



Detetores ativos

radonova

The global leader in radon measurement

Dr. José – Luis Gutiérrez Villanueva
Specialist Radon Measurement Advisor

 +46 709 36 83 12

 joseluis.gutierrez@radonova.com



Redes y contenido  <https://linktr.ee/jlgv>

Radon, 'From Rock to Risk' – The geogenic compartment

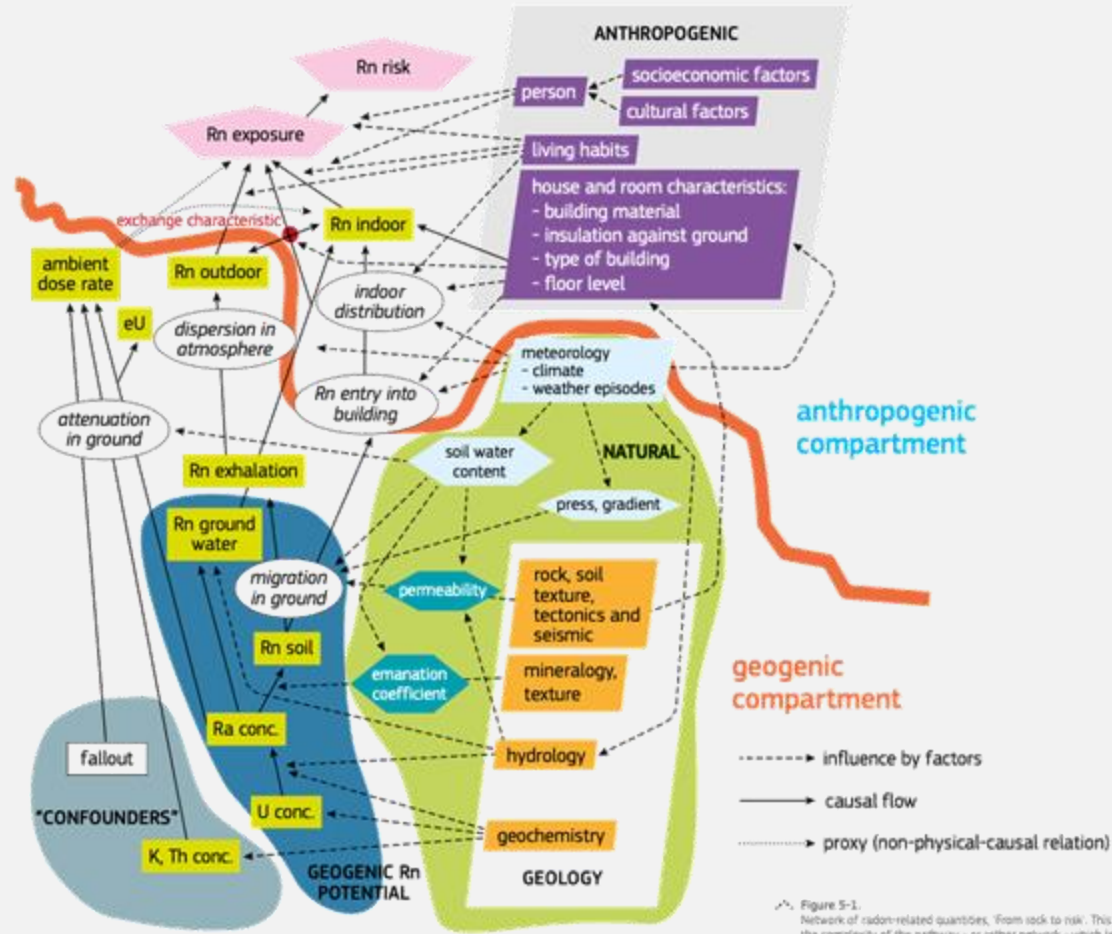
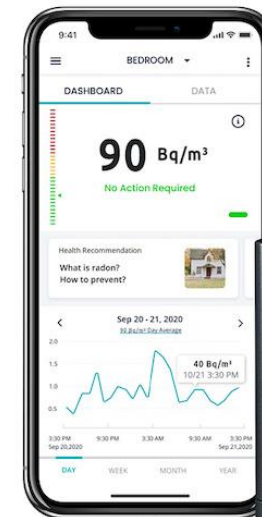


Figure 5-1. Network of radon-related quantities, 'from rock to risk'. This graph intends to visualise the complexity of the pathway - or rather network - which leads from radon sources (ultimately uranium in the ground) to the risk which is caused by radon, controlled by many factors and interactions. These are of many kinds, essentially natural and anthropogenic factors. They act on all levels of the network with different strength, again controlled by other factors.
Source: Graph created by Petr Biskup.

