



Jornada GRATUITA Protección Frente al Gas Radón en Edificios

Jueves, 18 de febrero de 17:00 a 21:00 horas
(Online en directo)



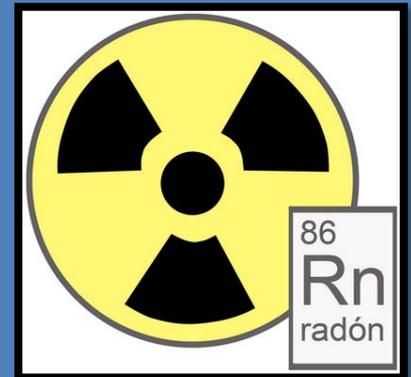


PRIMERA PONENCIA:

1.- El gas Radón. Radioprotección y conceptos generales

2.- Radón y Salud.

PONENTE: Antonio Baeza Espasa
Catedrático de la Uex, director del LARUEX



1.- El gas Radón. Radioprotección y conceptos generales:



- PRIMER HECHO IMPORTANTE: Vivimos en un Mundo “Radiactivo”

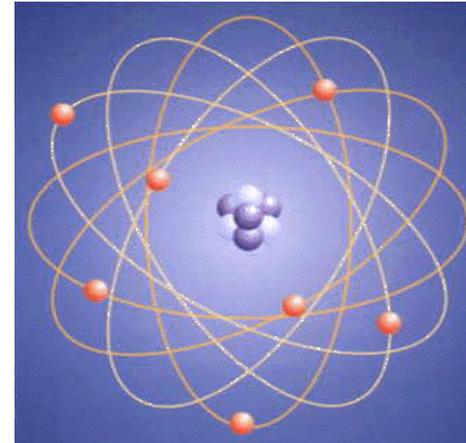


- PREGUNTA: ¿Porqué nuestro mundo y nosotros mismos somos radiactivos?

PORQUE todo lo existente se construye a partir de combinaciones de algo más de 100 elementos químicos diferentes:

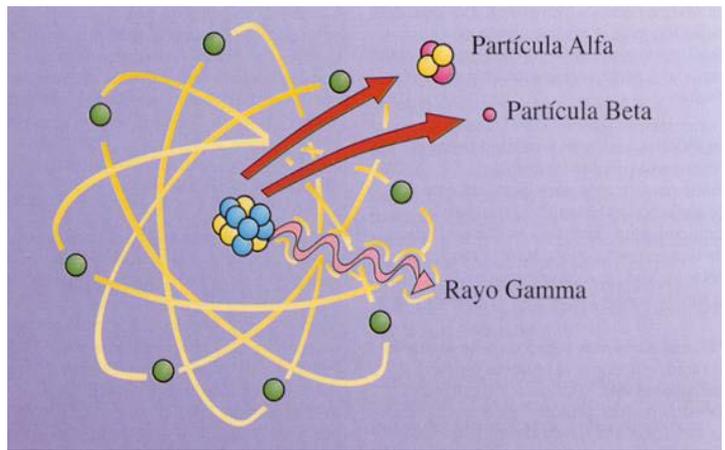
Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	---	VIIIb	---	IB	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
Periodo	1	2	Color según estado: Sólido Líquido Gas Sintético															
1	H	He	Sin estado															
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo	
* Lantánidos		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb			
** Actínidos		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No			

Sistema Periódico de los elementos (químicos)



Las composiciones del núcleo de cada átomo (**nº de protones y de neutrones**) hace que ese sistema sea estable en el tiempo o **inestable o radiactivo**.

Si es radiactivo, va emitiendo importantes cantidades de energía desde su núcleo en forma de partículas (**alfa, beta, neutrones**) o de radiación muy energética (**rayos gamma**), llamadas **radiaciones ionizantes**, para convertirse en un átomo estable.



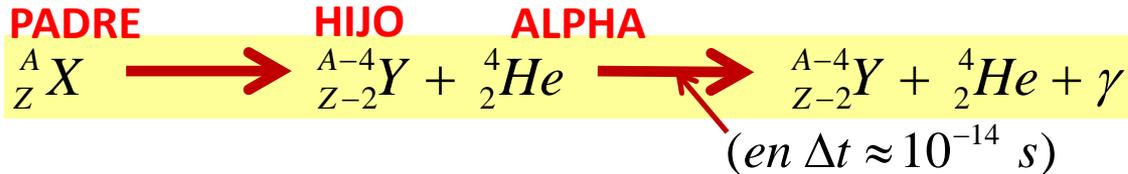
No es fácil detectar la presencia de esas radiaciones ionizantes, pero **SI pueden ser biológicamente peligrosas para nuestra salud.**

Vamos a hablar de la Radiación (Desintegración o Partículas) alfa:



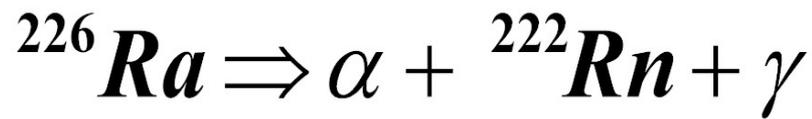
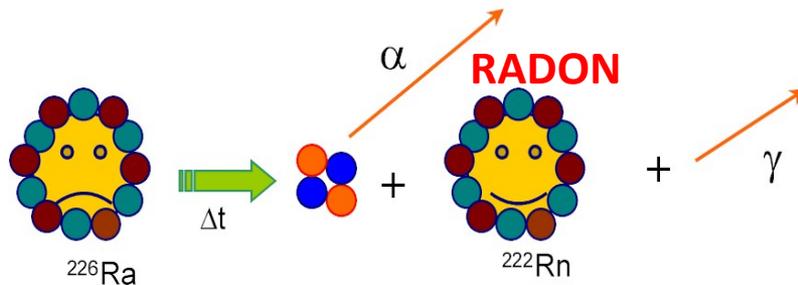
✓ Sólo las emiten los núcleos de los átomos radiactivos pesados ($Z > 82$).

