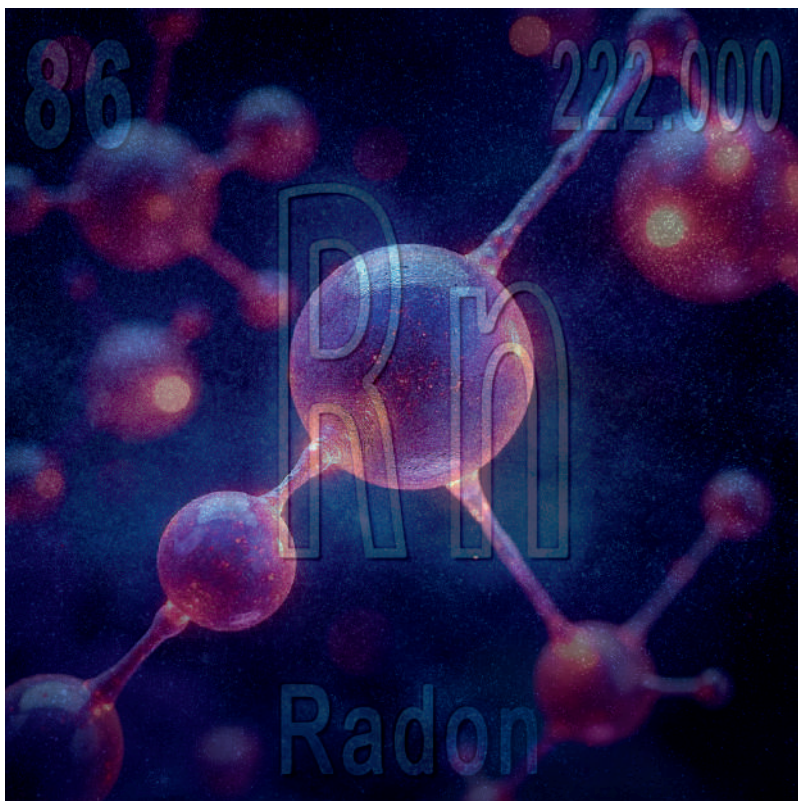




O GAS RADON NO AMBITO LABORAL

CUESTIÓNNS QUE OS DELEGADOS DE PREVENCIÓN DEBEN SABER

Coa colaboración da



XUNTA
DE GALICIA



Coa colaboración da



ORDE do 26 de decembro de 2024 pola que se establecen as bases reguladoras en réxime de concorrência competitiva das axudas destinadas a accións de fomento da prevención de riscos laborais e das axudas para a realización de actividades no ámbito de prevención de riscos laborais conforme a Lei 31/1995, do 8 de novembro, de prevención de riscos laborais, e se procede á súa convocatoria na Comunidade Autónoma de Galicia no exercicio de 2025 (código de procedemento TR852B)

GUIA

O GAS RADON NO ÁMBITO LABORAL CUESTIÓN QUE OS DELEGADOS DE PREVENCION DEBEN SABER

Realizado por UGT-Galicia en colaboración con Laboratorio de Radioactividade Ambiental LaRUC Prof. Luis Santiago Quindós Poncela Prof. Carlos Sainz Fernández Dr. Ismael Fuente Merino, Dra. Alicia Fernández Villar, Dr. Santiago Celaya González, D. Daniel Rábago Gómez, D. Luis Quindós López, D. Enrique Fernández López, D. David López Abascal, D. Jorge Quindós López D. Máximo Gutiérrez Sánchez

Edita: Secretaría de Saúde Laboral UGT Galicia

D.L: C 1553-2025

Impresión: Paipel-OR S.L

Permitida a sua reprodución citando fonte e autores

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
CONCEPTOS BÁSICOS	15
1.- Qué é a radioactividade?	17
2.- Que diferenza hai entre emisións alfa, beta e gamma procedentes dun elemento radiactivo?	18
3.- Que se entende por período de semidesintegración?	19
4.- Que é a ionización?	20
5.- Que é o poder de penetración?	20
6.- Que diferenza existe entre irradiación e contaminación?	21
7.- Que é a dose absorbida e equivalente?	21
8.- Que medios de protección existen para previr a irradiación?	22
9.- Que medios temos para previr a contaminación?	23
10.- Emitimos nós mesmos radiación cara os demais?	24
11.- Que diferenza existe entre a radioactividade natural e artificial?	24
12.-Que doses recibimos como consecuencia de vivir no planeta terra?	25
FUNDAMENTOS	27
13.- Que é o gas radon?	29
14.- Quen descubriu o gas radon?	29
15.- Que significa que o gas radon ten un período de semidesintegración de 3.8 días?	30
16.- Onde se orixina o gas radon?	30
17.- Como se comporta o gas radon unha vez formado no chan?	32
18.- Existen outras fontes de gas radon?	35
19.- Por que agora esta de “moda” o gas radon?	36
20.- Que fai que o gas radon sexa perigoso para a saúde?	37

21.- Que niveis de gas radon poden representar un perigo para a saúde?	39
22.- Por que o gas radon relaciónase co cancro de pulmón?	40
23.- Cantas persoas morren ao ano pola inhalación de gas radon?	41
24.- Que relación existe entre o gas radon e outro tipo de enfermidades?	41
25.- O gas radon ten efectos beneficiosos?	41
26.- Como se mide o gas radon?	42
27.- Existe unha relación de laboratorios que reallicen medidas de gas radon?	43
28.- Como se pasa de concentración de gas radon a doses?	43
29.- Que di a OMS sobre gas radon?	43

LEXISLACIÓN E GAS RADON **47**

30.- Que di a lexislación sobre o gas radon?	49
31.- Que organismos teñen en España a máxima responsabilidade no campo do gas radon?	58
32.- Que ocorre noutros países en relación ao gas radon?	58
33.- Que é o Plan nacional do radon?	60

O RADON E POSTOS DE TRABAJO **65**

34.-Que lugares de traballo teñen máis risco de ter gas radon?	67
35.- É obrigatorio medir os niveis de gas radon no posto de traballo?	67
36.- A exposición ao gas radon debe aparecer no plan de riscos laborais?	70
37.- Que podo facer se a miña empresa ignora a presenza de gas radon no meu posto de traballo?	71

O RADON E A SÚA PREVENCIÓN	73
38.- Que zonas de España son máis propensas a ter gas radon?	75
39.- Podo eliminar o gas radon do meu posto de traballo ventilando unicamente?	75
40.- Que medidas deben adoptar as empresas?	76
41.- Canto costa quitar gas radon?	77
42.- Existen subvencións públicas para eliminar o gas radon das vivendas e postos de traballo?	77
FORMACIÓN	79
43.- Existen asociacións que teñen o gas radon como máximo protagonista?	81
44.- Existen cursos de formación no eido do gas radon?	81
CONCLUSIÓNS	83
45.- Como delegado/a de prevención que debo facer?	85
REFERENCIAS	87

En decembro do 2022 publicouse o RD 1029/2022, o Regulamento de protección da saúde contra os riscos derivados das radiacións ionizantes, entre as súas novidades destacaba a inclusión no seu ámbito de aplicación da a exposición das persoas traballadoras ou de membros do público ao radón en recintos pechados. Tras a entrada en vigor do RD 1029/2022, todos os artigos do citado regulamento son de obrigado cumprimento. Non se debe subestimar a identificación e valoración da exposición ao Radón xa que os seus efectos prexudiciais sobre a saúde deste gas radioactivo de orixe natural non teñen nada de novo, xa en 1988 a IARC clasificouno como Canceríxeno de Grupo I e actualmente, é a 2ª causa de cancro de pulmón. En xaneiro do 2024 apróbase O Plan Nacional contra o Radón co obxectivo de reducir o risco para a saúde da poboación. Nesta guía trátanse aspectos básicos sobre o Radón, abordando en forma de resposta a preguntas claves relacionadas co gas radon con especial interese na súa aplicación á situación laboral. Na mesma dáse unha información xeral sobre radioactividade, , en orde a entender termos que afectan ao gas radon. En todo momento téntanse explicar os conceptos de maneira sinxela, pero sen perder o rigor científico.

O noso agradecemento o equipo do Laboratorio o de Radioactividade Ambiental da Universidade de Cantabria pola súa colaboración con UGT Galicia para a elaboración desta guía, que pretende axudar os delegados e delegadas de prevención para levar a cabo unha labor eficaz como representantes das persoas traballadoras encargadas das labores en materia de seguridade e saúde laboral.

María Isabel González Jardón
Secretaría de Saúde Laboral
UGT Galicia

A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn, irregular bottom edge. The word "Introducción" is written in a dark teal color over the yellow and green sections.

Introducción

En 1989 comezou o Radiation Protection Programme que incluía o estudo da exposición á radiación natural. En 1990 a Comisión Europea publicou a primeira recomendación aos países membros da UE relacionada con este tema. A Recomendación 90/143/EURATOM que se adxunta nun dos apartados deste Manual non tivo ningunha resposta no que era a IV lexislatura da democracia (1989-1993). O noso grupo da Universidade de Cantabria conseguiu un Proxecto da Comisión Europea para a realización dun mapa de radon no noso país.

Durante a V Lexislatura (1993-1996), contouse coa colaboración do Consello de Seguridade Nuclear para o desenvolvemento de novas medidas de gas radon ao longo de zonas denominadas de potencial risco sen ningunha resposta favorable por parte da autoridade lexislativa.

En maio de 1996 o Consello da Unión Europea publicou a Directiva 96/29/EURATOM pola que se establecían as normas básicas relativas á protección sanitaria dos traballadores e da poboación fronte aos riscos das radiacións ionizantes, que incluía por primeira vez un TÍTULO VII relacionado coa necesidade de controlar a exposición a fontes naturais de radiación en postos de traballo, deixando sen cobertura a exposición en vivendas. Correspondeuse no noso país coa VI lexislatura (1996-2000) e neste período non se produciron avances desde o punto de vista lexislativo xa que foi en 2001 a Directiva 96/29/EURATOM cando se traspuxo á lexislación española no Real Decreto 783/2001 e xa estabamos na VII lexislatura (2000-2004). Con todo, na súa redacción, dispoñíase que era a autoridade competente a responsable de requirir o cumprimento. O problema deste Real Decreto é que non foi posible definir a esa autoridade competente. Como resultado, un bo decreto con alta información científica no seu contido quedou en “vía morta” e houbo que esperar ata 2010 data na que se publica o Real Decreto 1439/2010 de 5 de novembro, polo que se modifica o de 2001. Pasou polo tanto a VIII Lexislatura (2004-2008), e foi na IX Lexislatura (2008-2011) cando se modificou o Real Decreto e cando a nivel parlamentario empézase a debater sobre o gas radon. En 2011 publícase a Instrución

Técnica IS-33 do Consello de Seguridade Nuclear que complementa ao Real Decreto recentemente modificado estando xa na X Lexislatura (2011-2016).

No ano 2014, a Unión Europea xa publicara a Directiva 59/2013 EURATOM que obrigaba aos estados membros a protexer, esta vez xa si, á poboación, incluíndo a obrigación protexer aos cidadáns nas súas vivendas, colexios, edificios públicos...etc e tamén aos traballadores. Unha característica desta Directiva é que unifica nunha soa as diferentes normas e Directivas anteriores fixando como límite de transposición o 6 de febreiro de 2018.

Desde 2018 observouse un incremento lexislativo, sendo de especial interese desde o punto de vista laboral os que reflectimos a continuación:

- **Real Decreto 1029/2022**, de 20 de decembro, polo que se aproba o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes. BOE núm. 178, de 26 de xullo de 2001, páxinas 178672 a 178732.
- **Real Decreto 1217/2024, do 3 de decembro**, polo que se aproba o Regulamento sobre instalacións nucleares e radioactivas e outras actividades relacionadas coa exposición ás radiacións ionizantes. BOE núm. 292, do 4 de decembro de 2024, páxinas 164588 a 164702.
- **Instrución IS-47 do 9 de abril de 2025 do Consello de Seguridade Nuclear** pola que se aproba a listaxe de termos municipais de actuación prioritaria contra o radon e establécense directrices para as medicións de radon no aire interior dos centros de traballo situados neles. BOE núm. 105, do 1 de maio de 2025, páxinas 59229 a 59235.



A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn paper edge effect. The text "Conceptos básicos" is centered within this band.

Conceptos básicos

1.- QUE É A RADIOACTIVIDADE?

Xeralmente, os obxectos materiais que nos rodean son inmutables. Así, se o primeiro de xaneiro colocamos un vaso sobre unha mesa e non o desprazamos nin ocorre ningún accidente, o 31 de decembro dese ano, o vaso permanecerá no mesmo sitio onde foi colocado. De igual forma, unha pedra no noso xardín pode manterse na mesma posición durante anos e anos.

Consideremos, agora, unha mesa na que colocamos un martelo e un quilogramo de uranio. Se non ocorre ningunha catástrofe que poida destruír a mesa, pasados os anos volveríamos a atopar exactamente o mesmo martelo. Os átomos que forman parte del, os do ferro da cabeza metálica, ou os de carbono, osíxeno e hidróxeno da madeira, poden considerarse, por tanto, indestrutibles. Que ocorrerá co quilogramo de uranio? Aparentemente, o bloque aparecerá intacto, exactamente igual que o primeiro día. Con todo, tivo lugar a nivel microscópico unha transformación de átomos de uranio noutros elementos químicos diferentes. Por esta razón, dise que os átomos de uranio son radioactivos. A radioactividade é unha propiedade en virtude da cal algúns elementos, tales como o mencionado uranio ou outros como o torio, o radio, ou o radon, se desintegran co paso do tempo, para dar lugar a novos átomos, emitíndose, ao mesmo tempo, neste tipo de procesos radiacións e partículas de natureza diversa procedentes dos núcleos dos devanditos elementos.

