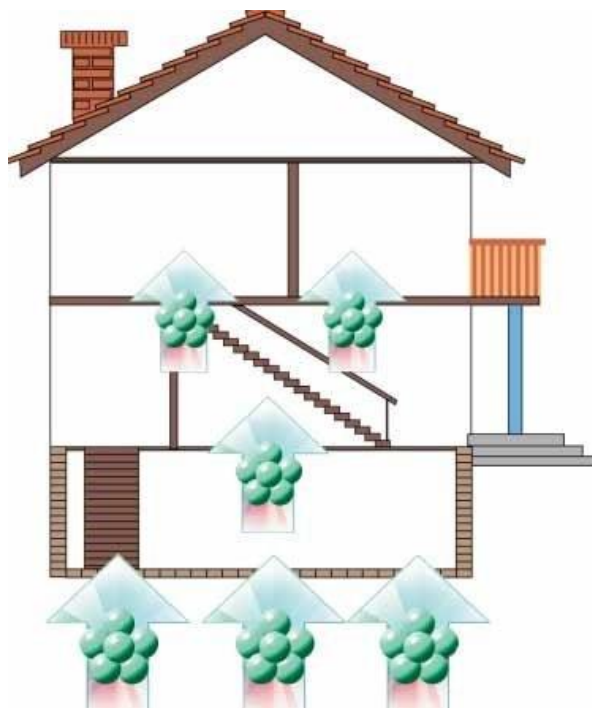


# LA PROTEZIONE DAL RADON IL RUOLO DEL PVC



# INDICE

1. Introduzione.....	4
2. Il radon: cos'è e come si propaga nelle abitazioni .....	6
3. Gli effetti del radon sulla salute .....	8
4. Quanto radon c'è in Italia nelle abitazioni .....	9
5. Come si misura il radon .....	11
6. Quadro normativo .....	12
7. I sistemi di protezione .....	14
8. Il contributo del PVC .....	18
Riferimenti bibliografici .....	19

**Diritti d'autore:**

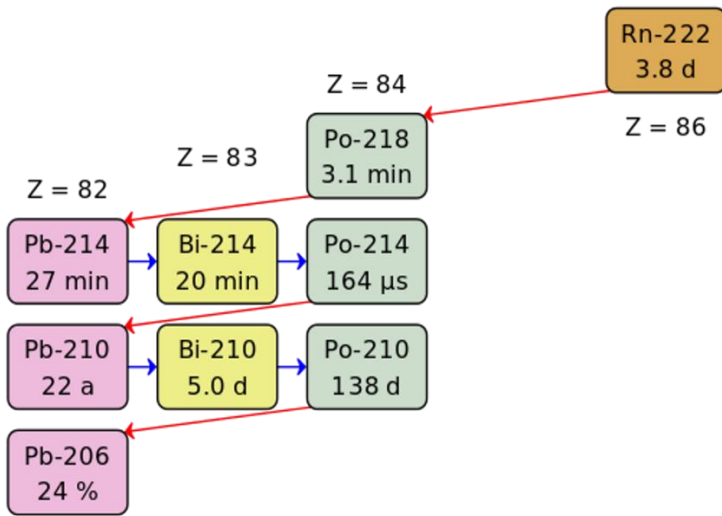
Il presente documento è proprietà intellettuale dell'autore e/o di PVC FORUM ITALIA ([www.pvcforum.it](http://www.pvcforum.it))  
Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore

PVC FORUM ITALIA  
a cura di  
Marco Piana, Elena Crespi

Edizione 2020

---

## IL RADON : che cosa è ?



Il radon è un gas radioattivo (tempo di dimezzamento di 3,8 giorni) di origine naturale che si forma nel terreno per il decadimento radioattivo dell'uranio presente nelle rocce.

L'isotopo radon (Rn-222) è uno dei prodotti radioattivi della serie di decadimento dell'uranio-238 e la sua caratteristica è di essere l'unico elemento in forma gassosa di questa serie. Il radon può dunque, a differenza degli altri elementi solidi, essere sprigionato dalle rocce, diffondere nel terreno ed essere quindi inalato negli ambienti di vita.

# 1. INTRODUZIONE

Il PVC è un polimero che viene molto utilizzato per realizzare manufatti impiegati in edilizia che presentano molte caratteristiche e prestazioni di alto livello e che la caratteristica di permeabilità al radon non è mai stata usualmente considerata.

Tale esigenza non è una esigenza comune a tutte le abitazioni ma è riservata a localizzazioni geografiche specifiche.

Come riportato nel paragrafo nr. 7, il PVC evidenzia una caratteristica peculiare anche nei confronti della impermeabilità al radon, quindi alcuni componenti realizzati in PVC potranno essere utilizzati per creare una barriera all'infiltrazione del gas proveniente dal terreno con il passaggio all'interno dei locali abitativi.

Per superare le possibili infiltrazioni possono essere adottati sistemi di ventilazione utilizzando componenti in PVC quali tubazioni e condotte per aerare opportunamente tutti quegli spazi di intercapedine che vengono creati all'interno di una abitazione.

Il radon è la seconda causa di cancro ai polmoni nella popolazione generale, dopo il fumo.

Molti studi epidemiologici hanno accertato che l'esposizione continua al radon aumenta il rischio di contrarre un tumore polmonare. L'entità del rischio dipende dalla concentrazione di radon a cui si è esposti e dalla durata dell'esposizione. A parità di esposizione al radon, i fumatori sono più a rischio dei non fumatori. In Italia l'esposizione al radon è responsabile (secondo le stime dell'Istituto Superiore di Sanità, ISS) di oltre 3000 casi di tumore polmonare ogni anno.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), con uno specifico gruppo di lavoro europeo, si occupa sin dal 1979 degli effetti sulla salute derivanti dall'esposizione al radon in ambito residenziale.

Dal 1988 l'International Agency for Research on Cancer (IARC), l'agenzia OMS specializzata nella ricerca sul cancro, ha classificato il radon appartenente al gruppo 1 delle sostanze cancerogene per l'essere umano e dai primi anni '90 sono stati mossi i primi passi per un approccio unificato al controllo delle esposizioni al radon e alla comunicazione dei rischi per la salute.

Nel 2005, l'OMS ha istituito un progetto internazionale sul radon per identificare strategie efficaci per ridurre l'impatto dell'esposizione al radon e per sensibilizzare l'opinione pubblica e la politica per una sempre maggiore conoscenza e comprensione dell'ampia gamma di problemi associati al radon indoor.