✓ Tras la emisión de una partícula alfa, el núcleo que se forma tiene 2 neutrones menos y 2 protones menos que quien lo ha originado. Por lo que es **OTRO ELEMENTO QUÍMICO DIFERENTE!!!**



**Esto es la
Aquimia**

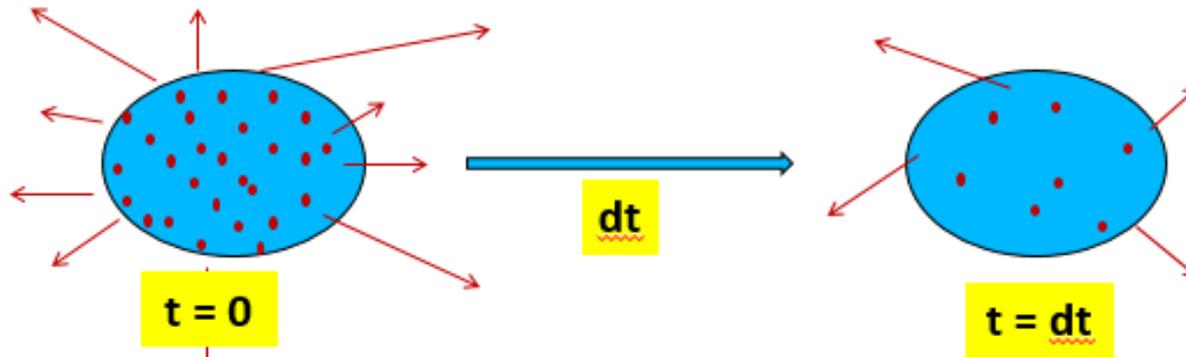
Ejemplo:



POR TANTO: Para detectar la presencia de Radio-226, es decir saber cuánto hay, nos interesa contar el número de esas radiaciones alfa (de la energía que tienen las producidas en esa desintegración). Con frecuencia, se mide para ello en su lugar, el número de radiaciones gamma

En la próxima ponencia, os explican ¿cómo se miden?

Ley de desintegración radiactiva



$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

N, es el nº de átomos radiactivos que quedan en cada momento, donde **λ** es la **CONSTANTE RADIATIVA**

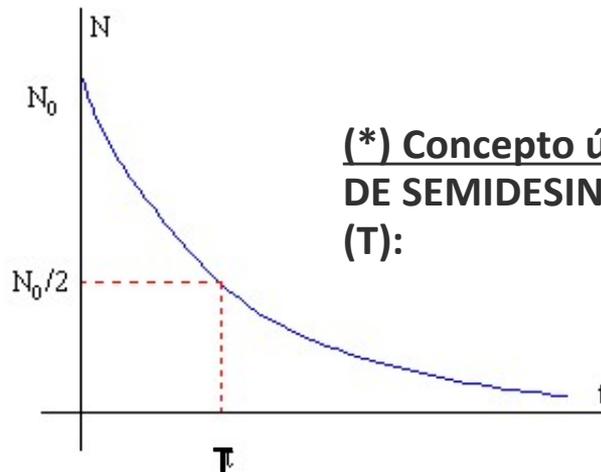
$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

A, es la actividad o el nº de radiaciones (o de desintegraciones) que se producen en cada momento

CURIE (Ci) =

3,7 10^{10} desintegraciones por segundo (son las que realiza un gramo de Radio-226)

BEQUERELIO (Bq) =
1 desintegración por segundo



(* Concepto útil, PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN (T):

