

Gas radón: medida e incertidumbre

Dr. José – Luis GUTIÉRREZ VILLANUEVA

Specialist radon measurement advisor | RADONOVA LABORATORIES AB



+46 709 36 83 12



joseluis.gutierrez@radonova.com



www.linkedin.com/in/joseluis-gutierrez-radonspecialist



@josechkarad



CONTENIDO

- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones

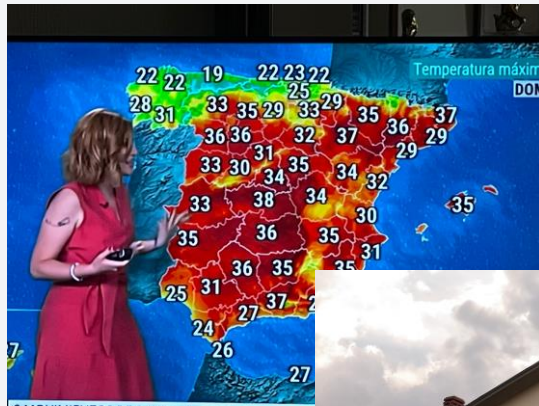


CONTENIDO

- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones



Riesgos

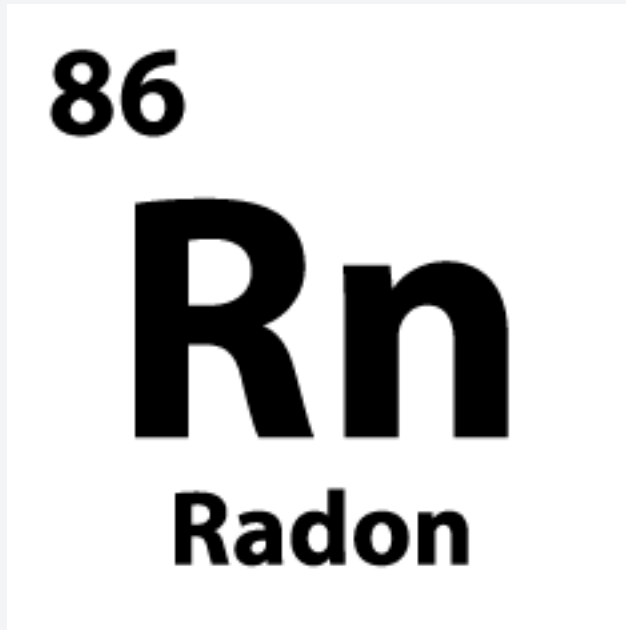


Vivimos en un planeta radiactivo

- De U.S. govt. -
<http://history.nasa.gov/ap08fj/photos/a/as08-16-2593.jpg>
<http://history.nasa.gov/ap08fj/photos/a/as08-16-2593hr.jpg> (Higher resolution 411 kB), Dominio público,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=99085>



El Radón: un gas radiactivo



Crédito: "DORN Friedrich Ernst" by Unknown - Unknown. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Commons

El Radón: un gas radiactivo

GAS RADIATIVO natural

Gas noble, inerte, incolor e inoloro

Vida media: 3.8 días

Emisor alfa

Descendientes: emisores alfa de alta energía

AGENTE CANCERÍGENO



¿NATURAL O ARTIFICIAL?

LAS
CONCENTRACIONES
ELEVADAS DE RADÓN
NO SON NATURALES.
SE PUEDEN EVITAR

PRÁCTICAS
CONSTRUCTIVAS

IARC: International Agency for Research on Cancer

A Rough Guide to
IARC CARCINOGEN CLASSIFICATIONS

GROUP	WHAT DOES IT MEAN?	WHAT DOES IT INCLUDE?
GROUP 1	CARCINOGENIC TO HUMANS Sufficient evidence in humans. Causal relationship established.	☹️ ☠️ ☢️ ☣️ ☤️ Smoking, exposure to solar radiation, alcoholic beverages and processed meats.
GROUP 2A	PROBABLY CARCINOGENIC TO HUMANS Limited evidence in humans. Sufficient evidence in animals.	☹️ ☠️ ☢️ ☣️ ☤️ Emissions from high temp. frying, steroids, exposures working in hairdressing, red meat.
GROUP 2B	POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS Limited evidence in humans. Insufficient evidence in animals.	☹️ ☠️ ☢️ ☣️ ☤️ Coffee, gasoline & gasoline engine exhaust, welding fumes, pickled vegetables.
GROUP 3	CARCINOGENICITY NOT CLASSIFIABLE Inadequate evidence in humans. Inadequate evidence in animals.	☹️ ☠️ ☢️ ☣️ ☤️ Tea, static magnetic fields, fluorescent lighting, polyethylene.
GROUP 4	PROBABLY NOT CARCINOGENIC Evidence suggests no carcinogenicity in humans/animals.	☹️ ☠️ ☢️ ☣️ ☤️ ONLY 1 CHEMICAL EVER PLACED IN THIS GROUP IF ALL SUBSTANCES EXISTED Caprolactam, which is used in the manufacture of synthetic fibres.

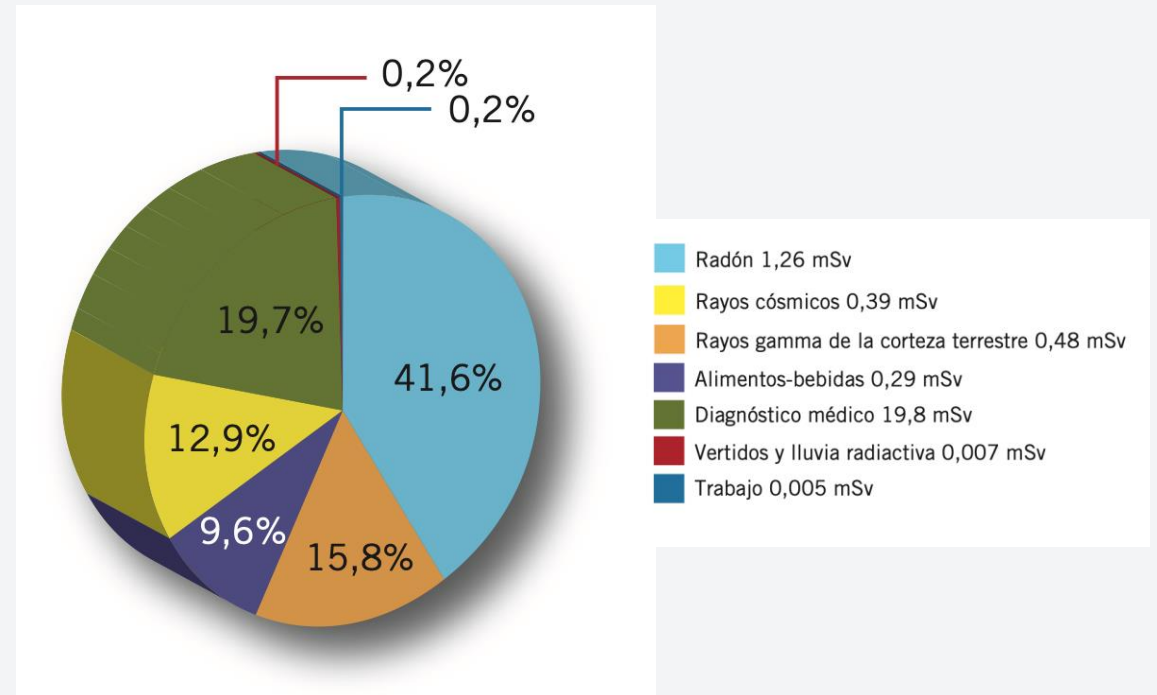
THE IARC'S INDEX ONLY TELLS US HOW STRONG THE EVIDENCE IS THAT SOMETHING CAUSES CANCER. SUBSTANCES IN THE SAME CATEGORY CAN DIFFER VASTLY IN HOW MUCH THEY INCREASE CANCER RISK.

© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDINTEREST.COM | @COMPOUNDINTEREST
Shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives license.

IARC clasifica al RADÓN como “carcinógeno para los humanos”

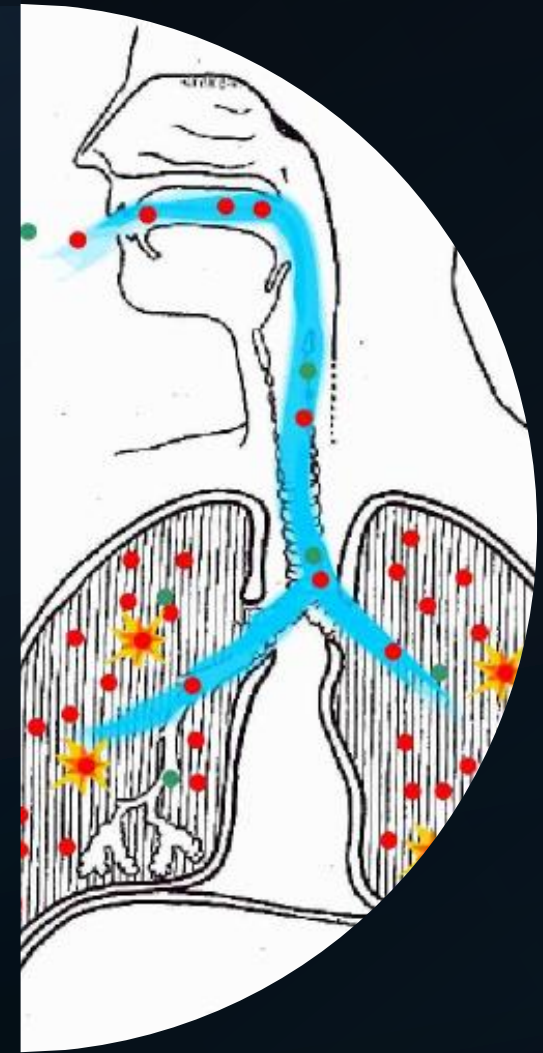
Todos los radionucleidos que emiten partículas α y que han sido estudiados en detalle, incluyendo al ^{222}Rn y sus descendientes, han demostrado que generan cáncer en humanos (WHO (IARC): Volume 78 “Some internally deposited radionuclides”)

Fuentes de radiación



Crédito: UNSCEAR. Tomado de Protección Radiológica/CSN. CSN, 2012

El radón es la principal
causa de cáncer de
pulmón después del
tabaco



Riesgo relativo

S Darby et al. Scand J Work Environ Health 2006, vol 32, suppl 1

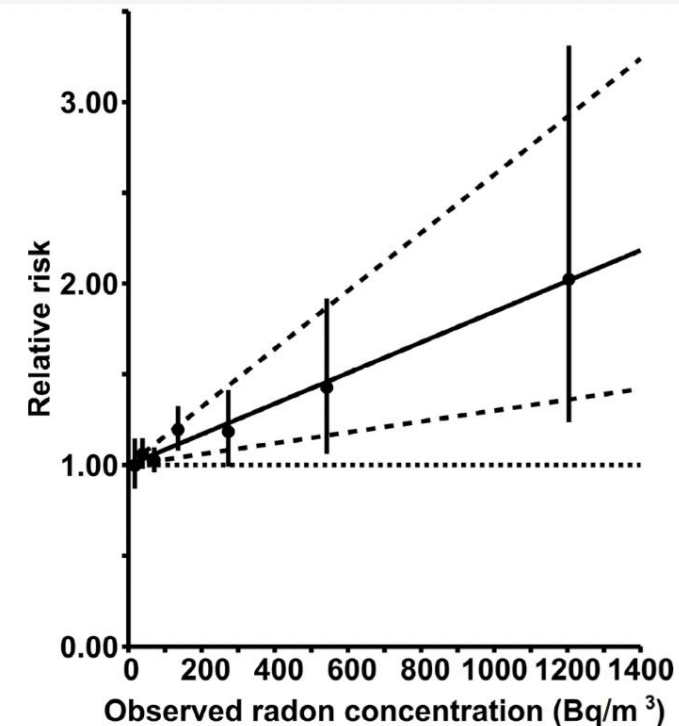
Table 16. Relative risk of lung cancer according to the categories of the time-weighted average observed residential radon concentration. (95% CI = 95% confidence interval)

Observed radon concentration ^a	Cases (N)	Controls (N)	Mean observed radon concentration	Relative risk ^b	95% CI ^c
<25 Bq/m ³	566	1 474	17	1.00	0.87–1.15
25–49 Bq/m ³	1999	3 905	39	1.06	0.98–1.15
50–99 Bq/m ³	2618	5 033	71	1.03	0.96–1.10
100–199 Bq/m ³	1296	2 247	136	1.20	1.08–1.33
200–399 Bq/m ³	434	936	273	1.18	0.99–1.42
400–799 Bq/m ³	169	498	542	1.43	1.06–1.92
≥800 Bq/m ³	66	115	1204	2.02	1.24–3.31
Total	7148	14 208			

^a Observed radon concentration for each address in the 30-year period ending 5-years prior to the index date weighted according to the length of time that the person lived there.

^b Relative risks calculated after stratification by study, age, sex, region of residence, and smoking history. Risks scaled so that relative risk is 1.00 at 0 Bq/m³ on the assumption of a linear relationship, see the Statistical Methods section for details.

^c Confidence intervals calculated using the method of floated variances.



CONTENIDO

- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones



¿Cómo medimos el radón?

