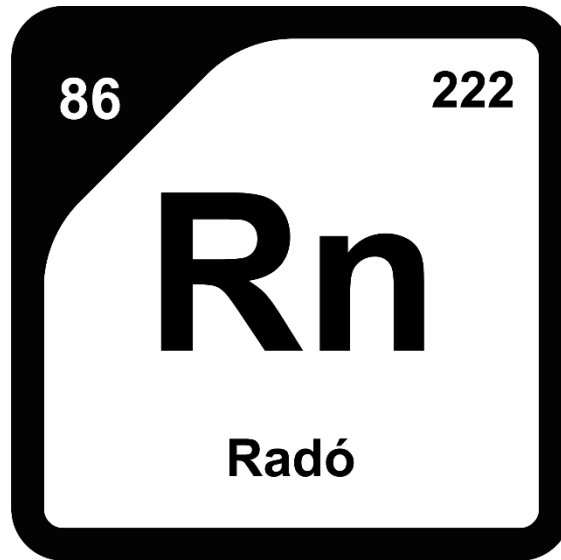


# EXPOSICIÓ AL RADÓ EN L'ÀMBIT LABORAL



04/04/2024

Foment de les actuacions que s'han de dur a terme per combatre l'exposició al radó residencial i ocupacional

Amb aquesta guia es pretén conscienciar sobre les fonts d'exposició al radó, tant fora com dins de l'àmbit laboral, sobre els seus efectes en la salut de les persones i sobre les mesures d'actuació que s'han de prendre per evitar o reduir aquesta exposició.

## Pla General d'Activitats Preventives 2024

# Índex

0.	Introducció	2
1.	Objectius de la guia	3
2.	Conceptes bàsics	4
3.	El radó i les seves propietats	6
4.	Fonts d'exposició a radiacions ionitzants	7
	4.1 Fonts d'exposició al radó	9
	4.1.1 Radó procedent del terreny	9
	4.1.2 Radó procedent dels materials de construcció	14
	4.1.3 Radó procedent de l'aigua	15
5.	Exposició al radó en l'àmbit laboral	15
	5.1 Marc normatiu que regula l'exposició al radó en l'àmbit laboral	15
	5.2 Persones treballadores exposades al radó i activitats amb exposició	18
	5.3 Nivells de referència i límits d'exposició	20
	5.4 Obligacions dels titulars	20
	5.5 Mesuraments de la concentració de radó	24
	5.6 Declaració i registre d'activitats laborals amb exposició a la radiació natural	25
6.	Bibliografia	36

## 0. Introducció

El radó és un **element radioactiu en estat gasós**. Aquesta condició li confereix una gran facilitat de moviment per l'escorça terrestre, atès que li permet viatjar a través dels porus del mitjà on es genera. S'exhala del terreny (en funció de les característiques d'aquest, com la porositat, la fracturació, la permeabilitat, i les condicions climatològiques, com les diferències de temperatura i pressió atmosfèrica) i passa a l'aire exterior i s'acumula (com que és molt més pesant que l'aire) a l'interior dels edificis o en llocs tancats.

En general, les concentracions de radó als edificis o llocs tancats disminueixen a mesura que ens allunyem del sòl (normalment, els valors més alts es troben en soterranis o plantes baixes en les quals hi ha poca ventilació), encara que de vegades poden trobar-se altes concentracions de radó als pisos o altures més elevades a causa de diferents variables, com la contribució dels materials de construcció, l'aigua, el gas, conductes de les persones presents i per dissenys estructurals de l'edifici (p. ex. un que origini un efecte xemeneia).

El radó va ser declarat **carcinogen humà tipus I** per l'Agència Internacional de Recerca en Càncer (IARC) i l'Agència de Protecció Ambiental dels Estats Units (USEPA).

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS) el radó és la segona causa de càncer de pulmó en la població general després del tabac. Existeix abundant evidència científica que ha demostrat, convincentment, **una correlació entre l'exposició al radó en interiors i el càncer de pulmó**, fins i tot per als nivells de radó relativament baixos. El risc de càncer de pulmó augmenta proporcionalment a l'exposició al radó. D'altra banda, l'OMS afirma que no existeix un nivell segur de concentració de radó (excepte l'absència d'aquest) per sota del qual no correm cap mena de risc.

Les estimacions actuals sobre la proporció dels casos de càncer de pulmó atribuïble al radó varien entre un 3 % i un 14 % (del total de casos d'aquest tipus de càncer) segons la concentració mitjana de radó a la corresponent zona on s'habita i els mètodes de càlcul emprats. Estudis més recents mostren que el risc de contreure càncer de pulmó, a causa del radó, augmenta en un 16 % per cada increment de 100 Bq/m<sup>3</sup> en la concentració mitjana de radó a llarg termini.

Com que són moltes les persones exposades, **de manera perllongada**, a concentracions de radó baixes o mitjanes, la majoria dels casos de càncer de pulmó associats al radó són provocats per aquests nivells d'exposició i no per concentracions més elevades.

Cal destacar que la majoria dels casos de càncer de pulmó induïts pel radó es donen en persones fumadores, a causa del fort **efecte sinèrgic del tabac i el radó**.

Lògicament, existeix una **exposició laboral o ocupacional al radó**. Determinades activitats laborals (com la mineria subterrània o l'explotació de les aigües termals) comporten un risc significatiu d'exposició a aquest gas. L'exposició laboral al radó es considera una **exposició a un agent cancerigen al lloc de treball**. Com a prova d'això, al llarg d'aquests anys, s'han publicat diversos estudis que analitzen l'exposició al radó en l'àmbit laboral del nostre país.

A continuació, en destaquem dos.

- RUANO.RAVINA, Alberto et al. Indoor radon in Spanish workplaces. A pilot study before the introduction of the European Directive 2013/59/Euratom. Gac Sanit [en línia]. 2019, vol. 33, n. 6, p. 563-567. Epub 27-01-2020. ISSN 0213-9111.

L'objectiu d'aquest estudi pilot va ser analitzar l'exposició al radó interior en llocs de treball a Espanya, abans de la introducció de la directiva europea 2013/59/Euratom. Com a dades d'interès:

- S'hi van mesurar 248 llocs de treball, amb el 27 % per sobre dels 300 Bq/m<sup>3</sup>.
  - Galícia i Madrid van tenir el major nombre de mesuraments.
  - El 46 % dels llocs de treball a Galícia tenien concentracions majors de 300 Bq/m<sup>3</sup>, i el 10,6 % a Madrid.
  - Conclusió: l'exposició a radó podria ser un problema de salut rellevant als llocs de treball a Espanya.
- Martin-Gisbert L, Candal-Pedreira C, García-Talavera San Miguel M, Pérez-Ríos M, Barros-Dios J, Varela-Lema L, et al. Radon exposure and its influencing factors across 3,140 workplaces in Spain. Environ Res. 2023;117305.

L'objectiu d'aquest estudi recent va ser descriure l'exposició al radó laboral a Espanya. Per a això, van recopilar 3.140 mesuraments de radó en llocs de treball situats principalment en àrees amb alt potencial de radó. La concentració de radó va superar el nivell de referència de 300 Bq/m<sup>3</sup> en 1 de cada 5 llocs de treball. Els resultats indicaven que en zones amb alt potencial de radó es poden esperar concentracions significatives de radó a totes les plantes, especialment als soterranis. La planta (o altura de l'edifici), el sector laboral i la ubicació geogràfica influïen significativament en la concentració de radó.

*Tots aquests motius fan que l'exposició al radó es consideri com un problema per a la salut pública.*

Finalment, cal ressaltar que la Comissió Europea, a través del **Codi europeu contra el càncer** (document de referència en la prevenció del càncer i basat en l'evidència científica) reflecteix la preocupació i alarma de conscienciació a la població general i detalla com una de les 12 maneres per prevenir el càncer: "Esbrini si està exposat a la radiació procedent d'alts nivells naturals de radó al seu domicili i prengui mesures per reduir-los".

## 1. Objectius de la guia

Amb aquesta guia pretenem conscienciar i proporcionar una visió integral i actualitzada dels principals aspectes del radó relacionats amb la salut, la normativa vigent que el regula i les mesures d'actuació que s'hi contemplen. Tot això, amb la finalitat de prevenir l'exposició al radó als nostres llocs de treball i així vetllar per la seguretat i la salut de les persones treballadores que hi puguin estar exposades.

## 2. Conceptes bàsics

La **radiació ionitzant** és un tipus d'energia que alliberen els àtoms inestables en forma d'ones electromagnètiques (rajos gamma o rajos X) o partícules (partícules alfa i beta o neutrons).

Les radiacions ionitzants són de tres tipus:

- **Partícules alfa  $\alpha$** . Són nuclis d'heli (formats per dos protons i dos neutrons). Les partícules alfa són les radiacions ionitzants amb major massa, per la qual cosa la seva **capacitat de penetració en la matèria és limitada** i no poden travessar un full de paper o la pell del nostre cos. Les partícules alfa són molt energètiques.
- **Partícules beta  $\beta$** . Són electrons o positrons i posseeixen una massa molt menor que les partícules alfa, per la qual cosa tenen una **major capacitat per penetrar en la matèria**. Una partícula beta pot travessar un full de paper, però serà detinguda per una fina làmina de metall o metacrilat i per la roba. Són menys energètiques que les partícules alfa.
- **Rajos gamma  $\gamma$** . Són radiacions electromagnètiques, per la qual cosa no tenen massa ni càrrega, i això els fa tenir un **gran poder de penetració en la matèria**. Per detenir-les és necessària una capa gruixuda de plom o una paret de formigó. Els rajos gamma i els rajos X tenen les mateixes propietats i es diferencien únicament en l'origen: mentre que els rajos gamma es produeixen al nucli de l'àtom, els rajos X procedeixen de les capes externes de l'àtom, on es troben els electrons.