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

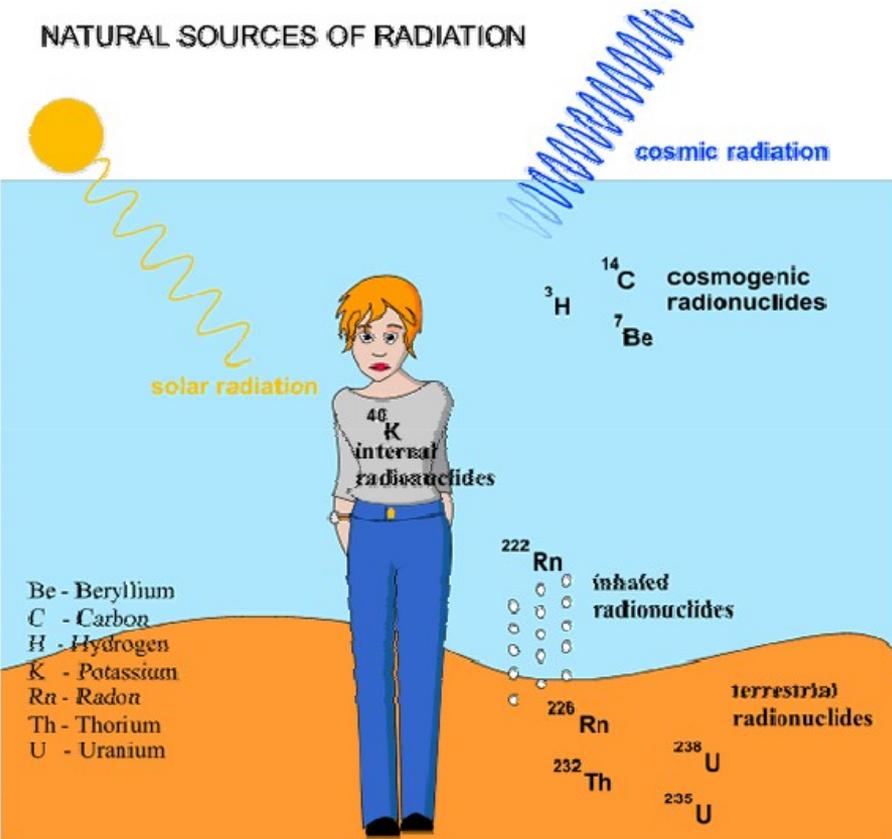
T(²²²Rn) = 3,82 d



Componentes de la radiactividad: natural



NATURAL SOURCES OF RADIATION



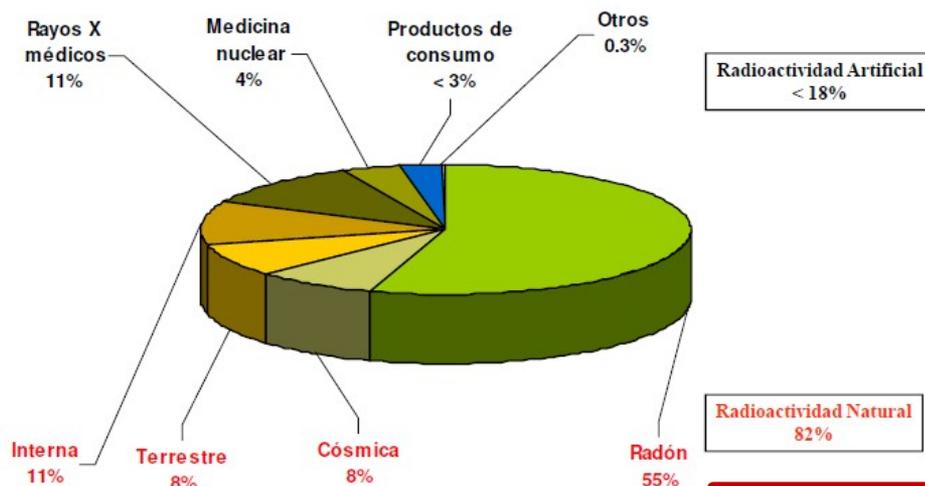
A) Radiación Cósmica

Origen de los

B) Radionucleidos Cosmogénicos

C) Radionucleidos Primordiales

(dentro o fuera de mí mismo)



CONCLUSIÓN:

EN CONDICIONES NORMALES LA RADIACIÓN NATURAL ES LA FRACCIÓN MAYORITARIA DE LA RADIATIVIDAD QUE EXPERIMENTAMOS LOS SERES HUMANOS.

CONCLUSIÓN:
El radón es el mayoritario

¿Qué es el radón?:

Grupo	1 Ia	2 IIa	3 IIIb	4 IVb	5 Vb	6 VIb	7 VIIb	8 ---	9 VIIIb	10 ---	11 Ib	12 IIb	13 IIIa	14 IVa	15 Va	16 VIa	17 VIIa	18 VIIIa	
Período																			
1	1 H	Color según estado: Sólido Líquido Gas Sintético																2 He	
2	3 Li	4 Be	Sin estado										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	* Lu	71 Hf	72 Ta	73 W	74 Re	75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	** Lr	103 Rf	104 Db	105 Sg	106 Bh	107 Hs	108 Mt	109 Ds	110 Uuu	111 Uub	112 Uut	113 Uuq	114 Uup	115 Uuh	116 Uus	117 Uuo	118 Uuo
	* Lantánidos		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb			
	** Actínidos		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No			

219,220,222
86 Rn

Es un elemento gaseoso, radiactivo, incoloro, inodoro, insípido e invisible, más pesado que el aire y soluble en agua y otros líquidos:

Solubilidad en (agua)= $230 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{kg}$; Solubilidad en (alcohol)= $7,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{kg}$

Es un gas noble, con un punto de fusión de $-71 \text{ }^\circ\text{C}$, el de ebullición de $-62 \text{ }^\circ\text{C}$ y su densidad $9,73 \text{ g/l}$ a 0°C y 1 atmósfera de presión

Posee tres isótopos radiactivos: ^{222}Rn (o radón, 80%, $T = 3,82 \text{ d}$), ^{220}Rn (o Torón, 19%, $T = 54,5 \text{ s}$), ^{219}Rn (o Actinón, $<1\%$, $T = 4 \text{ s}$).