2.- QUE DIFERENZA HAI ENTRE EMISORES ALFA, BETA E GAMMA PROCEDENTES DUN ELEMENTO RADIATIVO?

Cando un elemento se desintegra faio emitindo enerxía desde o seu núcleo e a mesma pode levarse a cabo a través dos seguintes procesos:

PARTÍCULAS ALFA (α)

Formada por dous protóns e dous neutróns, logo pode considerarse partícula pesada, cunha velocidade relativamente limitada, traxectoria curta e rectilínea que en aire pode variar entre 0.6 cm e 10 cm segundo a súa enerxía.

PARTÍCULAS BETA (β^-)

Formada por electróns que escapan do núcleo como consecuencia da transformación dun neutrón nun protón, con velocidade próxima á da luz, lixeira de peso con traxectoria non recta, maior percorrido e penetración en aire e medio no que se produce.

PARTÍCULAS BETA (β^+)

Este tipo de partículas denomínanse positróns e fórmanse no núcleo como consecuencia da transformación dun protón nun neutrón. As súas características son similares á do electrón pero a súa carga é positiva.

RADIACIÓN GAMMA (γ)

É radiación electromagnética, sen carga eléctrica, con gran percorrido, velocidade igual á da luz e penetrante no medio no que se propaga.

NEUTRÓNS (n)

Partícula electricamente neutra cunha masa similar á do protón. Debido á súa ausencia de carga fai que o seu poder de penetración sexa moi grande. O tipo de interacción depende da súa enerxía.

Podemos concluír por tanto que as partículas alfa serán especialmente daniñas cando se atopen dentro do noso organismo, como veremos ocorrerá co caso do noso gas radon.

3.- QUE SE ENTENDE POR PERÍODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN?

Defínese como o tempo en que o número de átomos radioactivos dun elemento redúcese á metade.

A modo de exemplo indícanse algúns períodos de semidesintegración doutros elementos radioactivos:

ELEMENTO		PERÍODO SEMIDESINTEGRACIÓN
Uranio	^{238}U	4500 millóns de anos
Radio	^{226}Ra	1600 millóns de anos
Cesio	^{137}Cs	30 anos
Cobalto	^{60}Co	5.2 anos
Iodo	^{131}I	8 días

Se comparamos o período do uranio coa idade do noso planeta, chegaríamos á conclusión de que na actualidade temos a metade do uranio cando se orixinou o mesmo.

4.- QUE É A IONIZACIÓN?

Defínese como o fenómeno físico en virtude do cal, como consecuencia da interacción enerxética, prodúcese un par de ións con distinta carga, denominándose ión ao átomo ou molécula que perdeu ou adquiriu un ou varios electróns, polo que será positivo no primeiro caso e negativo no segundo.

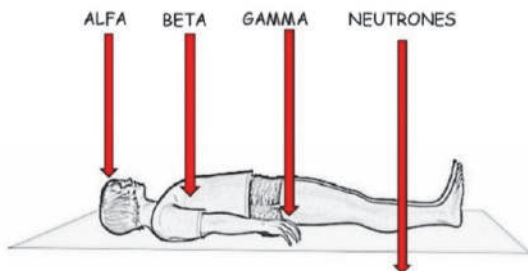
As radiacións emitidas polos elementos radioactivos producen directa ou indirectamente ionización sendo este proceso o que constitúe un risco para a saúde.

As partículas alfa (α) e beta (β^-) (β^+) producen ionización directa mentres que os raios X e gamma fano de maneira indirecta ao ser radiación electromagnética.

5.- QUE É O PODER DE PENETRACIÓN?

Cando os distintos tipos de radiación interaccionan cun medio, o poder de penetración no mesmo depende das características propias da mesma e lóxicamente do medio. De maneira xenérica podemos dicir que as partículas alfa e beta teñen escaso poder de penetración mentres que os raios X e gamma téñeno maior, tal e como se mostra na figura.

Así, por exemplo, unha folla de papel frearía as partículas alfa, unha de aluminio as beta e necesitaríamos espesores de chumbo para deter a radiación gamma. Os neutróns amortécense con elementos de baixo número atómico, por exemplo parafina.



6.- QUE DIFERENZA EXISTE ENTRE IRRADIACIÓN E CONTAMINACIÓN?

Entendemos por **IRRADIACIÓN** cando a radiación emitida por unha fonte radioactiva ou equipo de raios X é recibida por un corpo que pode ser vivo e/o non.

Referíndonos ao ser humano podemos considerar diferentes tipos de **IRRADIACIÓN**:

EXTERNA: Cando a fonte atópase fóra do noso corpo.

INTERNA: Cando a fonte atópase dentro do noso corpo. Neste caso dicimos que se produciu unha **CONTAMINACIÓN** e por tanto nós convertémonos en “fonte” radioactiva ata que a mesma non sexa eliminada do noso organismo tanto por medios biolóxicos como por desintegración da mesma.

No caso do noso Rn-222, como veremos máis adiante, estamos a falar, basicamente, de **CONTAMINACIÓN**.

7.- QUE É A DOSE ABSORBIDA E EQUIVALENTE?

A dose absorbida é a enerxía que deposita a radiación ionizante por unidade de masa do material irradiado, mídese en Gray (Gy) que equivale a 1 julio/1kg. É, por tanto, unha unidade medible fisicamente coa instrumentación adecuada.

A dose equivalente resulta de multiplicar a dose absorbida por un factor de calidade que depende do tipo de radiación alfa, beta, gamma, raios X, tal e como se mostra na Táboa adxunta:

TIPO DE RADIACIÓN	FACTOR DE CALIDADE
Radiación Gamma	1
Partículas Beta	1
Partículas Alfa	20
Neutróns	Variable segundo a súa enerxía

Podemos concluír que esta unidade, de amplo uso en RADIOPROTECCIÓN, non é senón unha “unidade de xestión”, internacionalmente aceptada pero non medible mediante instrumento físico. Reflictese o seu valor en Sievert (Sv) e en miliSievert (mSv)

8.- QUE MEDIOS DE PROTECCIÓN EXISTEN PARA PREVER A IRRADIACIÓN?

Se a IRRADIACIÓN é Externa, o que significa que sabemos onde se atopa a fonte de emisión de radiación, a protección contra a mesma ten que ver con tres factores fundamentais:

DISTANCIA: Canto máis lonxe da fonte atopémonos, a irradiación será menor seguindo unha lei de inverso do cadrado da distancia, é dicir, que se a un metro recibimos X a dous metros recibiremos $X/4$, a tres metros $X/9$ e así sucesivamente.

BLINDAXE: Se sabemos onde está a fonte e temos que obrigatoriamente traballar próximo a ela, a blindaxe que podemos interpoñer entre a fonte e nós fará que a irradiación que recibamos diminúa. Diferentes materiais teñen un espesor de semiredución que é o espesor do mesmo que reduce á metade a radiación emitida pola fonte tal e como se mostra na táboa que se adxunta.

Valores en (cm)

TIPO DE RADIACIÓN	Formigón	Ferro	Chumbo
Raios X 50 kV	0.60	0.06	0.01
Raios X 100 KV	1.80	0.15	0.02
Raios X 300 kV	3.30	1.00	0.15
Raios Gamma C0-60	6.60	2.20	1.60
Raios Gamma Cs-137	4.40	1.40	0.90
Raios Gamma Ir-192	3.70	1.10	0.30

TEMPO: As doses que recibimos por irradiación teñen que ver fundamentalmente co tempo ao que estamos expostos á fonte que a xera. Por iso, a limitación do tempo de exposición é un factor fundamental á hora de reducir a nosa exposición ás radiacións.

9.- QUE MEDIOS TEMOS PARA PREVIR A CONTAMINACIÓN?

Resulta moito máis difícil que para o caso da IRRADIACIÓN EXTERNA, xa que en principio necesitamos saber se, por exemplo, o alimento ou a bebida que estamos a tomar é ou non radioactiva. Loxicamente, se traballamos con fontes non encapsuladas, é dicir, nun laboratorio especializado, as medidas de prevención están moi claramente definidas: uso de luvas, máscaras, vestimenta desbotable, protección ocular, etc.

No caso do noso radon, explicaremos máis adiante o complicado que é a prevención, para o que xogará un papel importantísimo a avaliación de concentracións do mesmo no posto de traballo e, en función dos valores, aínda que é posible tomar medidas que reduzan as mesmas, en moitos casos imos atopar con que o TEMPO de permanencia é a chave fundamental.

10.- EMITIMOS NÓS MESMOS RADIACIÓN CARA OS DEMAIS?

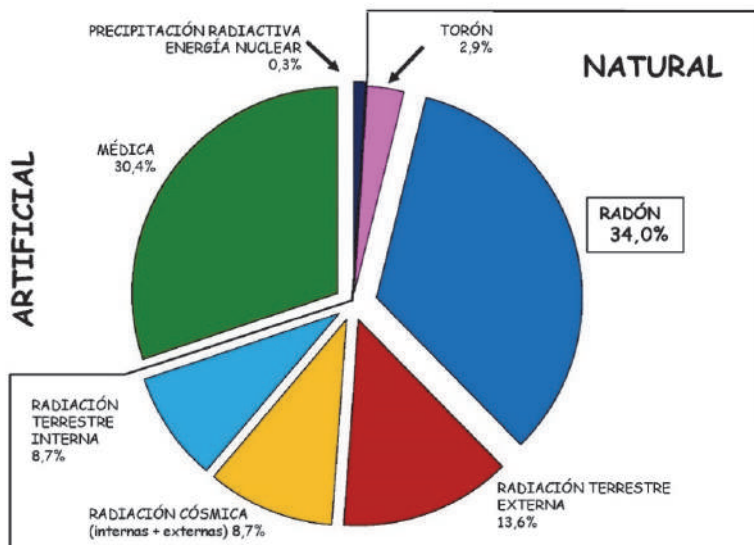
O potasio é un elemento químico básico para a vida e, por iso, as concentracións do mesmo deben de atoparse nun rango de concentracións que vén fixado nos resultados das nosas análises de sangue. Pois ben, unha porcentaxe de aproximadamente o 0.011% dos átomos de potasio son radioactivos, denomínase K-40, e na súa desintegración emite radiación gamma de 1.46 MeV. Esta radiación é, por tanto, emitida polo noso corpo de maneira constante, logo estamos a irradiar ao que nos rodea de maneira permanente, aínda que a dose que producimos é moi baixa, practicamente desprezable.

11.- QUE DIFERENZA EXISTE ENTRE A RADIOACTIVIDADE NATURAL E ARTIFICIAL?

Se o fenómeno de radioactividade consiste na emisión de enerxía por parte dos núcleos de elementos radioactivos e desde fai 4500 millóns de anos, cando se formou a Terra, xa existen na mesma eses elementos como o uranio, o torio ou o potasio-40 desde eles emitírase enerxía que interaccionará co noso organismo, pero este non é capaz de distinguir a orixe da mesma. Por todo iso, desde o punto de vista de dano biolóxico, o importante serán as características das radiacións ás que estamos expostos máis que se a súa orixe é natural e/ou artificial.

12.- QUE DOSE RECIBIMOS COMO CONSECUENCIA DE VIVIR NO PLANETA TERRA?

Un total de aproximadamente 2.8 mSv é a dose que a poboación española recibe como consecuencia da exposición ás fontes que aparecen recollidas na gráfica. Como se observa, o radon é, sen dúbida, a fonte máis importante dentro das naturais, representando practicamente o 50% da mesma.



CONTRIBUCIÓN DE LAS DIFERENTES FUENTES DE EXPOSICIÓN DE ORIGEN NATURAL Y ARTIFICIAL A LA DOSIS RECIBIDA POR LA POBLACIÓN

A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn, irregular bottom edge.

Fundamentos

13.- QUE É O GAS RADON?

De acordo coa Táboa de Mendeleiev, o radon pertence á familia dos gases nobres ou gases raros. Este nome débese á ausencia de reactividade química neste tipo de gases. A súa estrutura atómica é tan estable que non necesitan combinarse con ningún outro elemento químico. O radon ten esta característica pero é extremadamente móbil, podendo atravesar unha parede de plástico ou madeira, empregando máis ou menos tempo niso.

O radon forma parte, pero en moi pequena proporción, da composición do aire atmosférico que respiramos. É, ademais, incoloro, inodoro e insípido. A súa solubilidade na auga é moderada, sendo maior en compostos orgánicos como aceite, gasolinas, tolueno, etc. O seu símbolo é Rn-222 e/ou ^{222}Rn .

A súa densidade é de 9.73 kg.m^{-3} a 0°C e 1 atmosfera

O coeficiente de difusión no aire é de $10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$

A súa viscosidade a 20°C e 1 atmosfera, é de 229 micropoises

A súa concentración exprésase en Bq/m^3 , sendo Bq: bequerelio, é dicir, unha desintegración por segundo.

14.- QUEN DESCUBRIU O GAS RADON?

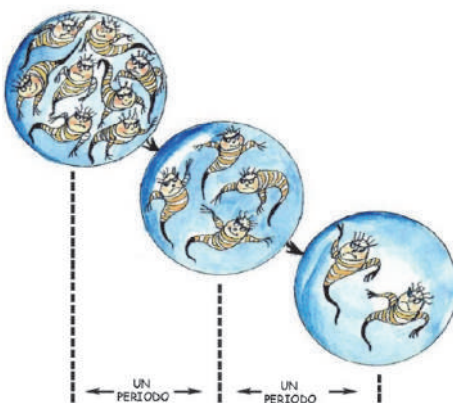
Foi Friedrich Ernst Dorn, un físico alemán quen descubriu que unha substancia radioactiva, máis tarde chamada radon, era emitida polo radio.

