, el radón puede penetrar en la misma y permanecer en ella en concentraciones considerables, preferentemente en aquellos lugares con una baja ventilación como puede ser sótanos y garajes.

El tipo de construcción y la ventilación de los recintos van a determinar, en último caso, el nivel de concentración del radón en el interior de los mismos. Así, construcciones más cerradas en zonas más frías, como pueden ser las habituales de la sierra madrileña, pueden albergar niveles a considerar. Sobre todo estas concentraciones pueden ser importantes en épocas de frío, cuando la ventilación de la vivienda es menor debido al mantenimiento del calor interno del hogar. Además, la calefacción en el interior de las casas, entre otros, es responsable de generar una depresión y crear un campo de presiones que favorece la emanación del radón procedente del suelo.

### **2.3. ¿Sobre qué valores de concentración nos movemos?**

Al tratarse de un elemento radiactivo, las medidas de concentración se basan en el recuento de las partículas  $\alpha$  emitidas tanto por él como por sus descendientes de vida corta. El valor recomendado por la U.E. a sus Estados Miembros para iniciar acciones de remedio en casas ya edificadas (90/143/EURATOM) es de 400 Bq/m<sup>3</sup>.

### **2.4. Es científicamente aceptado sobre el radón:**

- Su origen, sus características físico-químicas y su carácter de elemento cancerígeno.
- Que la dosis debida a la presencia del radón en el aire que respiramos en el interior de los edificios representa alrededor del 50% del total de la recibida por la población como consecuencia de su exposición a la radiación de origen natural.
- Que su presencia en elevadas concentraciones en el aire de las minas de uranio le hace corresponsable de la existencia de un incremento significativo en el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón entre los trabajadores de las mismas.

### **2.5. Se necesita más investigación sobre el radón:**

- Identificar y localizar a lo largo del aparato respiratorio las células sobre las que el radón y sus descendientes actúan de una manera más específica.
- Conocer la dosis de radiación recibida por las células debidas al radón y sus descendientes a partir de modelos dosimétricos adecuados.
- La realización de estudios epidemiológicos que confirmen o no la incidencia del gas radón, para bajas concentraciones del mismo, en el desarrollo de cáncer de pulmón.

## **3. Proyecto Radón 2001-2002**

### **3.1. Introducción**

En este primer proyecto se pretendió realizar un primer muestreo de las concentraciones de radón en diversos domicilios del municipio. Se pretendía obtener la mayor concentración posible, para lo cual se realizó en domicilios ubicados en zona granítica, en recintos pocos ventilados y lo más próximos al suelo. Por tanto, nuestro objetivo era ir "a la caza del radón", en las condiciones más desfavorables posibles, donde las concentraciones del mismo se preveían serían las más elevadas. En general las mediciones se realizaron en sótanos, trasteros y lugares de estancia poco habitual por los miembros de la familia.

La fecha de realización del muestreo tampoco fue casual. Se realizó en noviembre de 2001, época de frío, ya que son éstas las fechas en las que menos ventilación se realiza en las viviendas, debido a la conservación de la mayor temperatura posible en el interior de nuestras casas. Como ya comentamos anteriormente, la calefacción en el interior de las casas es responsable de generar una depresión y crear un campo de presiones que favorece la emanación del radón procedente del suelo.

### 3.2. Metodología empleada

Después de la obtención de los 40 domicilios colaboradores en el estudio, el 26 de noviembre se iniciaron las mediciones. Para ello se utilizaron **dos tipos de mediciones diferentes**; con células de centelleo y con detectores de carbón activo.

El **primer método** se basa en realizar el vacío a una botella de una capacidad y características específicas, de modo que en el lugar de la medición se permite el paso del aire del recinto al interior de la botella, quedando éste encerrado para su posterior análisis mediante el instrumental necesario. Es un método de medición instantáneo, por lo que no necesita un tiempo de exposición largo.

El **segundo método** utiliza un bote de plástico con un detector a modo de pastilla de carbón activo bajo la tapa, de modo que dejando la tapa medio abierta para permitir la entrada de aire al interior, el detector "atrapa" los diversos gases del aire del lugar de medición, entre los que se encuentra el radón. Para este segundo método se necesita un tiempo de exposición prolongado, superior a tres meses. Junto a este bote se colocó otro medidor calibrado y procedente de Estados Unidos para evaluar la exactitud de medición del mismo.

### 3.3. Resultados generales obtenidos

Los resultados obtenidos en este primer estudio, teniendo en cuenta que las mediciones se realizaron en las condiciones más desfavorables posibles para obtener las concentraciones más elevadas de radón posible, fueron los siguientes:

- **Células de centelleo.** Un 67% de las 20 mediciones realizadas obtuvieron valores superiores a los 200 Bq/m<sup>3</sup> y un 39% del total superaban los 400 Bq/m<sup>3</sup>.
- **Detector de carbón activo.** Un 67% de las 20 mediciones realizadas obtuvieron valores superiores a los 200 Bq/m<sup>3</sup> y un 43% del total superaban los 400 Bq/m<sup>3</sup>.