Existeix un quart tipus de radiació ionitzant, els **neutrons**, si bé cal saber que aquests no són ionitzants per si mateixos, és a dir, quan interaccionen amb la matèria no arrenquen electrons. No obstant això, quan xoquen amb un nucli atòmic poden activar-lo o fer que aquest emeti una partícula carregada o un raig gamma, per la qual cosa són ionitzants de forma indirecta. Els neutrons són les radiacions ionitzants amb major capacitat de penetració, per la qual cosa per detenir-los cal una paret gruixuda de formigó, aigua lleugera o pesant, grafit, beril·li o bor-10.

*Les partícules alfa i beta tenen un poder escàs de penetració en el medi, mentre que els rajos X i gamma en tenen un de major.*

Els elements inestables que es desintegren i emeten radiació ionitzant es denominen **radionúclids**. La desintegració espontània d'aquests radionúclids, que en formen uns altres, es denomina **radioactivitat**, i l'energia excedent emesa és una forma de radiació ionitzant. La unitat que mesura la radioactivitat és el **becquerel**.

*Un becquerel (1 Bq) = 1 desintegració atòmica per segon.*

La quantitat mitjana de radó per metre cúbic d'aire a les cases d'Espanya és de 24 Bq, és a dir, la quantitat de radó és tal que 24 àtoms es desintegren cada segon en cada metre cúbic d'aire.

Cada radionúclid es caracteritza per la seva semivida o període de semidesintegració i pel tipus i l'energia de la radiació que emet.

La **semivida o semidesintegració** d'un radionúclid és el temps necessari perquè la seva activitat disminueixi a la meitat del valor inicial a causa de la desintegració.

El **dany produït al cos humà per tota mena de radiació rebuda es mesura amb una magnitud que es diu dosi de radiació**. Cal tenir en compte que la mateixa quantitat de radiació produeix diferent dany en un cert teixit biològic, i que aquest dany depèn del tipus de radiació de què es tracti (alfa, beta, gamma, rajos X o neutrons). Els diferents òrgans i teixits del cos humà tenen diferent sensibilitat i són danyats de manera diferent per un mateix tipus de radiació.

La dosi de radiació es pot mesurar de diverses maneres:

- La **dosi absorbida** s'utilitza per avaluar la possibilitat de canvis bioquímics en teixits específics. La dosi absorbida és la concentració d'energia dipositada al teixit com a resultat d'una exposició a la radiació ionitzant.
- La **dosi equivalent** s'utilitza per avaluar quant de dany biològic s'espera de la dosi absorbida. Diferents tipus de radiació tenen diferents propietats nocives. Els mesuraments de la **dosi absorbida i de la dosi equivalent** poden ser utilitzats per **avaluar el risc dels teixits a curt termini**.
- La **dosi efectiva** s'utilitza per avaluar la **possibilitat d'efectes a llarg termini** que podrien ocórrer en el futur. La dosi efectiva és un valor calculat, que té en compte tres factors:
  - la dosi absorbida per tots els òrgans del cos,
  - el nivell relatiu de dany de la radiació, i
  - la sensibilitat de cada òrgan a la radiació.

Existeixen diverses unitats en les quals es pot mesurar la dosi. La unitat de mesura de la dosi absorbida és el gray (Gy). El **sievert** (Sv) és la unitat que mesura la dosi de radiació equivalent i efectiva.

En protecció radiològica és més freqüent parlar de la mil·lèsima part d'aquesta unitat, el mil·lisievert (1 mSv = 0,001 Sv), i de la milionèsima part d'aquesta unitat, el microsievert.

(1 µSv = 0,000001 Sv).

*Per mesurar la radiació ionitzant, en termes del seu potencial per causar danys, s'utilitza la **dosi efectiva**. La unitat per mesurar-la és el sievert (Sv), que té en consideració el tipus de radiació i la vulnerabilitat dels òrgans i teixits.*

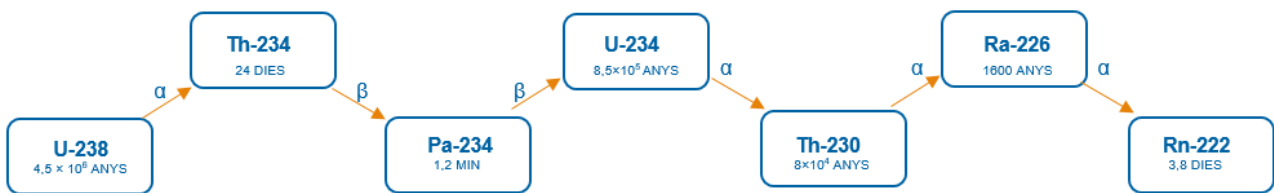
A més de la quantitat (o dosi) de radiació, un altre paràmetre important és la velocitat amb què es rep (o **taxa de dosi**), que es mesura en microsievarts per hora (µSv/h) o mil·lisievarts a l'any (mSv/any).

Per sobre de certs llindars, la radiació pot afectar el funcionament dels òrgans i els teixits, i produir efectes aguts com enrogiment de la pell, caiguda dels cabells, cremades per radiació o síndrome d'irradiació aguda. Aquests efectes són més intensos com majors són la dosi i la taxa de dosi.

Si la dosi de radiació és baixa o l'exposició a aquesta té lloc durant un període perllongat (és a dir, si la taxa de dosi és baixa), el risc és considerablement inferior, perquè hi ha més probabilitats que es reparin els danys. No obstant això, continua existint un risc de sofrir efectes a llarg termini, com la cataracta o el càncer, que poden trigar anys, o fins i tot decennis, a aparèixer. Si bé no sempre apareixen efectes d'aquest tipus, la probabilitat que es produeixin és proporcional a la dosi de radiació. El risc és major per a la població vulnerable.

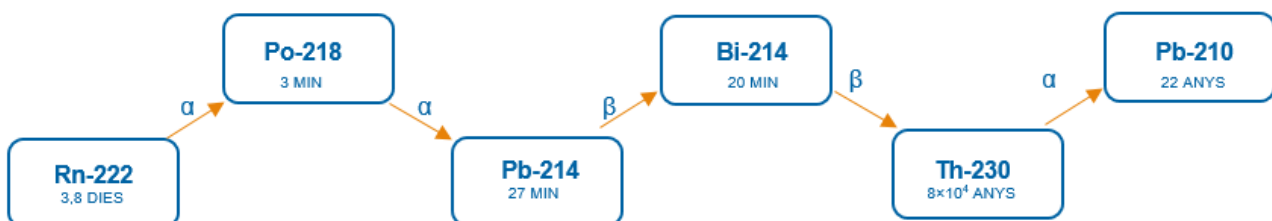
### 3. El radó i les seves propietats

El **radó (Rn-222)** és un isòtop radioactiu (radioisòtop o radionúclid) pertanyent al grup dels gasos nobles, incolor, inodor i moderadament soluble en l'aigua i altres líquids. És nou vegades més pesant que l'aire. Prové de les cadenes naturals de desintegració dels isòtops de l'urani (O-238 i O-235) i del tori (Th-232), elements que es troben de forma natural a l'escorça del nostre planeta. Dels tres, el més abundant és l'isòtop O-238. El O-238 es desintegra i dona lloc al Th-234, que també es desintegra en un altre element radioactiu, i així successivament fins que s'arriba al Ra-226, mineral sòlid que es desintegra formant el radó (Rn-222). Tots aquests elements, en la seva desintegració, emeten partícules alfa, beta i radiació gamma.



#### Seqüència de desintegració del O-238

La desintegració del Rn-222 dona lloc a una sèrie d'elements radioactius, que continuen la cadena natural de desintegració i que emeten partícules alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) i radiació gamma ( $\gamma$ ). El període de semidesintegració del radó és prou llarg (3,8 dies) perquè pugui penetrar dins d'edificis i acumular-s'hi.



#### Seqüència de desintegració del Rn-222

Així, en una habitació o recinte tancat, pot haver-hi una certa concentració de radó, que constitueix una font de descendents radioactius que són metalls pesants que es fixen als

aerosols. Quan respirem l'aire d'aquesta habitació, inhem aquests aerosols radioactius, que queden fixats als nostres pulmons. Aquest és el mecanisme mitjançant el qual els pulmons reben una dosi de radiació que pot causar, entre altres efectes, alteracions al material genètic de les cèl·lules del teixit pulmonar, i originar un dany que, al cap d'un temps, pot donar lloc a **càncer de pulmó**. Com ja hem comentat abans, aquest risc s'incrementa notablement en persones fumadores.