Sistemas pasivos

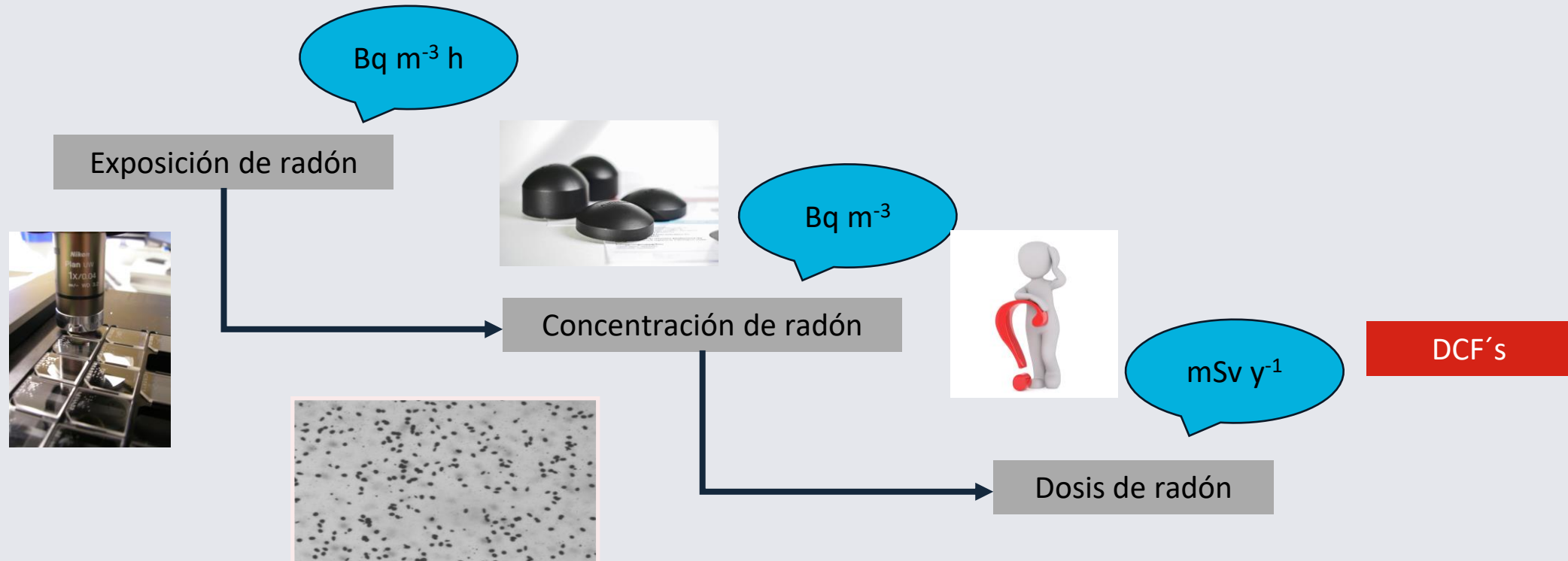
- SSNTD's (Solid State Nuclear Track Detectors)
- Cartuchos de carbon activo
- Centelleo líquido
- Electretes
- Células de Lucas

Sistemas activos

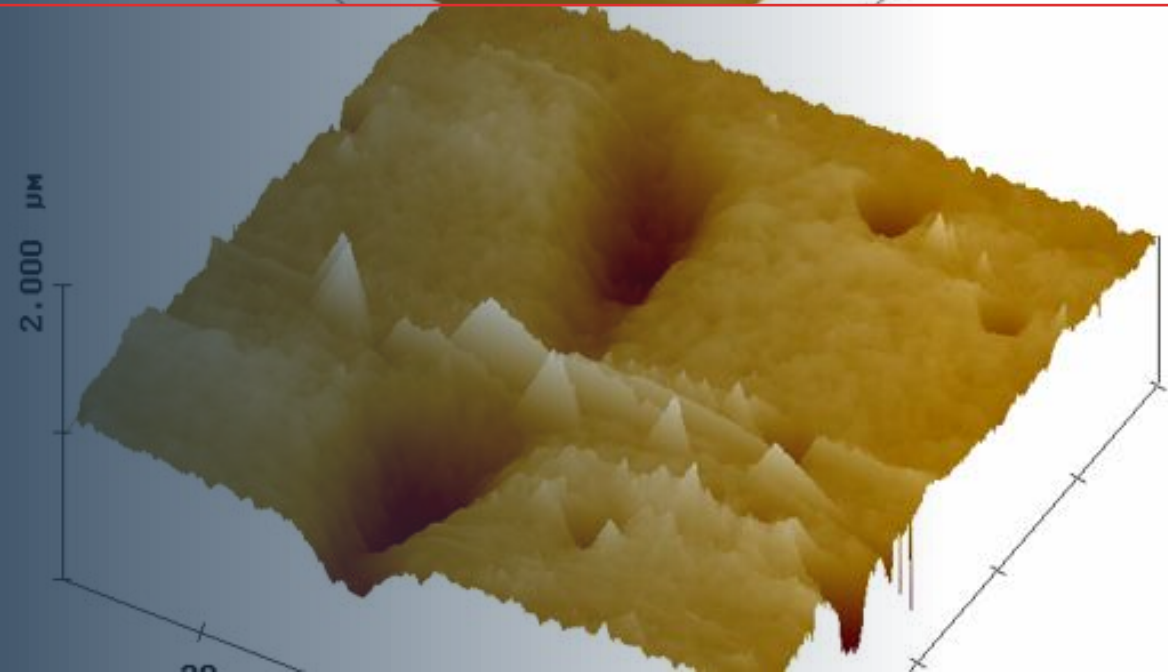
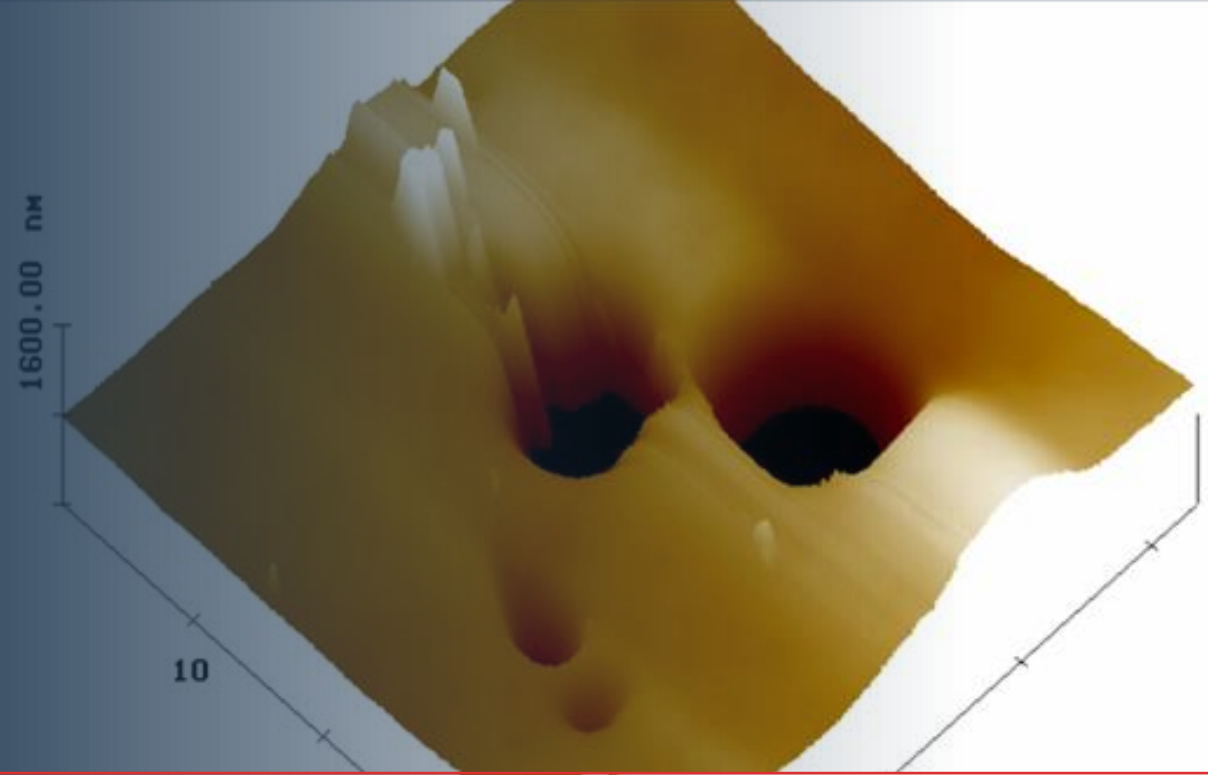
Métodos de medida del gas radón: generalidades y unidades

