

Committente:

Associazione di Volontariato Presenza ETS

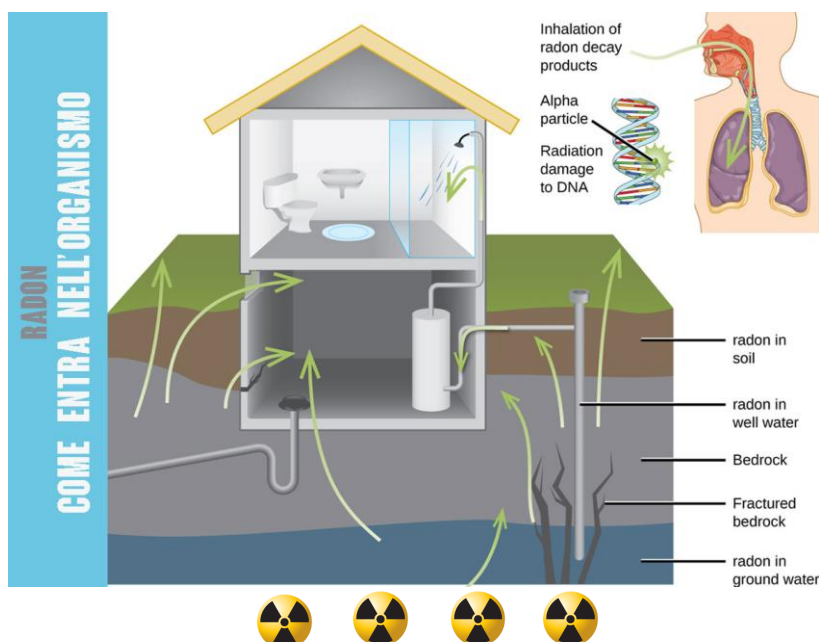
Via Rocco Pugliese, 1 – 89015 PALMI (RC)

RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA DI RADON NEI LUOGHI DI LAVORO



Campionamento PASSIVO
con dosimetri a CR-39

Posizionamento dosimetri:
**dal 16/12/2024
al 16/12/2025**



Elaborata ai sensi:

DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101

Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.

L'esperto di Radioprotezione
Ing. Edoardo Surace – III° n. 731



Sommario

Premessa	3
1. Il Gas RADON nei luoghi di lavoro.....	3
2. Valutazione Della Concentrazione Del Radon	6
3. Metodologia applicata.....	8
4. Modalità, luogo e tempi di misura.....	8
5. Risultati.....	9
6. Conclusioni.....	9

Premessa

Il presente Documento di Valutazione del Rischio Radon è stato redatto su specifico incarico della committenza per l'effettuazione una campagna di misure del gas radon nei luoghi di lavoro, della durata di **1 ANNO**, mediante impiego di dosimetri a CR-39.

La presente relazione è stata redatta, su incarico della committente per il campionamento iniziale di alcuni locali, scelti per interessare, con il campionamento, il maggior numero di aree simili possibili. Sono stati scelti **locali a piano primo, terra e interrato**, anche non frequentati assiduamente e stabilmente come luoghi di lavoro.

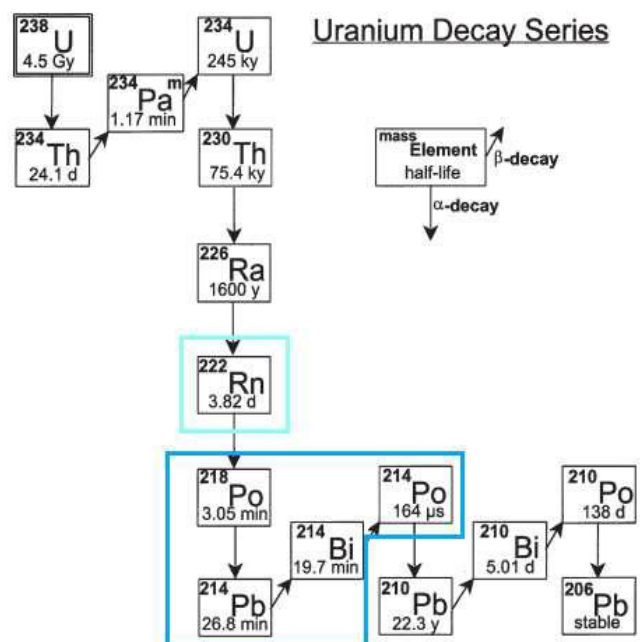
Il fine della valutazione è quello di capire il livello di concentrazione che ci si può attendere nei punti campionati e relazionarlo al valore limite stabilito dal DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101.

