

RADON

Remedio y Mitigación



Ricardo Pol, Arquitecto.

Investigador do grupo de radon da Universidade de Cantabria.



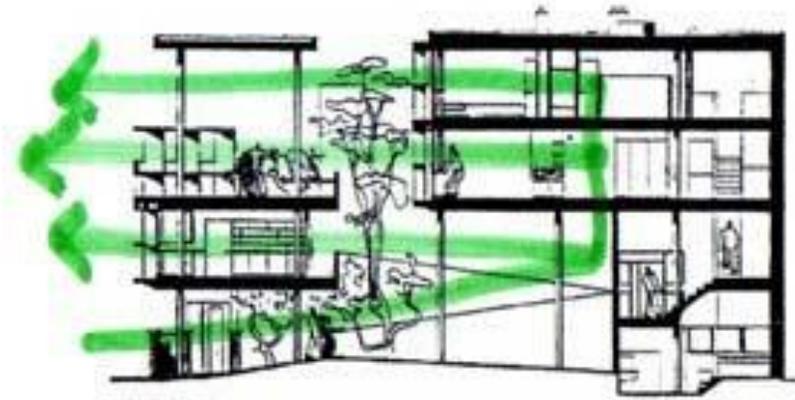
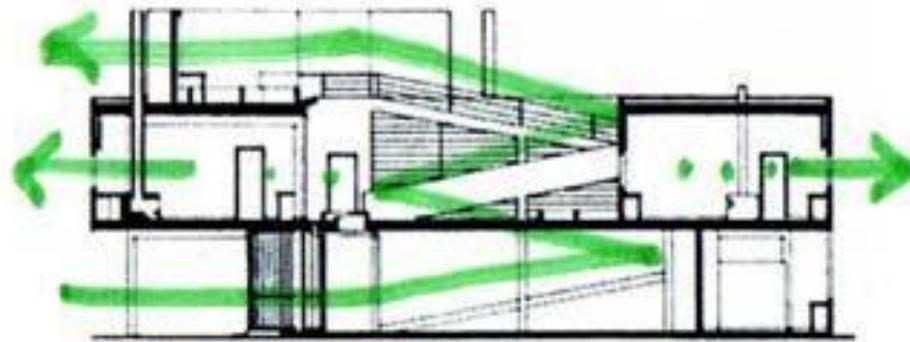
Le Corbusier

(La vivienda)

L a m á q u i n a d e h a b i t a r

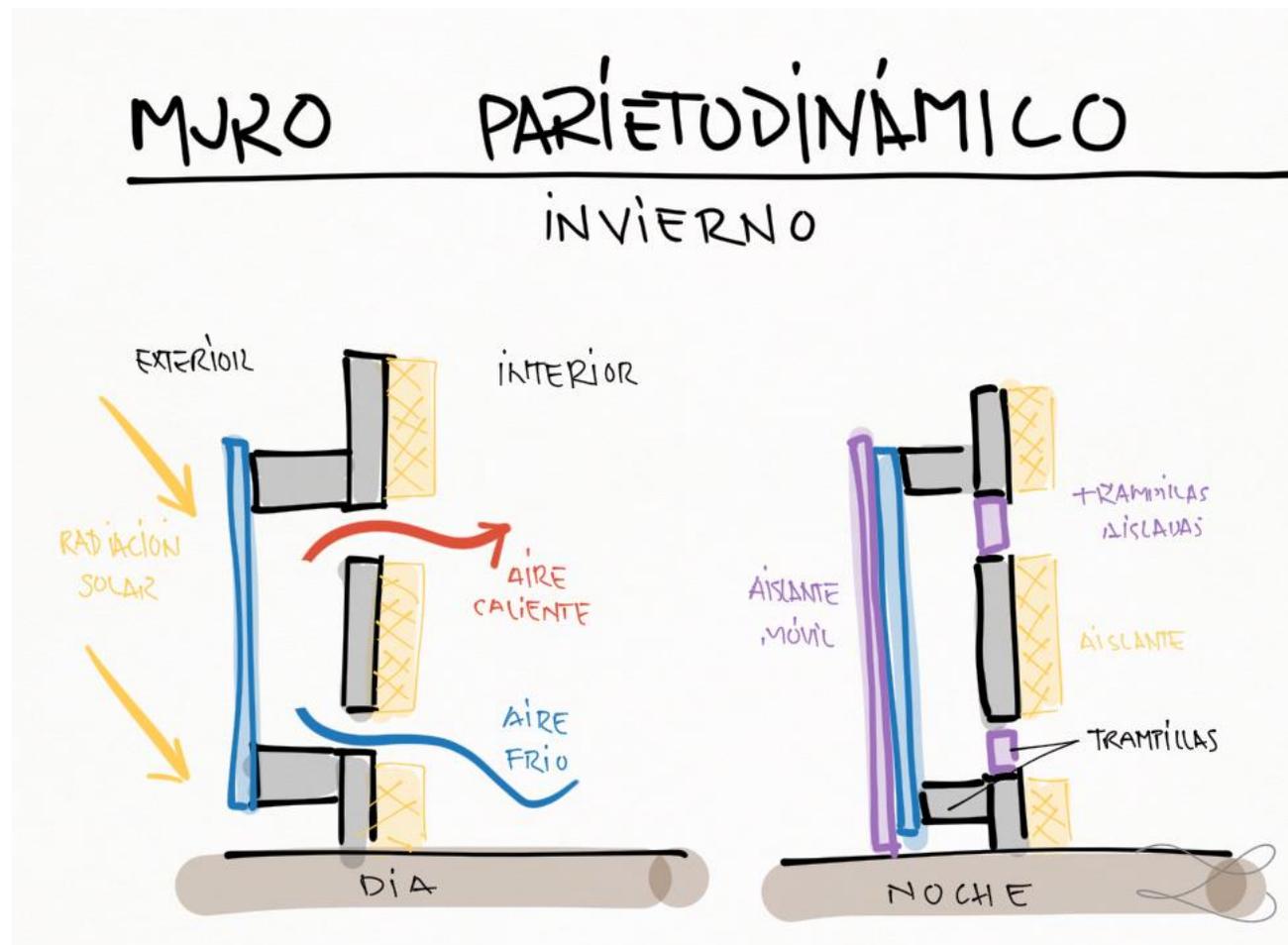
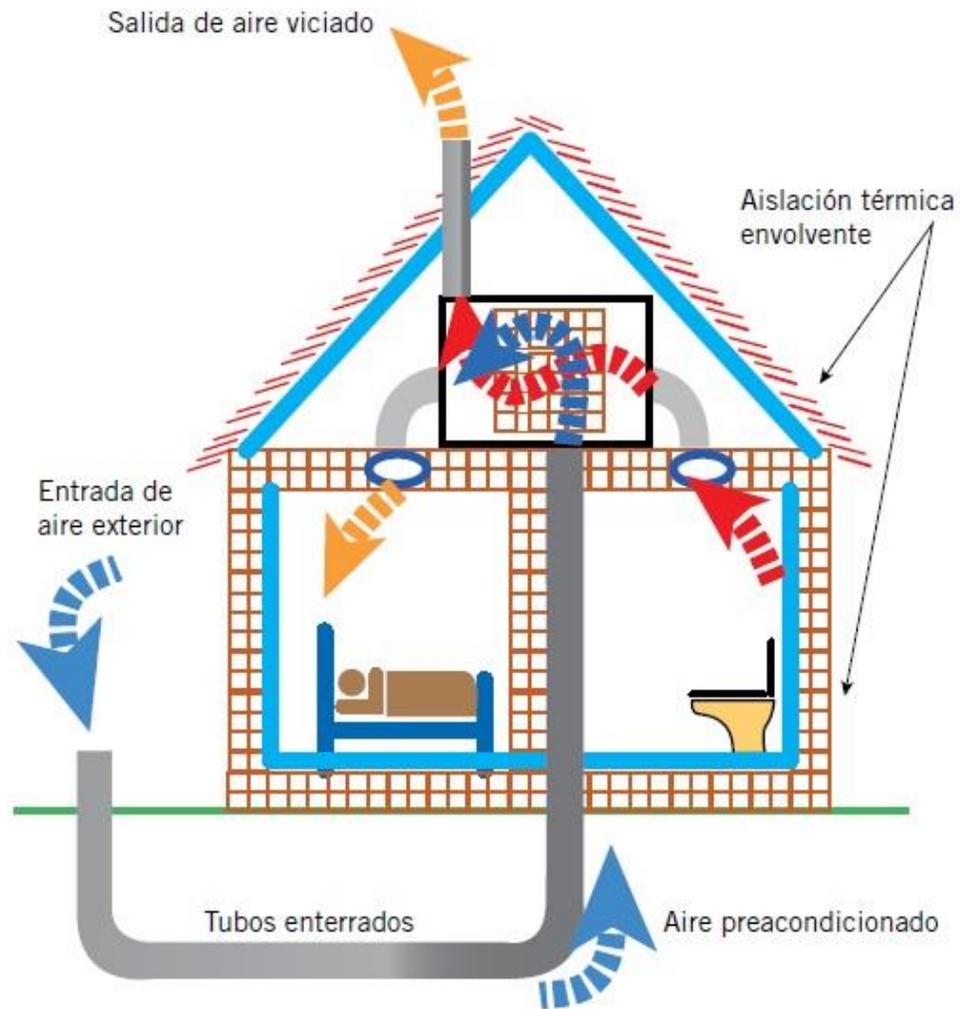