La consapevolezza di tali problematiche e della presenza di potenziali fonti di inquinamento in ambito edilizio è senza dubbio parte di un percorso di miglioramento, protezione e tutela della salute che deve sempre essere alla base del buon costruire.

In Italia è attivo Piano nazionale radon (Pnr) a cui partecipa un gruppo multidisciplinare di esperti che punta a realizzare nei prossimi anni tutte le azioni necessarie per affrontare e contenere il problema radon a salvaguardia della salute del cittadino.

Il Piano, promosso nel 2002 dal Ministero della Salute dal 2005 è coordinato dall'ISS (Istituto Superiore di Sanità) e gestisce l'Archivio nazionale radon.

Le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), anche attraverso i rispettivi siti, pubblicano la mappatura degli edifici in cui sono state effettuate le rilevazioni, indicando i livelli medi territoriali e fornendo anche indicazioni sulle possibili azioni di bonifica.

I professionisti del settore edile sono certamente coloro che possono maggiormente intervenire per la riduzione di un rischio insidioso nascosto negli edifici e nelle abitazioni.

Maggiori informazioni sul radon e sul complesso di attività svolte in Italia (da enti regionali e nazionali) per la riduzione del rischio sanitario connesso all'esposizione della popolazione sono disponibili sul sito dedicato ***Il radon e il Piano Nazionale Radon (PNR)***.

---

La tematica relativa all'inquinamento da radon rende particolarmente interessante una riflessione sui materiali da costruzione: ci sono prodotti naturali nocivi per l'uomo e per l'ambiente (il radon contenuto nel tufo vulcanico, l'amianto, ecc.) e prodotti sintetici innocui: il PVC è uno tra questi.

## 2. IL RADON: COS'È E COME SI PROPAGA NELLE ABITAZIONI

Il radon è un gas nobile generato dal decadimento del radio, che a sua volta è un prodotto del decadimento dell'uranio, presente in varie concentrazioni quasi ovunque sulla crosta terrestre; anche il radon si trova praticamente dappertutto nel terreno da cui migra verso l'esterno.

Esso decade in prodotti radioattivi con un periodo di dimezzamento di circa quattro giorni.

La radioattività del RADON e dei derivati della sua disintegrazione si esprime in Bq/m<sup>3</sup> (Bq = becquerels, numero di disintegrazioni al secondo per m<sup>3</sup> di aria): circa un quarto del sottosuolo è costituito da aria che contiene radon proveniente dal decadimento degli atomi di radio presenti nelle singole particelle di terreno e nella roccia, divenendo radioattiva.

Esistono tre isotopi: il RADON 219 (<sup>219</sup>Rn) e il RADON 220 (<sup>220</sup>Rn), sono presenti in esigue quantità e decadono in breve tempo (3,96 secondi il primo e 55,61 secondi l'altro) e pertanto sono considerati meno pericolosi, soprattutto perché al momento non vi sono studi atti a determinare la concentrazione di <sup>220</sup>Rn negli ambienti interni alle abitazioni.

L'isotopo che comporta maggiori pericoli è il terzo, il RADON 222 (<sup>222</sup>Rn) che ha un tempo di dimezzamento di 3,825 giorni. È quindi un isotopo stabile, impiegato anche in radioterapia, la cui vita media più lunga gli permette di diffondersi verso l'esterno, penetrare negli edifici o sciogliersi nell'acqua.

Anche in alte concentrazioni il radon è invisibile, inodore, non velenoso, inerte, né combustibile né esplosivo, non riconoscibile dall'odore né dal gusto. Le sue caratteristiche non lo rendono percepibile dai nostri sensi e perciò difficile da individuare e da quantificarne la presenza.

Come detto il radon è presente nelle rocce e nei terreni e, in misura minore, in alcuni materiali da costruzione di origine vulcanica come tufo, pozzolane e graniti, e nell'acqua da cui fuoriesce accumulandosi negli ambienti chiusi.

### LA PROPAGAZIONE DEL RADON

Il radon si accumula nell'aria presente nel sottosuolo in tutte le stratificazioni del terreno. Il radon presente in profondità giunge in superficie attraverso crepe e fessure, ma soprattutto attraverso i terreni porosi.

Più il suolo è permeabile, più facilmente il radon penetra in un edificio, mentre gli strati di argilla impermeabili si configurano di fatto come una barriera.

Il trasporto del radon dipende da molti fattori.

L'aria presente nel sottosuolo è in costante scambio con l'aria di superficie e si rinnova molto lentamente. Spesso lo strato superiore del terreno, di uno spessore da mezzo metro a un metro, è meno permeabile del terreno sottostante.

Il RADON che giunge in superficie dal sottosuolo, nella maggior parte dei casi si diluisce nell'aria atmosferica senza costituire un grosso pericolo; alle volte la coincidenza di situazioni che impediscono il ricambio dell'aria quali pressione atmosferica bassa, fenomeni di inversione termica conformazione del territorio in valli strette, può incidere sull'alta concentrazione di radon nell'atmosfera e può accadere che l'aria esterna sia fonte di inquinamento da radon delle abitazioni.

Un altro modo in cui il radon può propagarsi è la diffusione dai materiali da costruzione, in particolare quelli di origine vulcanica come tufo, pozzolane e graniti, già citati in precedenza, che rilasciano il loro contenuto di radon nell'ambiente in cui sono collocati. Si è constatato, tuttavia, che questa fonte non è in grado di spiegare il superamento dei valori operativi o dei valori limite.

Anche l'acqua che scorre nel sottosuolo può caricarsi di RADON 222 per liberarlo poi nelle abitazioni al momento dell'utilizzo; sono in corso studi sulla effettiva pericolosità dell'acqua inquinata e al momento, salvo il caso di abitazioni con pozzi privati situati in zone particolarmente ricche di RADON, anche questa fonte si può ritenere una via di inquinamento secondaria dato che l'ingestione non rappresenta un rischio elevato come l'inalazione.

**Il sottosuolo** è da ritenere la **fonte primaria** dell'inquinamento da RADON.

---

L'esalazione del RADON dipende dalla quantità di Uranio presente nel sottosuolo e dalla possibilità di migrazione verso l'esterno legata alla porosità ed al grado di fessurazione del sottosuolo.