European Commission, Joint Research Centre – Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.), *European Atlas of Natural Radiation*, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

Sistemas activos de medida de gas radón



Diferencias sistemas activos y pasivos

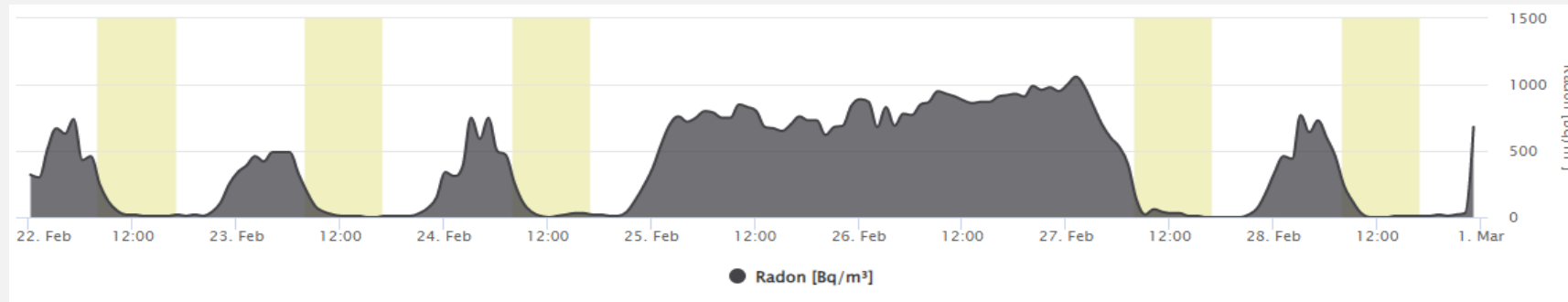
Sistemas pasivos (detectores)

- Un único valor + incertidumbre
- Económicos
- Muy eficientes en campañas de medidas en territorios
- Sencillos de usar

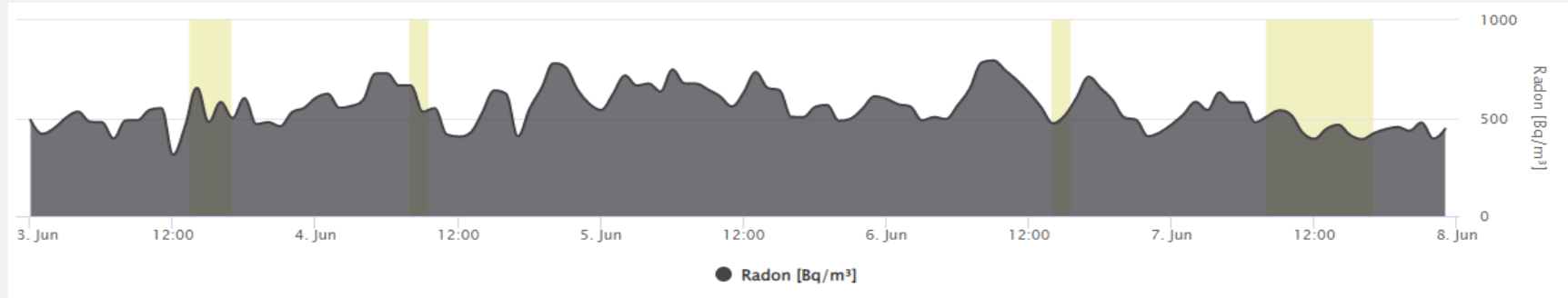
Sistemas activos (instrumentos)

- Serie temporal de datos + incertidumbres
- Amplio rango de precios
- Requieren cierta formación
- Posibilidad de uso remoto