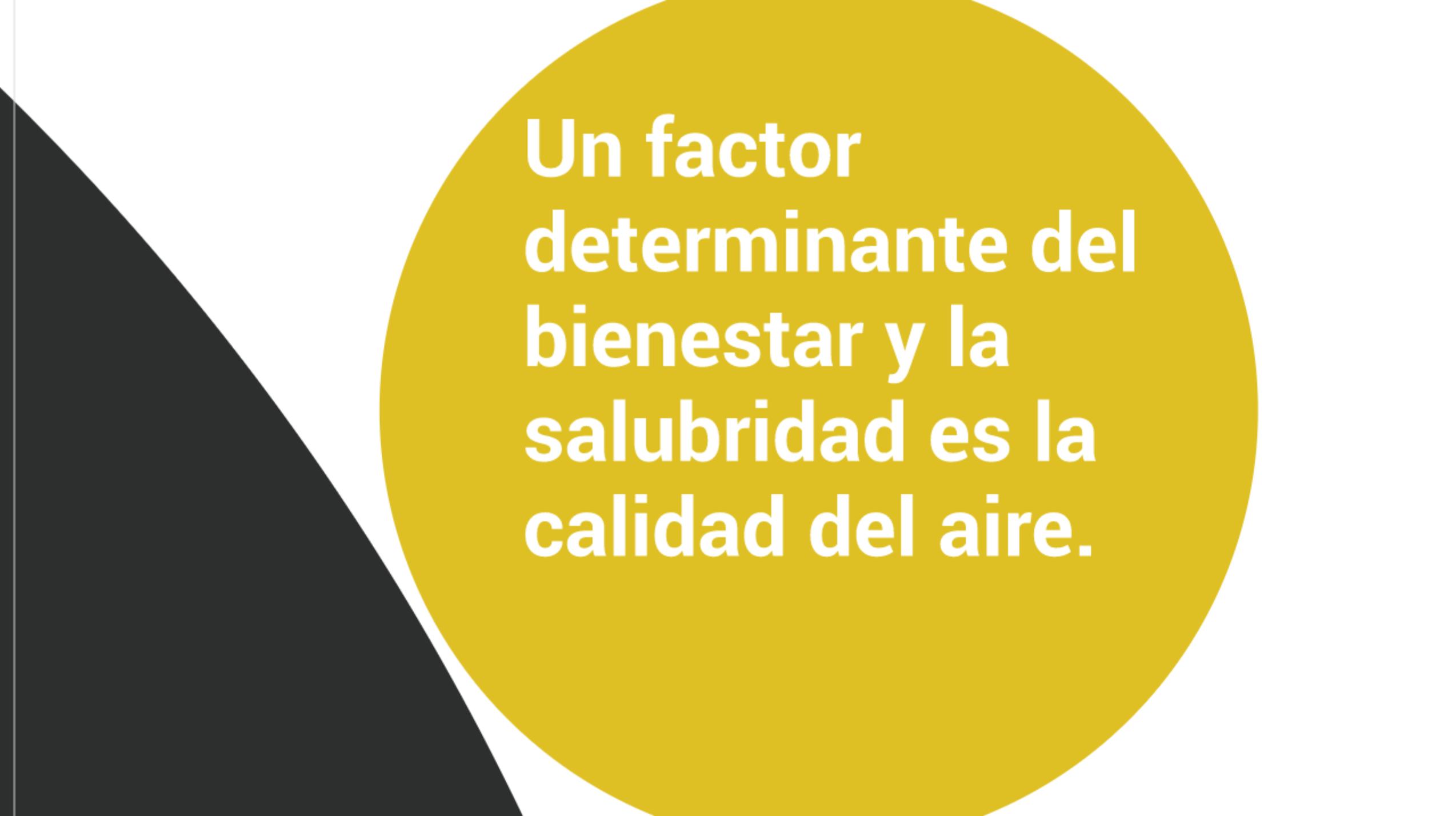
Genova



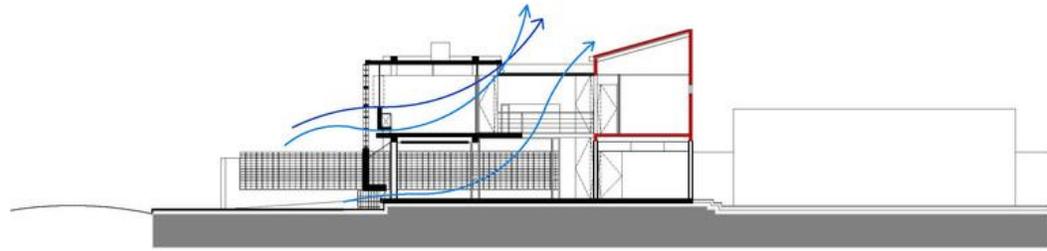
San Marino



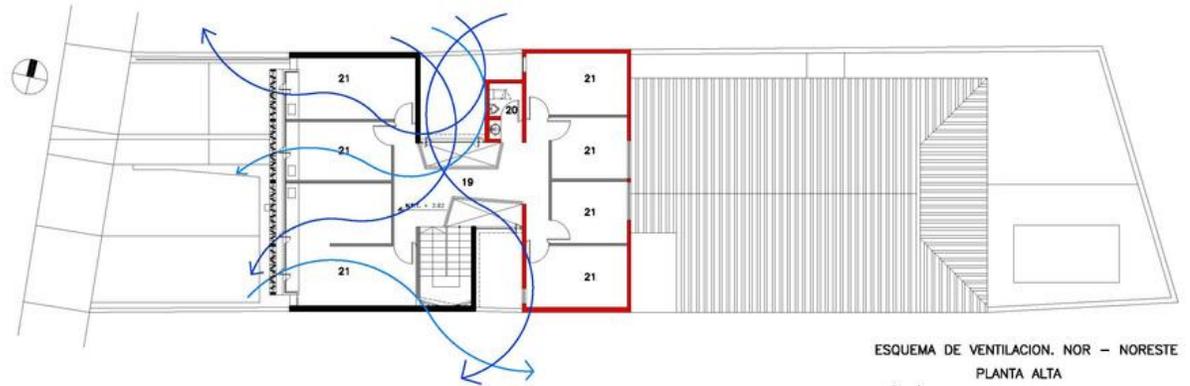




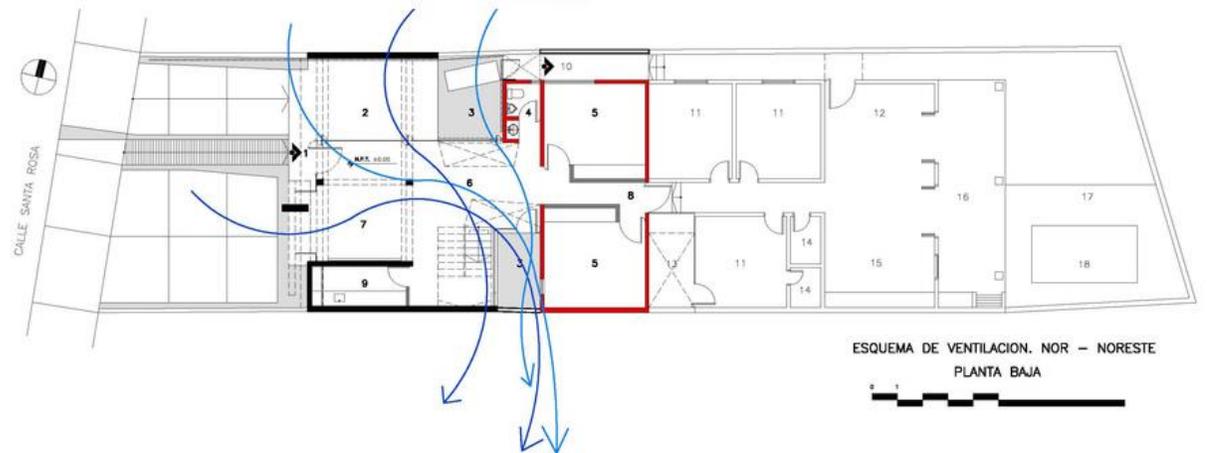
**Un factor
determinante del
bienestar y la
salubridad es la
calidad del aire.**



ESQUEMA DE VENTILACION. VIENTO NORESTE
CORTE LONGITUDINAL

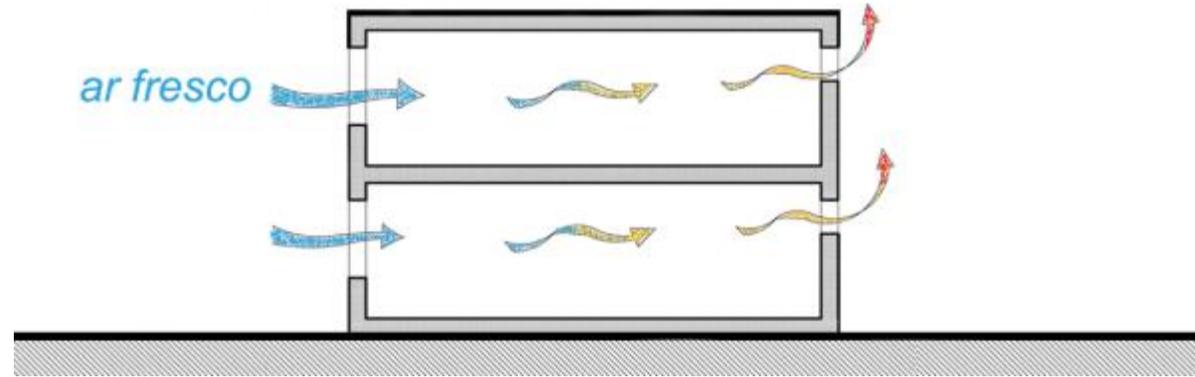


ESQUEMA DE VENTILACION. NOR - NORESTE
PLANTA ALTA

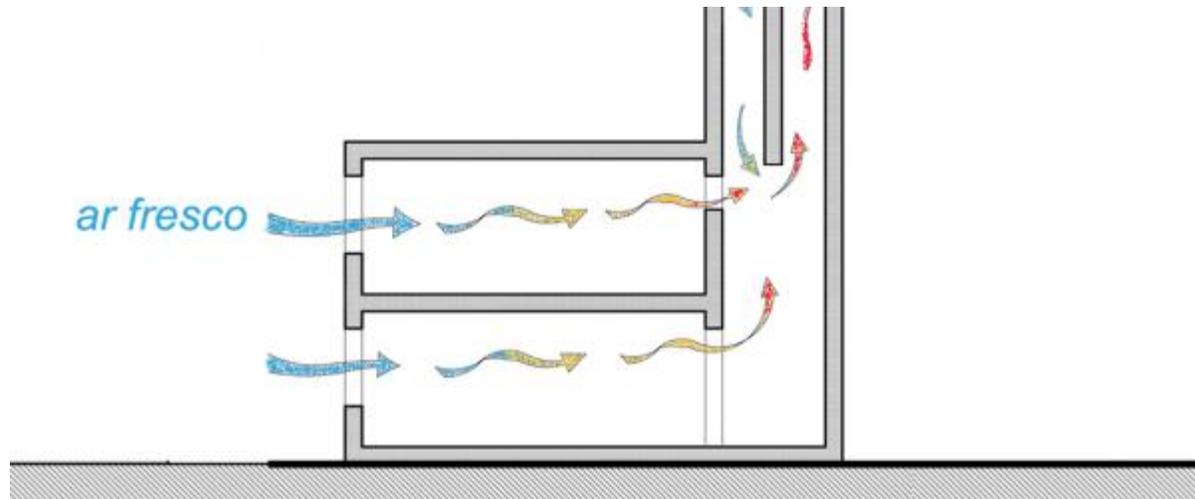


ESQUEMA DE VENTILACION. NOR - NORESTE
PLANTA BAJA

Esquemas de ventilación natural

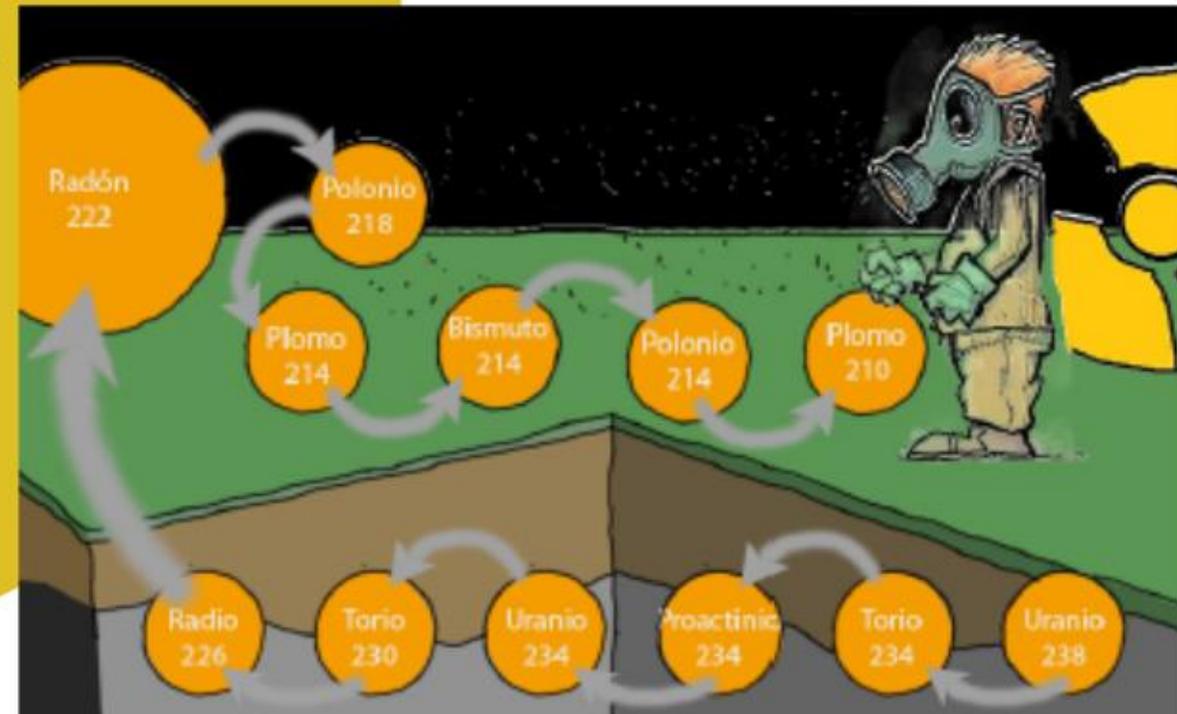


Ventilación cruzada

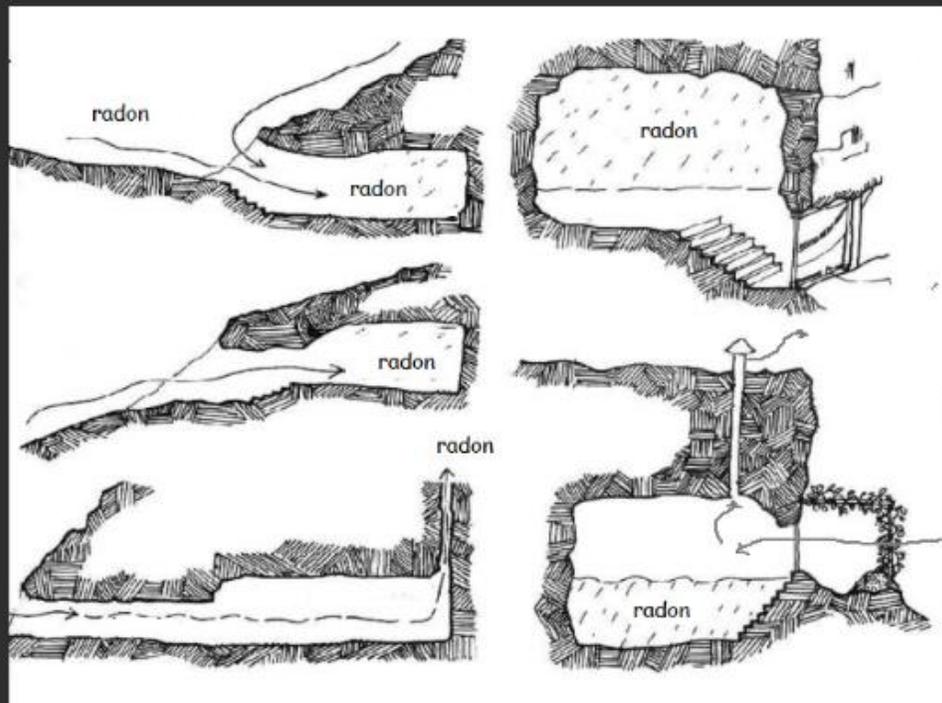


Ventilación por chimenea

Uno de los elementos contaminantes presentes en el aire, de origen natural, es un gas radiactivo denominado Radón (Rn222), es un gas noble que se caracteriza por ser incoloro, inodoro, insípido e invisible.



JUSTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA



Un factor determinante del bienestar y la salubridad ...

Uno de los elementos contaminantes presentes en ...

Constituye un riesgo para la salud cuando penetra en ...