En 1900, Dorn verificou a observación de Rutherford de que un material radioactivo era emitido polo torio e descubriu que unha emisión similar presentábase no elemento radio, tamén radioactivo.

Dorn chamou simplemente "emanación" ao produto gaseoso radioactivo emitido polo radio pero en 1904 Rutherford introduciu o nome de "emanación de radio" para o mesmo material. Ramsay máis tarde suxeriu "niton", da palabra latina "nitens", que significa "brillante". En 1923 o nome foi cambiado novamente, esta vez ao nome definitivo, radon, por un comité internacional de científicos.

15.- QUE SIGNIFICA QUE O GAS RADON TEN UN PERÍODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN DE 3.8 DÍAS?

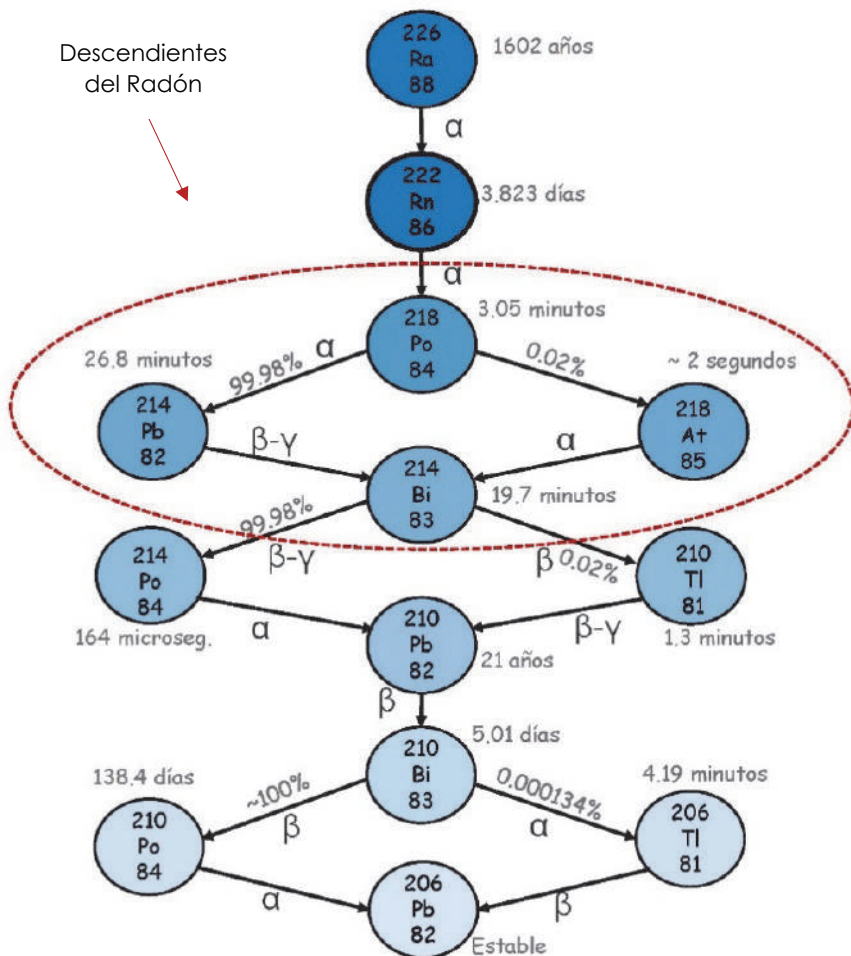
Tal como definimos, o período de semidesintegración, 3.8 días, será o tempo transcorrido no cal o número de átomos de gas radon redúcese á metade tal e como se recolle na figura que se adxunta



16.- ONDE SE ORIXINA O GAS RADON?

Existen tres grandes cadeas radioactivas de orixe natural cuxas cabezas de familia son, respectivamente, o U-238, U-235 e Th-232. Todas elas terminan coa formación dun isotopo estable do chumbo, non sen antes producirse unha ducia de elementos radioactivos no intermedio. En cada unha das tres series aparece un determinado isotopo do gas radon. O Rn-220, que se atopa na familia do Th-232, que ten tamén por nome torón, e o Rn-219, que figura na familia do U-235, que ten o nome de actinon, teñen períodos de semidesintegración de 55,6 s e 4 s, respectivamente. O noso radon, obxecto desta manual-guía é o Rn-222,

que figura na cadea do U-238, procedente do Ra-226, e posúe un período de 3.8 días e é ao que se denomina propiamente RADON.



17.- COMO SE COMPORTA O RADON UNHA VEZ FORMADO NO CHAN?

Como comentamos, o uranio está presente de maneira natural nos chans sobre os que nos asentamos. É un elemento sólido e no seu proceso de desintegración aparece o radio, que tamén é sólido. Ningún dos dous ten a posibilidade de desprazarse individualmente se non é xunto coa roca ou chan do que forma parte e neste desprazamento ten moito que ver as características das augas que circulan no subsolo. Con todo, os átomos de radon que se forman a partir do radio van poder desprazarse debido ao seu carácter gaseoso e desintegrarse dando lugar a descendentes, pero este desprazamento só será posible se as condicións das rocas e o chan permíteno. Así, as rocas moi fracturadas ou chans moi porosos van poñer poucas dificultades ao desprazamento do radon e van permitir que este alcance facilmente a superficie do chan e, por tanto, o aire exterior. Unha vez neste, o enorme volume de aire da nosa atmosfera é capaz de diluír o radon e con iso facer que a súa concentración sexa, en xeral, sumamente baixa neste medio.

Ademais da porosidade xa comentada, a permeabilidade dos chans, que nos indica a maior ou menor dificultade que os mesmos presentan ao paso de fluídos, constitúe o parámetro máis importante á hora de avaliar o escape de radon do chan e, como consecuencia, a maior ou menor cantidade do mesmo disposta a entrar nos edificios.

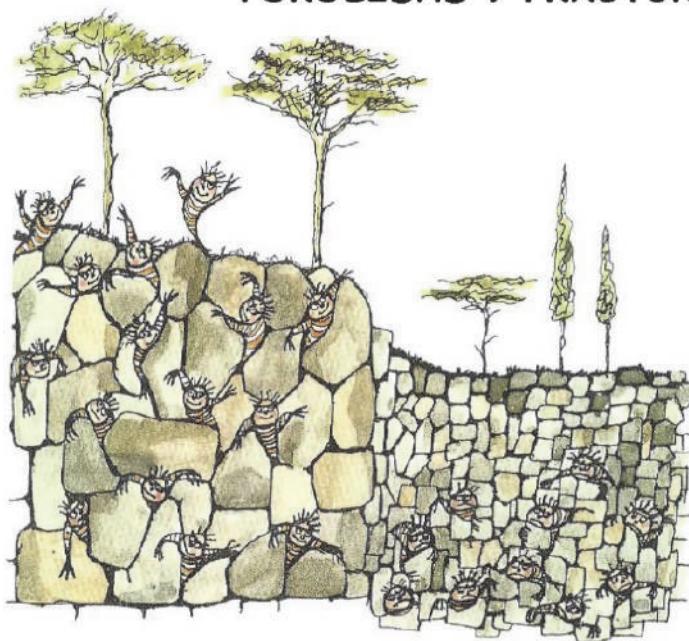
As arxilas, por exemplo, ao conter unha concentración de uranio apreciable, son fontes potenciais de radon. Con todo, o seu carácter impermeable fai que a cantidade de radon que alcanza a superficie sexa moi pequena. Pola contra, en rocas moi permeables como poden ser as calcáreas, que teñen un contido en uranio moito máis baixa, o radon desprázase máis facilmente e poden alcanzar a superficie do chan nunha maior proporción.

Os factores atmosféricos tamén influen na cantidade de radon que pode escapar do chan e alcanzar os edificios. Debido a que o radon é

un gas que se dissolve na auga, durante períodos de fortes choivas satúranse os poros do terreo e por iso acumúlase na terra podendo desprazarse grandes distancias disolto en dita auga. Todo iso trae como consecuencia unha diminución da cantidade de radon que alcanza a superficie do chan. Pola contra, unha caída da presión atmosférica provoca unha saída suplementaria de radon do chan debido a un proceso convectivo motivado pola diferenza de presión na interfase chan-aire.

Ademais, as diferenzas de temperatura entre o interior do edificio e o exterior son responsables da existencia dunha variación da concentración de radon ao longo do día cun máximo a primeiras horas da mañá. Todo o anterior aparece reflectido nas figuras que se mostran a continuación.

POROSIDAD Y FRACTURACIÓN



LLUVIOSO



SOLEADO



PERMEABILIDAD



TERRENOS PERMEABLES

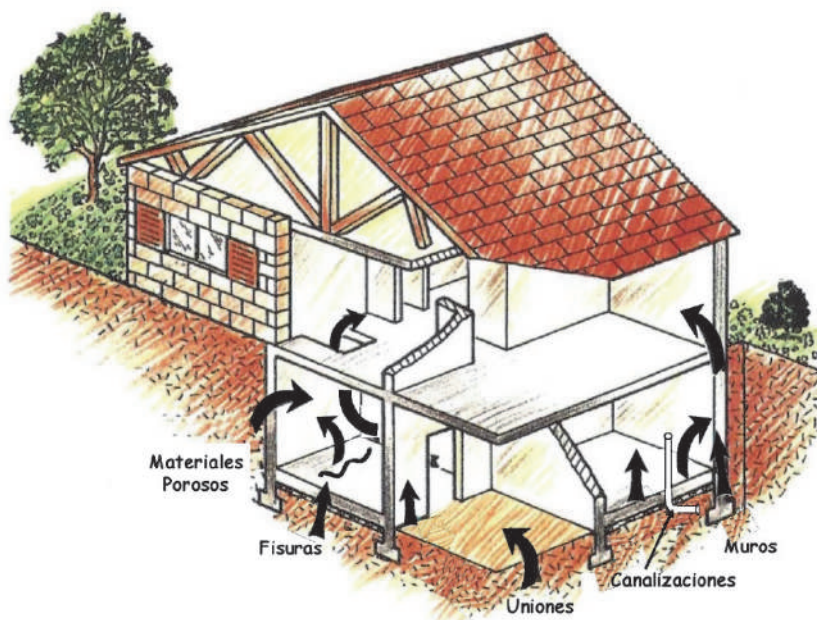


TERRENOS IMPERMEABLES

Os mecanismos polos que o radon xerado no chan alcanza os edificios son basicamente o de difusión, relacionado co gradiente de concentración, moi elevada no chan con relación ao aire exterior, e un segundo denominado convección, relacionada coa diferenza de presións que fai que este gas se mova entre puntos con diferenzas de presión da orde de poucos pascales. (1 atmosfera equivale a 101000 pascales).

A modo de explicación, a figura que se adxunta recolle os principais puntos de entrada nun edificio, sexa vivenda como aparece ou posto de traballo.

VÍAS DE ENTRADA



18.- EXISTEN OTRAS FONTES DE GAS RADON?

Dado que os materiais de construción están feitos con material da cortiza terrestre, cun contido en radio determinado, dos mesmos tamén se escapa o gas radon e, por tanto, poden constituír unha fonte de radon nos edificios. Con todo, este feito ocorre nunha pequena proporción e casos moi singulares e está en tramitación unha Directiva Europea que controla os máximos valores dos materiais de construción en materia de radioactividade.

Debido á solubilidade do radon na auga, ao empregar a auga para consumo doméstico, especialmente para a ducha, o radon escapa do mesmo e pasa a formar parte do aire que respiramos no devandito edificio. Por iso, existe unha Directiva Europea que establece límites para o contido en radon nas augas cun valor máximo de 1000 Bq/l. DIRECTIVA 2013/51/EURATOM. A lexislación española reduce este valor a 500 Bq/l.

19.- POR QUE AGORA ESTÁ DE “MODA” O GAS RADON?

Os primeiros efectos nocivos das radiacións derivadas do gas radon foron observados entre os traballadores das minas de uranio. En efecto, un pode imaxinarse unha mina con inxentes cantidades de uranio, galerías con pobre ventilación e niveis de radon moi elevados. Con todo, será a partir da Segunda Guerra Mundial cando a necesidade de ter que empregar o uranio como principal combustible das centrais nucleares faga que, ante o incremento da actividade mineira, cobre un auxe moi importante e que, con ela, aumente o número de traballadores expostos ao radon nas galerías desas minas. Foi, por tanto, o desenvolvemento da industria nuclear sobre o que subxace o problema do radon e nela atopamos igualmente a súa aparición á opinión pública.

Hai algúns anos, en 1985, en Pensylvania, Stanley Watras, ía á central nuclear na que traballaba. Como é a norma, atravesaba os detectores de radioactividade que controlan que ningunha substancia radioactiva abandone o recinto da central sen o correspondente permiso. A alarma salta! Ningún outro vehículo atópase nas súas proximidade e unha pregunta asalta a súa mente. Está contaminado? Non, é imposible! El está a entrar á central nuclear. Vén da súa casa. E é verdade, é alí onde foi contaminado. O radon presente na mesma, da orde de centos de veces superior ao existente nas minas de uranio, contaminou xunto

cos seus descendentes, as súas roupas e, por iso, loxicamente, a alarma detecta a súa presenza e salta.

É este o principio dun interese crecente polo gas radon, aínda que foi nos Países Nórdicos a principios dos 70 cando verdadeiramente comezou a batalla contra o gas radon. Alí expúxose como construír vivendas con alta eficiencia enerxética pero ademais con niveis de contaminación química, incluído o radon, moi baixos, e o resultado foi un éxito.