Gli edifici svolgono un ruolo attivo nella dinamica degli spostamenti dell'aria del sottosuolo: le fondazioni sovente penetrano nello strato superficiale del terreno "richiamando" aria dal terreno circostante per raggio di circa 10 - 20 metri. Questo flusso ha velocità molto basse che permette all'aria del sottosuolo di arricchirsi di radon che può così penetrare negli ambienti confinati a diretto contatto con il terreno, nelle cantine e nelle intercapedini, più facilmente lungo giunti, fessure e passaggi di tubazioni.

La concentrazione di RADON nell'abitazione è poi strettamente dipendente dai ricambi d'aria a cui è soggetta e sicuramente giocano a sfavore le misure tenute per contenere le dispersioni termiche, sembra inoltre che le installazioni di ventilazione per estrazione che mettono i locali in depressione contribuiscano ad accrescere il flusso del RADON.

Gli edifici maggiormente esposti a rischio Radon sono quelli costruiti su suoli di origine vulcanica o fortemente permeabili e che impiegano materiali da costruzione quali tufo, pozzolane, graniti.

I locali in cui è più facile riscontrare presenza di radon sono quelli a diretto contatto con il suolo come cantine, scantinati, taverne, garage, senza tuttavia escludere la possibilità di riscontrarne la presenza anche ai piani superiori.

### 3. GLI EFFETTI DEL RADON SULLA SALUTE

Il radon viene utilizzato in ricerche idrologiche che valutano le interazioni tra acqua profonda, ruscelli e fiumi sfruttandone la proprietà di rapida dispersione in aria.

La misurazione dell'incremento di emissione di radon in atmosfera è al centro di studi volti a individuare un precursore sismico essendo nota l'influenza della conformazione geologica, delle variazioni di pressione e dei movimenti di faglia sulle variazioni di emissioni del gas, sebbene non vi siano ancora dimostrazioni di affidabilità tale da renderne possibile l'uso nell'ambito della protezione civile.

Il radon può inoltre essere utilizzato per uso terapeutico, per la radioterapia o in alcuni centri termali le inalazioni vengono fatte per la cura di problematiche alle vie respiratorie, ma l'efficacia di tali terapie non è dimostrata.

Il pericolo maggiore del gas radon infatti è correlato all'**inalazione**: inspirato in quantitativi in eccesso e per periodi prolungati, può infatti provocare seri danni alla salute, in particolare ai polmoni, qualificandosi come seconda causa di rischio per l'insorgenza di un tumore, dopo il fumo (questo significa che i fumatori che vivono a contatto con il radon corrono un rischio in più di malattia).

Gli effetti più dannosi del radon non sono però dovuti al radon in sé, bensì dai suoi "prodotti di decadimento", cioè ad altri elementi radioattivi non gassosi generati dal radon costituiti dagli isotopi del piombo, del bismuto e del polonio. che, attaccandosi al particolato atmosferico presente in ogni ambiente, entrano facilmente in profondità nell'apparato respiratorio. Allo stesso modo respirando può essere inalato il radon che decade all'interno dell'organismo rilasciando i prodotti di decadimento direttamente nei tessuti polmonari.

Più alta è la concentrazione nell'ambiente più alto è il rischio di contrarre il tumore.

Stimare la presenza o la concentrazione di questo gas negli ambienti domestici o di uso quotidiano come le scuole o i luoghi di lavoro, soprattutto se interrati – dove di norma si trova maggiormente – non è semplice poiché le concentrazioni possono variare sia da spazio a spazio (anche tra edifici vicini) sia nel tempo, tra giorno e notte, estate e inverno e tra diverse condizioni meteorologiche.

A causa di queste fluttuazioni, per avere una valutazione attendibile del quantitativo medio di radon presente nell'aria di un ambiente, è necessario procedere a una misurazione per un periodo prolungato, di qualche mese almeno. L'ideale sarebbe procedere a una misurazione su base annuale, effettuandola con appositi strumenti (dosimetri passivi) in grado di registrare le tracce delle radiazioni emesse, proporzionali alla concentrazione del gas nell'ambiente.

Una volta quantificata la presenza del radon, a seconda del risultato ottenuto, si potrà valutare l'opportunità di procedere a una bonifica.

Una recente direttiva europea, in accordo con l'OMS, fissa come **limite**, sia per le abitazioni che per i luoghi di lavoro, un **valore medio annuale di 300 Bq/ m<sup>3</sup>** (Becquerel al metro cubo).

Alcune rilevazioni effettuate in regioni montuose del centro Italia hanno dimostrato la presenza di una forte emissione di gas naturali di origine vulcanica, in particolare del Radon con valori misurati nelle abitazioni molto al di sopra di tale valore.





## 4. QUANTO RADON C'È IN ITALIA NELLE ABITAZIONI

La **prima indagine nazionale rappresentativa** dell'esposizione al radon della popolazione italiana è stata condotta tra il 1989 ed il 1998. Tale indagine, coordinata dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'ENEA/DISP (ora ISPRA) e realizzata in collaborazione con gli Assessorati alla Sanità di tutte le Regioni italiane, è stata condotta su un campione rappresentativo di 5361 abitazioni dislocate sul territorio di 232 Comuni (tutti i 50 Comuni con più di 100 000 abitanti, al 1981, ed un campione casuale dei rimanenti) delle 19 Regioni e delle 2 Province autonome di Trento e Bolzano.

Il valore della concentrazione media in Italia è risultato pari a circa 70 Bq/ m<sup>3</sup>, più alto rispetto alla media mondiale, che è di circa 40 Bq/ m<sup>3</sup>.

A livello regionale, le concentrazioni medie sono risultate variabili da circa 25-30 Bq/ m<sup>3</sup> (in Basilicata, Calabria, Marche) a circa 100 Bq/ m<sup>3</sup> e oltre (Campania, Friuli-Venezia Giulia, Lazio, Lombardia).

In seguito, **molte Regioni hanno effettuato campagne di misura di approfondimento su scala regionale e/o sub-regionale**, al fine di aumentare la conoscenza della distribuzione territoriale della concentrazione di radon e di individuare le aree regionali ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon (*radon prone areas*), secondo quanto previsto dal D.Lgs 241/00 (che ha modificato il D.Lgs. 230/95).

Queste indagini hanno interessato un numero di Comuni sensibilmente più alto rispetto a quelli coinvolti nella prima indagine nazionale. Complessivamente sono state misurate circa 25 000 abitazioni in 17 Regioni.

Non tutte queste indagini sono state pianificate con gli stessi criteri ad esempio per alcune indagini sono state misurate solo le abitazioni poste al piano terra oppure le misure sono state effettuate solo in uno specifico periodo dell'anno.