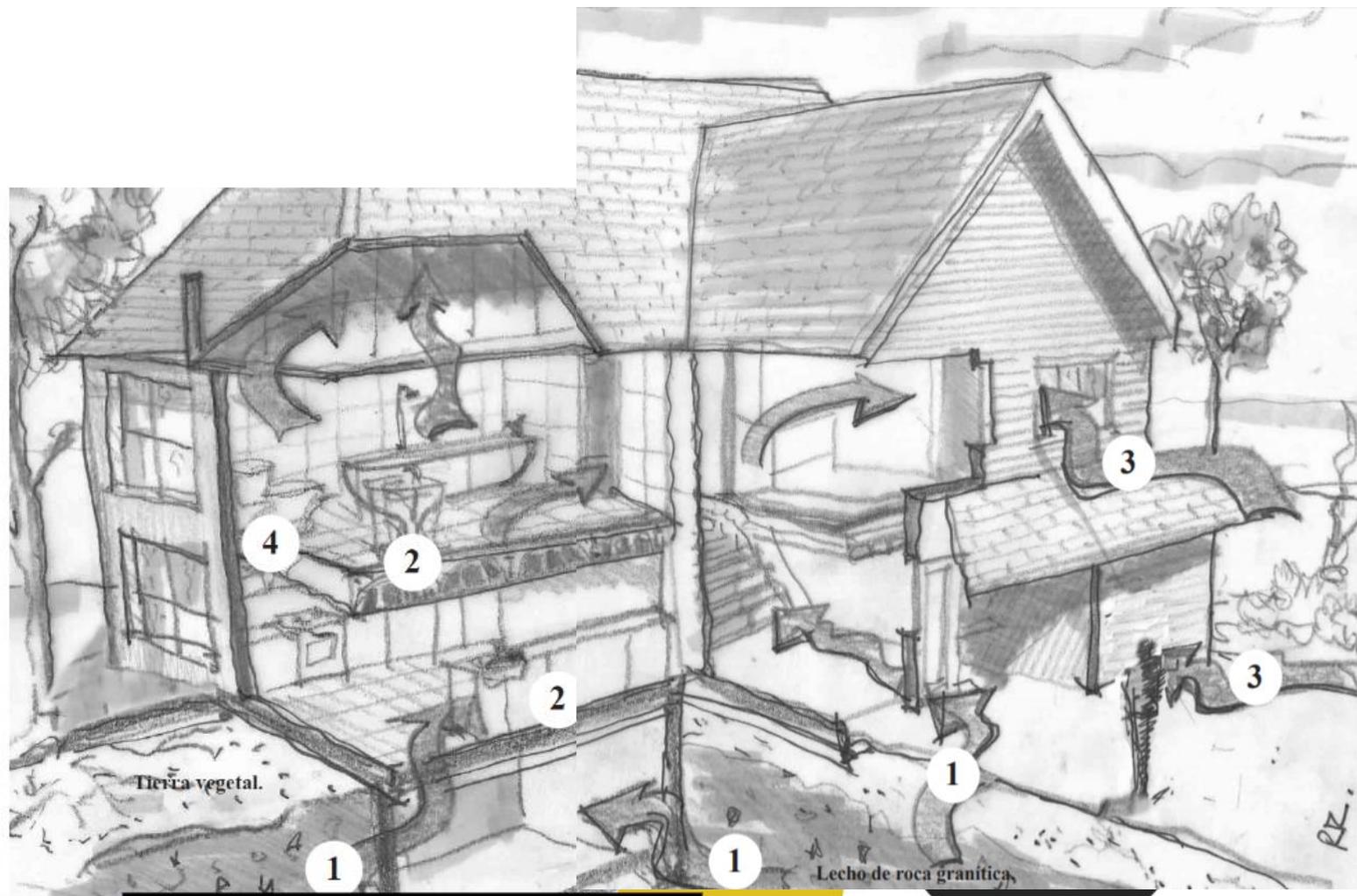
En Galicia se ha estimado que se produce una muerte diar...

De acuerdo con las recomendaciones de la O...

Fig. 9 - Vías de entrada del radón.

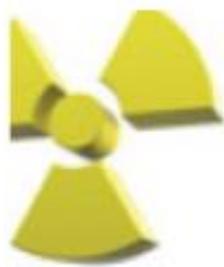
Fuente: Infografía del autor.

1. Escapes de radón procedentes de fisuras en el lecho de roca que se filtran a través del suelo permeable y la cimentación.
2. Acometida de agua potable, el gas se infiltra a través de los grifos.
3. El radón procedente del exterior se infiltra a través de puertas y ventanas.
4. El gas se irrumpe a través de desagües y conducciones subterráneas.

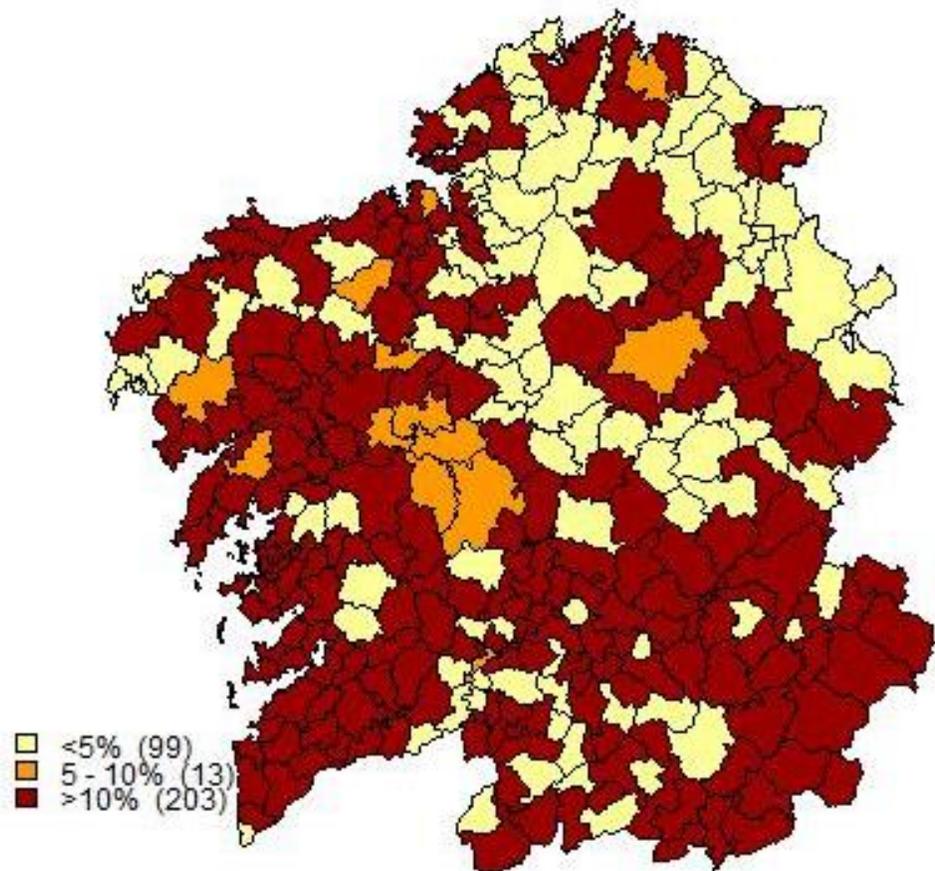


Factores que influyen en la concentración del gas Rádón

MECANISMOS DE FLUJO DEL GAS RADÓN



Mapas de Radón de Galicia (Municipios)



Medidas > 200 Bq /m³

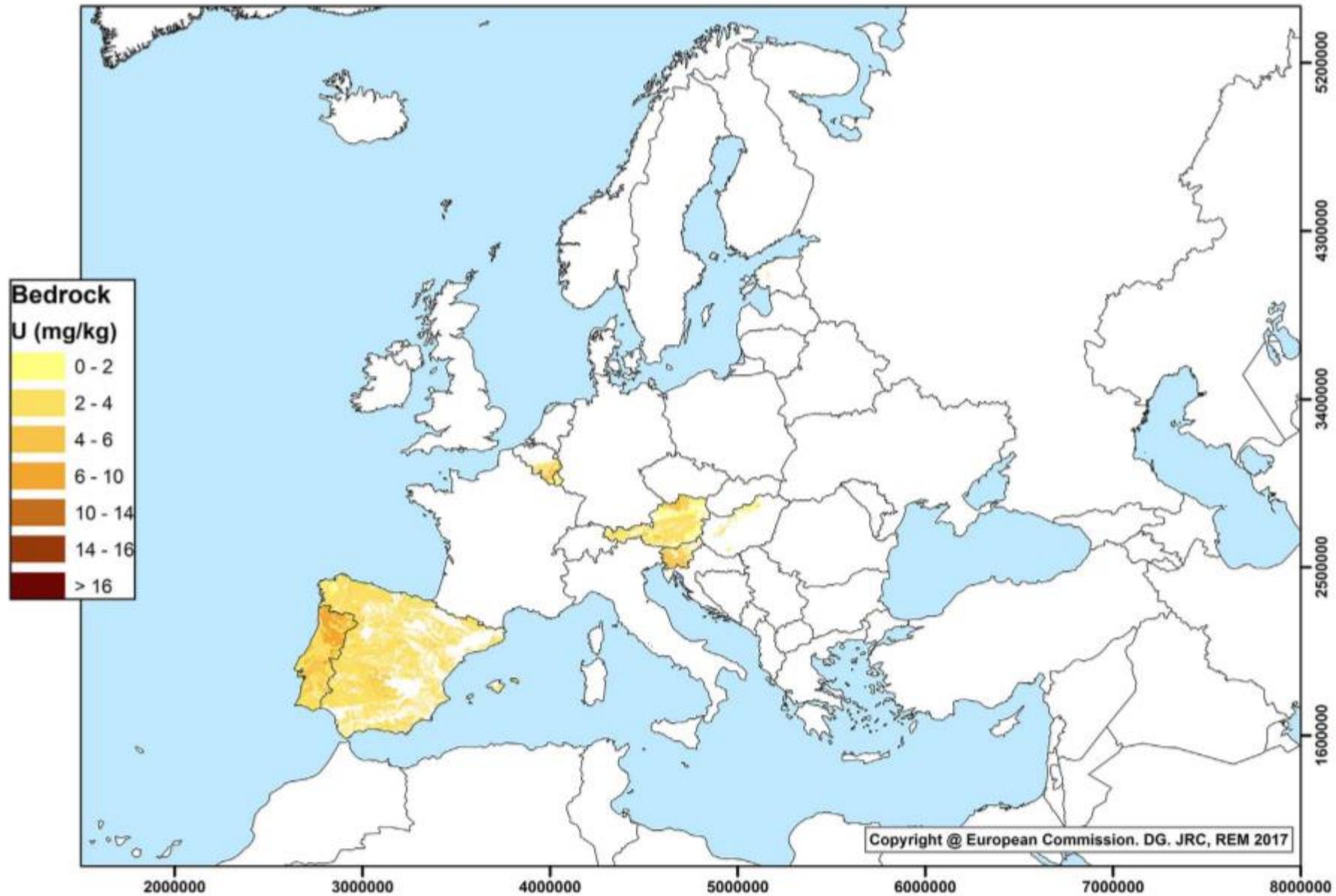


Fig. 10. Map of uranium concentration in bedrock (ETRS89-LAEA frame). Latest update, April 2017. Source: European Commission, DG JRC (Tollefsen et al., 2016-08).

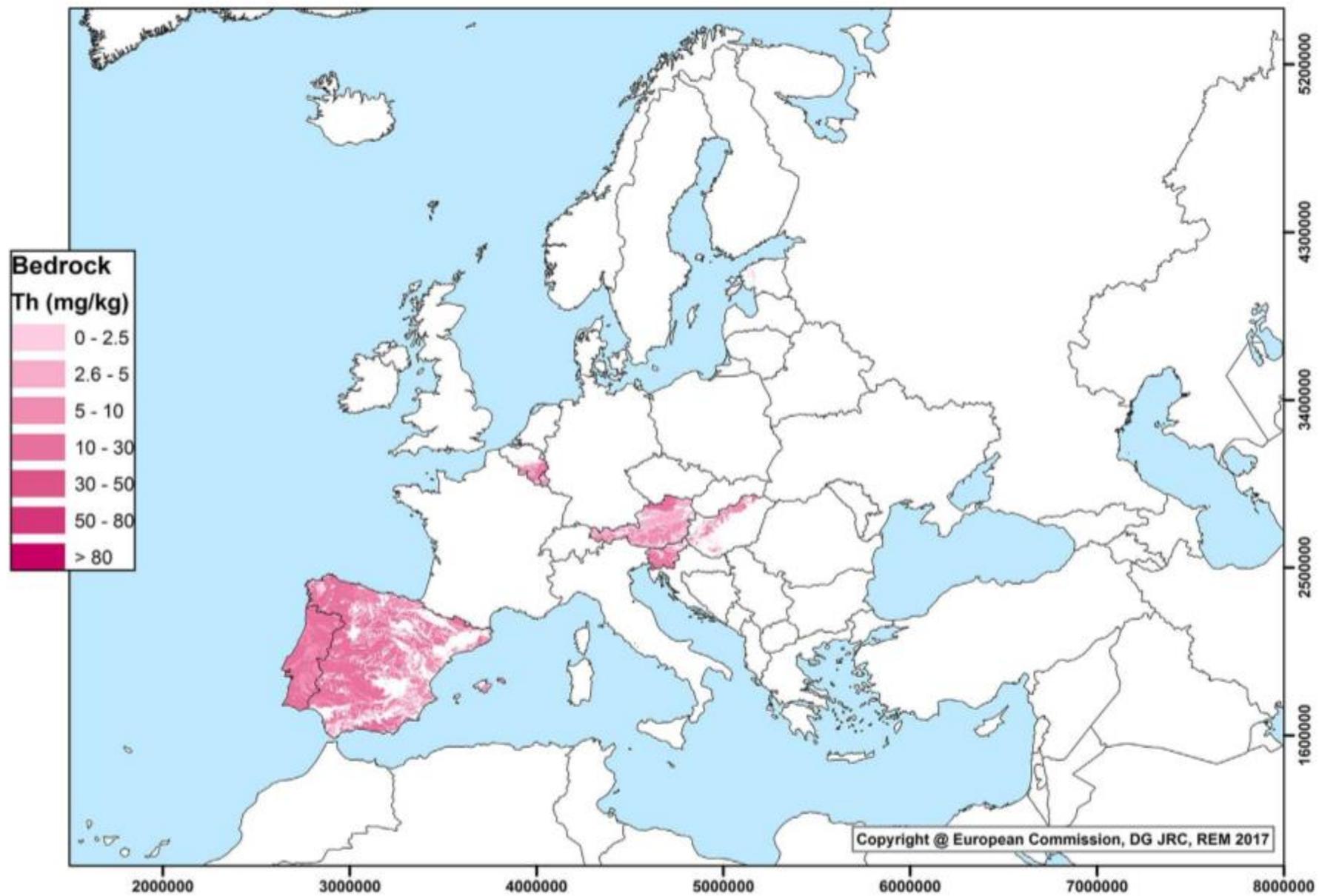


Fig. 11. Map of thorium concentration in bedrock (ETRS89-LAEA frame). Latest update, April 2017. Source: European Commission, DG JRC (Tollefsen et al., 2016-09).