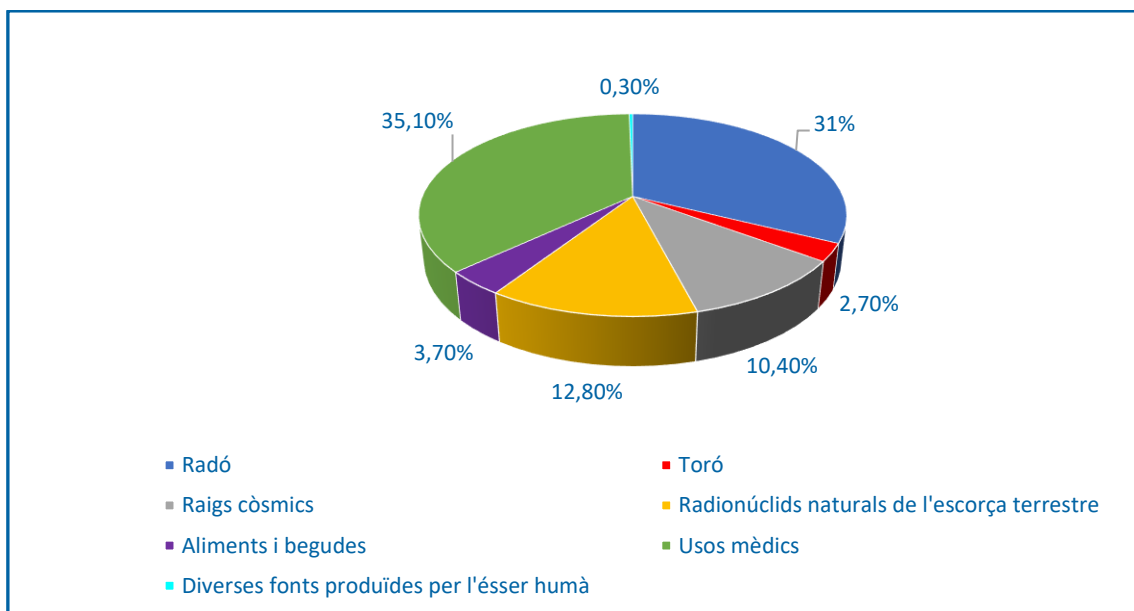
#### 4. Fonts d'exposició a radiacions ionitzants

Les persones estan exposades diàriament a la radiació ionitzant, tant d'origen natural com procedent d'aparells creats per l'ésser humà. La **radiació natural** pot produir-se en molts materials diferents. Al sòl, l'aigua i l'aire hi ha més de 60 materials radioactius naturals. D'altra banda, diàriament inhem i ingerim radionúclids presents a l'aire, als aliments i a l'aigua.

També estem exposats a **radiació procedent de fonts artificials** que van des de les centrals nuclears fins a aparells mèdics, tant diagnòstics com terapèutics. Avui dia, les fonts artificials més comunes de radiació ionitzant són els aparells mèdics, com els que s'usen per fer radiografies i tomografies computades.

*L'exposició de les persones a les radiacions ionitzants pot produir-se en diferents circumstàncies: a la llar o en llocs públics (exposició pública o residencial), al lloc de treball (exposició ocupacional) o en un establiment de salut (exposició mèdica).*

#### Principals fonts d'exposició a radiació ionitzant



Font: Informe Dosis de radiació. CSN. Al gràfic es representa la dosi mitjana rebuda en un any per una persona qualsevol de la població d'Espanya.



La **principal font de radiació natural és el radó**, un gas natural, com ja hem comentat, que emana, per processos o moviments d'advecció, de les roques i la terra.

*El radó contribueix de manera destacada a la dosi de radiació ionitzant rebuda per la població general.*

A més, l'exposició a radiacions ionitzants pot ocórrer per **via interna o externa**.

- > L'**exposició interna** es produeix quan un radionúclid és inhalat, ingerit o entra d'alguna altra manera al torrent circulatori (per exemple, a través d'una injecció o una ferida). L'exposició interna cessa quan el radionúclid s'elimina de l'organisme, ja sigui espontàniament (per exemple, en els excrements) o gràcies a un tractament.
- > Quant a l'**exposició externa**, es pot produir quan el material radioactiu present a l'aire (en forma de pols, líquid o aerosol) es diposita sobre la pell o la roba. Generalment, aquest tipus de material radioactiu es pot eliminar del cos simplement rentant-se.

D'altra banda, com s'explicarà més endavant, d'acord amb l'art. 1 del Reial decret 1029/2022, de 20 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament sobre protecció de la salut contra els riscos derivats de l'exposició a les radiacions ionitzants (RPSI), hi ha 3 tipus de situacions diferents en les quals podem estar exposats a radiacions ionitzants:

- > **Exposició planificada**, que es produeix quan s'usen de forma deliberada fonts de radiació amb finalitats concretes, com els aparells mèdics emprats per al diagnòstic o el tractament, així com d'altres d'ús en la indústria o la recerca.
- > Un altre cas és l'**exposició existent** i que es pot tractar de controlar, com l'exposició al radó a la llar o al lloc de treball o la radiació natural de fons existent al medi ambient.
- > Finalment, poden produir-se **exposicions en les situacions d'emergència**, per exemple, davant d'un esdeveniment inesperat que requereix actuar amb rapidesa, com un accident nuclear o un acte delictiu.



## 4.1. Fonts d'exposició al radó

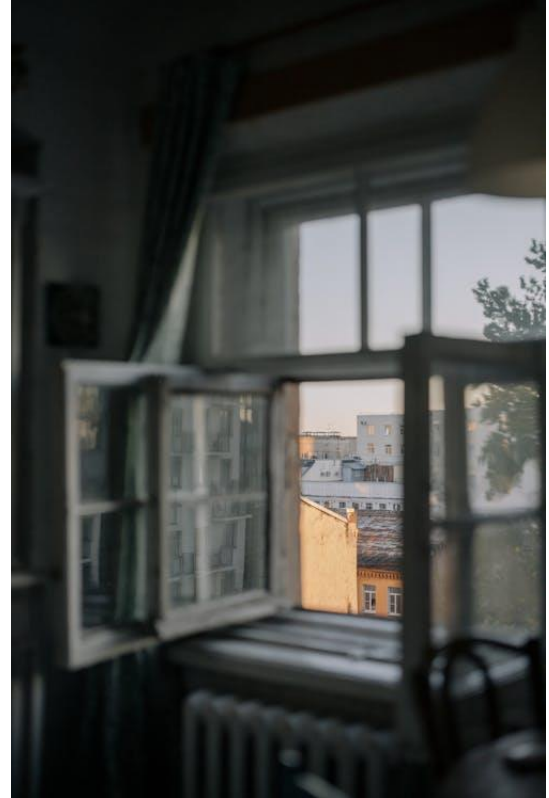
L'exposició al radó, **font de radiació ionitzant natural**, es produeix, principalment, per penetració en les edificacions, procedent del **terreny**, encara que també pot entrar-hi, en grau més baix, procedent dels **materials de construcció** (ja que aquests poden provenir de zones amb sòls amb alt contingut en radó) **o de l'aigua corrent**.

D'altra banda, la concentració de radó en interiors no es manté constant i fluctua al llarg del temps (al llarg de l'any, del dia) i a conseqüència de les condicions meteorològiques. També poden influir-hi altres variables, com les diferents característiques del terreny (la porositat i la permeabilitat), les esquerdes al ciment, la presència de canalitzacions i altres possibles connexions del sòl amb l'interior.

El comportament dels usuaris pot influir en l'entrada i acumulació de radó als locals habitables, per exemple, amb els seus hàbits de ventilació. Per regla general, la ventilació dels locals habitables disminueix la concentració de radó per dilució.

Als espais oberts es considera que el risc és negligible, ja que el radó es dispersa ràpidament en l'ambient.

Els edificis considerats amb major risc de presència de radó són els habitatges i els llocs de treball, perquè el temps d'exposició hi és més alt.



*La quantitat de radó que s'acumula a l'interior dels edificis depèn de nombrosos factors, entre els quals es poden destacar els relacionats amb el terreny, les característiques constructives de l'edifici, la climatologia i el comportament dels usuaris (**hàbits de ventilació**).*

### 4.1.1. Radó procedent del terreny

Habitualment **el terreny és la principal font de radó**.

L'exhalació de radó del terreny depèn de:

- > La **composició geològica**. Hi ha tipus de terreny que produeixen una gran quantitat de radó, per exemple, els terrenys amb alt contingut en urani, com són els procedents de roques ígnies (granit) i metamòrfiques (pissarres i esquistos).
- > Com que el radó és gasós, de la **capacitat de moviment** d'aquest al terreny. Quan es genera el radó al terreny, no roman en el punt en el qual es forma, sinó que pot moure's.

Aquest moviment es veu influït per factors com:

- > La **permeabilitat a l'aire del terreny**: com major és la permeabilitat, major facilitat de moviment té.

Així, per exemple, en massissos rocosos sense fracturar, encara que la concentració de radó sigui alta, serà difícil que escapi de la roca, mentre que en terrenys fracturats el radó es mourà més ràpidament i sortirà a l'exterior o a l'envolupant dels edificis amb major facilitat.

- > El **grau de saturació d'aigua** del terreny: com major sigui la saturació, menor facilitat de moviment, ja que l'aigua continguda al terreny presenta un coeficient de difusió inferior al de l'aire i reté els gasos.

Si tot el terreny sota un edifici té un grau de saturació d'aigua similar, l'efecte és favorable per a la protecció enfront del radó. No obstant això, si el grau de saturació és heterogeni, per exemple, quan la capa superficial del terreny circumdant d'un edifici està saturada d'aigua per la pluja, però sota l'edificació el terreny roman sec, l'efecte és desfavorable perquè es dificulta la sortida de radó a l'exterior, per la qual cosa tendeix a augmentar la seva entrada a l'edifici.