### 3.4. Conclusiones extraídas

A la vista de estos resultados, podemos concluir lo siguiente:

- Ambos métodos utilizados nos ofrecen unos porcentajes de resultados muy parecidos.
- Que algunos de los valores obtenidos, aunque superan los valores recomendados por la Unión Europea de 400 Bq/m<sup>3</sup> para viviendas construidas, se realizaron en las condiciones más desfavorables posibles y generalmente en recintos de estancia poco habitual de personas, como sótanos, trasteros, etc.
- Que con la mera ventilación diaria de dichos recintos, más importante en épocas de frío, dichos valores disminuirían considerablemente.
- Los valores obtenidos se pueden considerar normales para la zona en la que estamos ubicados, encontrándose los mismos valores en otros pueblos de la sierra madrileña.

## **4. Proyecto Radón 2003**

### **4.1. Introducción**

En este segundo proyecto se continuó realizando muestreos en otras ubicaciones del municipio. La diferencia fundamental con respecto al proyecto anterior consistió en centrar el muestreo en viviendas unifamiliares donde se realicen actividades laborales en planta baja o planta bajo rasante.

El motivo de elegir este tipo de perfil es debido al incremento que actualmente existe de actividades laborales realizadas en los propios domicilios, ya sea mediante modalidades como el “teletrabajo”, favorecido por la existencia de Internet, o por determinadas actividades tendentes a este estilo de trabajo, como estudios de arquitectura, consultorías, empresas de publicidad, estudios de grabación, promotoras, ...

La fecha de realización de este muestreo volvió a ser el mes de noviembre que, como recordarán, son fechas en las que menos ventilación se realiza en las viviendas, debido a la conservación de la mayor temperatura posible en el interior de nuestras casas.

### **4.2. Metodología empleada**

En este caso se obtuvo la colaboración de 30 vecinos que realizaban su actividad profesional en sus propios domicilios o en otras viviendas unifamiliares. Para ello se utilizó detectores de carbón activo. El tiempo de exposición para este tipo de medición correspondió a tres meses.

### **4.3. Resultados generales obtenidos**

Los resultados obtenidos en este estudio nos muestran que todos los valores de concentración de gas radón obtenidos están por debajo de los 1500 Bq/m<sup>3</sup> recomendados por la Internacional Comisión on Radiological Protection (ICRP) para puestos de trabajo.

Sin embargo, dichas actividades, en algunos casos, se realizaban en los propios domicilios. Por tanto, si consideramos dichas medidas como realizadas en viviendas particulares, el 17 % superaban los 400 Bq/m<sup>3</sup> recomendados por la Unión Europea para viviendas construidas.

### **4.4. Conclusiones extraídas**

A la vista de estos resultados, podemos concluir lo siguiente:

- Aunque, como podemos comprobar en relación con los datos del primer estudio, el porcentaje de viviendas que superaban los 400 Bq/m<sup>3</sup> es menor, del 40% del primer muestreo al 17% del segundo, esta disminución puede deberse a que las condiciones de medida fueron diferentes, ya que en el primer muestreo se realizaron en las condiciones más desfavorables posibles. En cambio, en este segundo muestreo, la toma de datos se realizan en el mismo puesto de trabajo, que no suele ser el más desfavorable.
- Que con la mera ventilación diaria de dichos recintos, más importante en épocas de frío, dichos valores disminuirían considerablemente.

## **5. Proyecto Radón 2005**

### **5.1. Introducción**

Este tercer proyecto se centró en la medición de la variación de la concentración de gas radón durante el año 2005. Como ya comentamos al principio, la existencia de gas radón en las partes bajas de las viviendas dependía de varios factores; tipo de suelo bajo la edificación, su porosidad, su permeabilidad, tipo de construcción de la vivienda, las condiciones

meteorológicas... De estas características, las cuatro primeras no suelen sufrir variaciones, siendo las mismas prácticamente durante la "vida" de la vivienda. Sólo las condiciones meteorológicas influyen en la posible variación de concentración de gas radón durante el año.