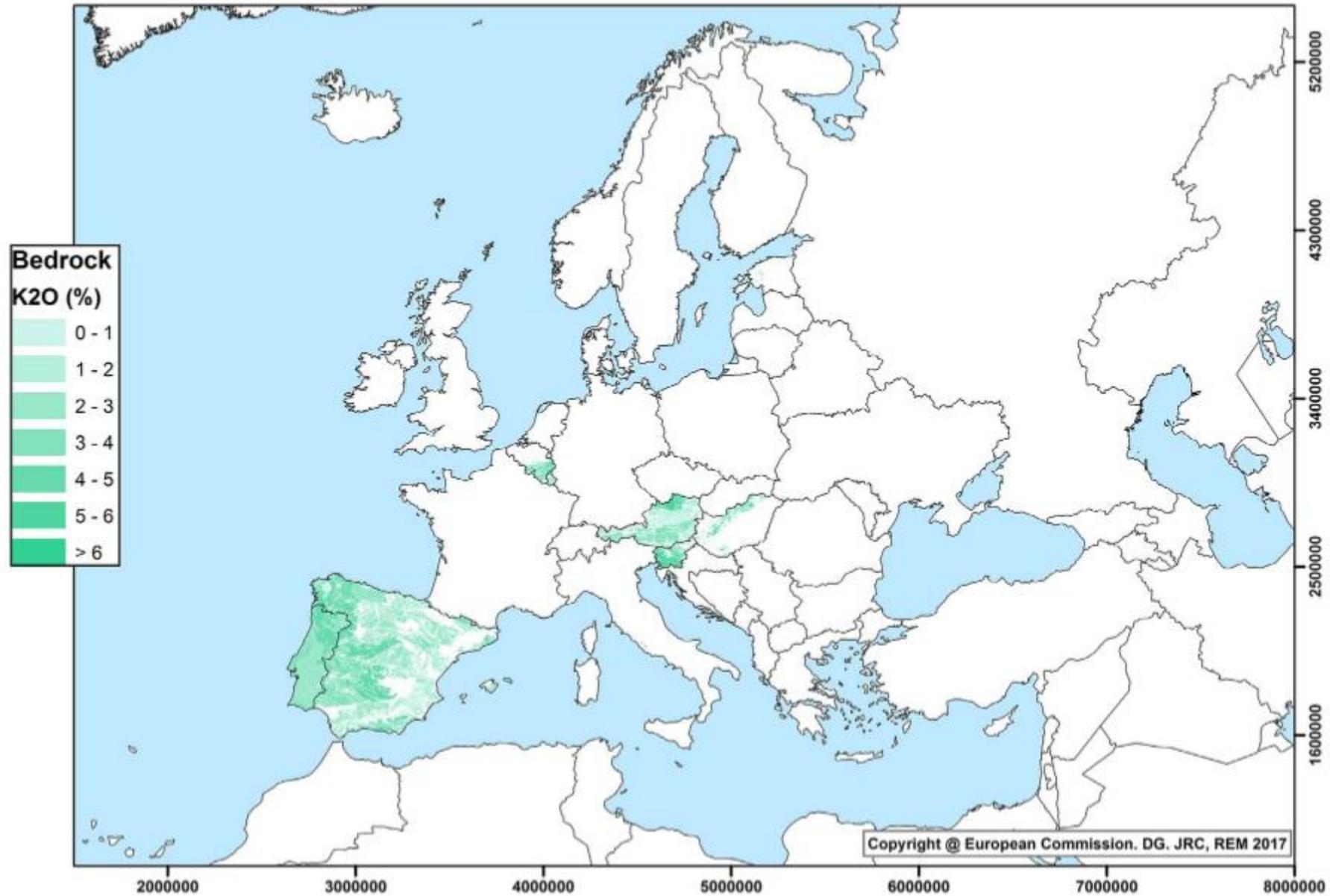


Fig. 12. Map of potassium concentration in bedrock (ETRS89-LAEA frame). Latest update, April 2017. Source: European Commission, DG JRC (Tollefsen et al., 2016-10).

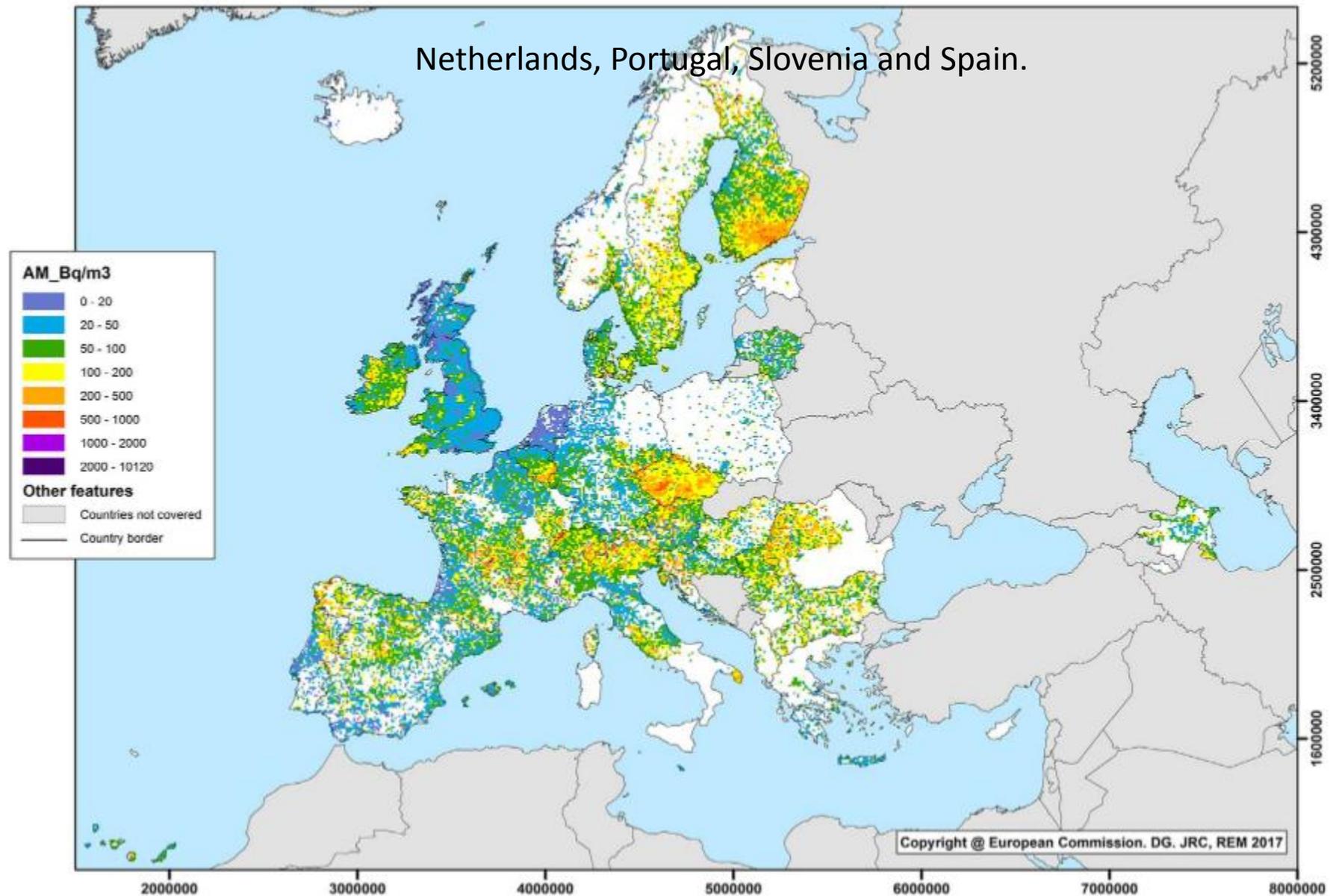


Fig. 3. Arithmetic means (AM) over $10\text{ km} \times 10\text{ km}$ cells of long-term radon concentration in ground-floor rooms of 32 European countries (ETRS89-LAEA frame). Latest update, August 2017. (The cell mean is neither an estimate of the population exposure, nor of the risk.) Source: European Commission, DG JRC (Tollefsen et al., 2010-02).

Rocas ígneas

Tipo de roca	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)
Ácido intrusivo			
Granito			
Rhode Island ^a	1.32–3.4 (1.99)	21,5–26,6 (25,2)	3,92–4,8 (4,51)
Rhode Island ^a	1.3–4.7 (4)	6.5–80 (52)	5.06–7.4 (5.48)
precámbrico	3.2–4.6	14–27	2–6
Promedio	4.35	15,2	4.11
Syenita ^a	2500	1338	2,63
Básico intrusivo			
Gabbro	0,84–0,9	2.7–3.85	0.46–0.58
Granodiorita	2.6	9.3–11	2–2.5
Diorita	2	8.5	1.1
Dunite	0,01	0,01	0,02
Peridotita	0,01	0,05	0.2 0.2
Ácido extrusivo			
Riolita	2.5–5	6–15	2–4
Traquita	2–7	9–25	5.7
Extrusivo básico			
Basalto alcalino	0,99	4.6	0,61
Meseta de basalto (Oregón) ^a	0,53	1,96	0,61
Alcalí olivino	1.4	3.9	1.4
Basalto	1.2–2.2 (1.73)	5.5–15 (6.81)	1.4–3.23 (1.68)

una

De los estándares de USGS; después de Adams y Gasparini (1970) (ver Schlumberger (1982)).

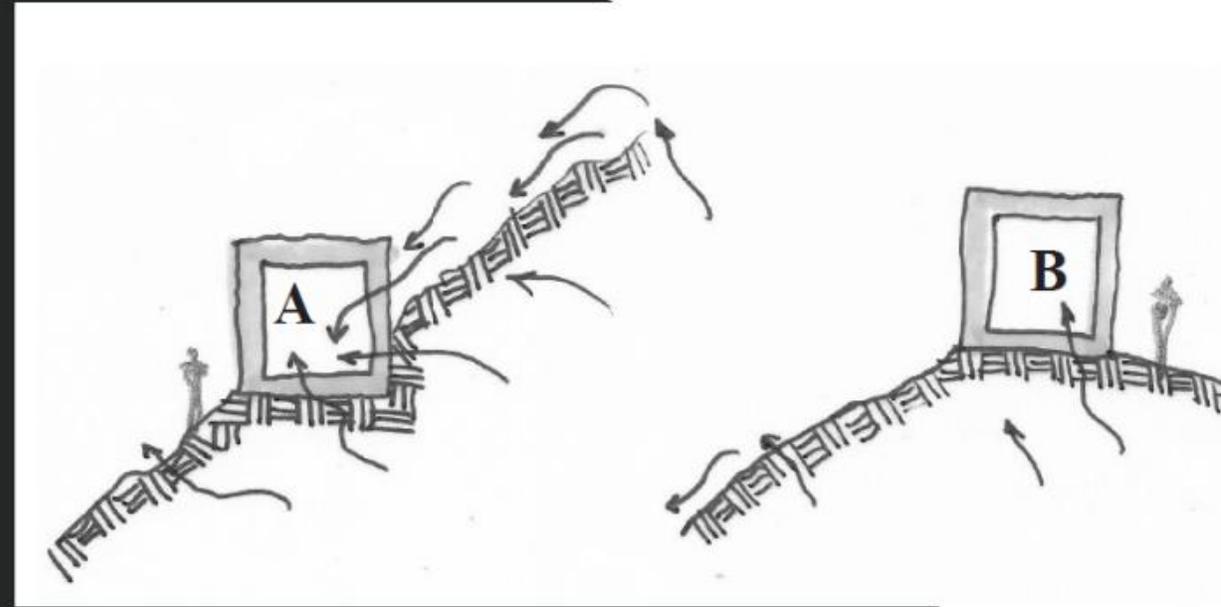
Rocas metamórficas

Tipo de roca (localidad)	U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	Jue	Referencias
Cuarcita (Alpes suizos)	0.4 0.4 0.2–0.6	2.2 2.2 2.1–2.3	1.06 0.95–1.16	5.5	R
Gneis (KTB, Alemania)	2.6 ± 1.2	8.2 ± 2.0	2.28 ± 0.17	3.2	segundo
Gneiss (Alpes suizos)	4.95 0.9–24	13,1 1.2–25.7	3.11 0.32–4.71	2,64 0,69–8,2	R
Eclogita	0.2 0.2	0.4 0.4	0.8	2,0	re
Anfibolita	0.7	1,8	0.6	2.6	re
Anfibolita (Alpes suizos)	1,65 0–7.8	3.00 0.01– 13.7	1,23 0.11–2.22	1,82 0.01–3.5	R
Metabasita (KTB, Alemania)	0.6 ± 0.5	2.5 ± 1.6	1.05 ± 0.16	4.2 4.2	segundo
Migmatita plagioclasica, charnockita	0.8	2.3	1.7	2.9	re
Gneis y esquistos cordimanfíticos silimanfíticos	1.3	4.2 4.2	2.6	3.2	re
Esquisto Alpes suizos	2,14 0.4–3.7	9,73 1.6–17.2	2,23 0.39–4.44	4.6 0.25– 2.28	R
Pizarra, Kamchatka	2,0	6.4	1,83	3.2	PAG

Referencias: D, Datos después de Dortman (1976) para facies Granulita y Eclogita; B, Búcker y col. (1989); R, después de un material publicado por Rybach y Cermak (1982) sobre la base de datos de diferentes autores; P, Puzankov y col. (1977) y Rybach (1976).