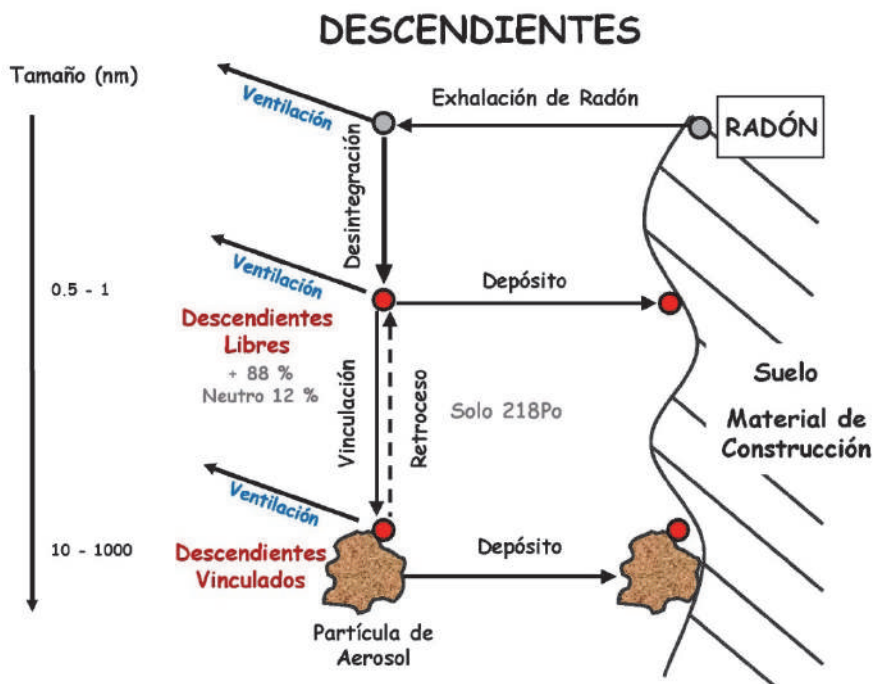
No momento presente no noso país o interese céntrase exclusivamente na eficiencia enerxética e non tanto nos contaminantes do interior dos edificios. Por iso, as nosas vivendas e postos de traballo convertéronse en auténticos bunkers onde as concentracións dos contaminantes poden alcanzar valores perigosos e entre eles atópase o noso gas radon.

20.- QUE FAI QUE O GAS RADON SEXA PERIGOSO PARA A SAÚDE?

Desde 1988 o radon e os seus descendentes están recoñecidos como canceríxenos Tipo 1 pola Axencia Internacional de Investigación do Cancro, IARC. O radon e as partículas alfa que emite en por si non é perigoso para a saúde, xa que no proceso de respiración o tempo que permanece nos nosos pulmóns é moi pequeno. Con todo, cando se desintegra dá lugar ao que denominamos descendentes, que tamén son emisores de partículas alfa, que non son gaseosos senón sólidos e que cando se forman vincúlanse ás partículas de po que hai no ambiente, en especial ás de 0.1 micras. Son esas partículas que no proceso da respiración entran no noso aparello respiratorio e deposítanse ao longo do mesmo continuando alí a súa desintegración e por iso son estes descendentes os responsables do dano celular e por tanto do perigo para a nosa saúde.

Evidentemente, se non existe gas radon non poden existir descendentes, polo que podemos dicir que o **GAS RADON É UN GAS NOBRE PERO OS SEUS DESCENDENTES SON UNS VILÁNS...**

A figura móstranos un esquema do proceso desde que o radon prodúcese, xa sexa no chan e/ou material de construción, e dá lugar aos descendentes.



21.- QUE NIVEIS DE RADON PODEN REPRESENTAR UN PERIGO PARA A SAÚDE?

Resulta sinxelo vaticinar unha morte case segura para alguén que cae dun pico a trinta metros de altura pero este fácil diagnóstico non o é para o caso do gas radon. En efecto, é difícil establecer con exactitude un valor para a concentración de radon que, certamente, constitúa un perigo real para a saúde, salvo que as mesmas sexan moi elevadas. Ademais, no estudo de efectos non debemos esquecer que algúns danos ocasionados polas radiacións, as procedentes do radon e descendentes no noso caso, poden ser reparados de maneira natural polo noso organismo.

Poñamos un exemplo para tratar de entendelo. Supoñamos que vostede sae da súa casa cada día e atravesa a calzada cos ollos pechados. Como se poderá imaxinar, non ten por que ser atropelado por un coche que pase, nin a primeira, nin a segunda, nin a terceira vez que o faga.

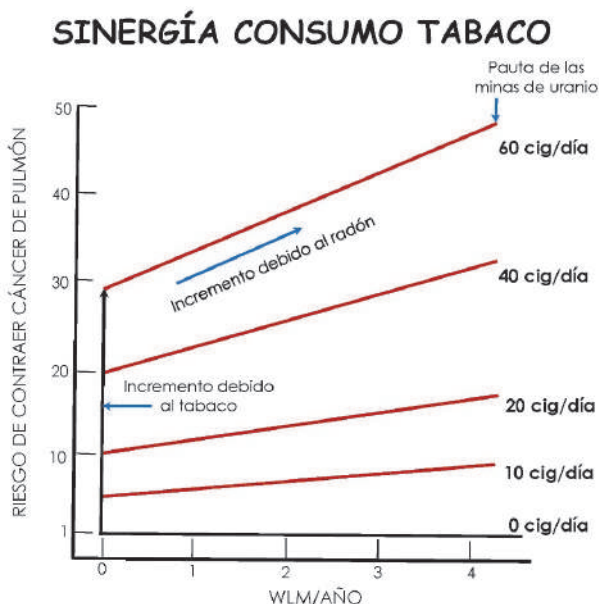


Existirá unha certa probabilidade de ser atropelado pero será distinta cada vez que tente cruzar dependendo esta de outros factores tales como o número de coches que circulen á hora que vostede atravesa a calzada, a anchura desta, a velocidade á que cruce a mesma, etc. En resumo, non existirá nunca unha certeza salvo que continuamente estean a pasar coches por esa calzada. Pois ben, o mesmo sucede co radon e non é o único axente para o que ocorre este fenómeno. Hai moitos vellos fumadores que nunca desenvolven un cancro de pulmón a pesar do seu elevado consumo de cigarros e de que, estatisticamente falando, serán moitos os que terminen padecéndoo, aínda que o seu consumo fose menor.

22.- POR QUE O GAS RADON RELACIONÁSE CO CANCRO DE PULMÓN?

Se entendemos o proceso polo cal os descendentes do gas radon penetran no noso aparello respiratorio, é fácil entender que o dano celular poida dar lugar á aparición do cancro de pulmón. Este está inequivocamente relacionado co hábito do tabaquismo e sabido é que a redución do consumo de tabaco representaría unha diminución na incidencia do cancro de pulmón.

A evidencia epidemiolóxica de correlación entre ambos os parámetros empezouse a estudar nos anos 80 estudando a incidencia do cancro de pulmón entre os mineiros de uranio atopando entre os mesmos unha alta incidencia. Posteriormente, estudos de casos e controis viñeron a demostrar que a correlación está claramente definida e que mesmo, como mostra a figura, a interacción entre o hábito de fumar e a presenza de gas radon ten un efecto multiplicativo, tal e como mostra a figura, é dicir, increméntase o risco de cancro de pulmón se se fuma nun ambiente no que as concentracións de radon son elevadas.



23.- CANTAS PERSOAS MORREN AO ANO POLA INHALACIÓN DE GAS RADON?

Segundo a Organización Mundial da Saúde, entre o 3 e o 14% das mortes por cancro de pulmón están relacionadas co radon. Nun Proxecto Europeo denominado RADPAR no que participou o LaRUC, a través do desenvolvemento dun modelo matemático cos datos de radon dispoñibles, avalíase que devandito número atopábase na contorna dos 1500 referido a España, aínda que a incerteza asociada ao devandito valor era considerable. Estudos recentes reduciron este valor a practicamente a metade.

24.- QUE RELACIÓN EXISTE ENTRE O GAS RADON E OUTRO TIPO DE ENFERMIDADES?

Aínda que existen publicacións acerca da relación entre o gas radon e enfermidades tales como leucemia infantil, cancro de mama, cancro de estómago e outros tipos, ata o momento presente non se confirmou a mesma de maneira científica na maior parte dos casos por non poder establecer o mecanismo físico-biolóxico que xustificaría a correlación. Con todo, o tema está a ser abordado con maior intensidade e o futuro virá resolver a existencia ou non desta asociación.

25.- O GAS RADON TEN EFECTOS BENEFICIOSOS?

Existe documentación científica que mostra que os balnearios con augas cuxo contido en radon é elevado son lugares apropiados para o tratamento de enfermidades como o reumatismo e efectivos para o tratamento do estrés. En calquera caso, os tratamentos son tan curtos que fan que as doses recibidas polos pacientes sexan practicamente despreziables. Con todo, a desorción do radon a auga aire pode facer

que este alcance concentración elevadas e por tanto constituír un perigo para os traballadores das devanditas instalacións que permanecen nas mesmas tempos considerables.

26.- COMO SE MIDE O GAS RADON?

Hai varios métodos para medir a concentración de radon. Uns son instantáneos e utilizan células de centello en forma de botella para recoller mostras de aire que se analizan posteriormente no laboratorio. Outros utilizan a propiedade do carbono activo de absorber gases para captar o radon presente no aire dos edificios. Por último, existen detectores chamados de trazas como se ve na figura, porque sobre eles quedan impresionadas as trazas debidas á radiación alfa emitida polo radon e os seus descendentes despois dun tempo longo de exposición. A utilización duns ou outros depende, basicamente, dos obxectivos que se pretendan alcanzar coa medida e, en calquera caso, necesitan persoal cualificado para a realización da mesma.



27.- EXISTE UNHA RELACIÓN DE LABORATORIOS QUE REALICEN MEDIDAS DE GAS RADON?

Por mor da publicación da Directiva 2013/59, deben ser laboratorios acreditados os que realicen as medidas de radon. O Consello de Seguridade Nuclear, antes de que saíse a Directiva, elaborou unha Guía 11.04 que abordaba as características esixidas aos laboratorios para poder realizar medidas de gas radon, aínda que, o cumprimento de dita Guía non significaba unha autorización do devandito organismo para o devandito laboratorio que a cumpra. No momento presente, na páxina www.enac.es aparece recollida a relación de laboratorios acreditados, que por lei son os únicos autorizados para a medida do devandito gas.

28.- COMO SE PASA DE CONCENTRACIÓN DE GAS RADON A DOSE?

Como indicamos anteriormente, se unha determinada concentración de gas radon introducímola nunha caixa, hermeticamente pechada, na mesma iranse xerando descendentes e ao cabo de aproximadamente unhas tres horas a concentración do radon será a mesma que a dos seus descendentes Po-218, Pb-214 e Bi-214. Nestas condicións diremos que temos un Factor de equilibrio, $F=1$.

Nun ambiente normal, sexa de vivenda ou posto de traballo, non existe equilibrio. Por iso, necesitamos da definición dunha variable denominada **Working Level (WL)** a través da expresión:

$$WL = 0.105 C(\text{Po-218}) + 0.515 C(\text{Pb-214}) + 0.38 C(\text{Bi-214})$$

sendo $C(\text{Po-218})$; $C(\text{Pb-214})$ y $C(\text{Bi-214})$ as concentracións en Bq/m^3 dos descendentes.

É fácil establecer entón que o **Factor de equilibrio (F)** ven definido pola relación:

$$\text{Factor de equilibrio } F = (WL * 3700) / \text{Concentración de radon (Bq/m}^3\text{)}$$

Poderíamos dicir entón que o WL é a “concentración efectiva” que dana os nosos pulmóns. Como queira que estaremos expostos á mesma durante un tempo t (horas), defínese o **WLM (Working Level Month)**:

$$WLM = ((WL * t \text{ (horas)}) / 170$$

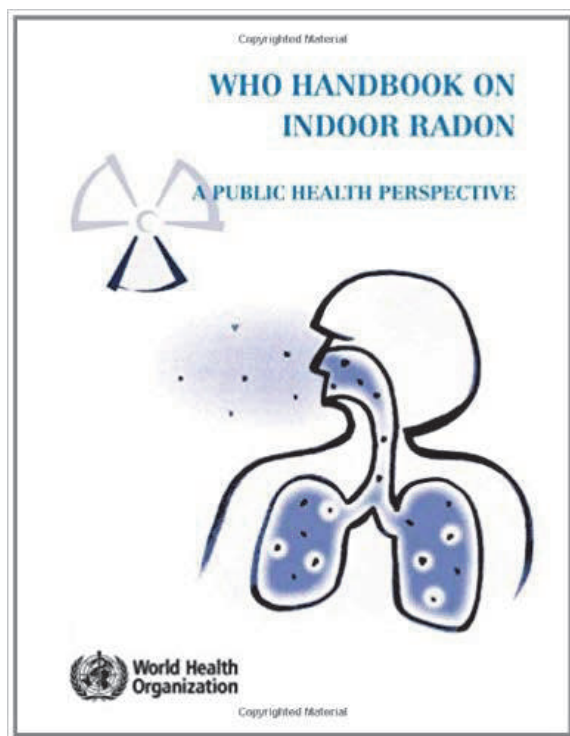
É a partir desta última variable da que deducimos a dose que recibimos como consecuencia da exposición ao gas radon. Para iso, a ICRP, máximo organismo internacional en Protección Radiolóxica, publicou os factores de conversión que se indican a continuación e que modifican de maneira importante o que se recollía no R.D.783/2001, de 5 mSv/WLM para os traballadores.