I valori medi regionali misurati in queste indagini vanno da 35 Bq/m<sup>3</sup> a 170 Bqm<sup>3</sup>.

Nell'Archivio Nazionale Radon (ANR) sono presenti dati relativi a misure di concentrazione di radon in oltre 50mila edifici tra abitazioni, scuole e luoghi di lavoro. Tali misure sono state effettuate nell'ambito di indagini di misura organizzate da enti pubblici regionali e nazionali.

Sul sito dell'Archivio sono disponibili, per ciascuna Regione e Provincia Autonoma italiana, tabelle riassuntive sui dati di radon per i comuni con almeno 5 abitazioni misurate.

È importante sottolineare che le informazioni deducibili da misurazioni effettuate anche nello stesso Comune non permettono di stimare adeguatamente la concentrazione di radon in uno specifico edificio/abitazione e per conoscere la concentrazione di radon in uno specifico ambiente

**Anche in caso di disponibilità di mappe più o meno dettagliate, per conoscere la concentrazione media in un edificio è necessario procedere a misurazione diretta per mezzo di dispositivi e protocolli adeguati.**

Le mappe radon hanno lo scopo di fornire informazioni alle autorità nazionali e regionali per permettere un'ottimale pianificazione delle attività in materia.

Inoltre, l'Istituto Superiore di Sanità ha organizzato (in collaborazione con la Telecom-Italia) una **seconda indagine nazionale**, finalizzata ad avere un campione rappresentativo per ogni provincia italiana, che ha coinvolto circa 5500 abitazioni di lavoratori Telecom distribuite in circa 1800 Comuni. La rappresentatività del campione, scelto casualmente tra i circa 50 mila dipendenti Telecom, è stata valutata confrontando le caratteristiche delle abitazioni del campione con quelle della popolazione generale registrate dall'ISTAT.

Complessivamente, nell'ANR sono presenti dati di concentrazione di radon misurata in circa 3600 comuni italiani distribuiti su tutte le provincie, per un totale di circa 35 000 abitazioni coinvolte.

Una sintesi dei dati di concentrazione di radon, con dettaglio regionale, è riportata nella tabella seguente.

Sintesi (regione per regione) dei dati di concentrazione di radon misurata in abitazioni nell'ambito di campagne di misura

Regione	Numero Comuni	Numero abitazioni	RnConc Min (Bq m <sup>-3</sup> )	RnConc Max (Bq m <sup>-3</sup> )	N. abitazioni con RnConc > 200 Bq m <sup>-3</sup>	N. abitazioni con RnConc > 300 Bq m <sup>-3</sup>
Abruzzo	263	1 919	5	1 181	71	38
Basilicata	22	153	12	367	1	1
PA di Bolzano	127	2 454	10	13 266	709	457
Calabria	66	392	<5	1 049	17	9
Campania	133	1 155	<5	648	75	21
Emilia-Romagna	129	949	<5	837	14	8
Friuli-Venezia Giulia	222	2 893	11	2 000	579	329
Lazio	381	7 773	<5	2 154	1 075	456
Liguria	61	397	<5	843	3	1
Lombardia	668	4 080	<5	1 936	526	289
Marche	72	428	5	716	2	1
Molise	22	79	9	123	0	0
Piemonte	320	2 281	6	2 734	234	138
Puglia	124	929	11	1 240	96	43
Sardegna	59	286	<5	312	8	1
Sicilia	102	1 071	<5	415	5	1
Toscana	286	2 620	<5	4 828	133	63
PA di Trento	134	1 782	<5	2 188	243	122
Umbria	23	159	<5	444	4	2
Valle d'Aosta	40	584	7	1 423	39	24
Veneto	337	2 259	10	1 686	191	84
<b>Totale</b>	<b>3 591</b>	<b>34 643</b>	<b>&lt;5</b>	<b>13 266</b>	<b>4 025</b>	<b>2 088</b>



Fonte dei dati: Archivio Nazionale Radon (presso Istituto Superiore di Sanità)  
Tabella pubblicata su: [www.iss.it/radon](http://www.iss.it/radon)

Arpa Piemonte ha portato in ambito europeo il proprio originale approccio al problema mappatura radon nell'ambito della European Radon Week 2020, tenutasi dal 24 al 28 febbraio 2020 a Vienna.

Il metodo proposto, molto flessibile, suscettibile di essere esteso anche ad altre realtà territoriali. prevede l'utilizzo di un modello predittivo radio-geolitologico che aggrega le più aggiornate conoscenze geologiche con quelle radiometriche derivanti dall'analisi del contenuto di radioattività naturale dei suoli e delle rocce di tutto il Piemonte.

Il risultato di questa ricerca è un aggiornamento della prima mappatura radon della Regione Piemonte, risalente al 2009 che, proprio sulla base di questo studio sarà ufficialmente presentata nel corso dell'anno 2020.

## 5. COME SI MISURA IL RADON

La misura diretta della concentrazione di radon nell'aria interna agli edifici (indoor) è il modo più affidabile, nonché semplice ed economico, per quantificare la presenza di radon in essi, con cui valutare il rischio associato e verificare l'eventuale superamento dei livelli stabiliti dalla normativa.

Stime della concentrazione di radon in una specifica abitazione o luogo di lavoro basate su valori medi misurati in altri edifici della stessa zona (ricavabili consultando mappe di radon trovate su internet) sono molto meno affidabili a causa della notevole variabilità delle concentrazioni di radon in edifici anche adiacenti.

Analogo discorso vale per stime basate su misure di radon nel suolo perché la quantità di radon che penetra nell'edificio dipende moltissimo dalle caratteristiche dell'edificio stesso e non solo da quanto radon è presente nel suolo. Inoltre, le misure di concentrazione di radon nel suolo costano molto di più delle misure di radon nell'aria interna agli edifici.

La **concentrazione** di radon indoor non è costante ma **varia nel tempo**, con alcuni andamenti tipici: generalmente è più alta di notte e più bassa di giorno, più alta in inverno e più bassa in estate. Per tener conto di queste variazioni, le misure di concentrazione di radon si effettuano generalmente su un periodo molto lungo, preferibilmente di un anno, o per più periodi consecutivi della durata complessiva di un anno. Infatti, il rischio associato all'esposizione al radon si valuta attraverso la misura di concentrazione media annuale e i livelli di riferimento previsti dalla normativa sono espressi in termini di concentrazione media annuale.