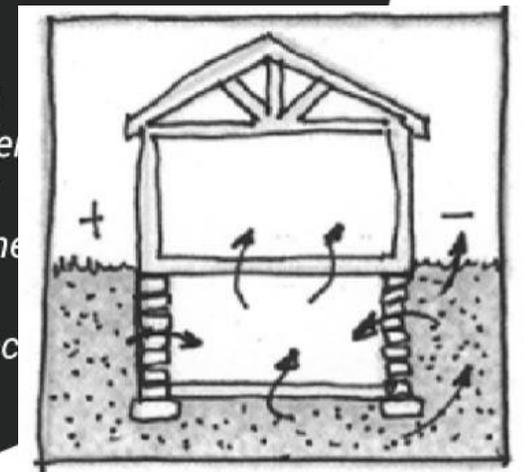


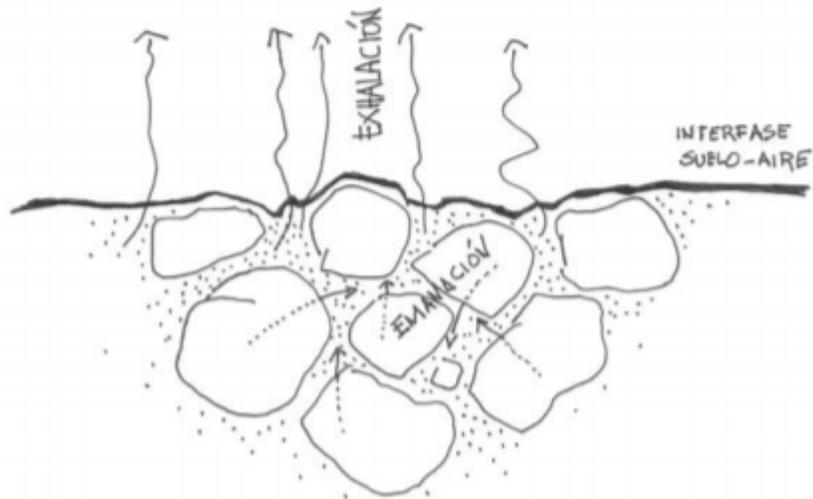
Población en zonas de actuación prioritaria: 0,01% – 75% > 75%



IMPLANTACIÓN

La ubicación de la construcción en el territorio y su posicionamiento respecto de la orografía natural del terreno, pues unas ubicaciones resultarán más favorables que otras para prevenir la concentración de gas radón en su interior.





Consejo de Seguridad Nuclear.

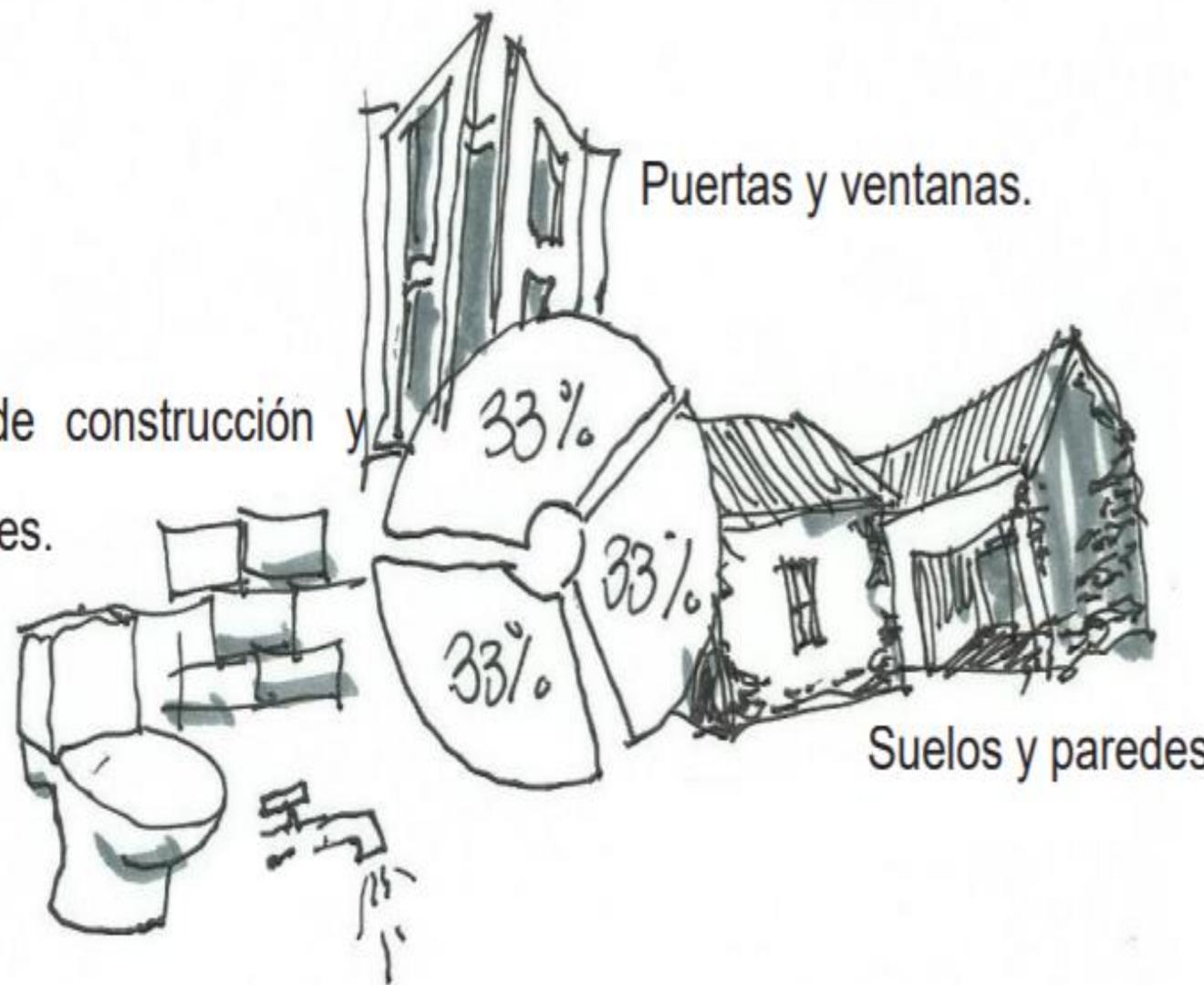
Exposición Potencial al Radón (EN EDIFICIOS)	Concentración de ^{222}Rn Bq/m ³ (EN TERRENO)		
	Permeabilidad Baja $< 4 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$	Permeabilidad Media $4 \cdot 10^{-13} \text{ m}^2$ $4 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$	Permeabilidad Alta $> 4 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$
Baja $< 200 \text{ Bq/m}^3$	< 30.000	< 20.000	< 10.000
Media $200 - 400 \text{ Bq/m}^3$	$30.000 - 100.000$	$20.000 - 70.000$	$10.000 - 30.000$
Alta $> 400 \text{ Bq/m}^3$	> 100.000	> 70.000	> 30.000



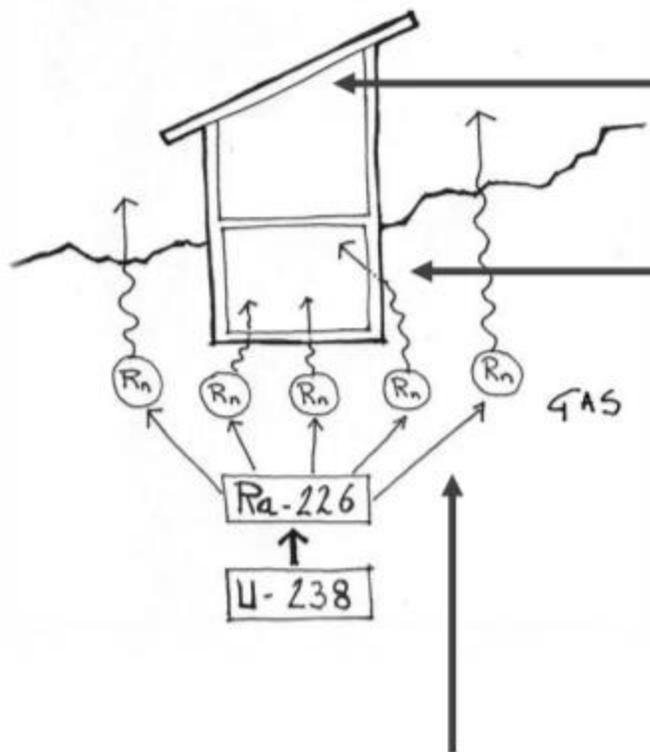
MECANISMOS DE FLUJO DEL GAS RADÓN

*La porosidad del suelo y a la diferencia de presiones existente entre el terreno y el interior de los edificios (proceso convectivo) son las principales razones del movimiento convectivo del gas.
(Frutos & Olaya, 2011).*

Materiales de construcción y canalizaciones.



Acumulación : Riesgo en concentraciones $> 300 \text{ Bq/m}^3$

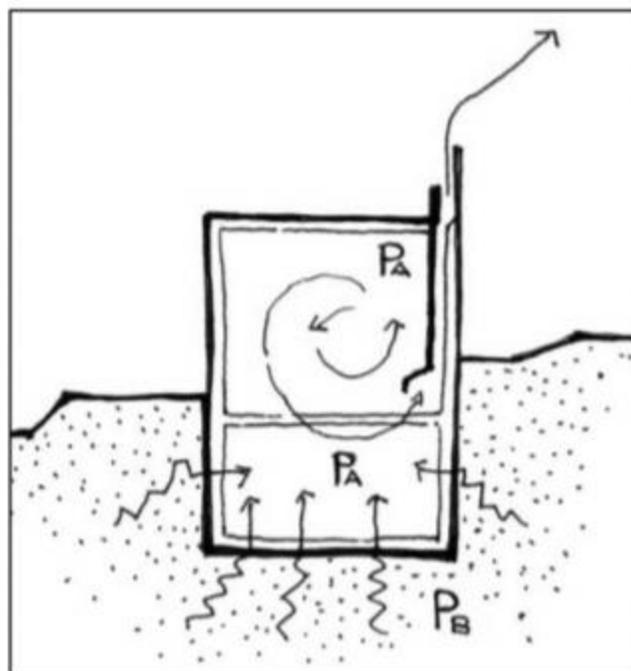


Radon generation.

Transporte /Entrada:

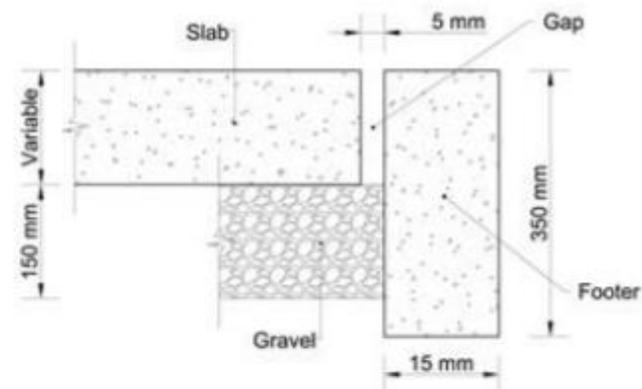
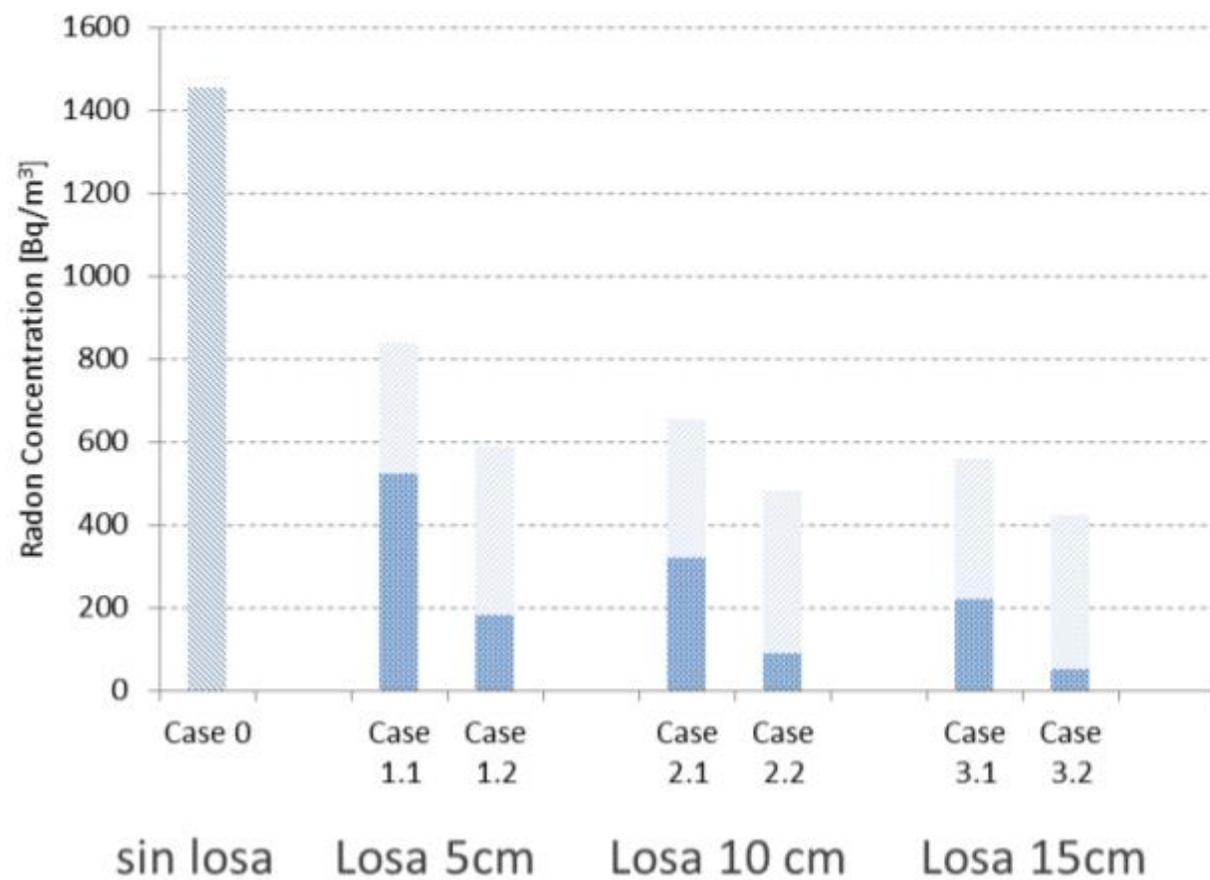
Advección : ($P_B > P_A$). (porosidad) , fisuras, juntas

Difusión: A través de materiales



Los mecanismos de ventilación interior, Aseos, Chimeneas, etc, pueden favorecer un flujo mayor al aumentar el gradiente.