Ejemplos variaciones niveles de radón: puestos de trabajo



Ejemplo – escuela con ventilación mecánica controlada



Ejemplo – iglesia con ventilación natural

Motivos para la variación en los niveles de **gas radón**



Gradientes de presión



Gradientes de temperatura



Condiciones climatológicas



Patrones de ventilación

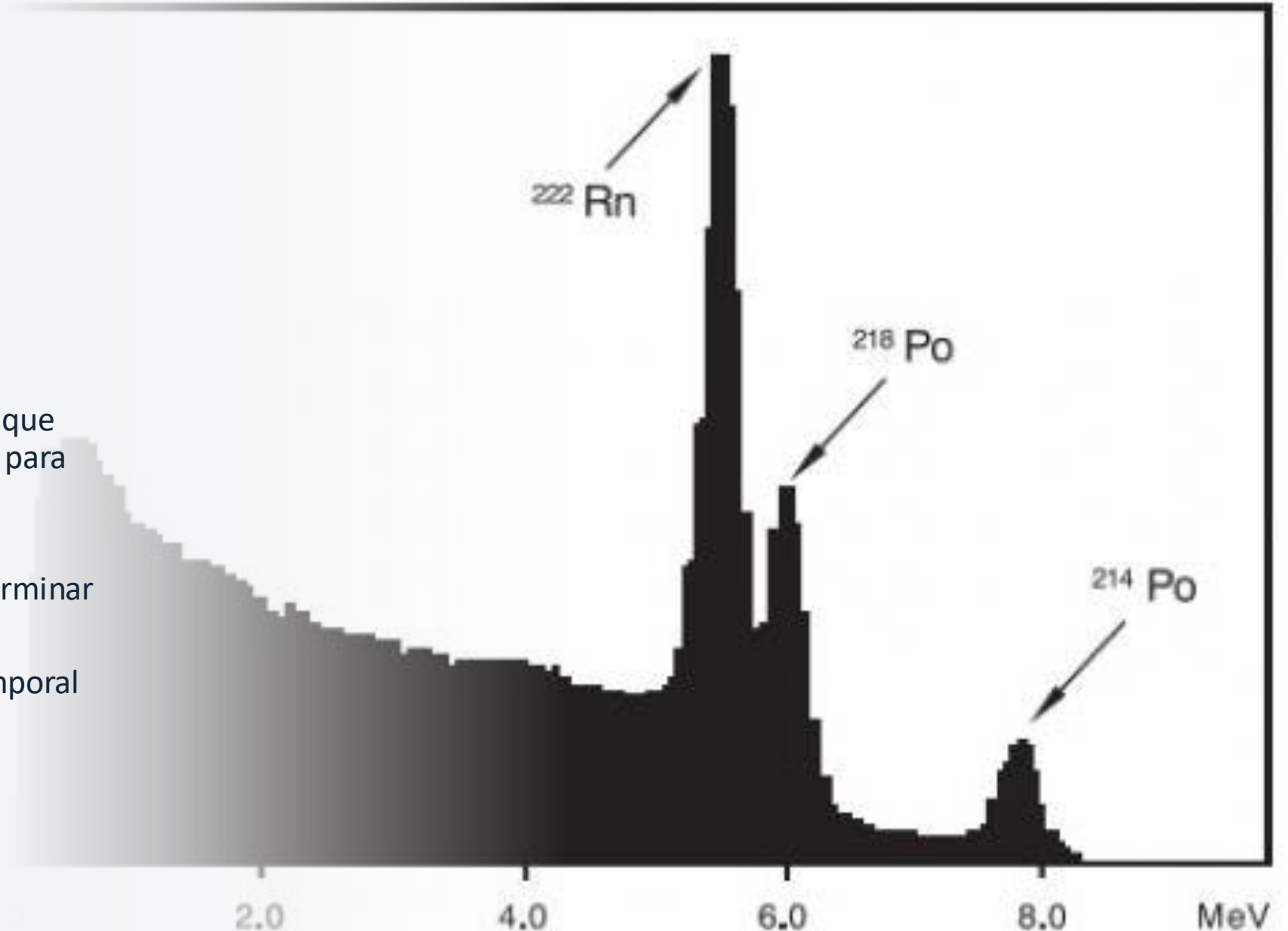
Cámara de ionización

Ventajas

- Instrumento respuesta rápida que puede utilizarse, por ejemplo, para detectar fugas de radón.
- Analizando la energía de la desintegración, se puede determinar producto de desintegración
- Resultados con resolución temporal