ICRP 137 (2018) MODELO DOSIMÉTRICO	
VIVENDAS E LUGARES SUBTERRÁNEOS: 10 mSv/WLM	
POSTOS DE TRABAJO QUE REQUIRAN ALTA ACTIVIDADE FÍSICA E COVAS TURÍSTICAS: 20 mSv/WLM	

Como resumo, podemos concluír que, para avaliar a dose recibida como consecuencia da exposición ao gas radon, necesitamos coñecer non soamente a concentración do mesmo, senón, ademais, o factor de equilibrio e o tempo de exposición.

29.- QUE DI A OMS SOBRE O GAS RADON?

En 2009, froito dun proxecto de investigación no que participaron 33 países, a Universidade de Cantabria e a Universidade de Santiago de Compostela por representación española, elaborouse o libro titulado "RADON: Un problema de saúde pública" cuxa portada se recolle a continuación dispoñible en español na [web www.oms.org](http://www.oms.org), que aborda todos os aspectos relacionados co gas radon. Nel defínese como obxectivo alcanzable para os niveis de radon en vivendas de 100 Bq/m^3 pero fai fincapé en que devandito valor pode ser maior tendo en conta outros aspectos socio-económicos que fagan que o mesmo non sexa posible.



A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn, irregular bottom edge.

Lexislación e gas radon

30.- QUE DI A LEXISLACIÓN SOBRE O GAS RADON?

O radon aparece na lexislación no ámbito laboral por mor da publicación da **Directiva 96/EURATOM**, que incorpora no seu Título VII, a consideración das fontes naturais de radiación na avaliación da dose recibida polos traballadores. En España a mesma foi incorporada en 2001 (**R.D. 783/2001**). Alí recóllense as actividades laborais que deben ser obxecto de estudo ao obxecto de comprobar se as doses debidas a fontes naturais son ou non significativas. A falta de operatividade deste Real Decreto conduciu á necesidade de publicación dun novo **R.D. 1439/2010** que basicamente incluíu:

A obrigación dos titulares das actividades mencionadas á realización dos estudos que estaban recollidos no R.D. 783/2001 e, por outra banda, asignar o control dos mesmos ás Consellerías de Industria das Comunidades Autónomas.

Con todo, non foi ata 2011, coa publicación da **IS-33** do 21 de decembro, que se observa máis abaixo, cando se establecen uns criterios con relación á concentración de radon en postos de traballo e as accións para considerar en cada caso. Ademais, o Consello puxo en valor as Guías 1.1, 11.2 e 11.4, tamén recollidas neste Manual.

TÍTULO VII do R.D. 783/2001 de 6 de xullo polo que se aproba o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes

TÍTULO VII

Fuentes naturales de radiación

CAPÍTULO ÚNICO

Incremento significativo de la exposición debida a fuentes naturales de radiación

Artículo 62. Aplicación.

1. La autoridad competente, con el asesoramiento del Consejo de Seguridad Nuclear, requerirá a los titulares de las actividades laborales, no reguladas en el apartado 1 del artículo 2, en las que existan fuentes naturales de radiación, que realicen los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

Entre las actividades que deben ser sometidas a dicha revisión se incluyen las siguientes:

a) Actividades laborales en que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termas, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas.

b) Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público.

c) Actividades laborales que generen residuos que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo en la exposición de los miembros del público y, en su caso, de los trabajadores.

d) Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves.

2. Los estudios a los que se refiere el apartado 1 se realizarán siguiendo las instrucciones dadas por la autoridad competente, las cuales estarán sujetas a las orientaciones que el Consejo de Seguridad Nuclear establezca al efecto.

Real Decreto 1439/2010, de 5 de novembro, polo que se modifica o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de xullo.



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO



Núm. 279

Jueves 18 de noviembre de 2010

Sec. I. Pág. 96395

Dos. El artículo 62 queda redactado como sigue:

«Artículo 62. Aplicación.

1. Los titulares de las actividades laborales, no reguladas en el artículo 2.1, en las que existan fuentes naturales de radiación, deberán declarar estas actividades ante los órganos competentes en materia de industria de las Comunidades Autónomas en cuyo territorio se realizan estas actividades laborales y realizar los estudios necesarios a fin de determinar si existe un incremento significativo de la exposición de los trabajadores o de los miembros del público que no pueda considerarse despreciable desde el punto de vista de la protección radiológica.

Entre las actividades que deben ser declaradas y sometidas a dichos estudios se incluyen las siguientes:

a) Actividades laborales en las que los trabajadores y, en su caso, los miembros del público estén expuestos a la inhalación de descendientes de torón o de radón o a la radiación gamma o a cualquier otra exposición en lugares de trabajo tales como establecimientos termales, cuevas, minas, lugares de trabajo subterráneos o no subterráneos en áreas identificadas.

b) Actividades laborales que impliquen el almacenamiento o la manipulación de materiales o de residuos, incluyendo las de generación de éstos últimos, que habitualmente no se consideran radiactivos pero que contengan radionucleidos naturales que provoquen un incremento significativo de la exposición de los trabajadores y, en su caso, de miembros del público.

c) Actividades laborales que impliquen exposición a la radiación cósmica durante la operación de aeronaves.

Los órganos competentes en materia de industria de las Comunidades Autónomas remitirán copia de las declaraciones a la Dirección General de Política Energética y Minas, y al Consejo de Seguridad Nuclear. El Consejo de Seguridad Nuclear comprobará, cuando lo estime necesario, el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo y demás disposiciones que resulten de aplicación.

2. Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas llevarán a cabo la inscripción de las declaraciones en un registro que se crea a tal efecto, denominado «Registro de actividades laborales con exposición a la radiación natural». La Dirección General de Política Energética y Minas llevará un Registro Central en el que se inscribirán las declaraciones que se realicen en todo el territorio nacional.

3. La declaración de actividades y los estudios a los que se refiere el apartado 1 se realizarán siguiendo las instrucciones y orientaciones dadas por el Consejo de Seguridad Nuclear.

En el resto de las actividades laborales los estudios deben contener lo que sea aplicable de lo siguiente:

- a) Descripción del emplazamiento, productos y procesos.
- b) Caracterización radiológica.
- c) Identificación de zonas de exposición y puestos de trabajo con riesgo radiológico.
- d) Evaluación de dosis.
- e) Valoración de resultados y medidas a adoptar.

Los estudios se remitirán a los órganos competentes en materia de industria de las Comunidades Autónomas en cuyo territorio se realizan estas actividades laborales, en los casos en los que se establezca en las instrucciones del Consejo de Seguridad Nuclear.»

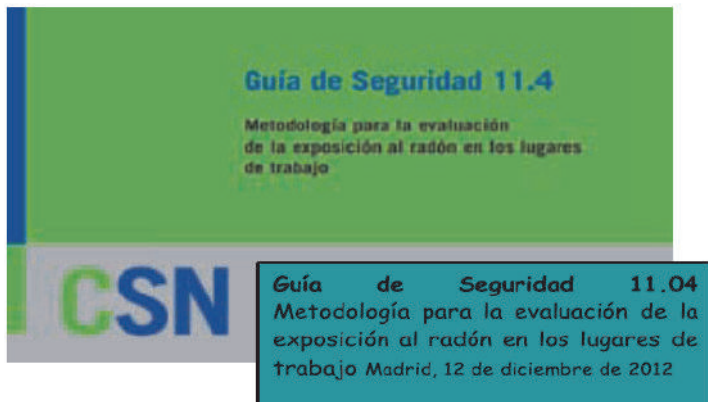
III. OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

1238 Instrucción IS-33, de 21 de diciembre de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural.

Guía de Seguridad 11.02
Control da exposición a fontes naturais de radiación Madrid, 18 de xaneiro de 2012

Guía de Seguridad 11.01
Directrices sobre a competencia dos laboratorios e servizos de medida de radon en aire Madrid, 27 de xaneiro de 2010



A nova **Directiva 2013/59/EURATOM** reduce a media de concentración anual a 300 Bq/m^3 e establece, como aparece a continuación, un criterio de dose en lugar de exposición, considerando como exposición planificada se a mesma supera os 6 mSv/ano, avaliando a mesma seguindo os criterios establecidos pola **ICRP 137**. Este novo criterio é o que foi adoptado polo Consello de Seguridade Nuclear para o noso país a través da lexislación anteriormente mencionada.

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DO CONSELLO de 5 de decembro de 2013 pola que se establecen normas de seguridade básicas para a protección contra os perigos derivados da exposición a radiacións ionizantes,

ACTIVIDADES LABORALES

RADÓN: Situación de exposición existente

Notificación : **> 300 Bq/m³** (Art.54)

Trabajadores : **> 6 mSv** exposición planificada (Art.35)

Artículo 54

Radón en los lugares de trabajo

1. Los Estados miembros establecerán niveles nacionales de referencia para las concentraciones de radón en recintos cerrados en los lugares de trabajo. El nivel de referencia para el promedio anual de concentración de actividad en el aire no superará los 300 Bq m⁻³, a menos que esté justificado por circunstancias existentes a nivel nacional.
2. Los Estados miembros requerirán que las mediciones de radón se lleven a cabo:
 - a) en lugares de trabajo que estén dentro de las zonas identificadas de acuerdo con el artículo 103, apartado 3, y que estén situados en la planta baja o en el sótano, teniendo en cuenta los parámetros recogidos en el plan de acción nacional según lo indicado en el anexo XVIII, punto 2, así como
 - b) en tipos específicos de lugares de trabajo definidos en el plan de acción nacional teniendo en cuenta el anexo XVIII, punto 3.
3. En las zonas de los lugares de trabajo en que la concentración de radón (como promedio anual) siga superando el nivel de referencia nacional a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización según lo expuesto en el capítulo III, los Estados miembros requerirán que esa situación se notifique de acuerdo con el artículo 25, apartado 2, y será de aplicación el artículo 35, apartado 2.

A transcripción da Directiva 2013/59 á lexislación española, a través do **RD. 1029/2022**, converte en obrigatorio todo o contemplado na mesma cuxos aspectos máis importantes foron mencionados en parágrafos anteriores e aparecen descritos noutro apartado deste Manual.

Artículo 19. Medidas en los lugares de trabajo.

1. A efectos de protección radiológica, y tras realizar una evaluación previa para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico para los trabajadores expuestos, el titular de la práctica identificará, delimitará y clasificará todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial y establecerá las medidas de protección radiológica aplicables. Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, y a las condiciones y normas de trabajo, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos. El alcance de los medios de prevención y de vigilancia, así como su naturaleza y calidad, deberán estar en función de los riesgos vinculados a los trabajos que impliquen una exposición a las radiaciones ionizantes. El riesgo de exposición a radiaciones ionizantes y las medidas de protección radiológica deben considerarse, de manera integrada, en los planes de prevención de riesgos laborales, en las evaluaciones de riesgos y en las planificaciones de la actividad preventiva que exige la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

2. Cuando en un lugar de trabajo haya zonas en las que la concentración de radón en aire exceda el nivel de referencia establecido en el artículo 72.a), a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización, el titular de la práctica:

a) Reevaluará las concentraciones de radón en aire con la frecuencia que en cada caso establezca el Consejo de Seguridad Nuclear.

b) Estimaré las dosis efectivas anuales debidas al radón que puedan recibir los trabajadores con acceso a esas zonas, no debiéndose computar estas dosis para el cumplimiento de los artículos 18 y 22.

c) Clasificará como trabajadores expuestos al radón a aquellos trabajadores que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón superior a 6 mSv por año oficial.

d) Clasificará y señalizará como zonas de radón aquellas zonas en las que exista una concentración de radón en aire que pueda dar lugar a una dosis efectiva a los trabajadores superior a 6 mSv por año oficial.

3. Cuando en alguno de los lugares de trabajo a los que se refiere el artículo 75.1 haya trabajadores cuya dosis efectiva anual debida al radón pueda ser superior a 6 mSv, el titular de la actividad laboral deberá establecer las medidas de protección radiológica aplicables. El alcance de estas estará en función del riesgo asociado y, en particular, serán de aplicación los artículos 11, 16, 19.2.c), 19.2.d), 23, 24, 25, 31.2, 31.3, 31.4, 32, 36, 39.1, 40.2, 42 y 43.

4. En las empresas de explotación de aeronaves en las que la dosis efectiva anual para la tripulación debida a la exposición a la radiación cósmica pueda ser superior a 6 mSv por año oficial, el titular de la empresa gestionará esta exposición según lo establecido en este reglamento.

Artículo 39. Historial dosimétrico y registros adicionales.

1. Será obligatorio registrar todas las dosis recibidas por los trabajadores de categoría A y por los trabajadores de categoría B con dosímetro individual, durante su vida laboral, en un historial dosimétrico individual que se mantendrá debidamente actualizado y estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador.

A estos efectos, será también obligatorio registrar, conservar y mantener a disposición del trabajador los siguientes documentos:

a) En el caso de las exposiciones a las que se refieren los artículos 37 y 38, los informes relativos a las circunstancias y a las medidas adoptadas.

b) Los resultados de la vigilancia radiológica de los lugares de trabajo que se hayan utilizado para estimar las dosis individuales.

2. El historial dosimétrico individual de todo trabajador expuesto de categoría A deberá figurar, además, en su historial clínico-laboral al que se refiere el artículo 49.

Artículo 40. Contenido del historial dosimétrico individual.

1. En el historial dosimétrico individual correspondiente a trabajadores de la categoría A se registrarán las dosis mensuales y las dosis acumuladas por año oficial. En el caso de trabajadores de la categoría B, se registrarán las dosis anuales asignadas o estimadas.

En el caso de trabajadores a los que se les asignen dosis al cristalino en su historial dosimétrico se incluirán, adicionalmente, las dosis acumuladas en cinco años oficiales.