- Becquerelio (Bq): unidad de actividad SI
- Curio (Ci): Antigua unidad de actividad.
- Unidades de concentración: Bq m^{-3} ; Bq l^{-1} ; Bq kg^{-1}
- Sievert (Sv): unidad de dosis
- WLM: unidad de exposición ocupacional

Proceso de medida de gas radón



SSNTD's



SSNTD's



Sistemas activos



Medida de gas radón en suelo



[https://www.youtube.com/watch?v= 7uDHR8nL8](https://www.youtube.com/watch?v=7uDHR8nL8)

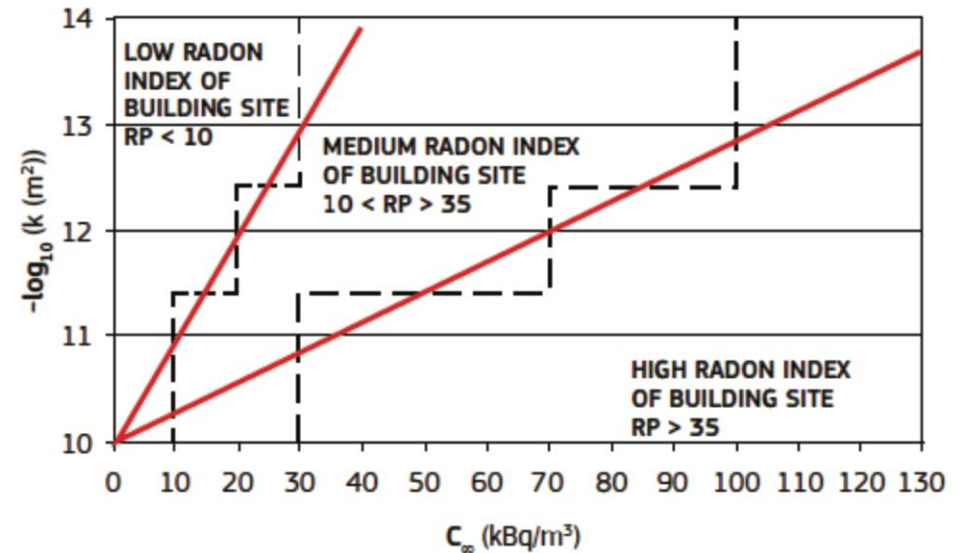
Medida de gas radón en suelo



<https://youtu.be/EJvKO-2NHnk>

Medida de gas radón en suelo

$$RP = \frac{C_{\infty}}{(-\log_{10}(k) - 10)}$$





¿Quién mide?



Organizaciones de prevención
propias o ajenas



UTPR homologada en radón
por el CSN

CONTENIDO

- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones



Acreditación ISO 17025

- ¿Por qué elegir un laboratorio acreditado?



Acreditación ISO 17025



Norma Española
UNE-EN ISO/IEC 17025

Diciembre 2017
Versión corregida, Mayo 2018

**Requisitos generales para la competencia de los
laboratorios de ensayo y calibración
(ISO/IEC 17025:2017)**

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico
CTN 66 *Gestión de la calidad y evaluación de la
conformidad*, cuya secretaría desempeña UNE.