I punti monitorati sono stati scelti dal committente:

- PIANO SEMINTERRATO – MENSA
- PIANO SEMINTERRATO – MENSA
- PIANO SEMINTERRATO – ATRIO
- PIANO SEMINTERRATO – RECEPTION
- PIANO SEMINTERRATO – ATTESA -1
- PIANO SEMINTERRATO – CORRIDOIO PALESTRA
- PIANO SEMINTERRATO – PALESTRA
- PIANO TERRA – SEGRETERIA
- PIANO TERRA – CORRIDOIO DIURNO
- PIANO PRIMO – INGRESSO CASA PROTETTA

1. Il Gas RADON nei luoghi di lavoro

Il radon è un gas nobile radioattivo incolore ed inodore, generato continuamente da alcune rocce della crosta terrestre (principalmente lave, tufi, graniti, pozzolane) in seguito al decadimento del radio 226 (^{226}Ra), che a sua volta è generato dall'Uranio 238 (^{238}U). Il radon si trasforma spontaneamente in altre sostanze radioattive dette "figli". La catena di decadimenti ha termine con un elemento stabile rappresentato dal piombo 206 (^{206}Pb).



Dagli elementi radioattivi presenti nelle rocce e nel terreno derivano infatti tre importanti catene radioattive:

- la prima ha origine dall'uranio 238 (^{238}U) e arriva fino al piombo 206 (^{206}Pb); costituisce la serie dell'uranio;
- la seconda ha origine dall'uranio 235 (^{235}U) e termina con il piombo 207 (^{207}Pb); è detta serie dell'attinio;
- la terza ha origine dal torio 232 (^{232}Th) e termina con il piombo 208 (^{208}Pb); viene definita serie del torio.

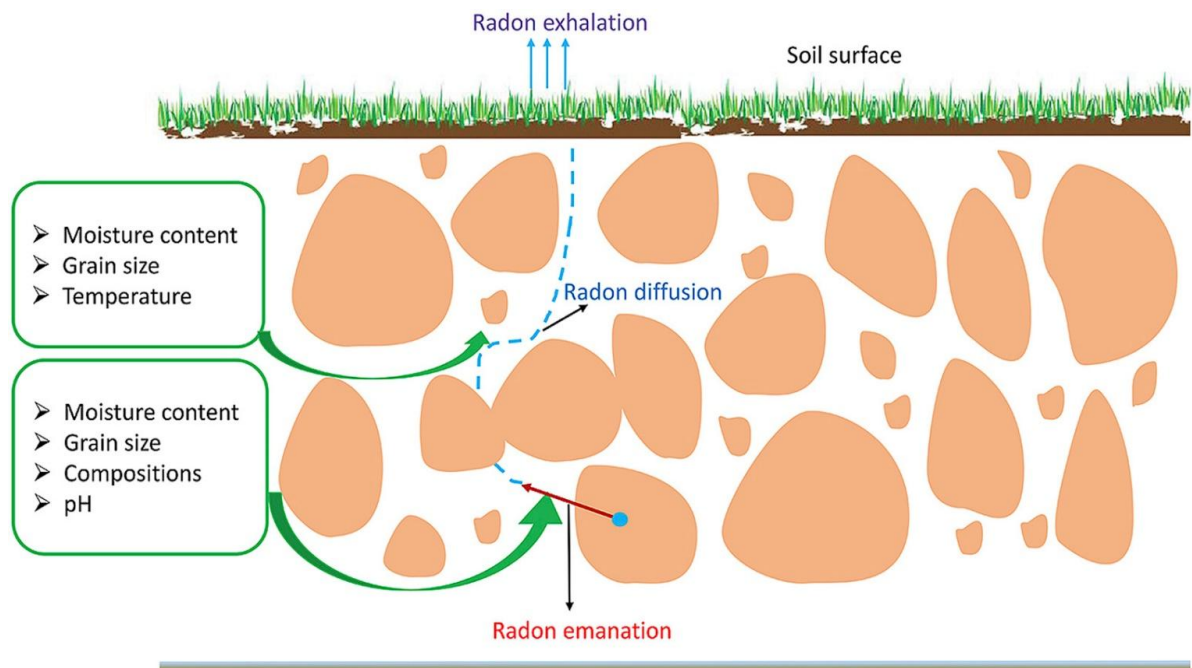
Da queste tre serie si originano 3 isotopi del radon, che hanno diverso tempo di decadimento, come illustrato nella tabella 1.1.