2. En el caso de los trabajadores expuestos al radón, en el historial dosimétrico se registrarán las dosis acumuladas por año oficial, así como los parámetros relevantes para la estimación de estas dosis.

Artículo 72. Niveles de referencia.

Se establecen los siguientes niveles de referencia:

a) Para la exposición al radón en recintos cerrados, 300 Bq/m³, en términos del promedio anual de concentración de radón en aire, tanto para las viviendas o los edificios de acceso público como para los lugares de trabajo.

b) Para la exposición externa en recintos cerrados a la radiación gamma procedente de los materiales de construcción, 1 mSv por año, adicionalmente a la exposición externa al aire libre.

Artículo 75. Obligaciones del titular.

1. Los titulares de las actividades laborales que se desarrollen en los lugares de trabajo citados a continuación, deberán estimar el promedio anual de concentración de radón en aire en todas las zonas del lugar de trabajo en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder por razón de su trabajo, excluidas las zonas al aire libre:

- a) lugares de trabajo subterráneos, tales como obras, túneles, minas o cuevas.
- b) lugares donde se procese, manipule o aproveche agua de origen subterráneo, tales como actividades termales y balnearios.
- c) todos los lugares de trabajo situados en planta bajo rasante o planta baja de los términos municipales de actuación prioritaria a los que hace referencia el artículo 79.

2. Cuando en un lugar de trabajo haya zonas con concentraciones de radón en aire que, en promedio anual, superen el nivel de referencia de 300 Bq/m³, el titular de la actividad laboral deberá tomar las medidas oportunas para reducir las concentraciones y/o la exposición al radón, de acuerdo con el principio de optimización, tras lo cual deberá reevaluar el promedio anual de concentración de radón en aire en el lugar de trabajo.

3. Cuando, a pesar de las medidas tomadas de acuerdo con el apartado 2, en alguna de las zonas del lugar de trabajo especificadas en el apartado 1 continúe habiendo concentraciones de radón en aire que, en promedio anual, sean superiores al nivel de referencia de 300 Bq/m³, el titular de la actividad laboral queda sujeto al cumplimiento del artículo 19 y demás artículos de aplicación.

Artículo 76. Estimación del promedio anual de la concentración de radón.

1. Las estimaciones del promedio anual de la concentración de radón en aire que requiere el artículo 75 serán acometidas por el titular de la actividad laboral, que podrá contar para ello con el asesoramiento de una Unidad Técnica de Protección Radiológica.

2. El promedio anual de la concentración de radón en aire se estimará, a partir de medidas de larga duración, siguiendo las Guías e Instrucciones emitidas por el Consejo de Seguridad Nuclear. El laboratorio que realice la medida deberá estar acreditado de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, o revisión posterior, por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), o bien por otro organismo nacional de acreditación designado de acuerdo con la normativa europea. El titular de la actividad laboral asumirá la responsabilidad de verificar que el laboratorio de medida cuente con una acreditación en vigor.

3. Los resultados de las estimaciones del promedio anual de la concentración de radón en aire se recogerán en un informe que deberá identificar a su autor o autores, indicando su cargo en la empresa o relación contractual, y en el que deberá constar la fecha de conclusión y la firma. Este informe deberá realizarlo el propio titular de la actividad laboral, los trabajadores designados por este, un servicio de prevención propio, un servicio de prevención ajeno o, en los supuestos que establezca el Consejo de Seguridad Nuclear, una Unidad Técnica de Protección Radiológica. Ello sin perjuicio de la responsabilidad del titular de garantizar la protección de los trabajadores. El informe estará a disposición del trabajador, de las autoridades sanitarias, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social o, en su caso, de otras administraciones públicas competentes en materia laboral, y del Consejo de Seguridad Nuclear.

31.- QUE ORGANISMO TEN EN ESPAÑA A MÁXIMA RESPONSABILIDADE NO CAMPO DO GAS RADON?

O Ministerio de Sanidade é a Autoridade Responsable da elaboración do Plan Nacional de Radon que obriga a Directiva 2013/59 contando, por suposto, con outros Organismos involucrados entre os que destaca o **Ministerio de Fomento, de Traballo e Promoción de Emprego e Seguridade Social e o Consello de Seguridade Nuclear**, máximo responsable en materia de radiacións.

32.- QUE OCORRE NOUTROS PAÍSES CON RELACIÓN AO GAS RADON?

Todos os países da Unión Europea están en e/ou elaboraron un Plan Nacional de Radon, algún deles, como Francia, como continuación ao que estableceron anos atrás. Os máis recentes son os publicados por Reino Unido, Irlanda, Luxemburgo e Portugal. Por suposto, os Países Nórdicos, Dinamarca, Suecia, Noruega e Finlandia pioneiros no campo do radon levan desenvolvendo os seus plans, nalgunha medida, á marxe e nalgúns casos con maior intensidade. Dado que a Directiva establece un nivel imperativo, non exclúe que algún país, como ocorre, teña establecido un límite inferior ao establecido na Directiva.

Reino Unido: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-national-radon-action-plan>

UK National Radon Action Plan

Public Health England

Contents

1. Introduction	2
2. Executive Summary	3
3. Objectives	4
4. Key Messages	5
5. Action Plan	6
6. Summary	7
7. Annexes	8
8. Glossary	9
9. References	10
10. Appendix A: UK National Radon Action Plan	11
11. Appendix B: UK National Radon Action Plan	12
12. Appendix C: UK National Radon Action Plan	13
13. Appendix D: UK National Radon Action Plan	14
14. Appendix E: UK National Radon Action Plan	15
15. Appendix F: UK National Radon Action Plan	16
16. Appendix G: UK National Radon Action Plan	17
17. Appendix H: UK National Radon Action Plan	18
18. Appendix I: UK National Radon Action Plan	19
19. Appendix J: UK National Radon Action Plan	20
20. Appendix K: UK National Radon Action Plan	21
21. Appendix L: UK National Radon Action Plan	22
22. Appendix M: UK National Radon Action Plan	23
23. Appendix N: UK National Radon Action Plan	24
24. Appendix O: UK National Radon Action Plan	25
25. Appendix P: UK National Radon Action Plan	26
26. Appendix Q: UK National Radon Action Plan	27
27. Appendix R: UK National Radon Action Plan	28
28. Appendix S: UK National Radon Action Plan	29
29. Appendix T: UK National Radon Action Plan	30
30. Appendix U: UK National Radon Action Plan	31
31. Appendix V: UK National Radon Action Plan	32
32. Appendix W: UK National Radon Action Plan	33
33. Appendix X: UK National Radon Action Plan	34
34. Appendix Y: UK National Radon Action Plan	35
35. Appendix Z: UK National Radon Action Plan	36

Appendix A: UK National Radon Action Plan

Appendix B: UK National Radon Action Plan

Appendix C: UK National Radon Action Plan

Appendix D: UK National Radon Action Plan

Appendix E: UK National Radon Action Plan

Appendix F: UK National Radon Action Plan

Appendix G: UK National Radon Action Plan

Appendix H: UK National Radon Action Plan

Appendix I: UK National Radon Action Plan

Appendix J: UK National Radon Action Plan

Appendix K: UK National Radon Action Plan

Appendix L: UK National Radon Action Plan

Appendix M: UK National Radon Action Plan

Appendix N: UK National Radon Action Plan

Appendix O: UK National Radon Action Plan

Appendix P: UK National Radon Action Plan

Appendix Q: UK National Radon Action Plan

Appendix R: UK National Radon Action Plan

Appendix S: UK National Radon Action Plan

Appendix T: UK National Radon Action Plan

Appendix U: UK National Radon Action Plan

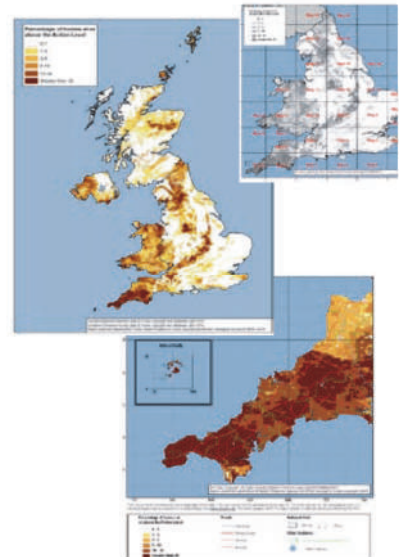
Appendix V: UK National Radon Action Plan

Appendix W: UK National Radon Action Plan

Appendix X: UK National Radon Action Plan

Appendix Y: UK National Radon Action Plan

Appendix Z: UK National Radon Action Plan



Francia:

<https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/10-plans-gouvernementaux-sante-au-travail/article/plan-national-d-action-pour-la-gestion-du-risque-lie-au-radon-2016-2019>

PLAN NATIONAL D'ACTION 2016-2019

POUR LA GESTION DU RISQUE LIÉ AU RADON

Contenu

1. Objectifs	p. 4
2. Mesures et stratégies de plan	p. 4
3. Planage et coordination de plan d'action	p. 4
4. Actions de la gestion du risque radon	p. 5
5. Synthèse des principales actions pour la gestion du risque radon en France	p. 5
6. Synthèse des principales actions pour la gestion du risque radon en France	p. 6
7. Les grands axes de l'action nationale 2016-2019	p. 10
8. Le plan d'action 2016-2019	p. 10
9. Axe 1 : Mettre en place une stratégie globale d'information et de sensibilisation et développer les outils pour la collecte et le partage des données	p. 10
10. Axe 2 : Poursuivre l'actualisation des données nationales	p. 10
11. Axe 3 : Mettre en œuvre la gestion du risque radon dans les bâtiments	p. 10
12. Synthèse des actions par axe	p. 10
13. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
14. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
15. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
16. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
17. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
18. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
19. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
20. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
21. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
22. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
23. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
24. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
25. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
26. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
27. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
28. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
29. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
30. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
31. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
32. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
33. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
34. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
35. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
36. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
37. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
38. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
39. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
40. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
41. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
42. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
43. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
44. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
45. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
46. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
47. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
48. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
49. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
50. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
51. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
52. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
53. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
54. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
55. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
56. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
57. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
58. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
59. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
60. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
61. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
62. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
63. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
64. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
65. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
66. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
67. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
68. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
69. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
70. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
71. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
72. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
73. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
74. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
75. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
76. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
77. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
78. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
79. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
80. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
81. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
82. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
83. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
84. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
85. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
86. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
87. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
88. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
89. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
90. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
91. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
92. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
93. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
94. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
95. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
96. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
97. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
98. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
99. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12
100. Index des actions pour la période 2016-2019	p. 12

<https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/4-cartographie-potentiel-radon-formations-geologiques.aspx#XG5pz6JKIM8>

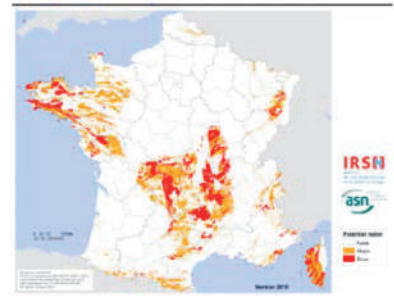


Figure 1: Carte du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:100 000, version 2019

33.- QUE É O PLAN NACIONAL DO RADON?

É o Plan que vén marcado na Directiva e cuxa redacción deberán levar a cabo os diferentes países membros da Unión Europea seguindo os criterios que se establecen no Anexo XVIII da mesma que se adxunta:

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM DO CONSELLO de 5 de decembro de 2013 pola que se establecen normas de seguridade básicas para a protección contra os perigos derivados da exposición a radiacións ionizantes, Ver Anexo XVIII adxunto

ANEXO XVIII

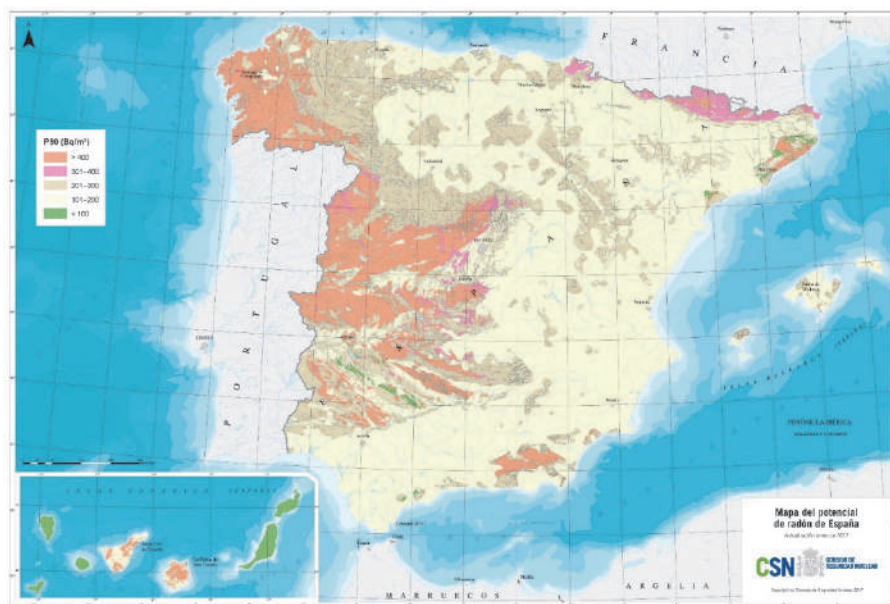
Lista de aspectos que deberán considerarse para la preparación del plan de acción nacional destinado a hacer frente a los riesgos a largo plazo derivados de las exposiciones al radón a que se refieren los artículos 54, 74 y 103