Comparamos acreditación y NO acreditación

Acreditación

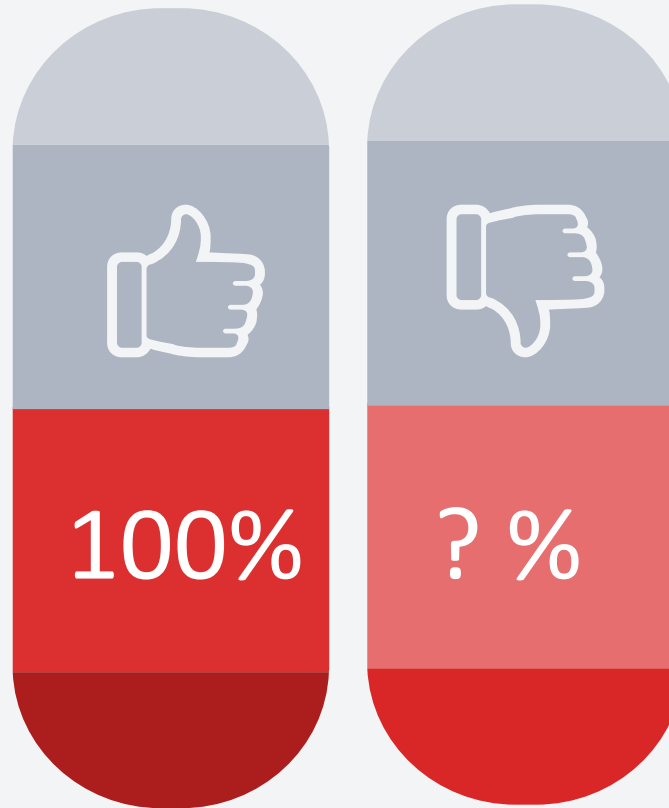
Personal competente

Equipos e instalaciones necesarios

Equipos calibrados y mantenidos

Ensayos mediante procedimientos validados

ESTRICTO CONTROL DE CALIDAD



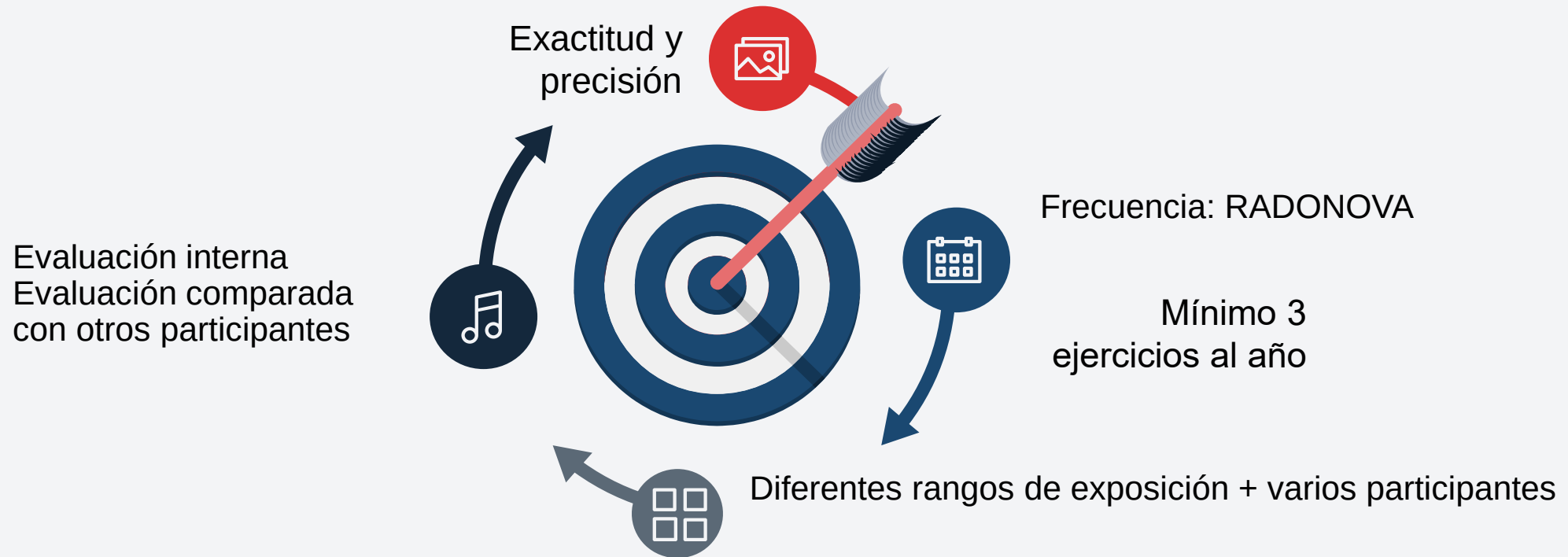
NO acreditación

...

Inter-comparaciones de radón

Cámaras de referencia de radón: BfS (Alemania); SUPSI (Suiza); PHE (Reino Unido); SURO (República Checa)

Test de competencia medida de radón

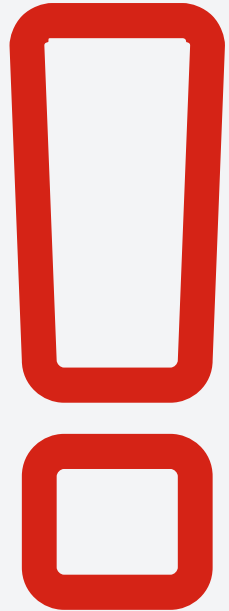


Ventajas laboratorios acreditados



TRAZABILIDAD

No olvidemos



Se acredita el procedimiento de medida



NO se acredita el laboratorio



No olvidemos



Directiva europea de protección de datos

CONTENIDO

- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones



Serie normas UNE-EN ISO

Comité:

CTN 73 - ENERGÍA NUCLEAR, TECNOLOGÍAS NUCLEARES Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Secretaría: UNE - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN

Campo de Actividad: Normalización de:

La industria nuclear en sus aplicaciones pacíficas, incluyendo combustibles, diseño, construcción y explotación de las instalaciones, en especial en sus aspectos de gestión de calidad e higiene y seguridad frente a las radiaciones.

Estructura: GT 1 Radiactividad natural en ambientes interiores

Relaciones Internacionales: CEN/WS 64 Códigos de diseño y construcción para equipos mecánicos de instalaciones nucleares innovadoras

CEN/TC 430 Energía nuclear, tecnologías nucleares y protección radiológica

CEN/WS 064 Phase 1 Códigos de diseño y construcción para equipos mecánicos de instalaciones nucleares innovadoras (Iniciativa Industrial Europea Nuclear Sostenible)

CEN/WS 064 Phase 2 Códigos de diseño y construcción para instalaciones nucleares Gen II a Gen IV (caso piloto para proceso para evolución de códigos AFCEN)

CLC/SR 45 Instrumentación nuclear

CLC/TC 45AX Instrumentación, control y sistemas eléctricos de instalaciones nucleares

CLC/TC 45B Instrumentación para la radioprotección

IEC/TC 45 Instrumentación nuclear

IEC/SC 45A Instrumentación, control y sistemas eléctricos de instalaciones nucleares

IEC/SC 45B Instrumentación para la radioprotección

ISO/TC 85 Energía nuclear, tecnologías nucleares y protección radiológica

ISO/TC 147/SC 3 Mediciones de radiactividad



Serie normas
UNE-EN ISO
Aire

UNE-EN ISO 11665-1:2019 –
11665-11:2019

Incertidumbre detectores

[Standards](#)[About us](#)[News](#)[Taking part](#)[Store](#)