PREGUNTA: ¿Si “viven” tan poco tiempo, cómo es que aún existen?

RESPUESTA: Porque cada uno de ellos perteneciente a cada una de las 3 series radiactivas naturales existentes, cuyos “padres” son el uranio, torio y actinio

Metal alcalino	Tierras alcalinas	Lantánido	Actínido	Metal de transición
Metal	Metaloide	No metal	Halógeno	Gas noble



SERIE RADIATIVA DEL URANIO

3,0
ppm

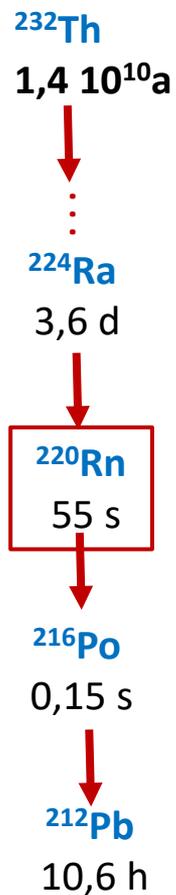
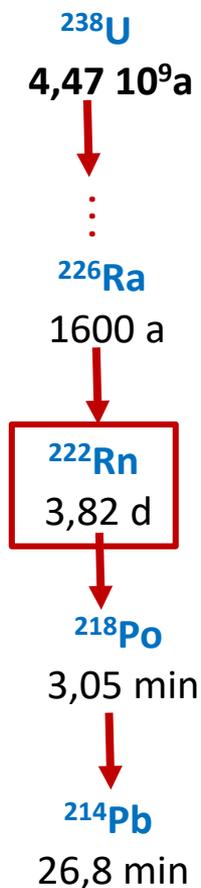
SERIE RADIATIVA DEL TORIO

9,6
ppm

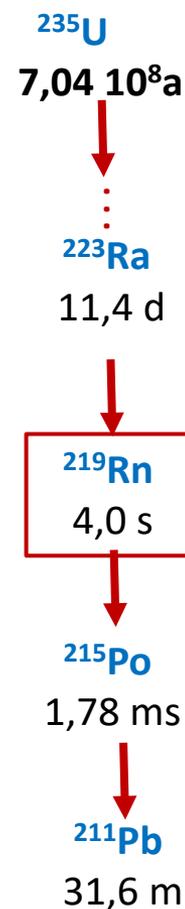
SERIE RADIATIVA DEL ACTINIO

0,02
ppm

“en mayor o menor
proporción
SIEMPRE existirán”



“puede
desintegrarse
antes de llegar
a nuestros
pulmones”



“puede
desintegrarse
antes de llegar
a nuestros
pulmones”