I dispositivi più diffusi (e più economici) con cui si misura la concentrazione media di radon per lunghi periodi sono costituiti da rivelatori a tracce (gli LR115 e i CR-39 sono i più diffusi in Italia) che sono sensibili alle radiazioni alfa emesse dal radon e dai suoi prodotti di decadimento.

Infatti, tali radiazioni lasciano nei rivelatori delle tracce molto piccole che sono rese visibili a microscopio tramite un trattamento di sviluppo chimico effettuato in laboratorio. Dal conteggio delle tracce si risale alla concentrazione media di radon nel periodo di esposizione del rivelatore.

I rivelatori a tracce sono posti all'interno di piccoli contenitori, facilmente posizionabili all'interno dei locali da misurare (per le abitazioni, generalmente in camera da letto e/o in stanza da pranzo), e con essi è possibile eseguire misure di concentrazione di radon integrate su periodi temporali lunghi (come i 12 mesi richiesti dalla normativa italiana sui luoghi di lavoro).

È raccomandabile avvalersi di laboratori (pubblici o privati) accreditati o comunque qualificati. Le ARPA/APPA di alcune Regioni/Province Autonome, oltre che il Servizio Radon dell'Istituto di Radioprotezione dell'ENEA, forniscono su richiesta (generalmente a pagamento) un servizio di misura di radon basato su questi rivelatori. La singola misura di radon ha generalmente un costo non superiore a qualche decina di euro.

Nell'ambito di azioni di risanamento per la riduzione della concentrazione di radon si effettuano spesso misure di breve durata (da qualche ora fino a qualche settimana), generalmente con strumenti molto più costosi dei rivelatori a tracce. La verifica finale dell'efficacia di tali azioni di risanamento va comunque effettuata mediante misure di concentrazione annuale con rivelatori a tracce.

*(fonte: ISS)*

## 6. QUADRO NORMATIVO

Organismi internazionali, quali l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS – WHO) e l'International Commission for Radiological Protection (ICRP), hanno prodotto negli anni molteplici documenti e raccomandazioni che forniscono indicazioni, metodologie e livelli di riferimento per affrontare la problematica del “radon indoor”, per esposizioni sia in ambito residenziale che lavorativo e scolastico.

Un riferimento importante in Europa è costituito dalla **raccomandazione della Comunità Europea 90/143/Euratom**, che indica il valore di concentrazione media annua in aria oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti - pari a 400 Bq/m<sup>3</sup>.

l'Organizzazione Mondiale della Sanità (nel 2009) e il testo della **direttiva 2013/59/EURATOM** prevedono livelli di riferimento per gli edifici con accesso al pubblico uguali a quelli delle abitazioni, ovvero 200 Bq/m<sup>3</sup> per edifici di nuova costruzione e 300 Bq/m<sup>3</sup> per edifici esistenti.

Nella **direttiva europea 2013/59/Euratom** sono inoltre previste **azioni di prevenzione** dell'ingresso del radon nelle abitazioni di nuova costruzione. Per tali azioni, nel 2008 è stata prodotta la Raccomandazione sull'introduzione di sistemi di prevenzione dell'ingresso del radon in tutti gli edifici di nuova costruzione, nell'ambito del progetto PNR-CCM.

In tale documento si raccomanda di includere negli strumenti urbanistici (p.e. piani regolatori, regolamenti edilizi) di tutti gli enti preposti al controllo del territorio, dei semplici ed economici accorgimenti costruttivi al fine di ridurre l'ingresso del radon in tutti i nuovi edifici e di facilitare l'installazione di sistemi per la rimozione del radon dall'edificio, una volta costruito, qualora fosse necessario.

La raccomandazione del PNR-CCM è riferita anche agli edifici esistenti soggetti a lavori di ristrutturazione che coinvolgano in modo rilevante le parti dell'edificio a contatto con il terreno.

La raccomandazione del PNR-CCM è stata già adottata da alcune Regioni e Comuni, ed una sua applicazione a tutto il territorio nazionale è prevedibile a seguito dell'imminente nuova Direttiva europea in tema di radioprotezione.

In Italia il D.Lgs 230/95 ha infatti introdotto la valutazione e il controllo dei livelli di esposizione dei lavoratori alla radioattività naturale, individuando alcune tipologie di luoghi di lavoro quali catacombe, tunnel e tutti i luoghi di lavoro sotterranei, nei quali i datori di lavoro hanno l'obbligo di effettuare misure e valutazioni.

Il livello di riferimento, espresso come concentrazione media annua di radon in aria, corrisponde a 500 Bq/m<sup>3</sup>, oltre il quale il datore di lavoro deve intervenire con più approfondite valutazioni, anche in relazione ai tempi di permanenza dei lavoratori nei locali indagati, ed eventualmente con azioni di bonifica.

Le disposizioni nazionali cogenti per la protezione dall'esposizione al radon sono riferite ai luoghi di lavoro (con particolare attenzione alle scuole) e sono in vigore dal 2001 con il **D.Lgs 241/00**, che ha modificato il D.Lgs 230/95.

Nel 1991 la Regione Lombardia aveva emanato la circolare n. 103/SAN, che anticipava alcune misure di prevenzione e di cautela nei confronti della esposizione a radon negli ambienti di lavoro interrati e seminterrati. Il Decreto citato attribuisce anche compiti alle regioni e province autonome di Trento e Bolzano che devono eseguire una mappatura del territorio e individuare le zone in cui la presenza di radon indoor è più rilevante. Le Regioni si sono attivate con campagne di misura nei rispettivi territori e nel 2003 hanno prodotto un documento sulle misure di radon nei luoghi di lavoro sotterranei, che tuttora rappresenta un punto di riferimento per i soggetti interessati.

La Regione Lombardia, con la **D.R. 12.678 del 21.12.2011**, ha recentemente pubblicato il documento “**Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas Radon in ambiente indoor**”; queste linee guida intendono rappresentare uno strumento operativo per i Comuni, per i progettisti e per i costruttori di edifici e mirano a fornire indicazioni e suggerimenti riguardanti la realizzazione di nuovi edifici radon-resistenti e le azioni per ridurre l'esposizione al gas radon nel caso di edifici esistenti, anche in sinergia con gli interventi finalizzati al risparmio energetico.