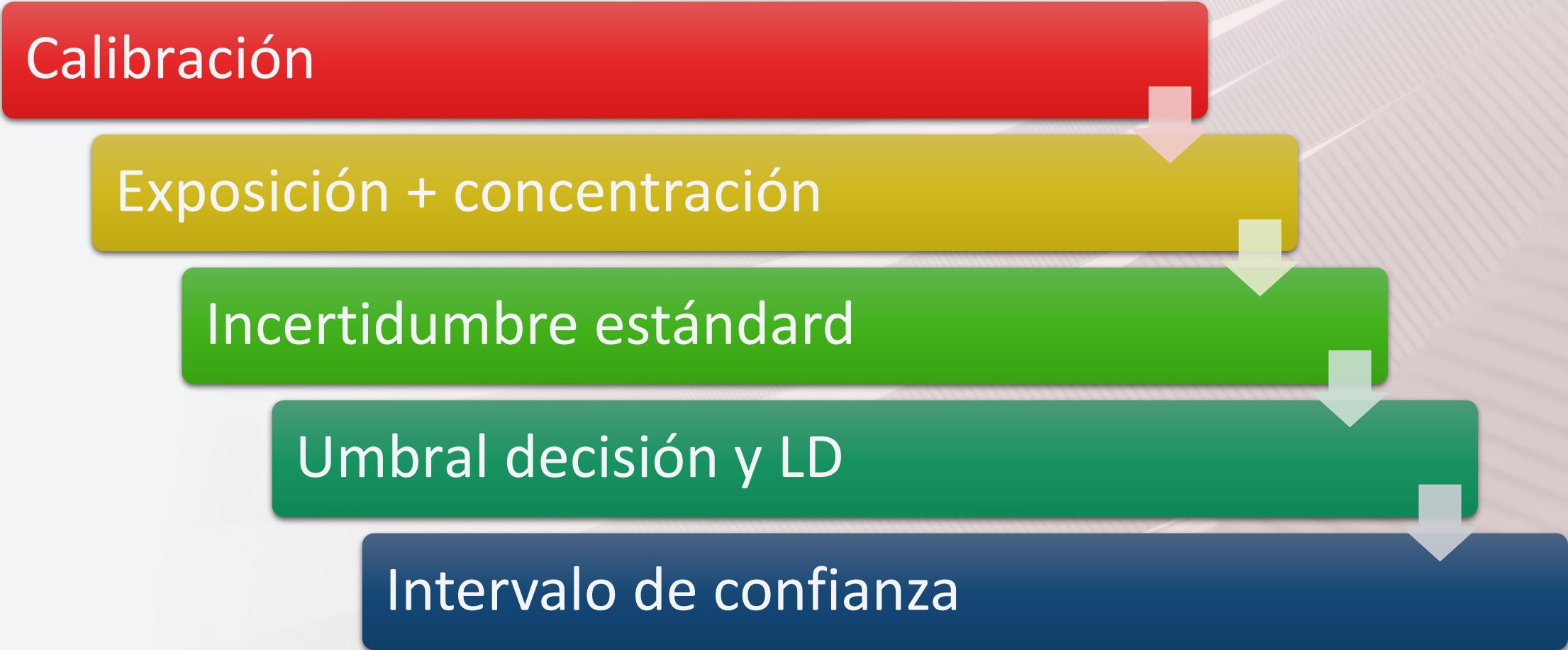
[← ICS](#) [← 17](#) [← 17.240](#)

ISO 11665-4:2021

Measurement of radioactivity in the environment —
Air: radon-222 — Part 4: Integrated measurement
method for determining average activity
concentration using passive sampling and delayed
analysis

Procedimiento

Calibración



```
graph TD; A[Calibración] --> B[Exposición + concentración]; B --> C[Incertidumbre estándar]; C --> D[Umbrales de decisión y LD]; D --> E[Intervalo de confianza];
```

The diagram illustrates a five-step procedure. The steps are represented by colored rectangular boxes arranged in a descending staircase pattern from top-left to bottom-right. The steps are: 1. Calibración (red box), 2. Exposición + concentración (yellow box), 3. Incertidumbre estándar (green box), 4. Umbrales de decisión y LD (teal box), and 5. Intervalo de confianza (dark blue box). Each step is connected to the next by a downward-pointing arrow of a matching color.