- > La **climatologia**. Es pot afirmar que les baixes pressions atmosfèriques (a grans trets, més habituals de l'hivern) afavoreixen la sortida del gas radó del terreny, i les altes la dificulten. A més, com s'ha indicat anteriorment, les precipitacions modifiquen la saturació d'aigua del terreny circumdant a l'edifici, i així es pot facilitar l'entrada de radó als edificis.



El radó pot penetrar a l'interior dels edificis **per convecció**, a través de les esquerdes o zones de l'envolupant de l'edifici en contacte amb el terreny (murs de soterrani, soles, etc.) que presenten una discontinuïtat, i **per difusió** a través de la massa dels materials porosos que formen l'envolupant (Figura 1). Els principals punts que poden presentar una discontinuïtat són les juntes o els encontres no segellats (juntes perimetrals, encontres amb elements passants com conductes d'evacuació d'aigües, etc.).

Les majors concentracions de radó en un edifici es localitzen a les **plantes inferiors** en contacte amb el terreny, com són **els soterranis i les plantes baixes**, ja que, a més, la densitat del radó és superior a la de l'aire. En alguns casos, es poden donar valors alts de concentració de radó en zones més elevades de l'edifici quan existeix una comunicació entre les plantes baixes i aquestes zones més elevades de manera que l'aire pot ascendir fàcilment per processos convectius i de tir tèrmic. Això pot donar-se, per exemple, quan els tancaments de la façana estiguin composts per una cambra d'aire o quan les diferents plantes estiguin comunicades per escales obertes (Figura 1).

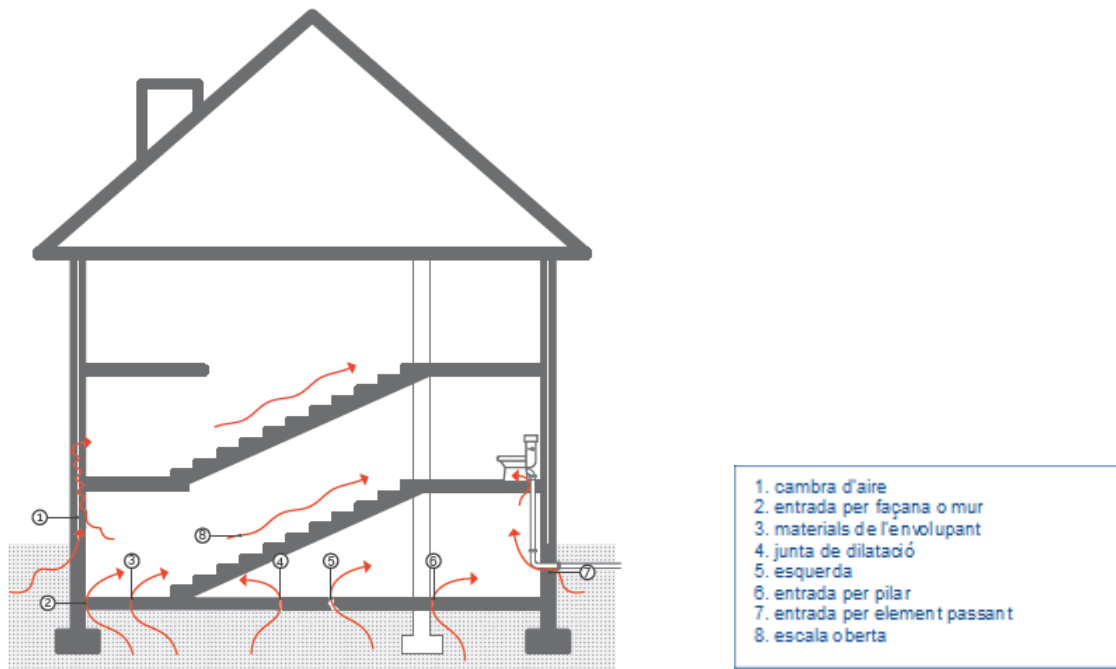


Figura 1. Vies més usuals d'entrada de radó procedent del terreny i de comunicació amb altres plantes. Font: Guia de rehabilitació enfront del radó. CSIC

### Les característiques constructives de l'edifici

Entre les característiques de l'edifici que afecten el contingut de radó de l'interior provinent del terreny destaquen:

- > La **proporció de l'envolupant de l'edifici en contacte amb el terreny**: com més gran sigui la superfície en contacte amb el terreny, major serà la possibilitat que el radó penetri a l'interior. Per exemple, un edifici amb la planta baixa oberta situat sobre estacades no té gairebé contacte amb el terreny, només als punts d'accés, per la qual cosa el risc seria molt baix, i un que compti amb soterrani estaria en el cas oposat, amb una major superfície de contacte amb el terreny.

- La **permeabilitat als gasos de l'envolupant**: com més permeable sigui el tancament, per exemple, per trobar-se deteriorat amb fissures o esquerdes o perquè està constituït per un forjat de fusta, més senzill serà per al gas radó travessar-lo i penetrar en l'edifici.
- El tipus de **solució constructiva** dels diferents components de l'envolupant: com més obstacles hi hagi al camí d'entrada del gas, més difícil serà que penetri en l'edifici. Per exemple, si l'edifici té una cambra sanitària, això suposarà un obstacle al pas del gas.
- Les **instal·lacions o altres elements que passin a través de l'envolupant** i en trenquin l'homogeneïtat, de manera que es permeti el pas del gas en aquests punts, per exemple, la presència d'un baixant que travessi la sola.
- La **comunicació entre els soterranis i les plantes habitables** pot possibilitar el desplaçament del gas de les zones baixes per on penetra i la seva acumulació a les zones altes habitables. En aquests casos, per exemple, l'existència de portes estanques dificultarà el pas del gas.
- El **sistema de ventilació**, que pot tenir un efecte beneficiós o perjudicial. En la majoria dels casos, pot contribuir a la dilució del radó i permetre que en baixi la concentració, però en uns altres pot produir una depressió a l'interior de l'edifici que arrossegui el radó del terreny cap a l'interior.

Simultàniament, com hem comentat, la presència de radó a l'interior de recintes o en determinats espais subterranis pot variar molt en funció del tipus de terreny i, en conseqüència, de la regió o zona on ens trobem.

En aquest sentit, existeixen zones geogràfiques en les quals, a causa de la geologia, és més probable trobar edificis amb nivells elevats.

La directiva 2013/59/EURATOM, de 5 de desembre del 2013, requereix que els estats membres engeguin plans nacionals d'actuació contra el radó (222Rn), amb el fi últim de reduir el nombre de càncers en la població deguts a l'exposició a aquest gas radioactiu d'origen natural. Al nostre país s'ha dissenyat el **Pla nacional contra el radó**, sota l'empara del nou Reglament RPSI.

Un instrument fonamental per garantir l'efectivitat d'aquest pla és identificar les zones geogràfiques més exposades, de manera que puguin dirigir-s'hi esforços de forma prioritària. Per tant, correspon a les autoritats competents identificar aquestes zones i establir normes per a les noves construccions o l'adaptació de les antigues.

El Consell de Seguretat Nuclear (d'ara endavant CSN) ha desenvolupat una cartografia, **mapa de potencial de radó a Espanya**, on es classifiquen les zones de tot el territori espanyol en funció dels nivells de radó i, en particular, identifica aquelles en les quals un percentatge significatiu dels edificis residencials presenta concentracions superiors a 300 Bq/m<sup>3</sup>.

**Què és el potencial de radó d'una zona?** És el **percentil 90 (P90)** de la distribució de nivells de radó dels edificis d'aquesta zona. Per exemple, per al nivell '300 Bq/m<sup>3</sup>' significa que: el 90 % dels edificis tenen concentracions inferiors a 300 Bq/m<sup>3</sup>, i el 10 % supera aquest nivell.

A partir del mapa del potencial de radó s'obté, directament, el **mapa de zonificació per municipi** (aquells municipis amb potencial de radó superior a 300 Bq/m<sup>3</sup>).

En aquest mapa es representen, en color destacat, els municipis en els quals hi ha població que resideix en zones d'actuació prioritària. Es mostren en granat aquells en els quals aquesta població representa més del 75 % de la total del municipi.