Il **MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE** attraverso i **CAM** (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici) con il Decreto 11 ottobre 2017 specifica le indicazioni al **punto 2.3.5.8**:

---

*Nel caso che l'area di progetto sia caratterizzata da un rischio di esposizione al gas Radon secondo la mappatura regionale, devono essere adottate strategie progettuali e tecniche costruttive atte a controllare la migrazione di Radon negli ambienti confinati e deve essere previsto un sistema di misurazione e avviso automatico della concentrazione di Radon all'interno degli edifici.*

*Il progettista deve verificare che i componenti utilizzati abbiano documentazione specifica in merito alla eventuale mitigazione di radon negli ambienti interni.*

**Verifica:** *per dimostrare la conformità al presente criterio il progettista deve presentare una relazione con i relativi elaborati grafici, nella quale siano evidenziati gli interventi che concorreranno alla mitigazione degli impatti da esposizione al Radon e siano riportate le informazioni richieste sulle caratteristiche dei componenti, utili alla mitigazione del rischio. Deve essere allegata anche una documentazione fotografica che attesti l'esatta e corretta esecuzione delle opere con data sovrainpressa.*

*Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita.*

L'inserimento della verifica della mitigazione della presenza di Radon negli ambienti confinati degli edifici pubblici dimostra l'orientamento nazionale alla protezione sin dalla progettazione.

Con il **Dlgs 31 luglio 2020 n.101**, in vigore dal 27 agosto 2020, anche l'Italia ha recepito la direttiva 2013/59/Euratom adeguandosi alla normativa comunitaria, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione al gas Radon, ed ha unificato tutte le direttive europee in materia di radioprotezione. Il decreto, provvede a riordinare e armonizzare la normativa di settore, assicurando il mantenimento delle misure di protezione dei lavoratori e della popolazione più rigorose rispetto alle norme minime stabilite dalla medesima direttiva e prevede l'adozione, entro 12 mesi dalla sua entrata in vigore, di un **Piano d'azione per il radon** per valutare le strategie i criteri e le modalità di intervento atte a prevenire e ridurre il rischio all'esposizione dei lavoratori o di individui della popolazione al radon.

Una delle principali novità del decreto approvato è che l'esperto in interventi di risanamento da radon deve possedere una delle seguenti abilitazioni:

- a) abilitazione all'esercizio della professione di geometra;
- b) abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere;
- c) abilitazione all'esercizio della professione di architetto;

Oltre ai requisiti di cui alle lettere a), b) e c) l'esperto in interventi di risanamento da radon deve aver partecipato a corsi specifici di formazione e aggiornamento universitari, di enti pubblici o di associazioni o ordini professionali sulla progettazione, attuazione, gestione e controllo degli interventi correttivi per la riduzione della concentrazione di attività di radon.

Un'altra novità del decreto riguarda il livello di riferimento previsto di concentrazione, che dovrà essere da ora in avanti inferiore a 300 Bq/m<sup>3</sup> sia nei luoghi di lavoro, nelle scuole e nelle abitazioni, superando le precedenti prescrizioni del DECRETO LEGISLATIVO del 26 maggio 2000, n. 241 riferito ai soli luoghi di lavoro.

Per le nuove costruzioni secondo le disposizioni del decreto dal 2024 già in fase di progettazione occorrerà tener conto di un livello di concentrazione sotto i 200 Bq/m<sup>3</sup>.



## 7. I SISTEMI DI PROTEZIONE

Le evidenze scientifiche rilevano l'opportunità di intervenire sin dalla progettazione dell'edificio, attraverso sistemi che prevedano la riduzione sia dell'ingresso del gas radon nell'abitazione che la sua concentrazione negli ambienti chiusi al fine di contenere l'esposizione dei suoi abitanti al gas. Tali interventi possono essere anche realizzati durante interventi di manutenzione straordinaria che prevedano il coinvolgimento dell'interfaccia suolo-edificio.

La concentrazione di radon, come si è visto, di solito è maggiore nei locali interrati o seminterrati e al piano terra, e diminuisce ai piani superiori.

Per ora la normativa italiana non prevede per le abitazioni una percentuale da non superare, eccetto che per i luoghi di lavoro e le scuole (D.Lvo 241/00), e per questo il riferimento da non superare è la soglia indicata dall'OMS che considera il valore di guardia compreso tra i 100 e i 300 Bq/m<sup>3</sup>.

La raccomandazione della Comunità Europea (90/143 Euratom) e la successiva direttiva 2013/59/EURATOM consigliano di intervenire con azioni di risanamento se vengono superati i 300 Bq/m<sup>3</sup> per gli edifici esistenti e 200 Bq/m<sup>3</sup> per quelli di nuova costruzione.

Il primo passo, quindi, è la consapevolezza della problematica del radon che va resa pubblica e presa in seria considerazione, in modo tale che per ogni opera di ristrutturazione si esegua la misura della concentrazione di radon allo scopo di valutare l'eventuale necessità di risanamento.

Per le nuove costruzioni, l'adozione di misure preventive è senza dubbio più semplice.

Sul piano **metodologico**, sia per le nuove costruzioni che per i risanamenti è utile definire alcuni passaggi strategici su cui basare l'intero intervento.

### ANALISI DELLA SITUAZIONE INIZIALE

Ogni edificio si trova in un ambiente specifico ed ogni progetto di costruzione ha una sua particolare situazione di partenza (area ad elevata concentrazione di radon, necessità di risanamenti, presenza d'acqua proveniente da una falda freatica ecc.). Per un risanamento efficace è indispensabile un'analisi dettagliata.

### NUOVE COSTRUZIONI

La progettazione di un nuovo edificio non può prescindere dalla valutazione di una serie di interventi preventivi che vengono determinati in base alle caratteristiche del luogo. In questa fase, contestualmente alle analisi geologiche, vanno acquisite anche le informazioni relative alla presenza di radon

### EDIFICI ESISTENTI

Il più delle volte l'opera di risanamento di edifici esistenti con una eccessiva concentrazione di radon è estremamente più complessa e costosa rispetto alla prevenzione nelle nuove costruzioni.

In questi casi sono sempre consigliabili specifiche misurazioni nei locali maggiormente esposti per una corretta individuazione del problema e anche se non è possibile eliminare del tutto il radon dagli ambienti in cui si vive (tracce di questo gas sono comunque sempre presenti anche nell'atmosfera libera), è però possibile ridurre la concentrazione al di sotto dei limiti indicati attuando interventi edilizi e applicando tecnologie sperimentate.

Oltre alla misurazione nei locali al piano terreno o interrato è opportuna una analisi complessiva del fabbricato per valutare l'esistenza di particolari condizioni che consentono il passaggio del Radon anche ai piani superiori (esempio scale aperte, solai molto permeabili in legno o in lastre fessurate che in presenza di correnti termiche possono trasportare masse d'aria dai livelli più bassi a quelli più alti).