Losa (DIFUSION)
Grieta (ADVECCIÓN)



Gap
Slab

E. Muñoz y B. Frutos (2017)

"A finite element model development for simulation of the impact of slab thickness, joints, and membranes on indoor radon concentration"

Radón en materiales de construcción:

Por su contenido en radio

$$J_w = R \cdot E \cdot \lambda \cdot \rho \cdot L \cdot \tanh(d/L) \quad (\text{Nazaroff and Nero 1988})$$

(R: Radio content; E: Emanation fraction; λ Decay; ρ Density; L: Diffusion Length; d: Thickness)

En condiciones normales:

- Tasa desde terreno 1-2 órdenes de magnitud > materiales:

- **Materiales:** $1 \cdot 10^{-4}$ (Bq/m²/s)
- **Terreno a través de soleras:** $1 \cdot 10^{-2}$ (Bq/m²/s)

- Contribución a concentración interior:

materiales: 20% (5 a 20 Bq/m³)
terreno: 80 % (Fuente principal)

SWISS RADON HANDBOOK.
Swiss Federal Office of Public
Health. 2000

República Checa (The National Radiation
Protection Institute)

Contenido en Radio - 226		
Material de construcción	Mínimo [Bq/kg]	Máximo [Bq/kg]
Ladrillos	45,2	143
Hormigón	21,1	192
Morteros	19,8	82
Plaqueta cerámica	63,0	117
Arena	13,3	41
Arcilla	40,9	199
Cemento	36,5	88
Yeso	12,1	86



El Código Técnico de la Edificación

La Unión Europea, en su Directriz 2013/59/EURATOM establece normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.

Edificios de nueva construcción: 200 Bq/m³

Edificios existentes: 400 Bq/m³

En el [Código Técnico de la Edificación](#), no se hace referencia explícita a la **protección frente al gas radón**, en el DB-HS, HS3 relativa a la Calidad del Aire interior, establece unos caudales de ventilación claramente insuficientes para la eliminación del gas Radón.

Recientemente el Instituto Eduardo Torroja acaba de publicar un borrador de la instrucción HS6 del código técnico de la edificación “Protección frente a la exposición al radón”.

ANEJO II - Documento Básico HS Salubridad - Sección HS 6 Protección frente a la exposición al radón Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación Versión para trámite de audiencia e información pública. 3 /49 2

Ámbito de aplicación

Edificios situados en los términos municipales incluidos en el apéndice B, en los siguientes casos:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) intervenciones en edificios existentes:
 - i) en ampliaciones, a la parte nueva;
 - ii) en cambio de uso, ya sea característico del edificio o de alguna zona del mismo;
 - iii) en obras de reforma, cuando se realicen modificaciones que permitan aumentar la protección frente al radón o alteren la protección inicial.

No será de aplicación en los siguientes casos:

- a) en locales no habitables, por ser recintos con bajo tiempo de permanencia;
- b) en locales habitables que se encuentren separados de forma efectiva del terreno a través de espacios abiertos intermedios donde el nivel de ventilación sea análogo al del ambiente exterior.



Nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los mismos de **300 Bq/m³**.

Verificación y justificación del cumplimiento

las siguientes soluciones, u otras que proporcionen un nivel de protección análogo o superior:

- a) En los municipios de zona I, se dispondrá una barrera de protección, que limite el paso de los gases provenientes del terreno. Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales.
- b) b) En los municipios de zona II, se dispondrá una barrera de protección, junto con un sistema adicional que podrá ser:
 - c) i) un espacio de contención ventilado mediante ventilación natural o mecánica;
 - d) ii) o bien, un sistema de despresurización del terreno permita extraer los gases contenidos en el terreno bajo el edificio.



En el caso de edificios existentes, la aplicación de las soluciones anteriores podrá ajustarse mediante la utilización de soluciones alternativas que, en conjunto, permitan limitar adecuadamente la entrada de radón.

En todo caso es necesario que los locales habitables dispongan de un nivel de ventilación interior que cumpla con la reglamentación en vigor de calidad del aire.

En el caso de intervenciones en edificios existentes, cuando se disponga de valores medidos del promedio anual de concentración de radón, obtenidos según el apéndice C, y alguna de las zonas de muestreo establecidas conforme a dicho apéndice supere el nivel de referencia, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a) si se presentan valores comprendidos entre 1 y 2 veces el nivel de referencia, se adoptarán las medidas correspondientes a municipios de zona I;
- b) si se presentan valores que superen 2 veces el nivel de referencia, se adoptarán las soluciones correspondientes a municipios de zona II.

MEDICION



RADON



Protocolo de medida:

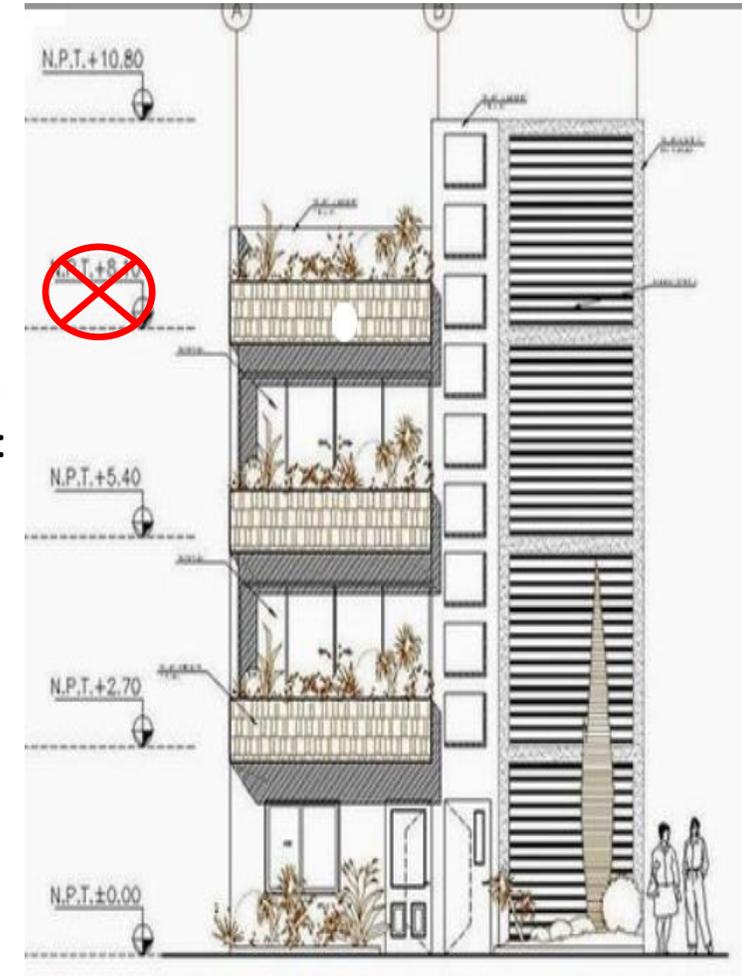
Análisis del lugar Muestreo se determinará por el proyectista, la dirección facultativa o entidad de control.

Ubicación de medidores: Los lugares donde generalmente se encuentran concentraciones más elevadas, se han de colocar en las estancias habitables, en las ubicaciones donde se estime que el radón alcanza su máxima concentración:

- Bajo rasante, en cada una de las plantas en las que existan locales habitables;
- Sobre rasante, en las dos plantas más bajas y en la más alta, en las que haya locales habitables.

Unidades de muestreo:

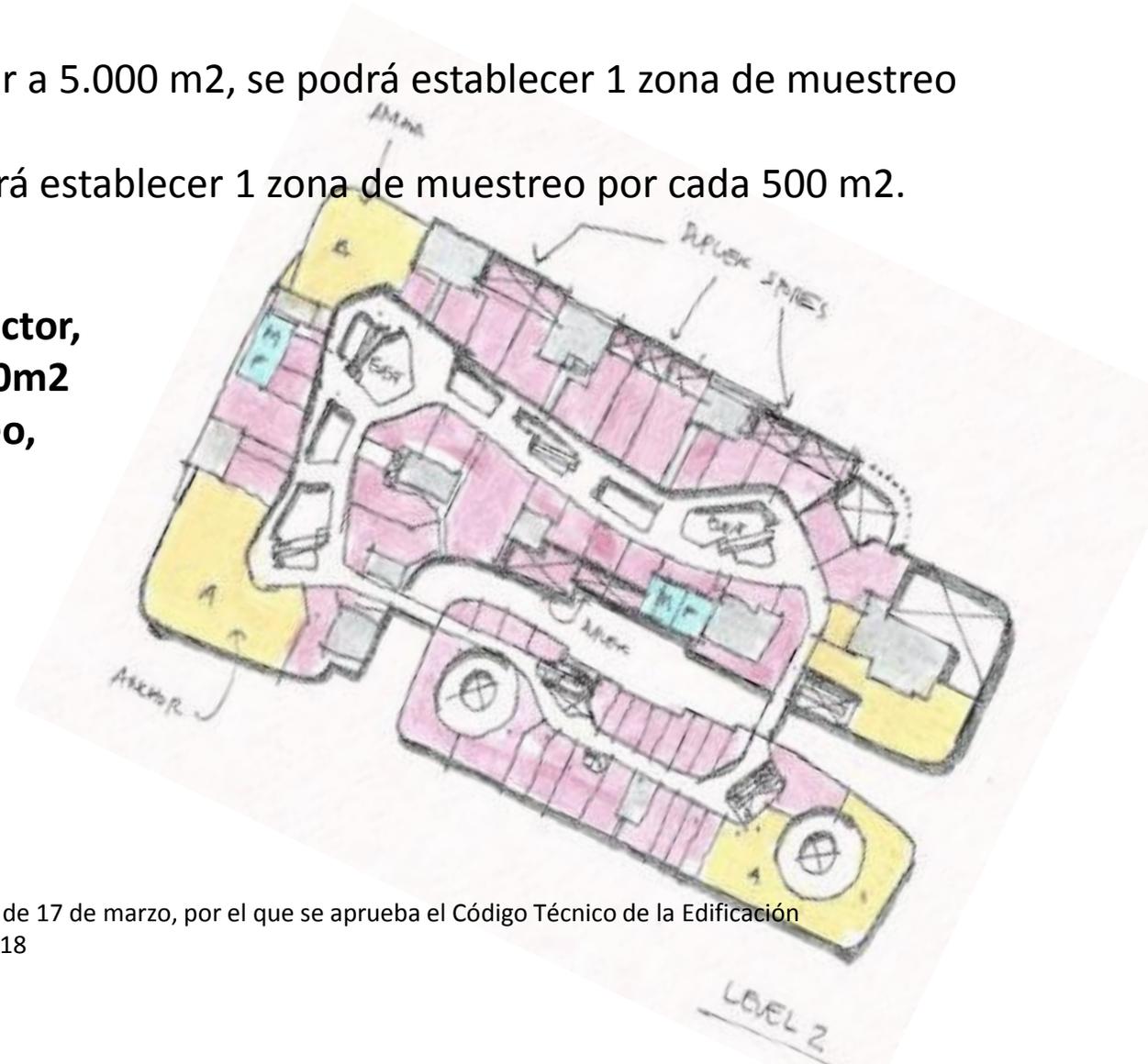
- A. En cada unidad de uso (vivienda...) se establecerá, al menos:
- 1 zona de muestreo por cada 200 m² de superficie útil.
 - 1 zona de muestreo por planta.



B. En unidades de uso con grandes áreas no compartimentadas (por ejemplo oficinas de planta abierta, superficies de atención al público, etc.), se tendrá en cuenta lo siguiente:

- i. Cuando la superficie sea superior a 1.000 m² e inferior a 5.000 m², se podrá establecer 1 zona de muestreo por cada 400 m².
- ii. Cuando la superficie sea superior a 5.000 m², se podrá establecer 1 zona de muestreo por cada 500 m².

En cada zona de muestreo se instalará al menos 1 detector, excepto en unidades de uso de superficie inferior a 200m² en los que se haya definido una única zona de muestreo, donde se instalarán al menos 2 detectores.



Ubicación de los detectores

1 La localización de los detectores en cada zona de muestreo deberá elegirse de forma que sea representativa de las estancias donde la permanencia de las personas sea más elevada, así como las más propensas a presentar niveles elevados de radón.

En cada planta que se vayan a colocar los detectores, se elegirán las estancias más representativas y en las que la permanencia de personas sea la de mayor tiempo (salones, dormitorios, etc.).

2 La ubicación exacta de los detectores dentro de cada zona de muestreo, se establecerá en función de la configuración espacial de cada planta, vivienda o local, teniendo en cuenta las características de los sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, y, en especial, la distribución de entradas y salidas de aire.

3 Mediante esquema gráfico del edificio y plano de cada planta, se mostrarán la ubicación de cada detector; localización de puertas y ventanas, y de los sistemas de extracción/ventilación, si los hubiera y distribución de las zonas de muestreo.



Ubicación de los detectores

- a) Los detectores se situarán a una altura entre 50 y 180 cm sobre el nivel del suelo, a una distancia de más de 30 cm de paredes o puertas, y a más de 10 cm de otros objetos.
- b) No deberán colocarse en el interior de elementos cerrados, como armarios, cajones o vitrinas.
- c) No deberán colocarse próximos a corrientes de aire (ventanas, ventiladores) ni exponerse directamente al sol o a otras fuentes de calor.
- d) Si fuera necesario colocarlos en lugares de humedad elevada ($HR > 70\%$), los detectores deberán recubrirse con una membrana que los proteja de la humedad sin interferir en el resultado de la medida.