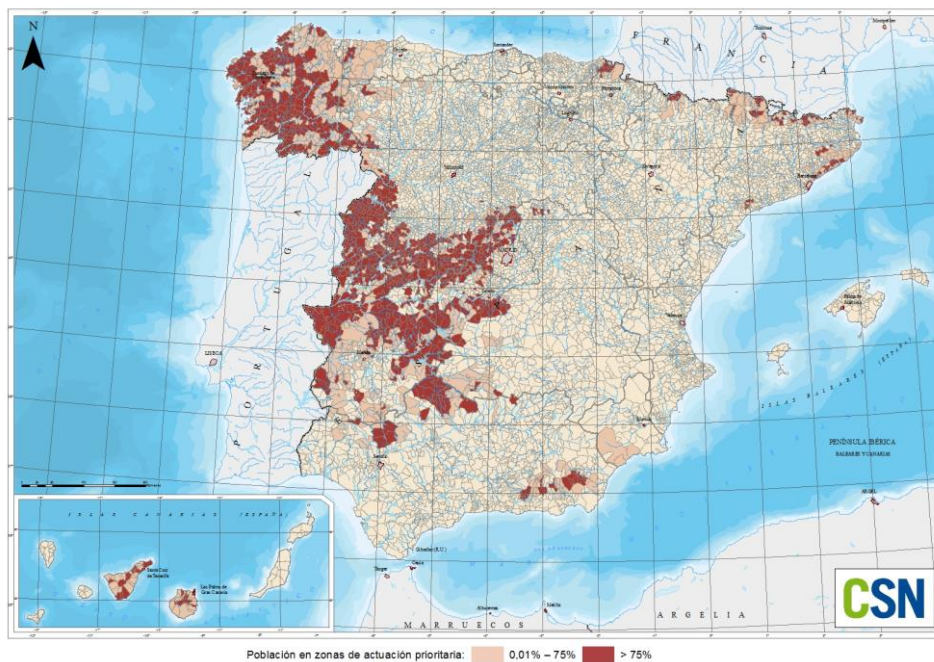


Figura 2. Mapa de zonificació per municipi de radó. Font: CSN

El Codi tècnic d'edificació, al **document bàsic HS6 (protecció enfront del radó)**, fixa un nivell de referència de la mitjana anual de concentració de radó de 300 Bq/m<sup>3</sup> a escala nacional (Reial decret 732/2019, de 20 de desembre, pel qual s'aprova el nou CTE, en concordança amb la Directiva 2013/59/EURATOM) i, sobre la base del mapa de potencial del radó d'Espanya del CSN, recull un llistat de municipis (classificats en 2 zones a l'apèndix B d'aquest document) en funció del potencial de radó en els quals es considera que hi ha una probabilitat significativa que els **edificis habitables** construïts (sense solucions específiques de protecció) presentin concentracions superiors al nivell de referència. La categoria Zona II es correspon amb els termes municipals en els quals un petit percentatge del teixit urbà està situat sobre les zones de potencial de radó (P90) major que 300 Bq/m<sup>3</sup> anuals d'acord amb el mapa de potencial de radó d'Espanya.



Adicionalment, i per complir l'art. 79 del nou Reglament RPSI, el CSN està desenvolupant una nova instrucció (esborrany del novembre del 2023 Projecte NOR/19-001, entrada en vigor el 22 de juny del 2024) que, d'una banda, definirà un llistat d'àmbit nacional dels termes municipals en els quals un nombre significatiu d'edificis presenten concentracions de radó a l'aire superiors (en mitjana anual) al nivell de referència, fixat en  $300 \text{ Bq/m}^3$  i, de l'altra, establirà les directrius per als mesuraments de radó a l'aire interior dels centres de treball situats en aquests. El llistat al qual fa referència la citada instrucció Projecte NOR/19-001 definirà com a municipis d'actuació prioritària els municipis de Zona II del document bàsic HS6. Aquest llistat s'anirà actualitzant a mesura que avancin noves edicions del Pla nacional contra el radó.

#### 4.1.2. Radó procedent dels materials de construcció

L'emissió de radó, a partir dels materials de construcció, depèn no només de la concentració de l'element químic radi en aquests, sinó també de factors com la fracció de radó produït que és alliberat del material, la porositat del material i la preparació de la superfície i l'acabat de les parets. És freqüent trobar entre els materials de construcció productes amb un contingut en radi i tori de fins a  $50 \text{ Bq/kg}$ .



Alguns, que contenen subproductes de guix i formigó amb alum bituminós, en poden presentar, fins i tot, concentracions superiors. També pot ser alta la concentració en maons i formigó si els materials bàsics s'han extret de zones amb elevades concentracions de radiació natural.

En general, s'estima que els materials de construcció contribueixen a la concentració mitjana de radó a l'interior dels habitatges amb un valor de 10 i 20 Bq/m<sup>3</sup> que, si no existissin aportacions de radó provinents del terreny, estaria molt allunyada del nivell de referència de 300 Bq/m<sup>3</sup>.

### 4.1.3. Radó provinent de l'aigua

La presència de radó a l'aigua es deu que les roques que contenen urani natural alliberen radó a l'aigua subterrània amb la qual entren en contacte.



Com que el radó es dissipa ràpidament en contacte amb l'aire, si s'utilitzen aigües superficials per al consum no hi ha risc que continguin radó ni que l'alliberin a l'interior de les edificacions. No obstant això, si s'utilitzen per al consum aigües subterrànies (de deus o pous) sense que s'aïregin i el terreny té una elevada concentració de radó, sí que hi ha risc que s'alliberi el radó contingut en l'aigua a l'ambient interior fins a assolir concentracions significatives.

Als sistemes públics de proveïment d'aigua procedent d'aigües superficials, la concentració mitjana de radó sol ser menor de 0,4 Bq/l i, si l'aigua procedeix de fonts subterrànies, el valor ronda els 20 Bq/l. El valor màxim recomanat per l'OMS i la Comissió Europea per sota del qual no és necessari realitzar controls en proveïments públics és de 100 Bq/l. Per aquest motiu, el radó procedent de l'aigua de consum no es considera representatiu com a principal font d'exposició.

## 5. Exposició al radó en l'àmbit laboral

### 5.1. Marc normatiu que regula l'exposició al radó en l'àmbit laboral

Correspon a l'empresari vetllar per la seguretat i la salut dels treballadors en el desenvolupament de la seva activitat laboral, segons la **Llei 31/1995**, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals, i el **Reial decret 39/1997**, de 17 de gener, pel qual s'aprova el **Reglament de serveis de prevenció**.



D'altra banda, la **Directiva 2013/59/EURATOM**, de 5 de desembre del 2013, estableix les normes de seguretat bàsiques per a la protecció sanitària de les persones treballadores i la població en general contra els perills derivats de l'exposició a radiacions ionitzants.



Per complir aquesta Directiva, els estats membres han de fixar nivells nacionals de referència per a les concentracions de radó en recintes tancats en els llocs de treball. Aquest **nivell de referència (per a la mitjana anual de concentració d'activitat a l'aire) no ha de superar els 300 Bq/m<sup>3</sup>**, tret que estigui justificat per circumstàncies a escala nacional.

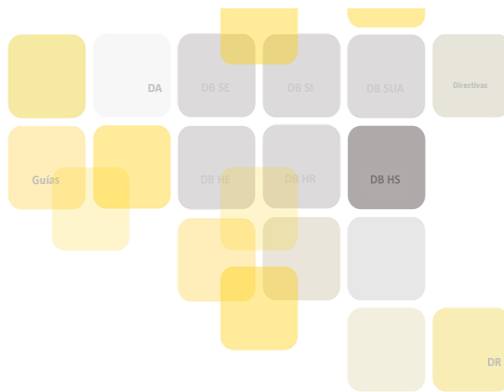
A Espanya, finalment, el 20 de desembre del 2022, es va traslladar parcialment la Directiva 2013/59/EURATOM, mitjançant el **Reial decret 1029/2022**, pel qual s'aprova el **Reglament sobre protecció de la salut contra els riscos derivats de l'exposició a les radiacions ionitzants (RPSI)**, que deroga el Reial decret 783/2001, de 6 de juliol (anterior RPSRI) i el Reial decret 413/1997, de 21 de març, sobre protecció operacional dels treballadors externs amb el risc d'exposició a radiacions ionitzants per intervenció en zona controlada. També es deroguen les directives 89/618/EURATOM, 90/641/EURATOM, 96/29/EURATOM, 97/43/EURATOM i 2003/122/EURATOM.

El Reial decret 1029/2022 va entrar en vigor l'endemà de la seva publicació en el BOE, excepte les disposicions següents, que no seran aplicables fins que hagin transcorregut divuit mesos des de la seva entrada en vigor (a partir de juny del 2024):

- Els requisits establerts a l'article 19.3 per als titulars de les activitats laborals establertes a l'article 75.1.a) i 75.1.b).
- Els requisits establerts a la secció 1.a del capítol III del títol VII per als titulars de les activitats laborals establertes a l'article 75.1.c).

El nou Reglament RPSI introdueix, entre altres qüestions relatives a l'exposició i protecció de les persones treballadores, el concepte de **treballador exposat**.

Paral·lelament cal considerar, dins del marc normatiu de l'edificació, el **Reial decret 732/2019**, de 20 de desembre, pel qual es modifica el **Codi tècnic d'edificació (CTE)**, ja que introdueix una nova exigència sobre protecció enfront de l'exposició al radó i, consegüentment, incorpora en el **document bàsic de salubritat una nova secció HS6: Protecció enfront de l'exposició al radó**. En aquesta secció s'estableixen els requisits que han de complir els edificis per a la protecció de les persones enfront de l'exposició al radó establint **un nivell de referència de la mitjana anual de concentració de radó de 300 Bq/m<sup>3</sup>** i recopilant un **llistat de municipis** en els quals es considera que hi ha una probabilitat significativa que els edificis allà construïts sense solucions específiques presentin concentracions de radó superiors al nivell de referència. Aquest document també té com a objectiu definir les estratègies de protecció enfront de l'exposició al radó als edificis per limitar la concentració als espais interiors habitables.



Conceptos básicos sobre la modificación del Código Técnico de la Edificación

## DB-HS 6

Protección frente al Radón



L'àmbit d'aplicació d'aquesta nova exigència del CTE es refereix a edificis de nova construcció i a determinats casos de rehabilitació. El **DB HS6** s'aplica a tots els locals habitables dels edificis situats als termes municipals inclosos en l'**apèndix B, annex II**, del CTE, tant els edificis de nova planta que es construeixen en aquests termes municipals (zona 1 i zona 2) com els edificis existents en aquestes zones en els quals s'hagi de realitzar una intervenció de reforma que afecti algun element constructiu que influeixi en la concentració de radó.