¿DÓNDE SE ORIGINA EL GAS RADÓN?,

en donde pueda haber mucho URANIO, ES DECIR, EN LOS SUELOS



¿EN TODOS LOS SUELOS POR IGUAL?, NO, depende del tipo de SUELO

0.5 ppm de Uranio
1.7 ppm de Torio



ROCA ARENISCA

0.5 ppm de Uranio
1.7 ppm de Torio



ROCA CARBONATADA

1 ppm de Uranio
4 ppm de Torio



ROCA BASÁLTICA

3,5 ppm de Uranio
11 ppm de Torio



ARCILLA

5 ppm de Uranio
12 ppm de Torio

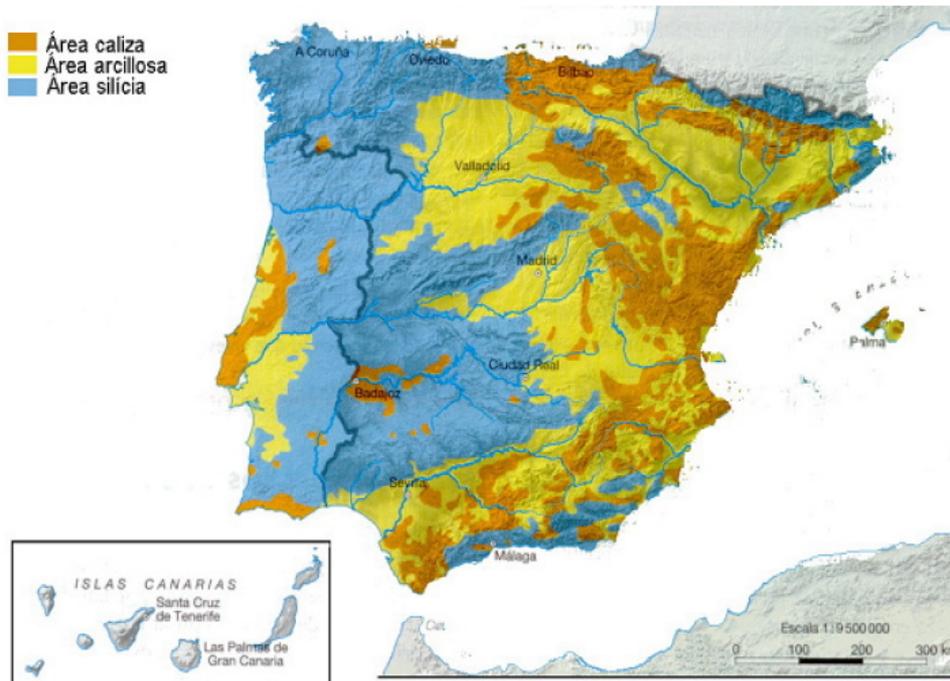


ROCA GRANÍTICA

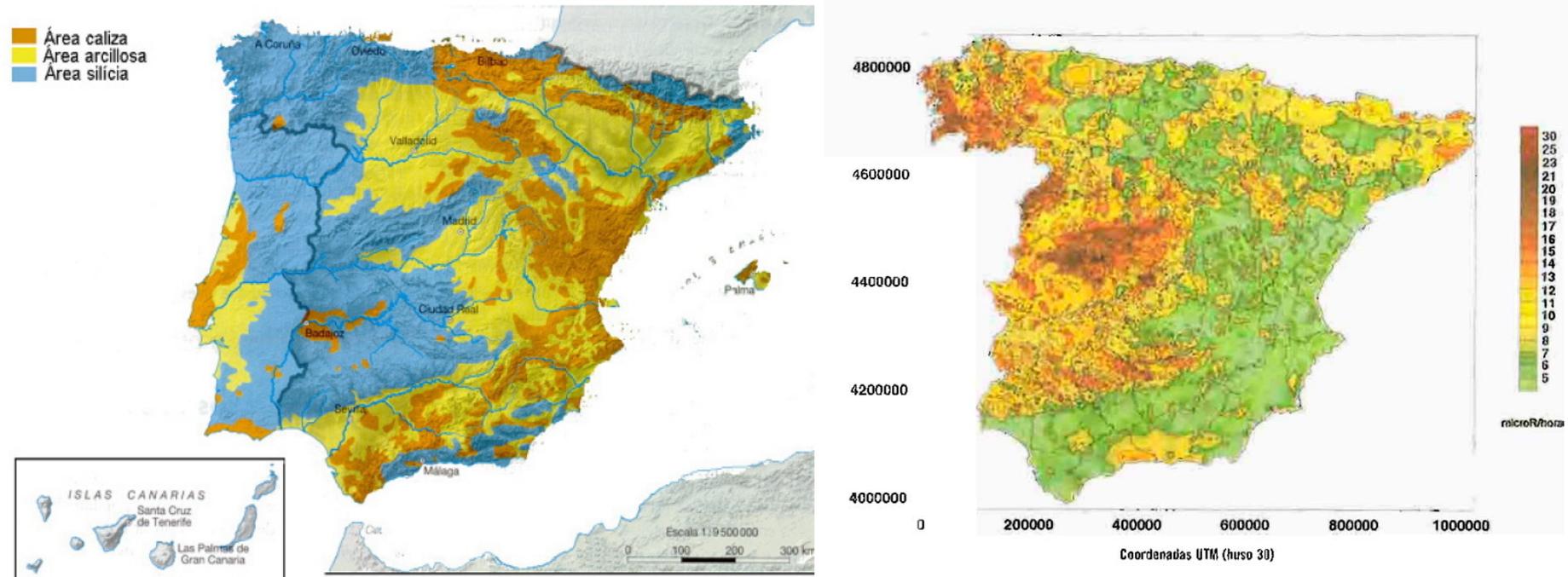
CONCLUSIÓN:

NO todos los tipos de suelos tienen el mismo contenido de URANIO, sino que éste se encuentra preferentemente en los suelos de tipo silíceo, con frecuentes contenidos de pizarras y granitos,....., como los existentes en gran parte de EXTREMADURA !!!!!, y otras zonas.