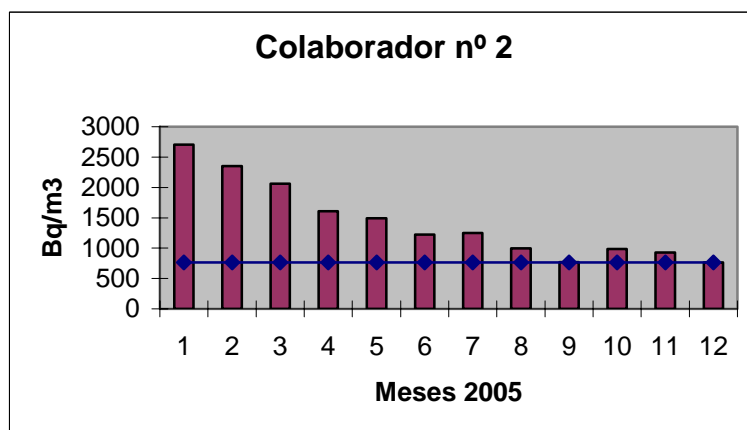
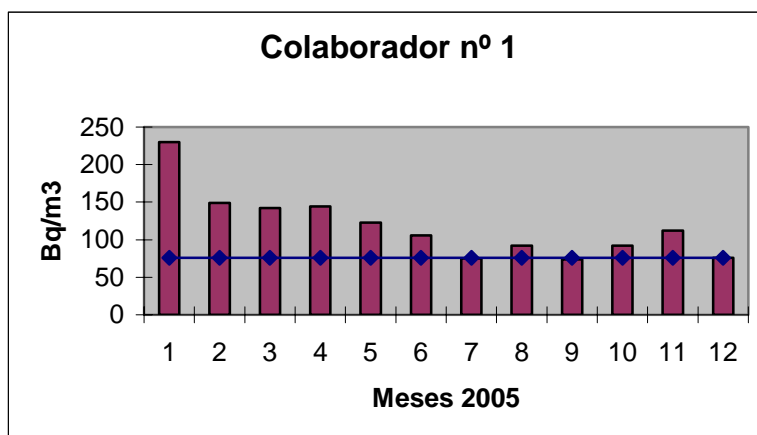
Las mediciones comprendieron el año 2005, iniciándose en enero y finalizando en diciembre.

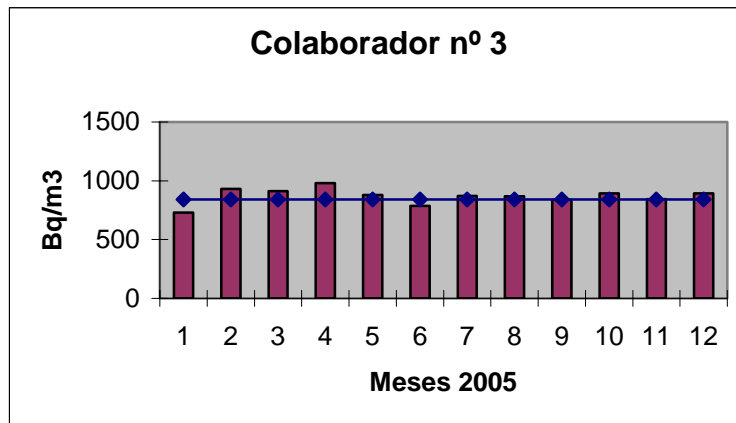
## 5.2. Metodología empleada

En este caso se contó con la colaboración de los vecinos de 3 edificaciones que ya habían participado en el anterior proyecto, locales o viviendas unifamiliares donde se realizaban actividad laboral, por lo que teníamos una primera medida de aproximación de la concentración de radón. Se volvieron a utilizar los detectores de carbón activo como método de medida, colocando 12 detectores en el lugar de estancia habitual de cada uno de dichos edificios. De esta manera, cada mes tomaríamos uno de los detectores y lo enviábamos a analizar a la Universidad de Santander, obteniendo de esta forma la variación de la concentración de gas radón a lo largo de los 12 meses del año. El último detector en retirarse, en el mes de diciembre, nos daría la concentración media anual de gas radón.

## 5.3. Resultados generales obtenidos

Como recordarán, el valor medio de concentración debe estar por debajo de los 1500 Bq/m<sup>3</sup> recomendado por la International Comisión on Radiological Protection (ICRP) para puestos de trabajo. En los tres edificios donde se realizaron las mediciones, la media anual no superaban este valor, siendo 76 Bq/m<sup>3</sup>, 892 Bq/m<sup>3</sup> y 764 Bq/m<sup>3</sup> respectivamente. A continuación muestro unos gráficos donde se aprecia la concentración media analizada cada mes (barras) y la media anual (línea azul).





## 5.4. Conclusiones extraídas

A la vista de estos resultados, podemos concluir lo siguiente:

- Se aprecia una alta concentración de gas radón los primeros meses del año, coincidiendo con la época invernal, pero posteriormente dicha concentración varía, disminuyendo a lo largo del año.
- Que, aunque las concentraciones encontradas son las habituales encontradas en otras viviendas de la localidad, se aconseja la ventilación diaria de las dependencias, principalmente en la época invernal.