Desventajas

- Instrumento caro



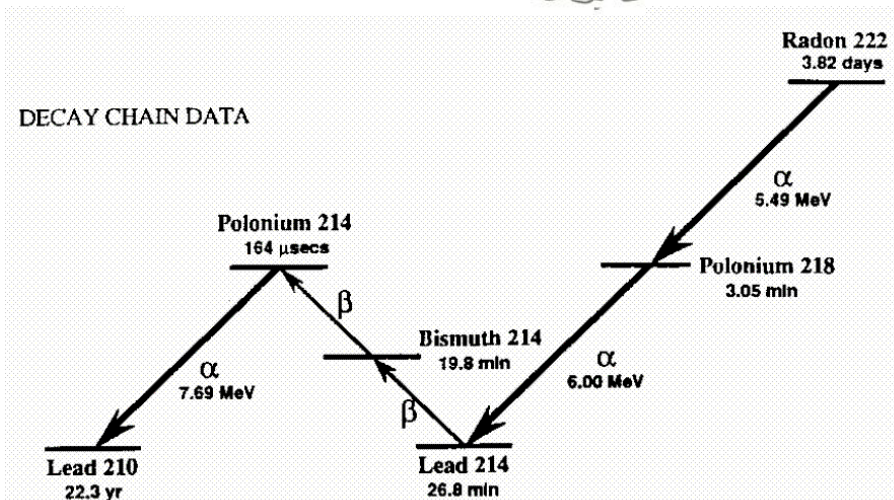
¿Cómo funciona una cámara de ionización?

- El gas radón se analiza observando todas las desintegraciones alfa de la cadena Rn-222.
 - La cámara consta de una estructura de electrodos
 - La partículas alfa viajan 4-4,7 cm en el aire
 - El radón se bombea a la cámara de ionización
 - La radiación alfa del gas radón y sus descendientes en descomposición ionizan el aire. Los pares de iones formados se acumulan con un campo eléctrico.
 - La señal se amplifica y procesa antes de ser clasificada espectroscópicamente.
-



¿Qué ocurre durante una medida de rastreo?

Diagnóstico **DOG SCAN.** Rn-222



La función de rastreo se utiliza para detectar concentraciones elevadas mediante mediciones puntuales o para encontrar puntos de entrada.

El aire se aspira continuamente en la cámara de medición.

La mayoría de los instrumentos semiconductores avanzados (por ejemplo, el RAD7) utilizan el isótopo de vida corta Po-218 (Rn-222) para la detección.

La desintegración de otros descendientes del radón, como el Po-214, se filtra mediante espectroscopia alfa.

Una cámara de ionización con resolución energética (por ejemplo, ATMOS) mide el gas radón directamente, por lo que no es necesario esperar al equilibrio con Po-218 para obtener un resultado fiable.

Dado que sólo se utiliza el Po-218 de vida corta, se reduce la necesidad de limpiar la cámara de medición al inicio de la misma. La mayoría de los instrumentos se recuperan en 15-18 minutos tras altas concentraciones y separan espectroscópicamente los descendientes de vida larga en el espectro.

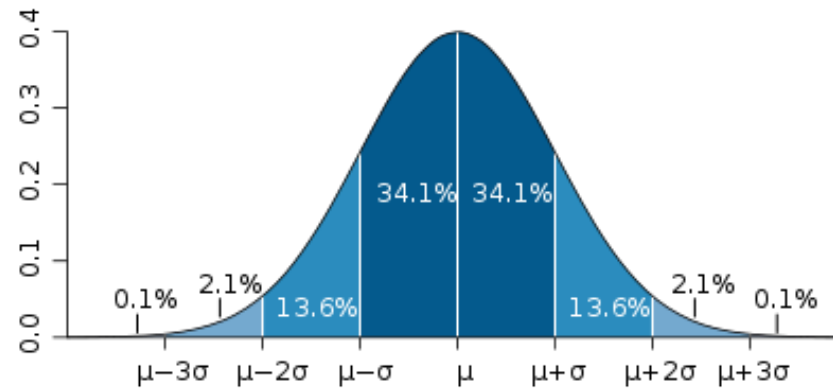
Error estadístico

$$P_{\lambda}(n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda}$$

λ = valor medio
 n = tasa de recuento
 P = probabilidad de obtener n como resultado

$$\sigma = \sqrt{\lambda}$$

- Cmedición está sujeta a un error estadístico.
- El tamaño del error se define a partir de la desviación estándar estadística, sigma σ



¿Cómo influye el error en la determinación de los niveles de radón?

¿Cómo influye el error en la determinación de los niveles de radón?

Cuanto más pulsos, menor será el error estadístico. Para una concentración dada de radón, los pulsos pueden aumentarse en

- Tener un detector más sensible
- Ampliar el tiempo de medición

La correlación entre la concentración de radón y el número de impulsos puede escribirse de la siguiente manera

$CR_n = N / (t * \eta)$ donde

N = número de impulsos

t = tiempo de medición [min]

η = sensibilidad del detector [impulsos/(min*kBq/m³)].