■ Área caliza
■ Área arcillosa
■ Área silicia



PRIMER INDICIO DE SU PRESENCIA: MAPAS GEOMORFOLÓGICO Y MARNIA

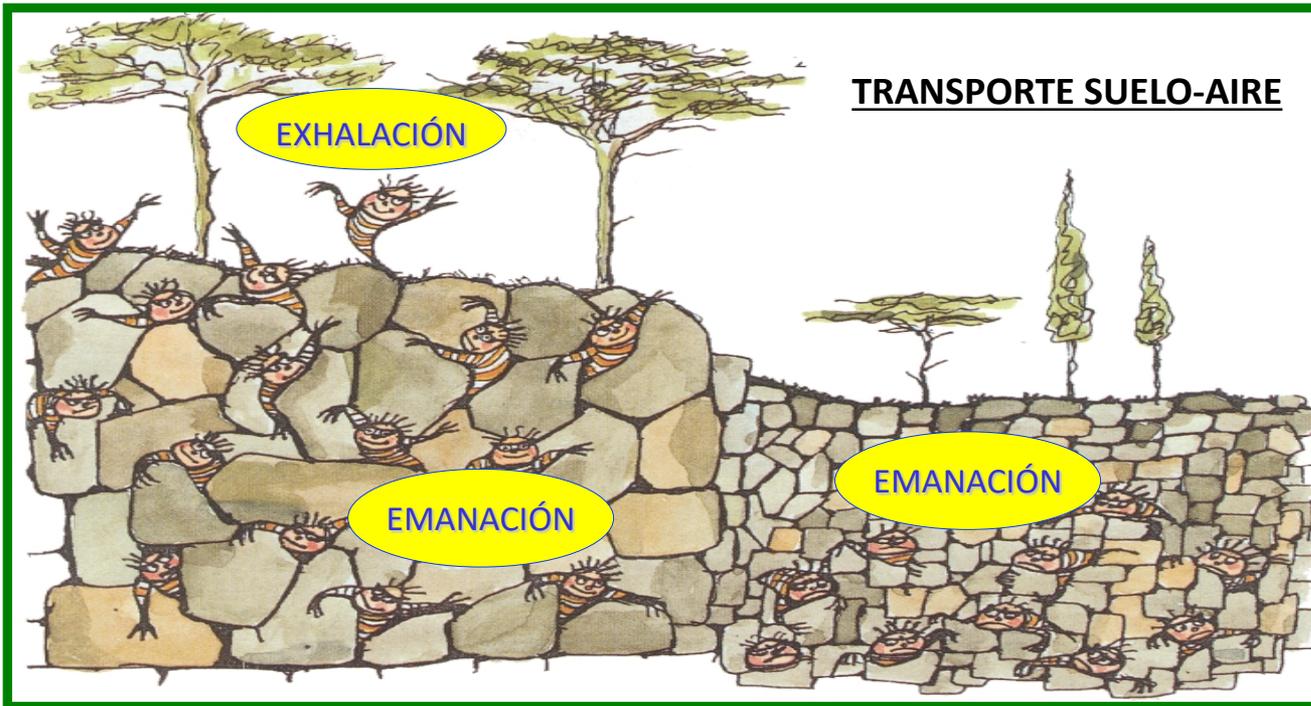


- MAPAS CON DISTRIBUCIONES GEOGRÁFICAS MUY SIMILARES ENTRE SÍ
- EN EL MARNIA SE IDENTIFICAN SUELOS CON MAYOR CONTENIDO RADIACTIVO NATURAL, QUE EL EXISTENTE EN OTRAS Y POR LO TANTO, CON:
 - 1.- Mayores niveles de tasa de dosis (cantidad de radiación) recibida por irradiación externa
 - 2.- Mayores probabilidades de elevadas concentraciones de radón en el aire próximo al suelo

¿Cuáles son sus mecanismos de movilidad desde el suelo?

1.- EMANACIÓN: Fracción del gas Radón que pasa de la fracción sólida a los poros del terreno

2.- EXHALACIÓN: Fracción del gas Radón que escapa a la atmósfera exterior



FACTORES QUE INFLUYEN:

- Contenido de radio en el suelo
- Porosidad del suelo
- Permeabilidad del suelo
- Factores atmosféricos

DISTANCIA TÍPICA QUE PUEDE RECORRER EL RADÓN ANTES DE DESINTEGRARSE

(T=3,82 d):

- ~ 1 m en Suelo normal
- 10 - 20 cm en hormigón

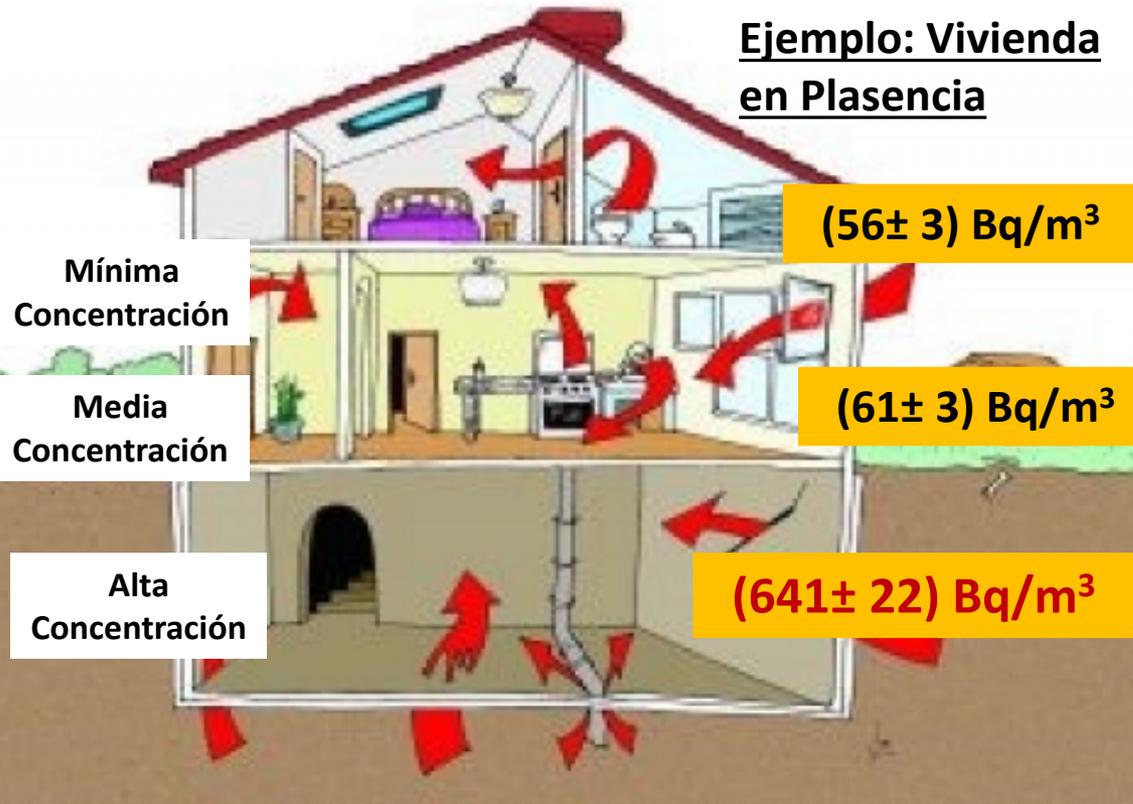
MECANISMOS DE DESPLAZAMIENTO EN LA ATMÓSFERA:

- **DIFUSIÓN** (Diferencias de concentración)
- **CONVECCIÓN** (Diferencias de presión)

¿Por qué vías entra el Radón en un edificio?