È opportuno che le misurazioni finalizzate alla definizione dell'intervento siano ripetute ed effettuate da personale competente con adeguata strumentazione.

Allo stesso modo la conoscenza della struttura del fabbricato e del terreno circostante è alla base della valutazione tanto delle cause di infiltrazione quanto delle possibili soluzioni, come misure di sigillatura o di ventilazione praticabili, efficaci e sostenibili.



## INTERVENIRE NELLA FASE DI PROGETTAZIONE

Nelle fasi iniziali di progettazione spesso si prendono molte decisioni che possono ridurre notevolmente il problema del radon se non addirittura eliminarlo.

Per le nuove costruzioni anche se è indicato prevedere un adeguato isolamento, la prima prevenzione sta nella destinazione d'uso dei locali ai piani interrati, evitando di collocarvi spazi di abitazione.

Allo stesso modo deve essere prevista la sigillatura di passaggi di condutture ed evitare di realizzare vani aperti dalle cantine ai piani superiori.

## PASSAGGI DI CONDOTTE E IMPIANTI

Qualsiasi parte di edificio penetri nel terreno costituisce un potenziale punto di infiltrazione di radon, anche se le condotte sono fissate col calcestruzzo o con mastici elastici.

È auspicabile che tutte le condutture e le tubazioni impiantistiche abbiano accesso al fabbricato attraverso le pareti laterali e siano sempre ben sigillati.

Anche la rete fognaria dovrebbe prevedere il minimo passaggio dei canali sotto l'edificio dal momento che importanti canali di sterco implicano poi grossi volumi di terreno di riempimento che spesso fungono da canale di raccolta del radon.

Anche le sonde per gli impianti geotermici e le pompe di calore possono fungere da collettori per il radon, motivo per cui è opportuno che siano sempre posizionate a lato del fabbricato.

I punti in cui le condotte vengono immesse nell'edificio devono poter essere isolati con relativa facilità e deve essere possibile disperdere nell'aria il radon che ne fuoriesce.

## ISOLAMENTO

Qualsiasi edificio viene realizzato per offrire spazi di abitazione protetti, in particolare dal freddo e dalle intemperie.

A tal scopo le nuove costruzioni o i risanamenti prevedono uno strato di isolamento termico e uno strato di tenuta che impediscono l'eccessivo ingresso all'interno dell'abitato di freddo (o caldo) e di umidità che renderebbero l'ambiente insalubre.

Spesso lo strato isolante si trova sotto la fondazione ma raramente il piede dell'edificio è propriamente sigillato al passaggio di aria.

Operare un risanamento per la mitigazione della concentrazione di radon spesso comporta azioni sistematiche anche sul sistema di isolamento e di impermeabilizzazione, compartimentando gli ambienti riscaldati da quelli non riscaldati con interventi, che spesso si ottengono con le medesime tecnologie, efficaci anche sul piano dell'isolamento termico.

Come nel caso dell'isolamento termico anche la protezione dal radon deve prevedere una «intercapedine» chiusa tra l'edificio ed il terreno.

Può essere sensato a tal scopo realizzare due strati protettivi: uno strato isolante primario (che passi ad esempio lungo le parti della costruzione a contatto con il terreno), ed uno secondario lungo le parti della costruzione al confine tra le cantine e i locali di soggiorno.

Come si è visto il radon può entrare negli edifici in due modi:

**infiltrandosi**, come componente dell'aria del sottosuolo, nelle parti dell'edificio a contatto col suolo passando per aperture o punti di infiltrazione localizzati, o **per diffusione** dei propri atomi attraverso i pavimenti e le pareti.

La protezione principale e più efficace di mitigazione delle alte concentrazioni di radone negli ambienti confinati avviene controllando l'infiltrazione per mezzo di sistemi isolanti.

La diffusione del radon è invece paragonabile alla diffusione del vapore acqueo: pochi materiali sono perfettamente impermeabili al gas: i metalli e il vetro.

La permeabilità al gas dipende dalla densità dei materiali, ma anche dalle proprietà del gas, in particolare dalla grandezza delle particelle.

La permeabilità al vapore acqueo dei materiali da costruzione, dei fogli e delle membrane impermeabilizzanti può costituire un punto di riferimento, ma non è indicazione corretta rispetto alla permeabilità al radon.

Il trasporto del radon ha un'altra importante caratteristica. Se la durata media della diffusione degli atomi di radon attraverso elementi della costruzione è superiore a qualche giorno, il decadimento radioattivo ha luogo prevalentemente all'interno di questi elementi. I prodotti del decadimento del radon non sono gassosi e perciò rimangono imprigionati negli elementi della costruzione e risultano innocui.

Il concetto di «impermeabilità al radon» non è definito in modo vincolante.

G. Keller propone di definire un materiale «impermeabile al radon» se la lunghezza della diffusione è inferiore a un terzo dello spessore del materiale. In commercio si trovano fogli e membrane isolanti costituiti da diversi materiali, che in base a questa definizione sono impermeabili al radon (vedi tabella).

Materiali	Spessore [mm]	Impermeabilità al radon
<b>Membrane impermeabilizzanti</b>		
PEHD	1,5	Si
PVC armato	1	Si
Polimeri bituminosi	3,8	Si
<b>Pitture, rivestimenti</b>		
Pitture sintetiche	0,2	no
Resina epossidica	3	Si
<b>Materiali da costruzione</b>		
Cemento armato	100	Parzialmente
Pietra arenaria calcarea	150	No
Gesso	100	No
Laterizio	150	no

Tabella - Impermeabilità al radon di materiali da costruzione (in stato integro, senza fessure)

Naturalmente l'impermeabilità al radon non sussiste più se una membrana isolante o un rivestimento presenta delle fessure o se i loro collegamenti non sono a tenuta stagna e per questo motivo i rivestimenti relativamente fragili vanno considerati con grandi riserve.

Appare evidente anche qualora l'aria del sottosuolo sia molto ricca di radon (concentrazione > 20 000 Bq/m<sup>3</sup>), il terreno sia poroso (ghiaia) e gli elementi costruttivi relativamente permeabili al radon (muri in pietra e pavimenti in calcestruzzo) la concentrazione di radon dovuta alla diffusione sarà comunque scarsa (dell'ordine di grandezza di qualche decina di Bq/m<sup>3</sup> al massimo).