Además del error estadístico, existe el

- Ruido electrónico
- Dependencia de la temperatura y la humedad
- El error de calibración

Sensibilidad de distintos instrumentos

Instrumento	Medición a corto plazo (más de 3 horas)	Sniff* (<30min)	Resolución temporal
Airthings Plus (ex profesional canary)	0,1 cpm @ 1000 Bq/m ³	No	1 ó 7 días en pantalla. Resolución de 1 hora con media de 6 horas mediante software para PC.
RD200	13,5 cpm@1000Bq/m ³	No	1 hora, 24 horas y 7 días en pantalla y a través de la aplicación móvil.
Radon Scout	1,8 cpm @ 1000 Bq/m ³	No	1 ó 3 horas, pantalla y software para PC
RAD7	13,5 cpm @ 1000 Bq/m ³	6,8 cpm @ 1000 Bq/m ³	5 min - 24 horas, pantalla y software para PC
ATMOS	20 cpm @ 1000 Bq/m ³	20 cpm @ 1000 Bq/m ³	1 min - 24 horas, pantalla y software para PC

*) En la medición por sniffing, el Po-218 se separa del Po-214 mediante espectroscopia alfa.

El instrumento dispone de una bomba para una recogida rápida.

Incertidumbre de medición para distintos instrumentos

Instrumento	Medición a corto plazo (más de 3 horas)	Error estadístico a 200Bq/m ³ , 1 Sigma, Media de 24 horas	Error estadístico con un valor medio de 200Bq/m ³ , 1 Sigma, 1 hora
Airthings Plus (ex profesional canary)	0,1 cpm @1000 Bq/m ³	+/-19%	+/-91%
Radon Scout	1,8 cpm @1000 Bq/m ³	+/-4%	+/-22%
RD200	13,5 cpm@1000Bq/m ³	+/-2%	+/-8%
RAD7	13,5 cpm@1000 Bq/m ³	+/-2%	+/-8% +/-12%(sniff mod)
ATMOS	20 cpm @1000 Bq/m ³	+/-1%	+/-6%



radonova
The global leader in radon measurement

Control de radón en grandes edificios

Retos a abordar

Medida de radón en diferentes partes del mismo edificio al mismo tiempo

Cambios drásticos de radón en el mismo edificio en 24 horas

Puestos de trabajo: resultados independientes, fiables, confidenciales

Radón e IAQ



Radon metrology: Sensor networks for big buildings and future cities

- ➔ EPM 23IND07 RadonNET
- ➔ EURATOM NuClim

METROLOGY
PARTNERSHIP



The project (23IND07 RadonNET) has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme and by the Participating States. NuClim – Nuclear observations to improve Climate research and GHG emission estimates – EURATOM GAP 101166515





Radon metrology: Sensor networks for big buildings and future cities



The goal of the project is to eliminate preventable lung cancer from radon (^{222}Rn) by improving indoor air quality in Europe through the development of advanced sensor networks and calibration techniques: ultimately leading to more energy-efficient and healthier buildings for the future → **Reduce radon risk, as easily as using a thermostat**

Needs and objectives

- Radon concentration limits are defined at $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ by Directive 2013/59/Euratom
- Efficient ventilation is necessary to mitigate radon risks and maintain indoor air quality; balancing energy efficiency and radiation protection is key
- Smart sensor networks need to monitor variations in radon levels; improving sensor metrology for cost-effective and efficient calibration is a priority

Utilizing fast-response connected devices with precise calibration standards via a network is the best solution to support cost-effective radon mitigation

Scientific research and excellence through four work packages

WP1: New concepts and methods for radon concentration measurements

- Current state of the art:* Costly detectors unsuitable for direct radon mitigation
- Progress beyond the state of the art:* Develop novel sensor concepts and methodologies to detect and measure radon activity concentration indoor; based on three detection concepts:



Silicon-semiconductors



Pulse ion chamber



Inorganic porous scintillators

WP2: Traceable, *in situ* operando calibration procedures

- Current state of the art:* Costly calibration in laboratory, no time response consideration, dynamic range and linearity is missing (RadonNORM and TraceRadon output)



- Progress beyond the state of the art:*



Calibrated radon network for cost-effective mitigation and a healthy future for European citizens