## 6. Proyecto Radón 2006

### 6.1. Introducción

Este nuevo proyecto tiene por objetivo analizar la relación entre el tipo de construcción que se realiza actualmente en las viviendas unifamiliares de Torrelodones y las concentraciones existentes de gas radón en varias plantas del interior de la misma. De esta manera podremos comprobar el grado de aislamiento que existe en dichas viviendas con respecto a la emanación de gas radón procedente del suelo.

Para que existiera una homogeneidad sobre el tipo de construcción, se eligieron viviendas unifamiliares con una antigüedad aproximada de 5 años y que tuviesen, a ser posible, planta sótano o similar donde se acumularía mayor concentración de gas radón.

Las mediciones de las concentraciones de radón se realizaron en la parte más baja de la vivienda unifamiliar, sótanos, trasteros y, en general, lugares poco ventilados, y en planta baja, zona más próxima al terreno donde generalmente se realiza la estancia habitual de los usuarios de la misma. De esta manera, comparando dichas concentraciones, podemos determinar el grado de aislamiento existente en las mismas con respecto al gas radón.

Dicho muestreo fue realizado entre los meses de mayo y noviembre del año pasado, por lo que se realizó un tiempo de exposición de 6 meses.

### 6.2. Metodología empleada

Después de la obtención de los 99 domicilios colaboradores en el estudio con el perfil detallado anteriormente, el 26 de noviembre se iniciaron las mediciones. Para ello se utilizó de nuevo, como método de medida, el detector de carbón activo.

### 6.3. Resultados y conclusiones obtenidas

Del conjunto de datos de concentración de radón obtenidos por la Cátedra de Física Médica de la Universidad de Cantabria en este estudio, cabe destacar que ninguna medición realizada en las plantas bajas de las viviendas, donde generalmente se realiza la mayor parte de la estancia de sus ocupantes, superó los  $400 \text{ Bq/m}^3$  en planta baja.

De los datos obtenidos en las plantas sótanos de las viviendas, el 35% de las concentraciones registradas superaban los  $400 \text{ Bq/m}^3$  recomendadas por la U.E. a sus Estados Miembros para iniciar acciones de remedio en casas ya edificadas (90/143/EURATOM).

### 6.4. Interpretación de los datos y medidas recomendadas

De manera general podemos encuadrar las medidas recomendadas en 4 opciones que se expresan a continuación:

#### OPCIÓN A

Si las dos medidas, tanto en planta baja como en planta sótano, son inferiores a  $200 \text{ Bq/m}^3$  **NO** da lugar a tomar medida que no sea el incremento de la ventilación natural de ambas dependencias, para con ello bajar las concentraciones siguiendo el criterio de “tan baja como sea posible”.

#### OPCIÓN B

Si el resultado de la planta baja es superior a  $200 \text{ Bq/m}^3$  pero no supera los  $400 \text{ Bq/m}^3$ , el incremento de la ventilación natural resulta **NECESARIO** en dicha planta.

#### OPCIÓN C

Si el resultado de la planta baja supera los  $400 \text{ Bq/m}^3$ , entramos en el modelo de recomendaciones internacionales de medidas de remedio pero estas requieren de un estudio pormenorizado por personal cualificado. Aquí la ventilación natural puede o no disminuir las concentraciones.

#### OPCIÓN D

Si el valor de la planta baja tiene valores inferiores a  $200 \text{ Bq/m}^3$  y el sótano supera los  $400 \text{ Bq/m}^3$ , las medidas a tomar deben serlo únicamente en esta última dependencia, aumentando en ella de manera significativa su ventilación.

NOTA GENERAL: Desde el punto de vista práctico, los valores  $200$  y  $400 \text{ Bq/m}^3$  han de ser considerados no como criterio absoluto, sino que a los mismos se los puede admitir errores de hasta el 40%.

### Bibliografía:

QUINDÓS PONCELA, Luis Santiago. *Radón: Un gas radiactivo de origen natural en su casa*. Santander. 1995. Consejo de Seguridad Nuclear y Universidad de Cantabria. ISBN: 84-8102-114-8; 84-87275-59-1.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. *Recomendación de la Comisión de 21-2-1990 relativa a la protección de la población contra peligros de una exposición a radón en el interior de edificios (90/143/EURATOM)*. D.O.C.E. L80, 26-28.

ICRP (International Commission on Radiological Protection). *Protection against radon222 at home and at work*. ICRP Publication 65, Annals of the ICRP 23 (2), Pergamon Press, Oxford, 1993.

**Autor**

---

**Javier Ardila Bonilla**

Licenciado en Ciencias Químicas  
Jefe de Sección del Servicio Municipal de Protección  
Civil – Ayuntamiento de Torrelodones

**[javiarbo@hotmail.com](mailto:javiarbo@hotmail.com)**

Madrid, España