Per justificar que no se supera el nivell màxim de concentració de radó en locals habitables, cal **implementar determinades solucions constructives**. També es pot adoptar un altre tipus de solucions que proporcionin un nivell de protecció igual o superior a l'exigit reglamentàriament. Aquestes solucions depenen de la zona a la qual pertanyi el municipi en el qual es localitzi l'edifici.

La **Guia de rehabilitació enfront del radó** és una eina d'ajuda per al disseny de solucions de protecció enfront del radó. Proporciona els conceptes fonamentals necessaris que sostenen el correcte diagnòstic de les vies d'entrada del radó, il·lustra el procés de realització dels mesuraments de radó, així com presenta les solucions de protecció i proporciona criteris per a l'elecció de les solucions més adequades a cada cas.

Pretén ser, d'una banda, una eina fonamental per als projectistes davant el repte de dissenyar solucions de protecció enfront del radó i, de l'altra, una font d'informació per als usuaris d'edificis afectats, perquè coneguin de forma aproximada l'abast de les solucions possibles, així com les diferents vies d'entrada del radó a l'edifici i la influència que pot arribar a tenir el comportament dels mateixos usuaris en la concentració d'aquest gas.

## Pla nacional contra el radó

El Govern ha definit i establert una **política per reduir el risc per a la salut de la població a causa de l'exposició al radó en recintes tancats**, mitjançant l'aprovació del Pla nacional contra el radó.

Per al seu desenvolupament i implementació, es crea el Comitè del Pla Nacional contra el Radó, que es troba sota el marc normatiu de l'RPSI i la composició del qual es detalla a l'article 78 d'aquest, així com en l'àmbit d'aplicació del Pla estratègic de salut i medi ambient, aprovat el 24 de novembre del 2021, en sessió extraordinària del Ple del Consell Interterritorial del Sistema Nacional de Salut i la Conferència Sectorial de Medi Ambient, l'objectiu principal dels quals és promoure entorns ambientals que millorin la salut de la població i redueixin els riscos associats a l'exposició de factors ambientals.



El Pla nacional contra el radó recull les estratègies establertes i les activitats que han de desenvolupar les diferents administracions públiques amb la finalitat de reduir el risc per a la salut de la població per exposició al radó. Així, el present document pretén conèixer la magnitud del problema, reduir l'exposició i potenciar la recerca en ambients interiors, mitjançant l'estimació de la concentració de radó en aquests ambients, l'elaboració de mapes de potencial de radó, el desenvolupament d'una metodologia per a l'avaluació del risc d'acord amb els nivells de referència establerts en la normativa i, en conseqüència, les bases per a l'establiment de mesures correctores i preventives, així com mesures de comprovació i validació i l'elaboració d'una guia per al públic. Per a això, es recopila informació bàsica sobre el radó i els riscos que comporta per a la salut i es presenta una anàlisi de la situació a Espanya, incloent-hi la informació disponible sobre l'exposició.

El Pla nacional d'Espanya contra el radó inclou mesures per fomentar la identificació d'habitatges, edificis d'accés públic i llocs de treball, en els quals la **mitjana anual de concentració de radó superi el nivell de referència per a l'exposició al radó en recintes tancats de 300 Bq/m<sup>3</sup>**, en termes de mitjana anual de concentració a l'aire, tant per als habitatges o edificis d'accés públic com per als llocs de treball, tenint en compte qualsevol possible via d'entrada de radó, ja sigui el sòl, l'aigua corrent o els materials de construcció, així com per afavorir la reducció de la concentració de radó per mitjans tècnics o d'un altre tipus.

## 5.2. Persones treballadores exposades al radó i activitats amb exposició

De conformitat amb el nou Reglament RPSI, la persona treballadora **exposada a radiacions ionitzants** és la persona que treballant, o bé per compte propi o bé per compte d'altri, està sotmesa a exposició al treball fet en una pràctica regulada per aquest reglament, que pot rebre dosis que superin algun dels límits de dosis per als membres del públic o que, implicant exposició a radó o radiació còsmica en aeronaus o vehicles espacials, desenvolupa el seu treball en activitats laborals que es gestionen com a situacions d'exposició planificada.

I com a possibles situacions d'exposició, hi ha les següents:

- > **Situacions d'exposició planificada:** són aquelles que sorgeixen de l'ús planificat d'una font de radiació o d'una activitat humana que altera les vies d'exposició, de manera que causa l'exposició o exposició potencial de les persones o del medi ambient.
- > **Situacions d'exposició existent:** situacions d'exposició a la radiació de fons natural, així com les d'exposició degudes a materials radioactius residuals provinents de pràctiques anteriors que no van estar sotmeses a control reglamentari o que romanen una vegada acabada la situació d'exposició d'emergència.

- **Situacions d'exposició d'emergència:** són aquelles degudes a una emergència nuclear o radiològica, com a resultat d'un accident, acte dolós o qualsevol altre succés inesperat, i requereixen la ràpida adopció de mesures per evitar o reduir les conseqüències adverses.



Entre els possibles **treballadors i treballadores exposats al radó** es poden diferenciar els tres grups següents:

- **Treballadors de superfície:** són els que treballen a l'interior d'edificis o instal·lacions d'empreses situades en zones amb una concentració elevada de radó. Caldria incloure dins d'aquest grup els que desenvolupin la seva activitat a la planta baixa o aquella que es troba al nivell del sòl, ja que en principi en altures superiors de l'edifici la concentració de radó corresponent al terreny sol ser més baixa.
- **Treballadors en àrees subterrànies o en contacte amb aigües subterrànies:** són els que desenvolupen la seva activitat laboral en instal·lacions o recintes sota la superfície del sòl, i tots els que estan en contacte amb aigües subterrànies.
- **Altres col·lectius:** són els que, per raó de la seva activitat laboral, manipulen isòtops de radó o hi estan en contacte (centres de recerca, laboratoris de recerca, etc.).

Els treballadors i les treballadores que desenvolupen activitats a l'aire lliure no són objecte d'estudi en aquesta guia, ja que els nivells de concentració al radó als quals poden estar exposats no són significatius.



## Llista no exhaustiva d'activitats en què pot haver-hi exposició laboral al radó

- › Plantes de tractament d'aigües.
- › Plantes d'explotacions geotèrmiques.
- › Piscifactories (ús d'aigües subterrànies).
- › Mines en explotació.
- › Coves/mines que actualment són museus.
- › Extracció de gas natural i petroli.
- › Plantes de producció d'energia a partir de combustibles fòssils (carbó-petroli).
- › Refineries de petroli.
- › Túnel, estacions i cotxeres subterrànies.
- › Treballs d'excavació.
- › Aparcaments subterrànies.
- › Balnearis, establiments termals.
- › Edificis en zones amb alt potencial de radó.
- › Etc.

### 5.3. Nivells de referència i límits d'exposició a radiacions ionitzants en l'àmbit laboral

El nou Reglament RPSI detalla a l'**art. 72** el següent nivell de referència d'exposició al radó:

- › Per a l'**exposició al radó** en recintes tancats, **300 Bq/m<sup>3</sup>**, en termes de la mitjana anual de concentració de radó a l'aire, tant per als habitatges o els edificis d'accés públic com per als llocs de treball.

D'altra banda, l'**art. 11** estableix els límits de dosis per a les persones treballadores exposades a radiacions ionitzants (en general):

- › El límit de dosi efectiva per a les persones treballadores exposades és de **20 mSv per any oficial**.
- › Sens perjudici del que disposa l'anterior punt, s'apliquen els següents límits:
  - › El límit de dosi equivalent per al cristal·lí és de 100 mSv al llarg de cinc anys oficials consecutius, i una dosi màxima de 50 mSv en un únic any oficial.
  - › El límit de dosi equivalent per a la pell és de 500 mSv per any oficial. Aquest límit s'aplica a la dosi feta una mitjana de sobre qualsevol superfície cutània d'1 cm<sup>2</sup>, amb independència de la superfície exposada.
  - › El límit de dosi equivalent per a cada extremitat és de 500 mSv per any oficial.

### 5.4. Obligacions dels titulars

L'**art. 75** del nou Reglament RPSI **obliga els titulars** de les activitats laborals que tinguin lloc o es desenvolupin en els següents llocs de treball:

- › **Llocs de treball subterrànies, com ara obres, túnels, mines o coves.**
- › Llocs on **es processa, manipuli o aprofiti aigua d'origen subterrani**, com ara activitats termals i balnearis.

- Tots els **llocs de treball situats en planta baixa rasant o planta baixa dels termes municipals d'actuació prioritària als quals es refereix l'art. 79** (nova instrucció en desenvolupament Projecte **NOR/19-001**, esborrany del novembre del 2023, entrada en vigor el 22 de juny del 2024).

Han de dur a terme les següents **actuacions**:

- 1) L'estimació de la mitjana anual de concentració de radó a l'aire** en totes les zones del lloc de treball en les quals les persones treballadores hagin de romandre o a les quals puguin accedir per raó del seu treball, excloses les zones a l'aire lliure.
- 2) Quan en un lloc de treball existeixin zones amb concentracions de radó a l'aire que, de mitjana anual, superin el nivell de referència de 300 Bq/m<sup>3</sup>**, el titular de l'activitat laboral ha de prendre les **mesures oportunes per reduir les concentracions o l'exposició al radó**, d'acord amb el principi d'optimització, i després ha de reavaluar la mitjana anual de concentració de radó a l'aire en el lloc de treball.