Radon metrology: Sensor networks for big buildings and future cities



The goal of the project is to eliminate preventable lung cancer from radon (^{222}Rn) by improving indoor air quality in Europe through the development of advanced sensor networks and calibration techniques: ultimately leading to more energy-efficient and healthier buildings for the future → **Reduce radon risk, as easily as using a thermostat**

Needs and objectives

- Radon concentration limits are defined at $300 \text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ by Directive 2013/59/Euratom
- Efficient ventilation is necessary to mitigate radon risks and maintain indoor air quality; balancing energy efficiency and radiation protection is key
- Smart sensor networks need to monitor variations in radon levels; improving sensor metrology for cost-effective and efficient calibration is a priority

Utilizing fast-response connected devices with precise calibration standards via a network is the best solution to support cost-effective radon mitigation

Scientific research and excellence through four work packages

WP1: New concepts and methods for radon concentration measurements

- Current state of the art:* Costly detectors unsuitable for direct radon mitigation
- Progress beyond the state of the art:* Develop novel sensor concepts and methodologies to detect and measure radon activity concentration indoor; based on three detection concepts:



Silicon-semiconductors



Pulse ion chamber



Inorganic porous scintillators

WP2: Traceable, in situ operando calibration procedures

- Current state of the art:* Costly calibration in laboratory, no time response consideration, dynamic range and linearity is missing (RadonNORM and TraceRadon output)



- Progress beyond the state of the art:*

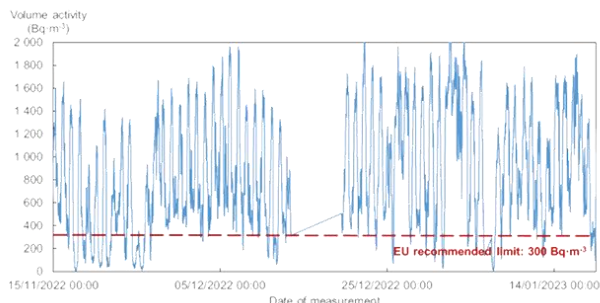


Calibrated radon network for cost-effective mitigation and a healthy future for European citizens



WP3: Network of radon sensors

- Current state of the art: No radon sensor network and corresponding calibration for energy-efficient, cost-effective radon mitigation



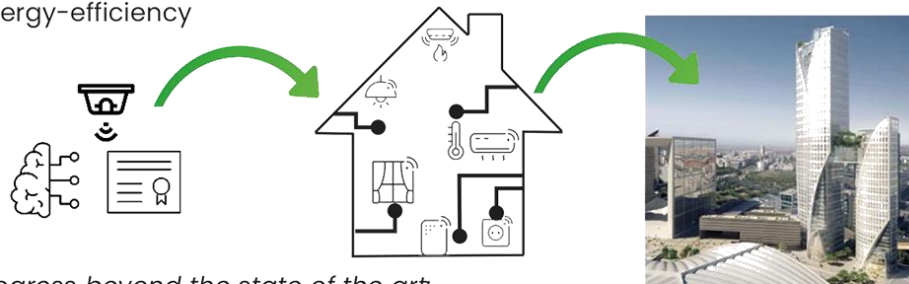
Example of collected data : Mitigation is not linked to radon measurement

Progress beyond the state of the art:

- Develop a quality-assured sensor network for large buildings and future cities using sensors from WP1 and calibration from WP2
- Develop a data collection testbed, associated analysis, and analytical methods to extract the background, perform anomaly detection, and determine data analysis locations within sensor networks

WP4: Extended network for risk mitigation with energy saving

- Current state of the art: Ventilation for radon mitigation; not compatible with energy-efficiency



Progress beyond the state of the art:

- Develop an extension of the radon sensor network from WP3, integrating various sensor networks in connected buildings to optimise energy use, air quality management, and radiation protection
- Extend the testbed from WP3 to incorporate data from other sensors, including novel air quality sensors
- Investigate synergies between air quality and radon measurements, indoor and outdoor radiation measurements, and other sensor networks



Stakeholder support



Red - LoraWAN

El dispositivo de radón utiliza la red LoRaWAN para enviar los datos de sus sensores. La pasarela LoRaWAN puede formar parte de una red de antenas más amplia, que se está construyendo rápidamente en Europa, o ser una pasarela portátil "tamaño router" que puede utilizarse en zonas más remotas con una recepción de red poco fiable




Muchas gracias

☎ +46 709 36 83 12

✉ joseluis.gutierrez@radonova.com



Redes y contenido  <https://linktr.ee/ilgv>