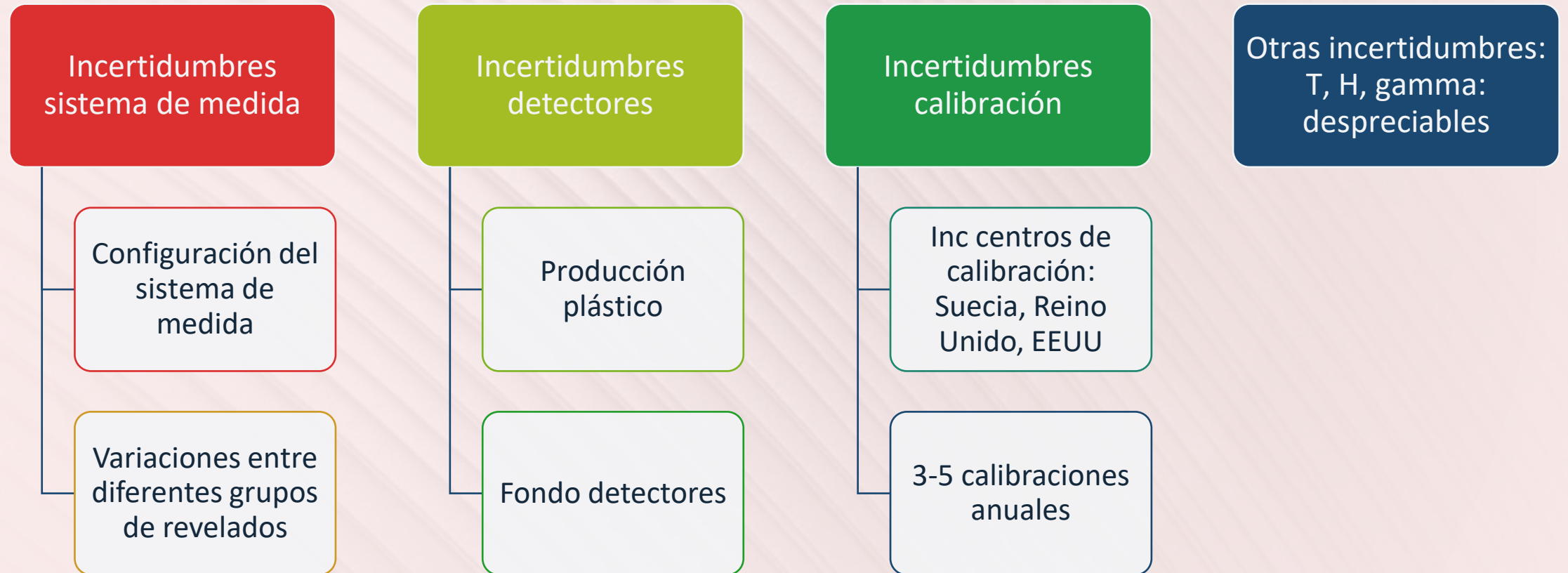
Exposición + concentración

Incertidumbre estándar

Umbrales de decisión y LD

Intervalo de confianza

Incertidumbres en laboratorio



CONTENIDO

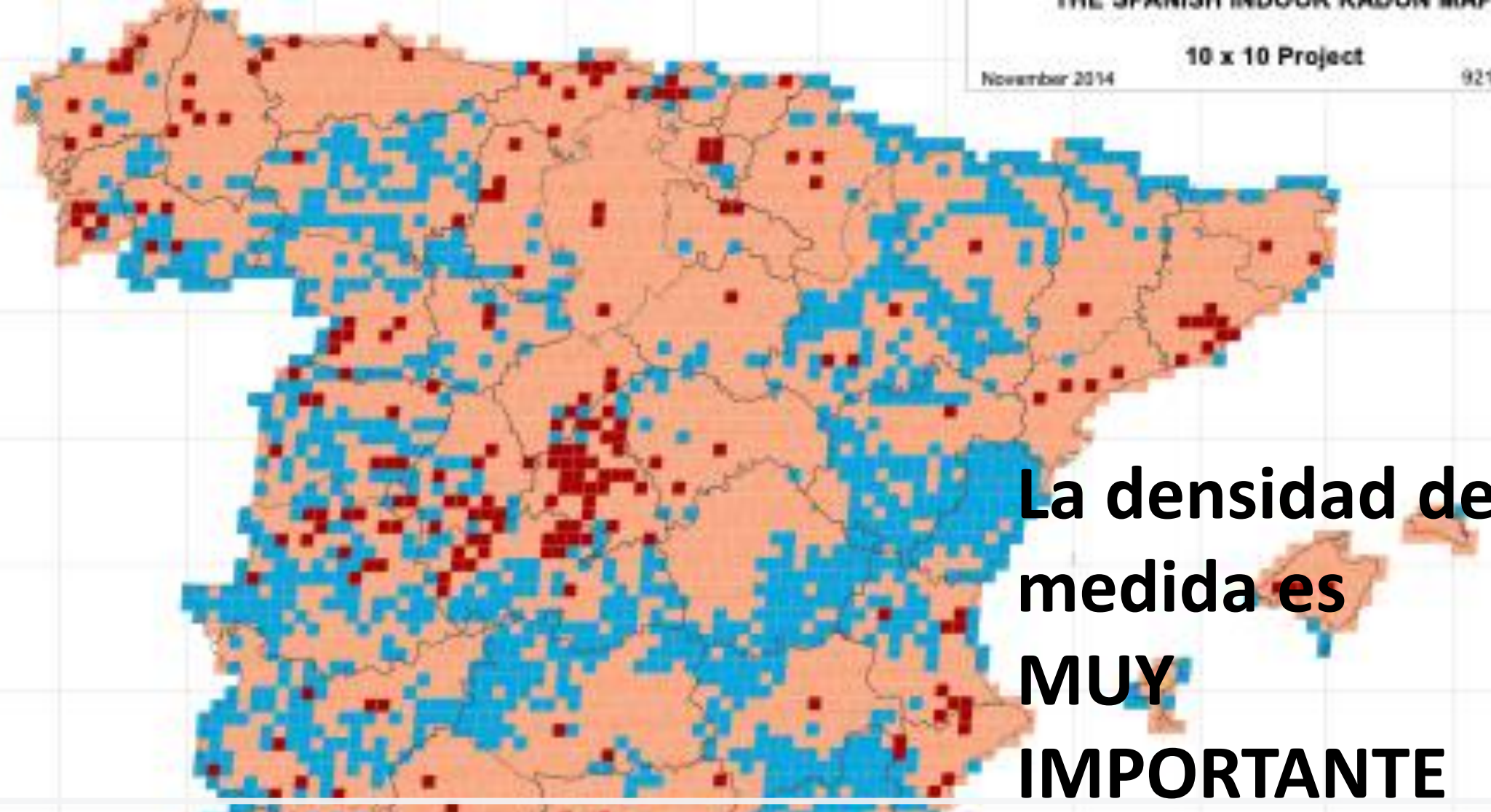
- Fundamentos
- Métodos de medida
- Acreditación ISO 17025
- Normas ISO e incertidumbre
- Ejemplos concentraciones