### **Mesures per reduir les concentracions o l'exposició al radó en l'àmbit laboral**

A continuació, s'enumeren algunes de les possibles mesures de control per disminuir la concentració de radó en els llocs de treball a l'interior d'edificis i en determinats espais, o per reduir el seu risc d'exposició. Aquestes mesures són similars a les que puguin aplicar-se en edificis o habitatges residencials. Ha de tenir-se en compte que tots els sistemes actius de reducció del radó als edificis han de funcionar les 24 h i cal verificar-ne el funcionament periòdicament. Les mesures es basen principalment a millorar la ventilació i a evitar l'entrada del radó.

- **Mecanismes de ventilació natural o forçada**, instal·lació d'embornals, etc.
- **Instal·lació de barreres de protecció** impermeables al gas, omplint esquerdes del terreny, segellant espais per on pugui circular el gas, aïllant l'edifici del terreny mitjançant cambra, utilitzant encofrats de sanejament, etc.
- Utilitzar elements de construcció amb baix contingut de radó o els seus precursors als edificis de nova construcció.
- Etc.

Per a més informació, es pot consultar el nou codi tècnic de l'edificació aprovat pel Reial decret 732/2019, de 20 de desembre, en concret la **secció HS6 del Document bàsic de salubritat; Protecció enfront de l'exposició al radó** i la **Guia de rehabilitació enfront del radó** amb el seu conjunt de fitxes de solucions.

Després d'implementar les mesures correctores i preventives corresponents, han de **tornar-se a realitzar mesuraments de radó per avaluar-ne l'eficàcia**.

En cas que aquestes mesures no es puguin aplicar o no siguin suficients, sempre serà necessari **controlar les dosis rebudes per part de les persones treballadores**.

3) Finalment, quan, malgrat les mesures preses, en alguna de les zones del lloc de treball especificades continuïn existint concentracions de radó a l'aire que, de mitjana anual, siguin superiors al nivell de referència de 300 Bq/m<sup>3</sup>, el titular de l'activitat laboral queda subjecte al **compliment de l'article 19, de mesures en el lloc de treball**, i altres articles d'aplicació.

### Mesures en el lloc de treball (art. 19)

Quan en un lloc de treball hi hagi zones on la concentració de radó a l'aire **excedeixi el nivell de referència de 300 Bq/m<sup>3</sup>**, malgrat les mesures adoptades d'acord amb el principi d'optimització, el titular de la pràctica ha de:

- **Notificar-ho al CSN. Reavaluar les concentracions** de radó a l'aire amb la freqüència que en cada cas estableixi el CSN.
- **Estimar les dosis efectives anuals** degudes al radó que puguin rebre les persones treballadores amb accés a aquestes zones.
- **Classificar com a treballadors exposats al radó** aquells treballadors que puguin **rebre una dosi efectiva (E) per exposició al radó superior a 6 mSv per any oficial**.
- **Classificar i senyalitzar** com a **zones de radó** aquelles zones on existeixi una concentració de radó a l'aire que pugui donar lloc a una dosi efectiva als treballadors **superior a 6 mSv per any oficial**.
- Quan en algun dels llocs de treball esmentats als apartats a), b) i c) hi hagi treballadors la dosi efectiva anual dels quals deguda al radó pugui ser **superior a 6 mSv**, el titular de l'activitat laboral **ha d'establir les mesures de protecció radiològica** aplicables. L'abast d'aquestes està en funció del risc associat i, en particular, són aplicables els **articles 11, 16, 19.2.c), 19.2.d), 23, 24, 25, 31.2, 31.3, 31.4, 32, 36, 39.1, 40.2, 42 i 43 del Reial decret 1029/2022**.

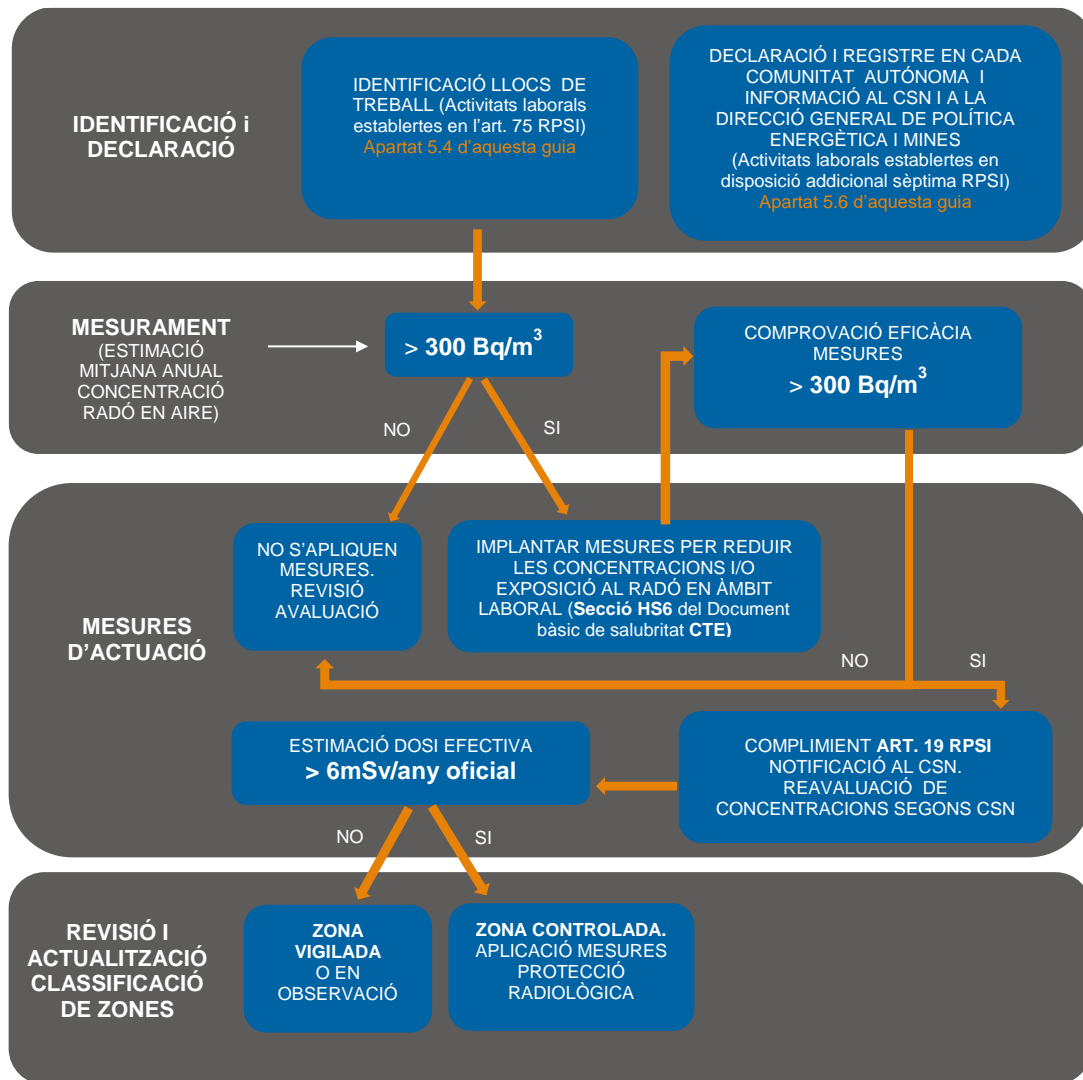
Un dels principals objectius de la **protecció radiològica** consisteix en la protecció dels treballadors i treballadores exposats per motius professionals a les radiacions ionitzants, de manera que el nombre de persones exposades i la probabilitat que es produeixin exposicions siguin els menors possibles i que les dosis individuals resultants d'aquestes exposicions també siguin les menors possibles i no sobrepassin els límits de dosis reglamentaris.

**Llista no exhaustiva d'algunes de les mesures de protecció radiològica** que cal aplicar en aquest cas:

- **Estimació de dosi** (el límit de dosi efectiva per a les persones treballadores exposades és de 20 mSv per any oficial).
- **Classificació de persones treballadores** amb dosi efectiva per exposició al radó superior a 6 mSv per any oficial.
- **Classificació i senyalització de les zones** que puguin donar lloc a una dosi efectiva per exposició al radó superior a 6 mSv per any oficial.
- **Informació i formació** a persones treballadores exposades, persones en formació i estudiants. Cal informar-los abans que iniciïn l'activitat sobre els riscos radiològics associats i les normes i procediments de protecció radiològica que han d'adoptar. També cal proporcionar-los formació abans de l'inici de l'activitat i periòdicament.
- **Vigilància i valoració de l'exposició** (examen previ de projectes d'instal·lació o activitat laboral; adquisició i posada en servei de fonts de radiació noves o modificades;

- comprovació periòdica de l'eficàcia dels dispositius i tècniques de protecció; calibratge, verificació i comprovació periòdica del bon estat i funcionament dels instruments de mesurament, i verificació que els equips de detecció són utilitzats adequadament).
- > **Intervenció dels serveis i unitats tècniques de protecció radiològica.**
- > **Vigilància radiològica dels llocs de treball** amb realització de mesuraments. Arxiu de la documentació sobre registre, avaluació i resultats de la vigilància radiològica.
- > **Vigilància individual.**
- > **Dosimetria de l'àrea** (subjecta a avaluació i inspecció del CSN).
- > **Historial dosimètric de les persones treballadores.** Les dosis rebudes pels treballadors exposats durant tota la vida laboral es registren a l'historial dosimètric individual, que s'ha de mantenir degudament actualitzat i ha d'estar a la disposició del mateix treballador.
- > **Comunicació de dosis** (historial dosimètric individual) de **persones exposades a diferents activitats, canvis de lloc de treball**, etc.
- > **Arxiu de documentació** de totes les persones treballadores fins a arribar a l'edat de 75 anys i mai en un període inferior a 30 anys. Aquesta informació es posarà a disposició del CSN i de les autoritats sanitàries després de produir-se el cessament de l'activitat.