- (1) Estrategia para realizar estudios de las concentraciones de radón en recintos cerrados o las concentraciones de gas en el terreno, con vistas a calcular la distribución de las concentraciones de radón en recintos cerrados para la gestión de los datos de las medidas y para el establecimiento de otros parámetros destacados (como los tipos de suelo y roca, la permeabilidad y el contenido de radio-226 en la roca o el suelo).
- (2) El planteamiento, los datos y los criterios utilizados para la delimitación de zonas o para la definición de otros parámetros que puedan utilizarse como indicadores específicos de situaciones con una exposición potencialmente elevada al radón.
- (3) La identificación de los tipos de lugares de trabajo y edificios con acceso público, por ejemplo escuelas, lugares de trabajo subterráneos o los situados en determinadas zonas, en los que se requieren la realización de medidas sobre la base de una evaluación del riesgo, teniéndose en cuenta, por ejemplo, las horas de ocupación.
- (4) La base para el establecimiento de los niveles de referencia para viviendas y lugares de trabajo. En su caso, la base para el establecimiento de distintos niveles de referencia en función de los distintos usos de los edificios (viviendas, edificios con acceso público, lugares de trabajo) así como para los edificios existentes y para los nuevos.
- (5) Asignación de responsabilidades (gubernamentales y no gubernamentales), mecanismos de coordinación y recursos disponibles para poner en práctica el plan de acción.
- (6) Estrategia para reducir la exposición al radón en viviendas y para dar prioridad a las situaciones indicadas en el punto 2.
- (7) Estrategias que faciliten la ejecución de medidas correctoras con posterioridad a la construcción.
- (8) Estrategia, incluidos métodos y técnicas, para prevenir la entrada del radón en edificios de nueva construcción, incluida la identificación de aquellos materiales de construcción con una exhalación significativa de radón.
- (9) Programación de las revisiones del plan de acción.
- (10) Estrategia de comunicación para aumentar la concienciación pública e informar a los responsables locales de la toma de decisiones, a los empresarios y a los trabajadores sobre los riesgos del radón, también en su relación con el tabaco.
- (11) Orientación sobre los métodos y técnicas de medida y aplicación de medidas correctoras. También deberán considerarse los criterios de acreditación de los servicios de realización de medidas y de rehabilitación.
- (12) Si procede, prestación de apoyo financiero para realizar campañas de medida de radón y para la aplicación de medidas correctoras, en particular para viviendas privadas con concentraciones de radón muy elevadas.
- (13) Objetivos a largo plazo para reducir el riesgo de cáncer de pulmón atribuible a la exposición al radón (para fumadores y no fumadores).
- (14) Cuando proceda, consideración de otros asuntos relacionados y de los programas correspondientes, como los programas de ahorro energético y de la calidad del aire en recintos cerrados.

O contido do Plan Nacional é público e está na páxina do Ministerio.

“Ministerio de Sanidade (2024), Plan Nacional contra o radon. Ministerio de Sanidade, Gobierno de España, 109 pp.”

Achega básica ao Plan Nacional é a colaboración do Consello de Seguridade Nuclear que publicou unha cartografía do potencial de radon en España, que se recolle a continuación, onde se integran 12000 medidas de radon en vivendas, información xeolóxica baseada no mapa litoestratigráfico e de permeabilidades de España a escala 1:200.000 do Instituto Xeolóxico e Mineiro de España e o mapa de radiación gamma natural, Proxecto MARNA, dado que taxa de exposición á tradición gamma terrestre atópase relacionada cos niveis de radon.



O mapa utiliza o percentil 90 (P90) da distribución de concentracións de radon como unha cota superior ao 90% de confianza. O percentil 90 significa que o 90% dos edificios dunha área teñen concentracións inferiores a un rango de concentración e o 10% supera ese nivel. Tal e como se observa na imaxe, os rangos de concentración establecidos son $\geq 400 \text{ Bq/m}^3$, $301-400 \text{ Bq/m}^3$, $201-300 \text{ Bq/m}^3$, $101-200 \text{ Bq/m}^3$ e $\leq 100 \text{ Bq/m}^3$.

A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn, irregular bottom edge.

O radon e postos de trabalho

34.- QUE LUGARES DE TRABAJO TEÑEN MÁIS RISCO DE TER GAS RADON?

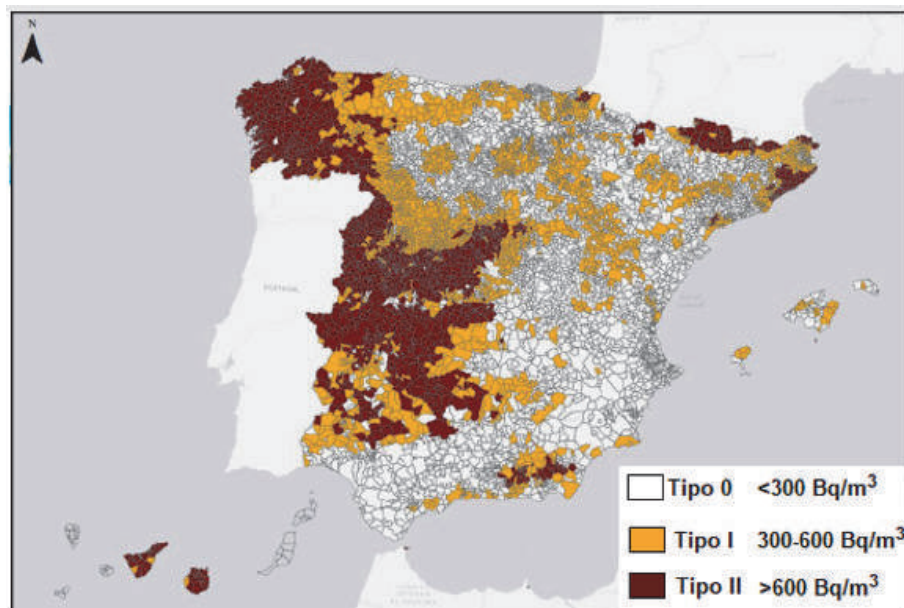
O Real Decreto 783/2001, transposición da Directiva 96/EURATOM, recollía unha listaxe de actividades laborais con maior risco con relación ao gas radon e así aparecen recollidos na lexislación posterior e novamente referendado pola Directiva 59/2013/EURATOM.

A incorporación da Directiva á lexislación nacional, a través do **Real Decreto 1029/2022**, fai que todos os lugares de traballo propostos na mesma xa son de cumprimento no noso país.

35.- É OBRIGATORIO MEDIR OS NIVEIS DE GAS RADON NO POSTO DE TRABAJO?

Se o posto de traballo está encadrado dentro dos que contempla a Directiva, claro que é necesario medir os niveis de radon e a partir deles avaliar a dose recibida polo traballador e contrastar a mesma coa lexislación en materia de radiacións ionizantes.

A nova **Instrución IS-47** establece a obrigatoriedade da medida de radon nos termos municipais establecidos na mesma, o denominados tipo II, tal e como se reflicte no mapa que se expón a continuación:



~ 4500 Municipios en Tipo 0

~ 2400 Tipo I ~ 1600 Tipo II

Ademais, como se observa na figura, na última edición do Código Europeo contra o Cancro o apartado 8 recomenda a medida dos niveis de radon ao obxecto de reducir o risco debido á súa presenza.

É necesario considerar que os niveis de radon que a lexislación establece teñen que ver con promedios anuais, polo que será necesario este período de tempo para poder avaliar a potencial dose recibida polo traballador. Non é recomendable medir períodos de tempo menores e aplicar factores estacionais para avaliar a media anual, xa que os mesmos presentan unha incerteza moi elevada.

Código Europeo Contra El Cáncer

12 FORMAS DE REDUCIR EL RIESGO DE CÁNCER

Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer



Organización
Mundial de la Salud



CÓDIGO EUROPEO CONTRA EL CÁNCER

12 formas de reducir el riesgo de cáncer

- 1 No fume. No consuma ningún tipo de tabaco.
- 2 Haga de su casa un hogar sin humo. Apoye las políticas antibaco en su lugar de trabajo.
- 3 Mantenga un peso saludable.
- 4 Haga ejercicio a diario. Limite el tiempo que pasa sentado.
- 5 Coma saludablemente:
 - Consuma gran cantidad de cereales integrales, legumbres, frutas y verduras.
 - Limite los alimentos hipercalóricos (ricos en azúcar o grasa) y evite las bebidas azucaradas.
 - Evite la carne procesada; limite el consumo de carne roja y de alimentos con mucha sal.
- 6 Limite el consumo de alcohol, aunque lo mejor para la prevención del cáncer es evitar las bebidas alcohólicas.
- 7 Evite una exposición excesiva al sol, sobre todo en niños. Utilice protección solar. No use cabinas de rayos UVA.
- 8 En el trabajo, protéjase de las sustancias cancerígenas cumpliendo las instrucciones de la normativa de protección de la salud y seguridad laboral.
- 9 Averigüe si está expuesto a la radiación procedente de altos niveles naturales de radón en su domicilio y tome medidas para reducirlos.
- 10 Para las mujeres:
 - La lactancia materna reduce el riesgo de cáncer de la madre. Si puede, amamante a su bebé.
 - La terapia hormonal sustitutiva (THS) aumenta el riesgo de determinados tipos de cáncer. Limite el tratamiento con THS.
- 11 Asegúrese de que sus hijos participan en programas de vacunación contra:
 - la hepatitis B (los recién nacidos)
 - el virus del papiloma humano (VPH) (las niñas).
- 12 Participe en programas organizados de cribado del cáncer:
 - colorrectal (hombres y mujeres)
 - de mama (mujeres)
 - cervicouterino (mujeres).

O Código Europeo contra o Cancro céntrase en medidas que cada cidadán pode tomar para contribuír a previr o cancro. O éxito da prevención do cancro esixe que as políticas e accións gobernamentais apoien estas accións individuais.

36.- A EXPOSICIÓN AO GAS RADON DEBE APARECER NO PLAN DE RISCOS LABORAIS?

Anteriormente, comentabamos que desde 1988 o radon e os seus descendentes están recoñecidos como canceríxenos Tipo 1 pola Axencia Internacional de Investigación do Cancro (IARC). Na mesma liña a ficha ICSC: 1322 dedicada ao radon, das Fichas Internacionais de Seguridade Química, alerta indicando que é unha substancia carcinóxena para os seres humanos e recomenda un exame médico periódico dependendo do grao de exposición. Por último, o Real Decreto 1299/2006, do 10 de novembro, polo que se aproba o cadro de enfermidades profesionais no sistema da Seguridade Social e establécense criterios para a súa notificación e rexistro, inclúe o radon entre os axentes causantes de enfermidades profesionais causadas por axentes carcinóxenos, en concreto neoplasia maligna de bronquio e pulmón.

A posibilidade certa de provocar unha enfermidade ao traballador exposto ao radon fai da súa presenza no traballo un **risco laboral que obrigatoriamente debe ser avaliado** de acordo coa LEI 31/1995, do 8 de novembro, de Prevención de Riscos Laborais.

Ademais, de acordo con o Real Decreto 39/1997, polo que se aproba o Regulamento dos Servizos de Prevención, cando a avaliación de riscos poña de manifesto a existencia dun risco para a saúde dos traballadores, o empresario deberá levar a cabo unha vixilancia da saúde dos devanditos traballadores. Por outra banda, a vixilancia debe posibilitar que se identifiquen, tan pronto como sexa posible, os efectos adversos que pode provocar o radon de tal maneira que se poida evitar a progresión cara un ulterior dano para a saúde máis importante.

Dependendo dos niveis de exposición ao radon existentes, haberá que estimar se aos traballadores débeselles aplicar o Protocolo de vixilancia sanitaria específica para os/as traballadores expostos a Radiacións Ionizantes.

O Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo ten publicadas as seguintes Notas Técnicas de Prevención respecto ao radon:

- NTP 440: Radon en ambientes interiores, 1997
- NTP 533: O radon e os seus efectos sobre a saúde, 1999
- NTP 607: Guías de calidade de aire interior: contaminantes químicos, 2001
- NTP 989: Calidade de aire interior: filtros de carbón activo para a súa mellora. 2013

37.- QUE PODO FACER SE A MIÑA EMPRESA IGNORA A PRESENZA DE GAS RADON NO MEU POSTO DE TRABALLO?

En primeiro lugar, tratar de convencela acerca da necesidade de realizar as devanditas medidas porque está na lexislación vixente e o seu incumprimento podería significar un serio conflito para a mesma. Así, por exemplo, un traballador moi fumador, que desgraciadamente tivese un cancro de pulmón, podería “denunciar” á empresa por non cumprir a mesma coa obrigaón de informarlle dos riscos derivados da presenza de gas radon no seu posto de traballo e, por tanto, a demanda que podería presentar contra a empresa tería moitas posibilidades de prosperar, a pesar de que o seu carácter de “moi fumador” podería estar detrás da súa patoloxía.

Se os argumentos esgrimidos non son aceptados pola empresa, non queda máis remedio que seguir os camiños que nos marca a lexislación laboral en materia de protección da saúde dos traballadores, exactamente o mesmo que por calquera outro risco laboral.



O radon e a súa prevención

38.- QUE ZONAS DE ESPAÑA SON MÁIS PROPENSAS A TER RADON?