El radón en España



Pero ... hay que tener mucho cuidado al emplear los mapas

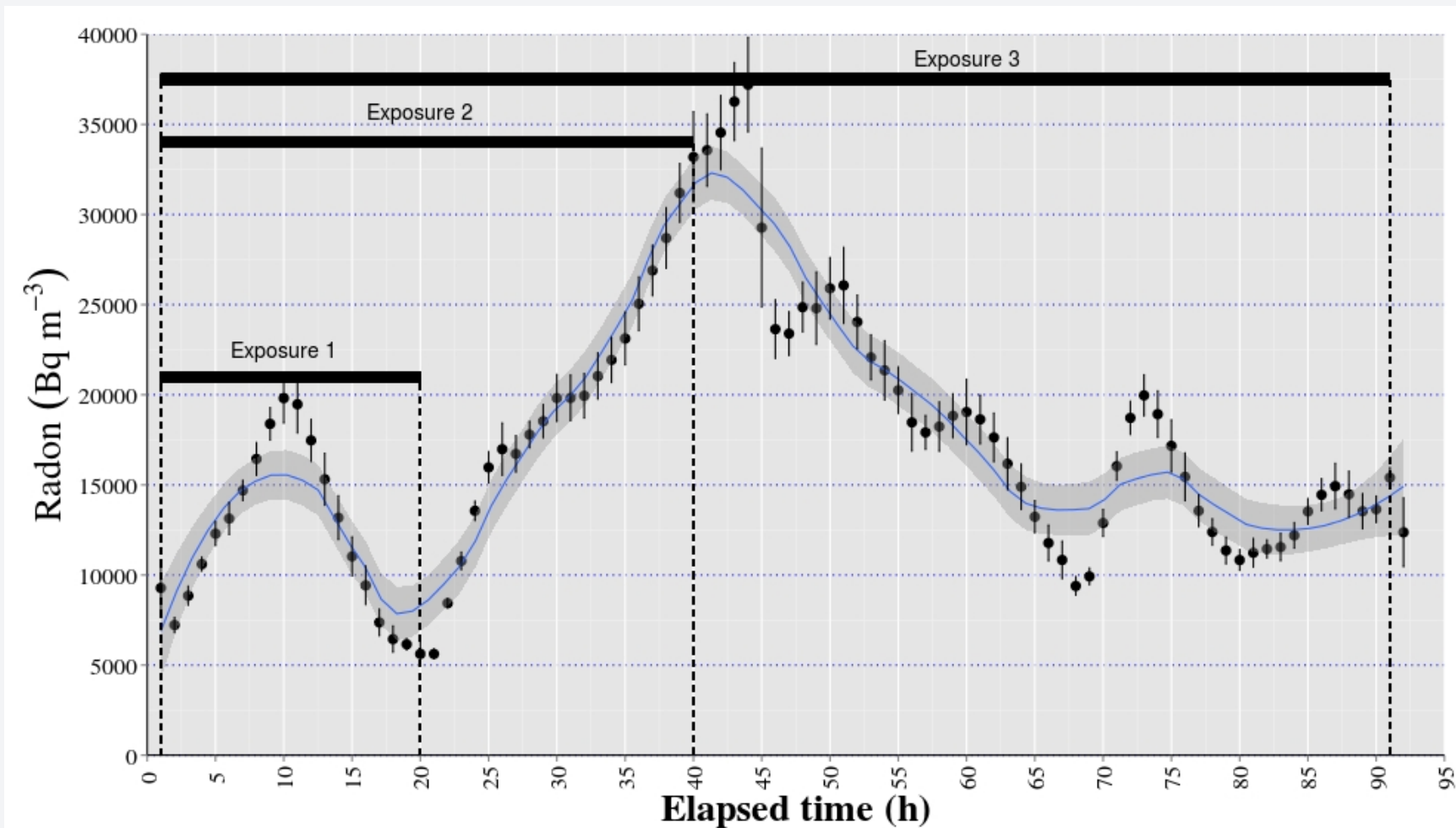


**La densidad de
medida es
MUY
IMPORTANTE**

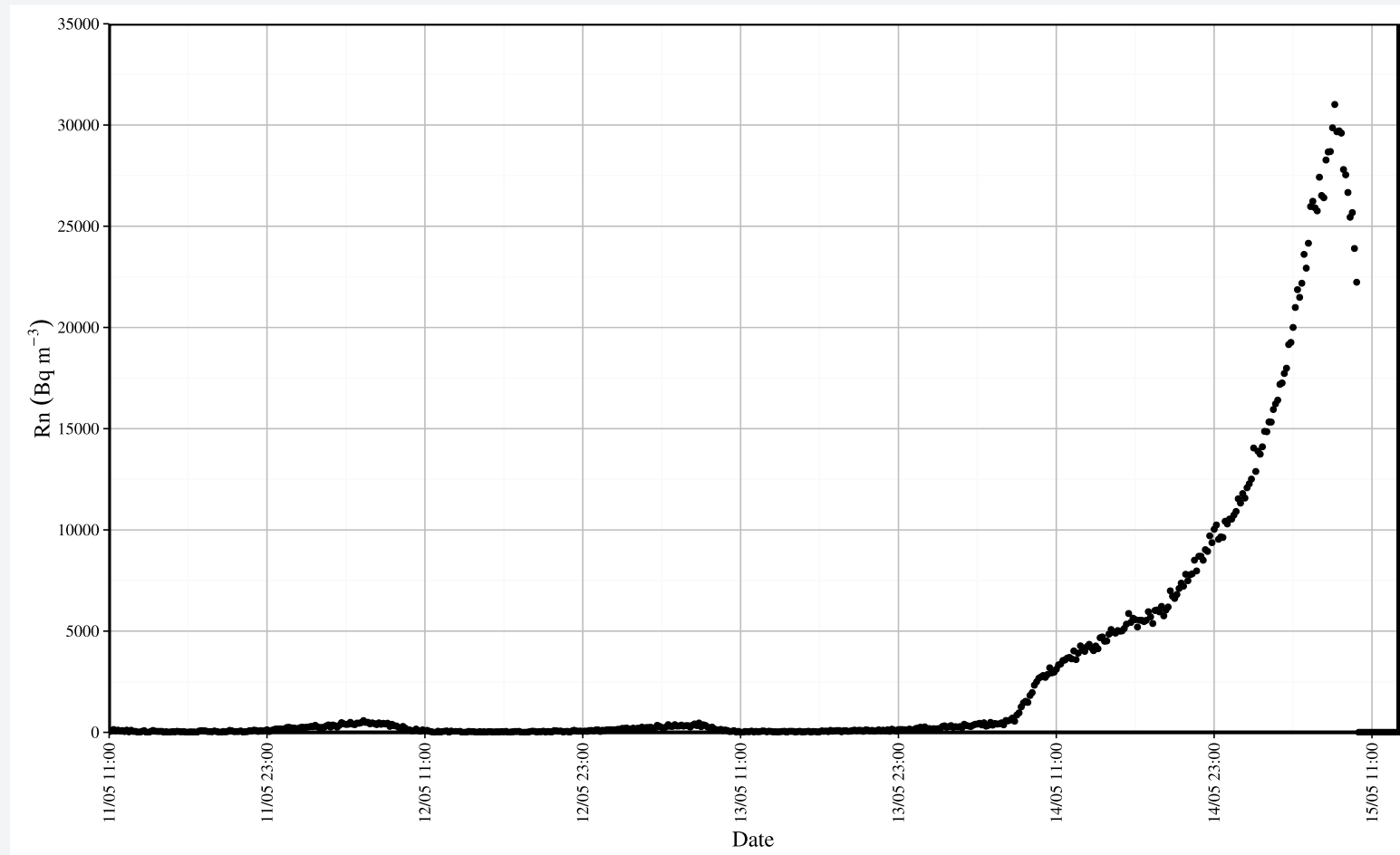
El radón en España



Fluctuaciones de radón



Fluctuaciones de radón



MITOS FRECUENTES SOBRE RADÓN

"Siempre he vivido aquí y nunca pasa nada"

FALSO: la relación entre gas radón y cáncer de pulmón está probada

"Si los niveles fueran elevados me daría cuenta"

FALSO: a diferencia de otros gases el CO, la **ÚNICA** forma de detectar radón es midiendo

"Mi vecino midió y no tenía problema"

FALSO: dos edificios contiguos pueden tener niveles **MUY DIFERENTES**

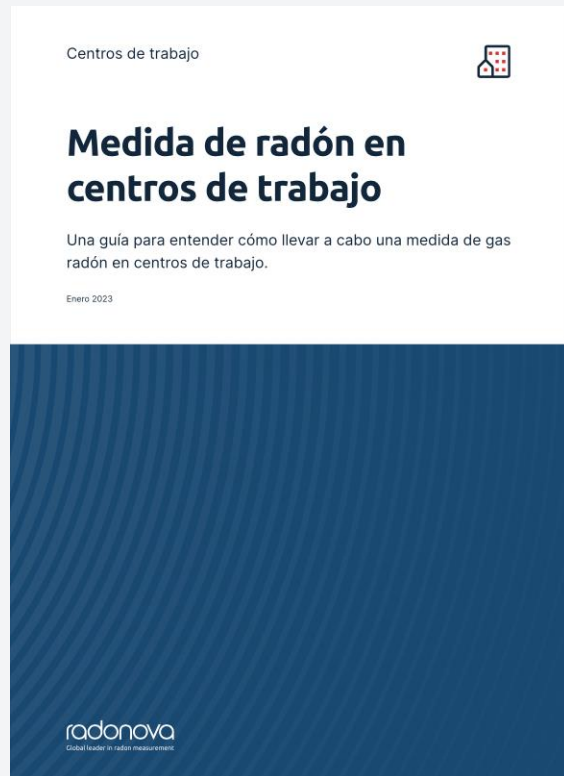
"Abre las ventanas y solucionas el problema"

FALSO: cada edificio requiere soluciones específicas

"Las encimeras de granito producen radón"

FALSO: el radón sale al exterior por exhalación

Guía medida de radón en centros trabajo



<https://radonova.es/guia-para-la-medida-de-radon-en-centros-de-trabajo/>

Muchas gracias

Dr. José – Luis GUTIÉRREZ VILLANUEVA

Specialist radon measurement advisor | RADONOVA LABORATORIES AB



+46 709 36 83 12



jose Luis.gutierrez@radonova.com



www.linkedin.com/in/jose Luis-gutierrez-radonspecialist



@josechkarad