Esquema d'actuacions titulars activitats laborals amb exposició a radó:





## 5.5. Mesuraments de la concentració de radó

Com ja hem comentat a l'apartat anterior, una de les obligacions dels titulars d'activitats laborals que es desenvolupin en llocs de treball que determina l'art. 75 del Reglament RPSI és l'estimació de la mitjana anual de concentració de radó. Però és l'art. 76 del mateix reglament el que concreta els requisits per dur a terme aquesta estimació:

- S'ha d'estimar a partir de **mesures de llarga durada**, seguint les guies i instruccions emeses pel CSN, concretament la guia GS 11-04, que estableix la metodologia per a l'avaluació de l'exposició al radó en els llocs de treball (desembre 2012) i el Projecte de la nova instrucció (esborrany del novembre del 2023 Projecte NOR/19-001, entrada en vigor el 22 de juny del 2024) desenvolupat pel CSN, en què s'estableixen les directrius per als mesuraments de radó a l'aire interior dels centres de treball situats als municipis d'actuació prioritària que defineix aquesta.

Al punt 4 d'aquesta instrucció s'estableix com planificar els estudis de mesurament, en els quals es determinen les zones de mostreig i el nombre de detectors. Igualment, el període de mesurament de llarga durada s'estableix per 3 mesos, coincidint amb el període de calefacció, o bé al llarg d'un any complet (en períodes, almenys, trimestrals). De la mateixa manera, aquesta instrucció detalla les condicions per col·locar correctament els detectors (al punt 5) i la periodicitat amb la qual s'han d'actualitzar aquests mesuraments.

Tipus d'equips detectors de radó:

- **Sistemes de mesurament en continu** (mesuradors actius). Disposen d'un sistema de lectura directa i emmagatzematge de les dades. S'utilitzen per realitzar mesuraments puntuals o per a períodes curts. Han de ser calibrats i verificats segons les instruccions i guies del CSN.
- **Sistemes integradors** que s'utilitzen per a períodes de temps llargs (mesuradors passius). Entre 3 mesos i un any. Són mesuradors passius que s'instal·len durant un temps determinat i després s'envien al laboratori per obtenir-ne el resultat.
- El laboratori que faci el mesurament ha d'estar **acreditat d'acord amb la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017**, Requisits generals per a la competència dels laboratoris d'assaig i calibratge, o revisió posterior (guia CSN GS 11-01 Directrius sobre la competència dels laboratoris i serveis de mesurament de radó a l'aire —gener 2010—) per l'**Entitat Nacional d'Accreditació (ENAC)**, o bé per un altre organisme nacional d'acreditació designat d'acord amb la normativa europea. El titular de l'activitat laboral ha d'assumir la responsabilitat de verificar que el laboratori de mesurament compti amb una acreditació en vigor.

- > L'**informe** d'estimació de la concentració mitjana anual de radó ha de fer-lo el mateix titular de l'activitat laboral, els treballadors designats per aquest, un servei de prevenció propi, **un servei de prevenció aliè** o, en els supòsits que estableixi el Consell de Seguretat Nuclear, una Unitat Tècnica de Protecció Radiològica. Cal destacar novament que el Projecte de la nova instrucció (esborrany del novembre del 2023 Projecte NOR/19-001, entrada en vigor el 22 de juny del 2024) desenvolupat pel CSN, estableix a l'**annex 1 un model d'informe de resultats en el qual han de constar els següents apartats:**
  - > Dades de l'empresa i del centre de treball
  - > Informació sobre persones treballadores
  - > Plànols
  - > Condicions de l'exposició
  - > Resum dels resultats (especificant-hi tipus de detectors, models, laboratori de mesurament, resultats de concentració de radó superiors a 300 Bq/m<sup>3</sup>, amb el valor mitjà de la concentració de radó en aquestes zones).
  - > Data i signatura de la persona que assumeix la responsabilitat de l'informe, càrrec a l'empresa i relació contractual.
  - > Annex. Informes de resultats de mesuraments del laboratori acreditat segons l'ISO 17025 per l'ENAC o per una altra entitat nacional d'acreditació signatària dels Acords de Reconeixement Mutu.

El titular de l'activitat laboral ha d'arxivar tant l'informe inicial com els informes derivats d'actualitzacions per un període mínim de 30 anys. Igualment, ha d'estar a la disposició de tota persona treballadora, els seus representants, autoritats sanitàries, Inspecció de Treball, el CSN i altres autoritats competents en matèria de seguretat i salut laboral.



## 5.6. Declaració i registre d'activitats laborals amb exposició a la radiació natural

Finalment, existeixen una sèrie d'activitats laborals els titulars de les quals han de presentar una **declaració en el Registre d'activitats laborals amb exposició a la radiació natural**, d'acord amb la disposició addicional setena del Reglament RPSI.

Són les següents:


- > **sectors industrials** en els quals hi hagi exposició a material radioactiu d'origen natural, incloent-hi els processos secundaris associats,

- > **emmagatzematge, manipulació o eliminació de residus radioactius** d'origen natural o NORM (Naturally Occurring Radioactive Material),
- > aquelles **desenvolupades en llocs de treball subterranis**, com obres, túnels, mines o coves, i llocs on es processa, manipula o aprofita aigua d'origen subterrani, com ara activitats termals i balnearis (art. 75.1 a i b),
- > aquelles desenvolupades en tots els **llocs de treball** situats en planta baixa rasant o planta baixa dels termes municipals d'actuació prioritària (art. 75.1 c) quan, malgrat les mesures adoptades, es **continuin superant els nivells de referència establerts**.

La declaració d'activitats s'ha de fer seguint les instruccions i orientacions donades pel CSN. Per tant, cada **comunitat autònoma** ha d'habilitar els mitjans telemàtics necessaris perquè els titulars d'aquestes activitats laborals esmentades anteriorment puguin declarar la seva activitat correctament.

Els òrgans competents de les comunitats autònomes han d'incorporar les activitats declarades al «Registre d'activitats laborals amb exposició a la radiació natural», i comunicar aquesta informació al CSN i a la Direcció General de Política Energètica i Mines, que mantindrà un registre general.

En aquest sentit, **RADION** és el servei telemàtic, habilitat pel Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, que permet als òrgans competents de les comunitats autònomes accedir al **Registre Central d'activitats laborals amb exposició a la radiació natural** per dur-hi a terme cerques, actualitzar, si escau, les dades d'instal·lacions ja registrades o donar-hi d'alta noves instal·lacions, tot això amb la finalitat de mantenir actualitzat el Registre Central en tot el territori nacional.



The screenshot shows the top navigation bar of the RADION portal. On the left, there is the logo of the Spanish Government (GOBIERNO DE ESPAÑA) and the Ministry for the Ecological Transition and Demographic Challenge (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO). The main title is 'Sede electrónica'. On the right, there are icons for home and calendar, along with the date and time '04/04/2024 13:22:46' and a link for 'Ayuda'. Below the navigation bar, there are tabs for 'Procedimientos', 'Servicios', 'Tablón de Anuncios', and 'Zona Personal'. The 'Servicios' tab is selected. Below the tabs, there is a breadcrumb trail: 'Inicio > Servicios > RADION - Registro Central de actividades laborales... >'. At the bottom of the page, there is a blue banner with the text 'RADION - Registro Central de actividades laborales con exposición a la radiación natural' and a button labeled 'Inicio del Servicio de Forma Electrónica'.

## 6. Bibliografia

- Radó. Medi ambient. Salut ambiental i laboral. **Ministeri de Sanitat**
- El gas radó en l'àmbit laboral. **Laboratori de Radioactivitat Ambiental LaRUC**
- Radó en els llocs de treball. Seguretat i salut laboral. **GENCAT**
- Reial decret 1029/2022, pel qual s'aprova el Reglament sobre protecció de la salut contra els riscos derivats de l'exposició a les radiacions ionitzants (RPSI)
- Pla nacional del radó. **Ministeri de Sanitat**
- Reial decret 732/2019, de 20 de desembre pel qual es modifica el Codi tècnic d'edificació (CTE)
- Document Bàsic HS6: Protecció enfront de l'exposició al radó. **CTE**
- Guia de rehabilitació enfront del radó. **CTE**
- Consell de Seguretat Nuclear
- Projecte NOR/19-001, esborrany del novembre de 2023, entrada en vigor el 22 de juny del 2024. **Consell de Seguretat Nuclear**.
- Organització Mundial de la Salut (OMS).
- Codi europeu contra el càncer. **Ministeri de Sanitat**
- Dosi de radiació. **Consell de Seguretat Nuclear**