La estimación del promedio anual de la concentración de radón en el aire podrá efectuarse mediante detectores de tipo pasivo o activo. Los laboratorios que proporcionen los detectores y lleven a cabo, bien su análisis, o bien el procesamiento de los registros de medida, deberán cumplir alguno de los requisitos siguientes:

- a) Estar acreditados de acuerdo a la **norma ISO/IEC 17025** por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), o bien por otro organismo nacional de acreditación designado de acuerdo con la normativa europea,
- b) O cumplir los requisitos exigidos de acuerdo al Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, y haber presentado la declaración responsable como laboratorio de ensayos para el control de la calidad de la edificación ante el órgano competente de la comunidad autónoma.

Los laboratorios se encargarán de la colocación , la toma de datos y expresión de la medida de los detectores con los que se determinará el nivel de radón en cada zona de muestreo

Los detectores irán identificados y localizados en las ubicaciones indicadas por el proyectista, la dirección facultativa o entidad de control.



La estimación del promedio anual de la concentración de radón en el aire podrá efectuarse mediante detectores de tipo pasivo o activo. Los laboratorios que proporcionen los detectores y lleven a cabo, bien su análisis, o bien el procesamiento de los registros de medida, deberán cumplir alguno de los requisitos siguientes:

- a) Estar acreditados de acuerdo a la **norma ISO/IEC 17025** por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), o bien por otro organismo nacional de acreditación designado de acuerdo con la normativa europea,
- b) O cumplir los requisitos exigidos de acuerdo al Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, y haber presentado la declaración responsable como laboratorio de ensayos para el control de la calidad de la edificación ante el órgano competente de la comunidad autónoma.

Los laboratorios se encargarán de la colocación , la toma de datos y expresión de la medida de los detectores con los que se determinará el nivel de radón en cada zona de muestreo

Los detectores irán identificados y localizados en las ubicaciones indicadas por el proyectista, la dirección facultativa o entidad de control.



Condiciones durante la exposición

Durante el periodo de exposición de los detectores se seguirán los hábitos de ocupación ordinarios de los edificios y, si existen soluciones de protección frente al radón, como espacios de contención ventilados o sistemas de despresurización, estos deberán estar en el régimen habitual de funcionamiento.

En caso de que el edificio no este ocupado, se mantendrán, en la medida de lo posible, las condiciones de edificio cerrado (ventanas y puertas exteriores cerradas y las puertas interiores abiertas). Si existen en el edificio sistemas de remedio contra el radón, estos deberán estar en su régimen habitual de funcionamiento.

Los detectores deberán permanecer expuestos durante un **periodo mínimo de dos meses.**



Análisis de los detectores y expresión de resultados de medida

Los valores medidos por cada detector, deben presentarse como concentración media de radón (Bq/m³) durante el periodo de exposición. El valor de concentración o exposición debe expresarse junto con el de la incertidumbre expandida y el factor k utilizado.

Indicar siempre el valor del límite de detección del procedimiento empleado.

El informe final de resultados de medida del laboratorio debe incluir, además, la siguiente información:

- Nombre y dirección del laboratorio
- Nombre y dirección del cliente
- Fecha de emisión del informe
- Fecha de inicio y final de la exposición
- Características y tipos de detectores
- Procedimiento de lectura
- Identificación y localización de cada detector sobre plano
- Circunstancias meteorológicas y ambientales que puedan haber afectado al resultado
- La representación en continuo de los datos almacenados por los sensores de cada detector
- Cualquier otra información relevante que pudiera influir en el resultado de las medidas
- Firma de la persona o personas que asuman la responsabilidad técnica del informe.



Estimación del promedio anual de concentración de radón

A partir de los valores de concentración de radón en el aire, se estimará el promedio anual de concentración de radón durante el periodo de exposición para cada una de las zonas de muestreo donde los detectores estuvieron expuestos. El promedio se calculará como la media aritmética de los valores de concentración de radón proporcionados por todos los detectores expuestos en la zona de muestreo.

Para obtener el promedio anual de concentración de radón en cada zona deberá multiplicarse por un **factor 1.4** en los siguientes casos:

- a) En un edificios no ocupados en los que, por condicionantes prácticos, no se pueden garantizar las condiciones de edificio cerrado.
- b) En un edificios en uso situados en alguna de las zonas climáticas de invierno C, D o E establecidas en el DB-HE Ahorro de energía y el periodo de exposición no coincide al menos en 2/3 con la temporada de calefacción.

En el resto de los casos, el promedio de concentración de radón durante el periodo de exposición se considerará una estimación adecuada del promedio anual de concentración de radón.



Estimación del promedio anual de concentración de radón

En el informe deberán incluirse los siguientes datos:

Información sobre estado del edificio durante la exposición de los detectores (en uso/no ocupado, cerrado/no cerrado).

Esquema gráfico del edificio y plano de cada planta se mostrará la ubicación de cada detector, con su correspondiente código identificativo.

En su caso, circunstancias especiales que puedan inducir a valores anómalos en las medidas (concentraciones elevadas de radón, condiciones meteorológicas atípicas, etc.).

Para cada zona de muestreo: Número de detectores expuestos y código identificativo de cada uno de ellos. Promedio de concentración de radón durante el periodo de muestreo y promedio anual de concentración de radón.

Anexo que contenga el informe final de resultados de medida proporcionado por el laboratorio de análisis.



Herramientas para la prevención



<https://www.cdc.gov/spanish/especialescdc/radon/index.html>



<http://aarst-nrpp.com/wp/>



<http://www.nrsb.org/for-professionals/how-to-get-certified/>



CENTRO COMÚN DE INVESTIGACIÓN
Monitoreo ambiental de radiactividad

<https://remon.jrc.ec.europa.eu>

<https://kopernio.com/viewer?doi=10.1016/j.jenvrad.2018.02.008&route=6> Versión digital del Atlas europeo de radiación natural



<https://www.csn.es/radon>

<https://www.csn.es/documents/10182/1010776/Listado%20de%20laboratorios%20acreditados.%20Julio%202019>

Acciones de remedio

PASIVAS

ESTRATEGIAS
DE
MITIGACIÓN

ACTIVAS

MIXTAS

Mecanismo Advectivo dependiente de Gradiente de Presiones. (oscila con cambios atmosféricos)

Dos fenómenos:

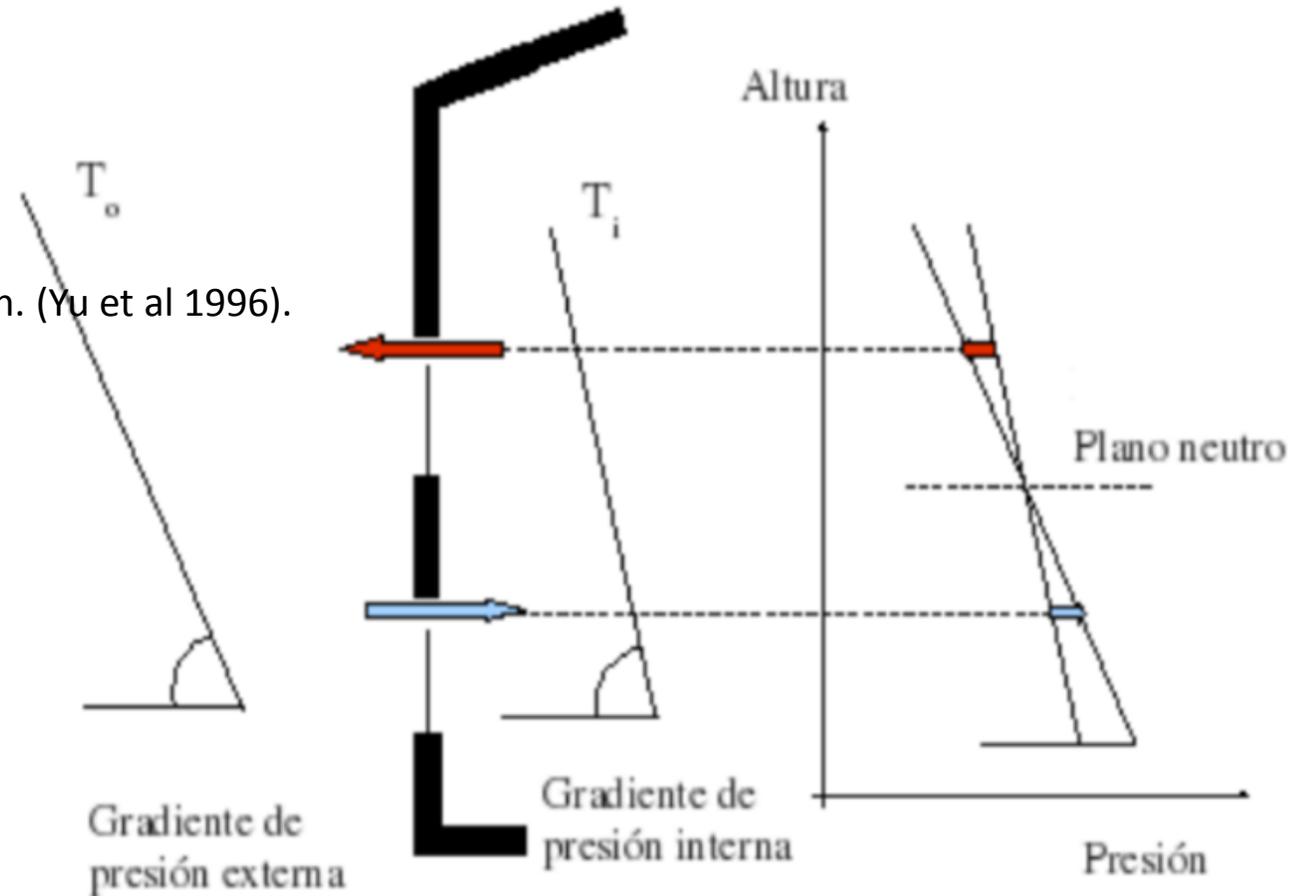
1- El viento fachadas implica una depresión o sobre-presión en el interior. (Ward et al 1993)

2- El viento produce un intercambio de aire con el exterior por infiltración y reduce la concentración. (Yu et al 1996).

Gradiente de presiones en función de la velocidad

Fig. 38 - Fugas de aire por diferencia de temperatura interior/ exterior.

Fuente:
Odriozola.(2008).



Temperatura:

La diferencia de temperaturas (aire ext./ int.) puede inducir una diferencia de presiones que modifique la entrada de radón.

Genera depresión: Efecto stack

función: altura y ΔT :

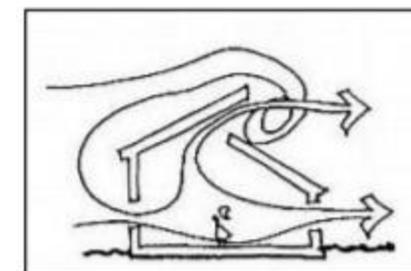
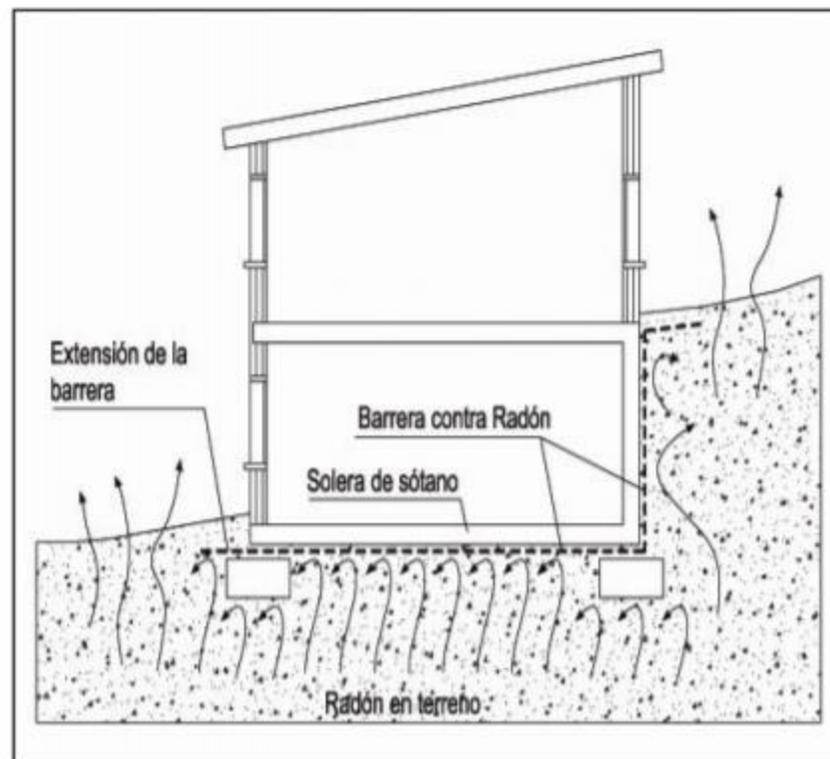
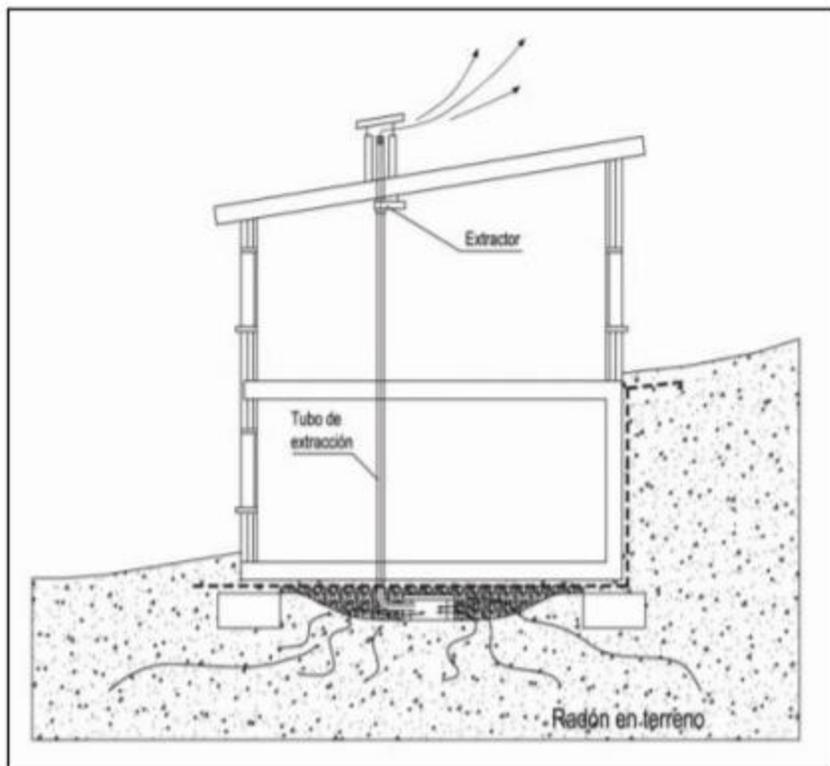
$$\Delta P = Cah (1/T_{ext} - 1/T_{int})$$