Ejemplo: Vivienda en Plasencia



SEGUNDA VÍA, DESDE LOS MATERIALES

CONSTRUCTIVOS:

- ✓ Influye la técnica constructiva
- ✓ Influye su distribución con la profundidad, $\leq 10-20$ cm

TERCERA VÍA, DESDE LAS AGUAS DE CONSUMO:

- ✓ Influye el origen subterráneo / superficial del agua

VÍA PRINCIPAL, DESDE EL SUELO:

- ✓ Influye la permeabilidad del terreno
- ✓ Influye la técnica constructiva y la ventilación
- ✓ Influye su distribución con la profundidad, ≤ 1 m

Por ser un Gas

Ciclo diario del Radón



2.- Radón y salud:



PREGUNTA: ¿Cuáles son los efectos sobre la salud de altas concentraciones de Radón?

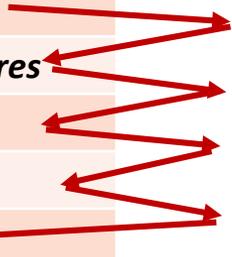
RECORDAR: El radón se desintegra emitiendo radiaciones (partículas) alfa muy energéticas ($E(\alpha) = 5,59 \text{ MeV}$) o RADIACIONES IONIZANTES, que al interaccionar con el interior de nuestro organismo, ceden su energía en espacios muy pequeños (del orden de la décima del tamaño de una célula pequeña), pudiendo arrancar electrones de los átomos que componen sus moléculas, es decir ionizarlos y convirtiéndolos en radicales eléctricos libres.

✓ POR LO TANTO, PRODUCE UNA SERIE DE **EFFECTOS CARACTERIZADOS POR:**

1. Depósitos Energéticos Inmediatos  $\Delta t \approx 10^{-6} \text{ a } 10^{-15} \text{ seg.}$
2. De Naturaleza Probabilística. *Con alteraciones observables a 5 diferentes niveles*

El origen de cada efecto es el producido a nivel anterior



NIVEL	EFFECTOS PRODUCIDOS	
2.1.- Físico	<i>Ionizaciones y Excitaciones atómicas</i>	 "Puede" "Puede" "Puede" "Puede"
2.2.- Químico	<i>Rotura de enlaces y cambios moleculares</i>	
2.3- Bioquímico	<i>Anomalía en macromoléculas</i>	
2.4- Celular	<i>Pérdida de viabilidad celular</i>	
2.5.- Tisular	<i>Malformaciones</i>	

3. No selectivo. Directa o indirectamente sobre elementos esenciales de las células

✓ MAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EFECTOS QUE “PUEDE” PRODUCIR LA DESINTEGRACIÓN DEL RADÓN:



4. **Inespecíficas.** *Son indiferenciables de los mismos efectos originados por otros agentes nocivos.*

EJEMPLO: ¿Qué agente produce el cáncer de pulmón, el respirar radón o el respirar el humo del tabaco?

5. **Independientes de la naturaleza originaria de la radiación.** *Son indiferenciables los efectos producidos por las radiaciones ionizantes si su origen es natural o artificial. Sólo son función del tipo de radiación, de su intensidad / actividad / dosis y de la vía de interacción.*

EJEMPLO: La radiación alfa emitida por la desintegración del radón es peligrosa por irradiación interna e inofensiva por irradiación externa.

6. **Mediatas.** *Entre el efecto final producido a nivel celular o tisular y la causa que lo ha originado, transcurre un tiempo de latencia variable, desde días a años, dependiente básicamente de la intensidad / actividad / dosis incorporada.*