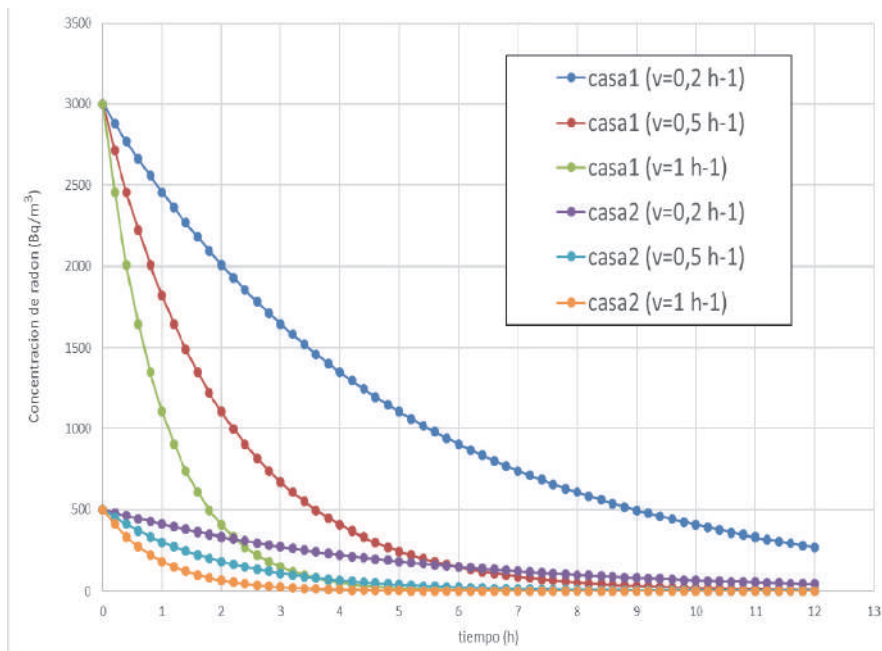
Como se explicou nun apartado anterior, existe un Mapa de Potencial de Radon para España editado polo Consello de Seguridade Nuclear que fixa as zonas cunha maior probabilidade de ter niveis elevados de radon.

É importante ter en conta que é un mapa que nos dá probabilidades de atopar radon, por tanto, non é unha certeza, pero é o que temos como criterio para clasificar as zonas do noso Estado asociadas con altos niveis de radon.

39.- PODO ELIMINAR O GAS RADON DO MEU POSTO DE TRABALLO VENTILANDO UNICAMENTE O MESMO?

O nivel de ventilación dunha habitación vén reflectir o número de veces que por unidade de tempo renóvase totalmente o aire da mesma. Como queira que o contido de radon no aire exterior é moi pequeno, é de esperar que a ventilación dunha habitación produza unha dilución do radon presente no seu interior e, por tanto, de lugar a unha diminución da concentración do devandito gas. Con todo, este proceso fácil sobre o papel, resulta pouco eficaz cando as concentracións de radon son moi elevadas.

Para explicar este feito, fixémonos na Figura na que se representou a evolución da concentración de radon en función da taxa de ventilación para unha habitación na que a concentración de radon parte de dous valores diferentes, 500 Bq/m³ e 3000 Bq/m³. Como se pode observar no primeiro caso, un incremento da ventilación dá lugar a unha diminución das concentracións ata niveis que podemos considerar aceptables. Con todo, para alcanzar estes niveis, no segundo caso é necesario incrementar a ventilación tanto que non ten ningún sentido, sobre todo, se as condicións meteorolóxicas do exterior son desfavorables.



40.- QUE MEDIDAS DEBEN ADOPTAR AS EMPRESAS?

Se os niveis de gas radon no posto de traballo superan o valor establecido na normativa antes reflectida e o mesmo pasa a ser de **exposición planificada, é dicir, supera os 6 mSv/ano** o límite de dose para o traballador será de 20 mSv/ano e necesita dunha **dosimetría persoal** ao obxecto de controlar que devandito valor non é superado. Para iso, as empresas tratarán, por unha banda, de reducir os niveis de gas radon utilizando as diferentes opcións de remedio existentes: ventilación forzada, selado de gretas, presurización, etc a realizar por unha entidade autorizada e/ou reducir o tempo de permanencia do traballador utilizando un sistema de rotación de persoal ou limitación de acceso.

41.- CANTO CUSTA QUITAR GAS RADON?

Non é fácil avaliar o custo da mitigación de radon nun edificio, xa que o mesmo depende do nivel de radon do que partimos, así como o que queremos alcanzar despois do remedio. En calquera caso, un bo diagnóstico é o fundamental para así poder optimizar as medidas a tomar e con iso o orzamento de mitigación. De todos os xeitos, resulta conveniente a non coincidencia entre o profesional que realice o diagnóstico e a mitigación ao obxecto de non “xulgarse” así mesmo na devandita tarefa. Urxe, por parte da administración, a autorización oficial de empresas que se dediquen á eliminación do radon superado o curso de formación adecuado.

42.- EXISTEN SUBVENCÍONS PÚBLICAS PARA ELIMINAR O GAS RADON DAS VIVENDAS E POSTOS DE TRABAJO?

Non existen subvencións para eliminar radon de postos de traballo pero, por primeira vez, e no Plan de Vivenda 2018-20 que se recolle a continuación aparece a posibilidade de recibir subvención se se reduce o nivel de radon na vivenda. A competencia da Comunidade Autónoma é quen o decide.

Decreto 106/2018, de 9 de marzo, polo que se regula o Plan Estatal de Vivenda 2018-2021.



BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO



Núm. 61

Sábado 10 de marzo de 2018

Sec. I. Pág. 28868

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE FOMENTO

3358 *Real Decreto 106/2018, de 9 de marzo, por el que se regula el Plan Estatal de Vivienda 2018-2021.*

ACTUACIONES SUBVENCIONABLES

Se considerarán actuaciones subvencionables para la mejora de la eficiencia energética y la sostenibilidad de las viviendas unifamiliares aisladas o agrupadas en fila, y en los edificios de viviendas de tipología residencial colectiva, incluidas las que se realicen en el interior de las viviendas, que se dirijan a la mejora de su eficiencia energética y sostenibilidad de las siguientes.

Las que mejoren el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Documento Básico del Código Técnico de la Edificación DB-HS de salubridad o, en su defecto, las que afecten a elementos cuyo tratamiento permita reducir de forma efectiva en el interior de la edificación el promedio anual de concentración de radon a niveles inferiores a 300 Bq/m³, o en las que sin alcanzar dicho nivel, se reduzca la concentración inicial al menos un 50%.

Formación



43.- EXISTEN ASOCIACIÓNS QUE TEÑEN AO GAS RADON COMO MÁXIMO PROTAGONISTA?

No momento presente existe unha Asociación na Unión Europea denominada ERA (European RADON Association) creada legalmente en 2013 e promovida, fundamentalmente, por LaRUC a raíz da “Intercomparison International under Natural conditions”, organizada polo grupo e desenvolvida no Laboratorio de Radiación Natural en Saelices el Chico, Salamanca en 2011.

44.- FORMACIÓN NO CAMPO DO GAS RADON?

A Universidade de Cantabria, a través do seu programa de Formación Continuada, oferta un curso sobre radon. É a única no Estado que ofrece un curso relacionado co gas radon.

A Universidade de Santiago de Compostela (USC) non ofrece cursos directos de formación en gas radón, pero a través do Laboratorio de Radón en Galicia (USC), realiza estudos de ciencia cidadá e proporciona orientación para a cidadanía e profesionais interesados na remediación do radón, como se explica no seu proxecto de estudos en curso.

O Instituto de Seguridade e Saude de Galicia (Issga), como entidade técnica en seguridade e saúde laboral en Galicia, no que participamos os axentes sociais, ofrece apoio, promoción, sensibilización e asesoramento técnico na prevención de riscos laborais. Ademais, colabora estreitamente coa Inspección de Traballo e Seguridade Social e participa na execución do Plan nacional contra o radón, en liña coa estratexia deseñada pola Xunta de Galicia a través da Consellería de Sanidade.



Conclusiones

45.- COMO DELEGADO/A DE PREVENCIÓN QUE DEBO FACER?



FORMACIÓN

Realización de campañas formativas dos delegados/as de prevención, traballadores e titulares da actividade laboral sobre os principais aspectos do gas radon:

- Saber que é o Radon
- Onde está presente
- Quen está exposto
- Como dana á saúde
- Medidas preventivas
- Responsabilidade empresarial
- Normativa aplicable

INFORMACIÓN

Realización de campañas de información e divulgación a traballadores e aos titulares da actividade laboral do que é o gas radon, os danos á saúde e as medidas preventivas e correctivas que se deben implantar en empresas expostas a este gas.

REIVINDICACIÓN

Petición á empresa para que cumpra coas súas obrigacións respecto á protección en seguridade e saúde dos traballadores/as, solicitando que se realice a avaliación da exposición a radon e a adopción das medidas preventivas necesarias para evitala ou diminuíla.

Negociación coa empresa das medidas preventivas que se deben implantar e dos prazos de tempo para levalas a cabo.

ACCIÓN

Coñecemento das medidas correctivas aplicadas na empresa.

Seguimento de que o titular da actividade laboral aplica as medidas correctivas necesarias.

No caso de que a empresa incumpra coas súas obrigacións respecto á protección en seguridade e saúde dos traballadores/as, denunciar este feito ante a Inspección de Traballo e Seguridade Social (ITSS).

A horizontal band of watercolor paint in rainbow colors (red, orange, yellow, green, blue, purple) with a torn, irregular bottom edge.

Referencias

- LaRUC (Laboratorio de Radioactividade Ambiental da Universidade de Cantabria)
<http://www.elradon.com/web/>
- Laboratorio de Radón de Galicia Universidade de Santiago de Compostela
<https://radon.gal/es>
- Radon: un gas radioactivo de orixe natural na súa casa.
ISBN: 84-8102-114-8. Edita: Consello de Seguridade Nuclear. Servizo de Publicacións. Universidade de Cantabria. 1995
- Consello de Seguridade Nuclear www.csn.es
- Axencia Internacional de Investigación sobre o Cancro. Organización Mundial da Saúde
<https://cancer-code-europe.iarc.fr/index.php/é/doce-formas>
- Directiva Europea: 90/143/Euratom. Recomendación da Comisión, do 21 de febreiro de 1990, relativa á protección da poboación contra os perigos dunha exposición ao radon no interior de edificios
- Directiva Europea: 96/29/Euratom do Consello do 13 de maio de 1996 pola que se establecen as normas básicas relativas á protección sanitaria dos traballadores e da poboación contra os riscos que resultan das radiacións ionizantes
- Directiva Europea: 2013/59/Euratom do Consello do 5 de decembro de 2013 pola que se establecen normas de seguridade básicas para a protección contra os perigos derivados da exposición a radiacións ionizantes, e derróganse as Directivas 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom.
- Directiva Europea: 2013/51/Euratom do consello do 22 de outubro de 2013 pola que se establecen requisitos para a protección sanitaria da poboación con respecto ás substancias radioactivas nas augas destinadas ao consumo humano.
- Real Decreto 783/2001, do 6 de xullo, polo que se aproba o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes. BOE núm. 178, do 26 de xullo de 2001, páxinas 27284 a 27393.
- Real Decreto 1439/2010, do 5 de novembro, polo que se modifica o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, do 6 de xullo. BOE núm. 279, do 18 de novembro de 2010, páxinas 96395 a 96398.

- Real Decreto 1299/2006, do 10 de novembro, polo que se aproba o cadro de enfermidades profesionais no sistema da Seguridade Social e establécense criterios para a súa notificación e rexistro. BOE núm. 302, de 19/12/2006.
- Real Decreto 39/1997, do 17 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento dos Servizos de Prevención. BOE núm. 27, do 31 de xaneiro de 1997, páxinas 3031 a 3045.
- Decreto 106/2018, do 9 de marzo, polo que se regula o Plan Estatal de Vivenda 2018-2021.
- Lei 31/1995, do 8 de novembro, de prevención de Riscos Laborais. BOE núm. 269, de 10/11/1995.
- Instrución IS-33, do 21 de decembro de 2011, do Consello de Seguridade Nuclear, sobre criterios radiolóxicos para a protección fronte á exposición á radiación natural. BOE núm. 22 do 26 de xaneiro de 2012, páxinas 6833 a 6838.
- Real Decreto 1029/2022, do 20 de decembro, polo que se aproba o Regulamento sobre protección sanitaria contra radiacións ionizantes. BOE núm. 178, do 26 de xullo de 2001, páxinas 178672 a 178732.
- Real Decreto 1217/2024, do 3 de decembro, polo que se aproba o Regulamento sobre instalacións nucleares e radioactivas e outras actividades relacionadas coa exposición ás radiacións ionizantes. BOE núm. 292, do 4 de decembro de 2024, páxinas 164588 a 164702.
- Instrución IS-47 do 9 de abril de 2025 do Consello de Seguridade Nuclear pola que se aproba a listaxe de termos municipais de actuación prioritaria contra o radon e establécense directrices para as medicións de radon no aire interior dos centros de traballo situados neles. BOE núm. 105, do 1 de maio de 2025, páxinas 59229 a 59235.
- Guía de Seguridade 11.02 do Consello de Seguridade Nuclear, Control da exposición a fontes naturais de radiación Madrid, 18 de xaneiro de 2012.
- Guía de Seguridade 11.01 do Consello de Seguridade Nuclear, Directrices sobre a competencia dos laboratorios e servizos de medida de radon en aire Madrid, 27 de xaneiro de 2010.
- Fichas Internacionais de Seguridade Química: Nº CAS 10043-92-2. International Chemical Safety Cards (WHO/IPCS/ILO). RADON. ICSC: 1322

- Protocolo de vixilancia sanitaria específica para os/as traballadores expostos a Radiacións Ionizantes.
- Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo: NTP 440: Radon en ambientes interiores, 1997.
- Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo: NTP 533: O radon e os seus efectos sobre a saúde, 1999.
- Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo: NTP 607: Guías de calidade de aire interior: contaminantes químicos, 2001.
- Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo: NTP 989: Calidade de aire interior: filtros de carbón activo para a súa mellora. 2013.

O GAS RADON NO AMBITO LABORAL