Lluvia:

Un aumento de las precipitaciones provoca un aumento en la concentración de radón en el interior
La saturación de los poros del terreno en días de lluvia provoca una disminución en su permeabilidad. (Renault 1998)
El radón se vehicula hacia el terreno seco bajo el edificio

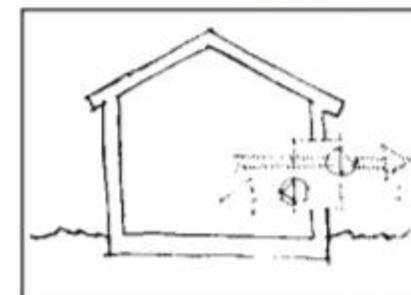
Mecanismo Difusivo
dependiente del Gradiente
concentraciones
(prácticamente estable).
Típico
terreno. 50.000; Típico
interior 500. (FACTOR 100)

Basadas en **3 mecanismos básicos**



Natural

Forzada



Presurización ó Despresurización del Terreno

Barreras

Ventilación

Tipo de piso	Sólido		Suspendido	
Nivel de radón * (Bq m ⁻³)	Menos de 500	Más de 500	Menos de 500	Más de 500
Soluciones recomendadas, mejor primero	Sumidero de radón o ventilación positiva	Sumidero de radón	Ventilación natural debajo del piso o ventilación positiva	Ventilación mecánica debajo del piso o ventilación natural debajo del piso

Para casas con tipos de pisos mixtos, se puede usar una combinación de lo anterior.

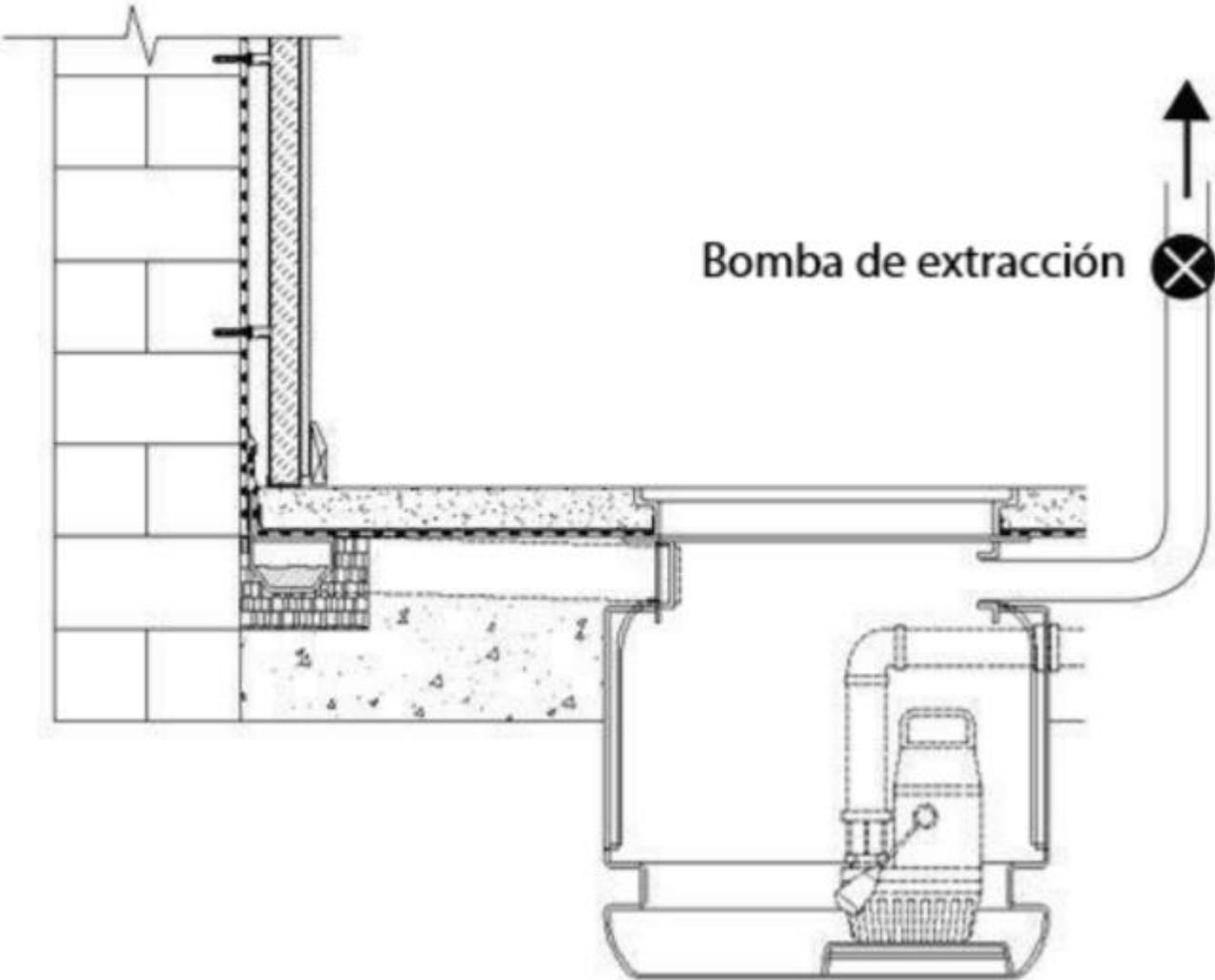
* El nivel de 500 Bq m⁻³ es una guía aproximada.

Fig. 1 Esquema gráfico de recomendaciones de mitigación.
Fuente: <https://www.ukradon.org/information/reducelevels>

Presurización



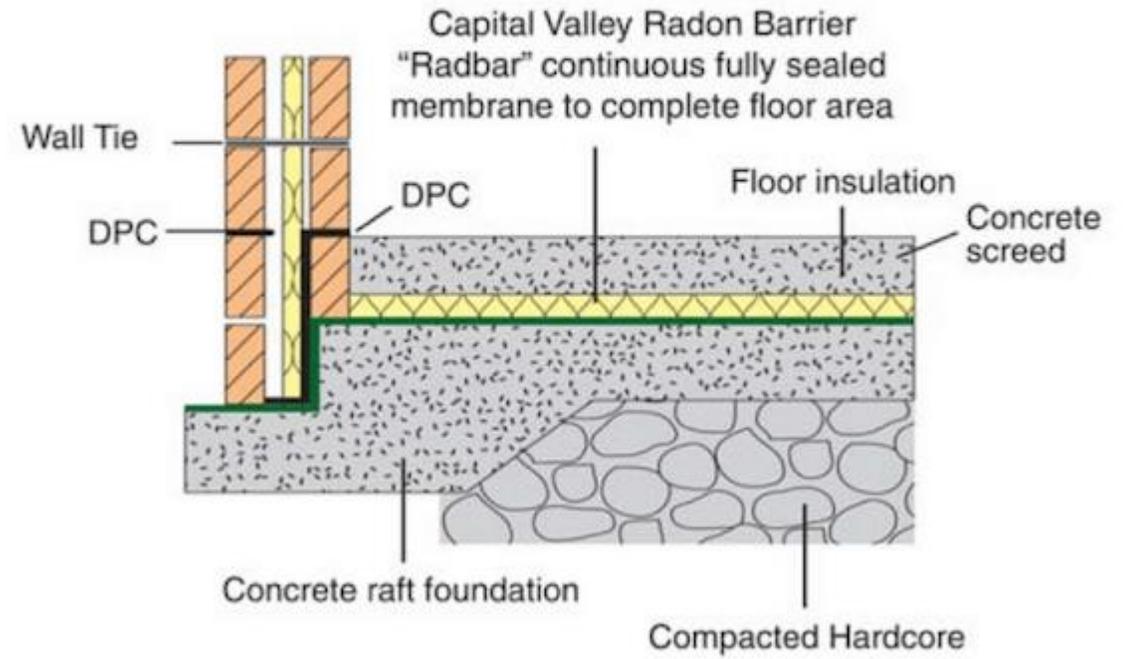
Despresurización del Terreno / Pozo de radon



Barreras



Raft Foundation Radon Barrier Detail



Características de la barrera

La barrera de protección podrá ser una lámina anti-radón u otro tipo de barrera cuya efectividad pueda demostrarse.

La barrera podrá dimensionarse ,,,, si bien, se consideran válidas (y no es necesario proceder a su cálculo) las barreras tipo lámina con un coeficiente de difusión frente al radón menor que 10^{-11} m² /s y un espesor mínimo de 2 mm

La barrera tendrá un espesor y un coeficiente de difusión tales que la exhalación de radón prevista a su través (E) sea inferior a la exhalación límite (Elim).

2 La exhalación límite (Elim) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$E_{lim} = C_d \cdot (Q/A) \text{ [Bq/m}^2 \cdot \text{h]} \text{ (1)}$$

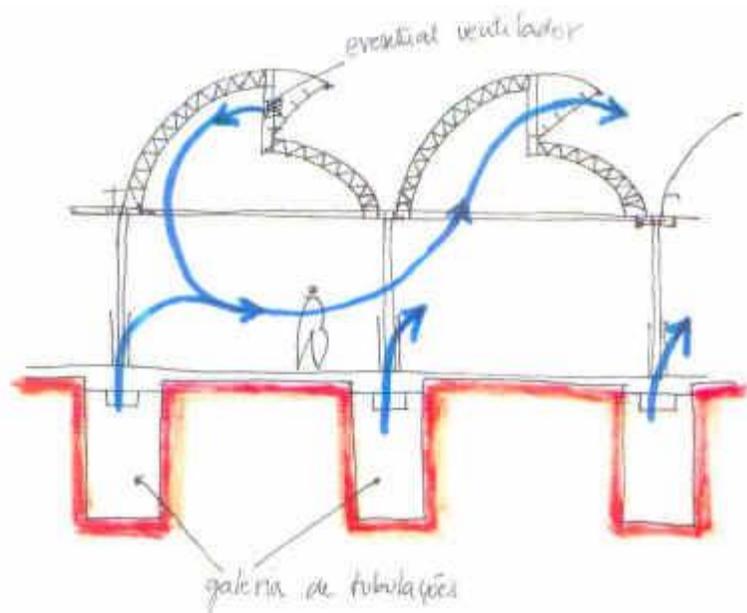
C_d: concentración de diseño, que se corresponde con el 10% del nivel de referencia[Bq/m³];

Q: caudal de ventilación del local a proteger [m³/h].

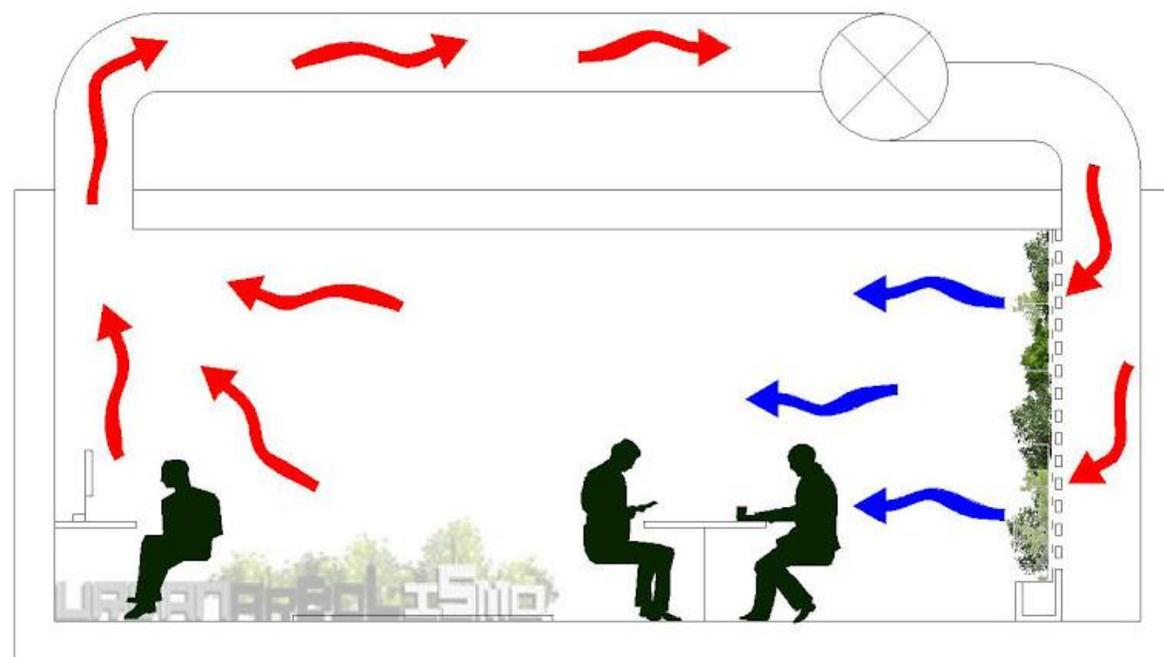
En el caso de que se desconozca su valor de ventilación, puede considerarse un caudal de cálculo correspondiente a 0,1 renovaciones/hora;

A: superficie de la barrera [m²]

Ventilación



Natural



Forzada

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años



Gracias por su atención.

<https://www.linkedin.com/in/ricardo-pol-s%C3%A1nchez-71301b61/>