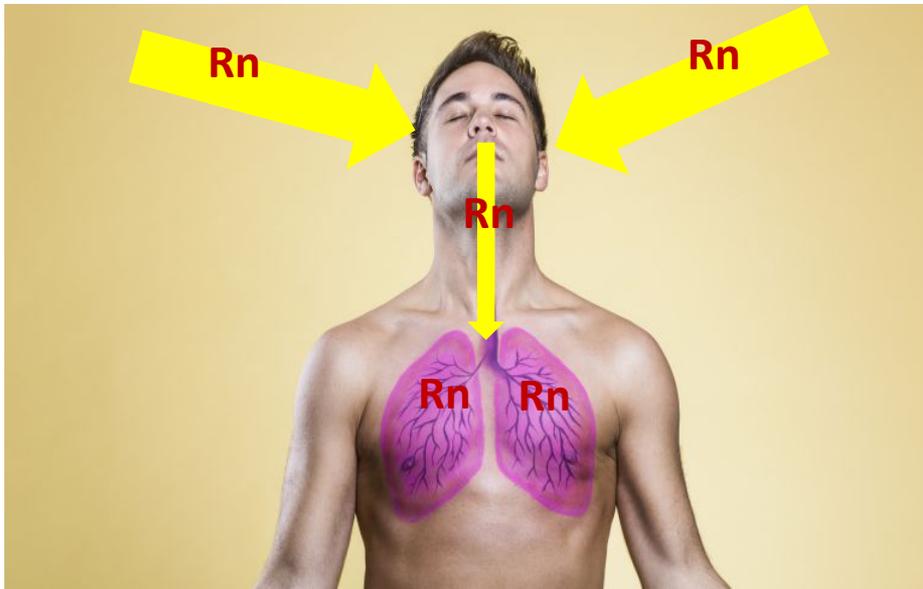
La consecuencia es que en la gran mayoría de los daños originados por radiaciones ionizantes (salvo en exposiciones agudas) es muy difícil establecer una relación inequívoca, la relación:

CAUSA \longleftrightarrow **EFECTO.**



Alexander Litvinenko en 2006 fue **envenenado con polonio** a través de un té contaminado con Polonio-210 que tomó en un céntrico hotel de Londres

Efectos a Nivel orgánico (los pulmones):



EXTRAÍDO DE LA REVISTA “alfa” DEL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR DE ESPAÑA (2018):

“Desde 1998, el radón está clasificado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) como carcinógeno de primera categoría (aplicable cuando existen pruebas suficientes de carcinogeneicidad en humanos).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo reconoce como la segunda causa de cáncer de pulmón en la población, después del tabaco y, en Europa, es responsable de un 9% de las muertes por este tipo de cáncer. En España, en particular, se estima que el radón es causante de 1.500 muertes anuales.

*¿Todos tenemos el mismo problema independientemente de la cantidad de radón que respiremos?. **NO**, ya vimos que los efectos producidos son probabilísticos y por tanto, mayores cuanto mayor es la concentración respirada.*

	0 Bq/m ³	100 Bq/m ³	400 Bq/m ³
Fumadores	10	12	16
No fumadores	0,4	0,5	0,7

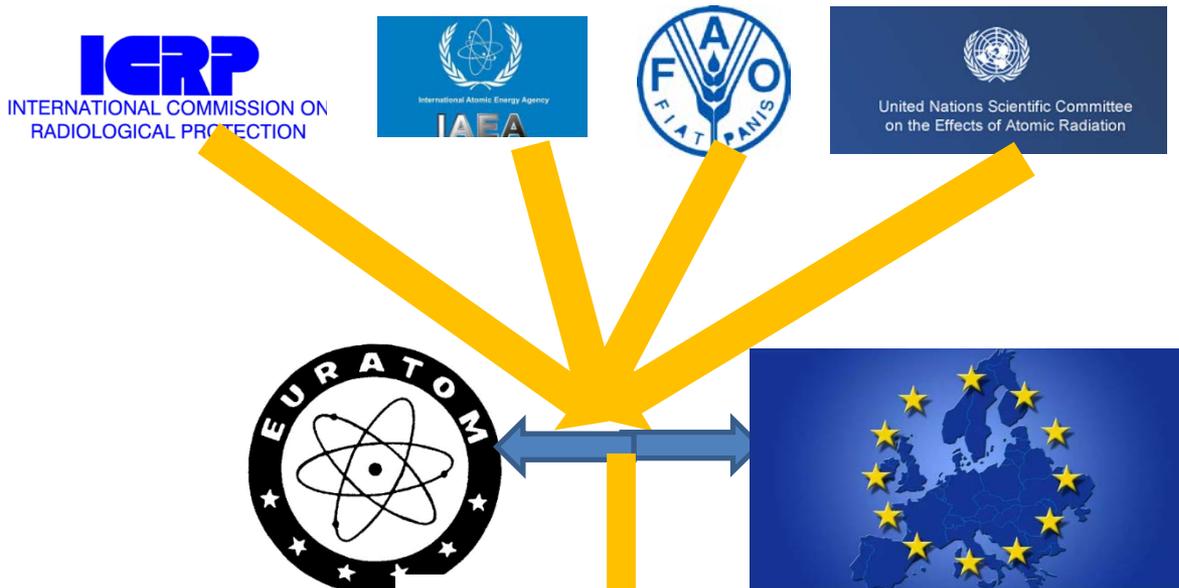
CONCLUSIÓN:
LIMITAR POR LEY
LAS
CONCENTRACIONES
MÁXIMAS

Tabla 1. Mortalidad acumulada (%) antes de los 75 años por exposición al radón Tomada de Darby et al. (BMJ, 2005).

Directiva 2013/59/EURATOM y nuevo Proyecto Real Decreto, transposición:



- *Proceso para la elaboración de estas Directivas:*



Proyecto de Real Decreto 2018
No publicado

Real Decreto 732/2019

Fecha Límite transposición,
08.02.2018

CONCLUSIÓN,
España está incumpliendo una vez mas.

**GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN Y
PACIENCIA**



**SI ALGUIEN TIENE ALGUNA PREGUNTA, ESTOY
A VUESTRA DISPOSICIÓN.**