## PUNTI DI INFILTRAZIONE DEL RADON

L'infiltrazione nell'edificio di aria del sottosuolo ricca di radon dipende dalla presenza di crepe e di commessure negli elementi di costruzione a contatto col terreno. Se non si riesce a sigillare sufficientemente questi elementi, occorrerà isolare ermeticamente i locali di soggiorno dalle cantine dove il radon è presente in alte concentrazioni.

I punti di infiltrazione possono essere di vario tipo:

- crepe e giunti in pavimenti e pareti;
- fori di passaggio di cavi (soprattutto in tubi vuoti) e tubazioni;
- fognature;
- pozzetti e aperture di controllo;
- prese di luce e altre aperture nelle pareti della cantina;
- camini;
- punti critici di grande estensione come cantina in pavimento naturale, in ghiaia o in lastre di pietra;
- costruzioni permeabili (solai a travi di legno, a laterizi forati, mura in pietra e simili).



L'isolamento di edifici esistenti, così come la costruzione a tenuta stagna di nuovi edifici richiede l'impiego di diverse strategie per trattare i diversi tipi di infiltrazione che si presentano in ogni edificio.

Le misure più efficaci sono:

- isolare l'edificio dal terreno con membrane sigillanti;
- membrane e rivestimenti isolanti all'interno degli elementi della costruzione e sulla loro superficie;
- sigillare giunti, crepe, buchi e punti di perforazione;
- isolare le aperture (porte, finestre, sportelli, coperchi ecc).

Le esperienze fatte finora hanno mostrato che i risultati delle misure di isolamento sono sempre estremamente incerti, soprattutto nel caso dei risanamenti. C'è sempre da aspettarsi che le misure intraprese non portino ai risultati sperati. Per questo motivo esse vanno progettate con estrema attenzione ed eseguite molto accuratamente. Spesso esse hanno successo solo **in combinazione** con misure di ventilazione.

## **ELIMINAZIONE DEL RADON TRAMITE LA VENTILAZIONE**

L'aria del sottosuolo contenente radon si infiltra nell'edificio se tra il sottosuolo e l'interno dell'edificio esiste una depressione.

In ogni fabbricato si crea un dislivello di pressione dal basso verso l'alto, per cause termiche. Questa differenza di pressione naturale aumenta in inverno all'interno di ogni piano o tra diversi piani e può venire accentuata da costruzioni come il vano dell'ascensore, le prese d'aria, i camini.

Anche gli elementi di ventilazione meccanica quali aspiratori per i bagni, cappe di aspirazione, asciugabiancheria, possono aumentare la depressione dei locali se non sono presenti adeguate aperture di "ripresa".

Tale differenza di pressione richiama l'aria, eventualmente ad elevata concentrazione di radon, dai piani sottostanti fino a quelli superiori.

È possibile eliminare il radon da sotto l'edificio tramite aperture adeguate o sistemi di tubazioni, creando una maggiore pressione all'interno dell'edificio, o almeno con un'opportuna ventilazione dei piani interrati in modo da favorire lo scambio continuo tra aria esterna ed aria presente nel sottosuolo.

Gli interventi realizzati con tale finalità prevedono:

- eliminazione dei fattori che generano depressione mediante creazione di aperture sopra il livello del suolo, isolamento dei camini e apporto diretto di aria per stufe e caldaie;
- ventilazione dell'area sottostante l'edificio, ovvero areazione naturale o meccanica dei vespai;
- generazione di una sovrappressione artificiale nell'edificio;
- espulsione mediante ventilazione dell'aria ricca di radon dalla cantina;
- espulsione mediante ventilazione dell'aria ricca di radon dai locali di soggiorno mediante l'aumento del ricambio d'aria.

## 8. IL CONTRIBUTO DEL PVC

I materiali da costruzione non isolano automaticamente anche dal radon. Ma le caratteristiche specifiche si possono combinare facilmente fra loro, attraverso una scelta ponderata dei materiali da impiegare

La tematica relativa all'inquinamento da radon rende particolarmente interessante una riflessione sui materiali da costruzione, e il PVC permette di affrontare la problematica in modo da evitarne l'accumulo o il trasferimento all'interno dei locali.

IL PVC permette di realizzare barriere efficaci utilizzando le membrane impermeabili ma anche utilizzare condotte per creare impianti di ventilazione.

In modo particolare la ventilazione di vespai fra terreno e primo solaio rappresenta una efficace soluzione per evitare la dispersione del radon nei piani sovrastanti.

Ma è anche opportuno gestire la ventilazione dei locali in modo adeguato alle necessità energetiche con sistemi di gestione delle aperture che i serramenti in PVC riescono a garantire.

Si può anche evidenziare che il PVC non emette sostanze tossiche e nocive essendo inerte alle normali condizioni di utilizzo nelle costruzioni.

Materiali e componenti in PVC possono essere visionati collegandosi al sito [www.pvcforum.it](http://www.pvcforum.it).

---

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- **Arpa Lombardia:**  
[www.arpalombardia.it/Pages/Radioattivita/Radon.aspx](http://www.arpalombardia.it/Pages/Radioattivita/Radon.aspx)
- **Arpa Piemonte:**  
[www.arpa.piemonte.it/news/un-nuovo-metodo-per-la-mappatura-del-radon](http://www.arpa.piemonte.it/news/un-nuovo-metodo-per-la-mappatura-del-radon)
- **Istituto Superiore Sanità:**  
[www.iss.it/radon/](http://www.iss.it/radon/)
- **Fondazione Veronesi:**  
[www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/lesperto-risponde/il-radon-cose-e-come-combatterlo](http://www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/lesperto-risponde/il-radon-cose-e-come-combatterlo)
- **Organizzazione Mondiale della Sanità:**  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44149/9789241547673_eng.pdf?sequence=1)
- **Radon: Guida tecnica SUPSI**  
FSP, Ufficio federale della sanità pubblica Svizzera  
Divisione radioprotezione Servizio tecnico e d'informazione sul radon - 3003 Berna

### PVC Forum Italia

*Il PVC Forum Italia ([www.pvcforum.it](http://www.pvcforum.it)) è l'associazione italiana che riunisce le principali aziende di produzione, compoundazione e trasformazione del PVC, i produttori di additivi e di macchine trasformatrici. Con sede a Milano, il PVC Forum è parte del Network europeo dei PVC forum collegati a ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), l'associazione europea dei produttori di PVC, a sua volta divisione dell'associazione dei produttori europei di materie plastiche (PlasticsEurope).*

[www.pvcforum.it](http://www.pvcforum.it) - [info@pvcforum.it](mailto:info@pvcforum.it)