TABELLA 1.1. ISOTOPI DEL RADON E LORO TEMPO DI DECADIMENTO		
Isotopo di partenza	Isotopo del radon prodotto	Tempo di decadimento dell'isotopo del radon prodotto
^{235}U	^{219}Rn (detto actinon)	3,96 secondi
^{238}U	^{222}Rn (detto radon)	3,8 giorni
^{232}Th	^{220}Rn (detto thoron)	55 secondi

Gli isotopi del radon decadendo emettono **particelle α** e si trasformano in elementi "figli", quali polonio 218 (^{218}Po), polonio 214 (^{214}Po), piombo 214 (^{214}Pb) e bismuto 214 (^{214}Bi), anch'essi radioattivi. Polonio 218 (^{218}Po) e polonio 214 (^{214}Po) decadono a loro volta emettendo particelle α .

L'uranio 238 è il nuclide responsabile della produzione del radon 222 (^{222}Rn), che rappresenta l'isotopo del radon di maggiore rilevanza ai fini del rischio per la salute dell'uomo.

Il radon pertanto deriva principalmente dal terreno, dove sono contenuti i suoi precursori, e frequentemente è presente nelle falde acquifere come gas disciolto. Il suolo è responsabile dell'80% del radon presente nell'atmosfera, l'acqua del 19% e le altre fonti solo dell'1%.

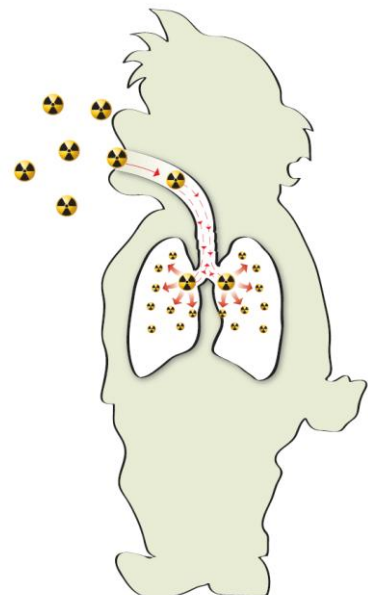


È circa 8 volte più pesante dell'aria, e per questa sua caratteristica tende ad accumularsi negli ambienti confinati e quindi anche nelle abitazioni.

Il radon in quanto tale è, da un punto di vista chimico, poco reattivo. Inoltre, essendo un gas, oltre che inalabile è facilmente eliminabile per via respiratoria. Non altrettanto si può dire dei suoi "figli", che sono da un punto di vista sia chimico che elettrico molto più reattivi e una volta formati vengono veicolati all'interno del corpo umano grazie a particelle di fumo, vapore acqueo, polveri ecc. I figli del radon una volta giunti a livello polmonare si fissano ai tessuti e continuano ad emettere particelle α , in grado di danneggiare le cellule dell'apparato polmonare in modo irreversibile.

Una volta inalato, il radon, a seguito del processo di decadimento radioattivo, produce elementi detti "figli", anch'essi radioattivi, di natura non gassosa. I "figli" del radon possono pertanto depositarsi sulla superficie delle vie respiratorie e, decadendo a loro volta, irradiarle. In alternativa i "figli" possono formarsi nell'area ambiente per decadimento del radon ed essere poi inalati assieme a particolato, fumi ecc.

Sulla base di numerosi studi epidemiologici il radon è stato classificato dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), che è parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, come cancerogeno per l'uomo. Oggi il radon è considerato la principale causa di morte per tumore ai polmoni dopo il fumo di tabacco.

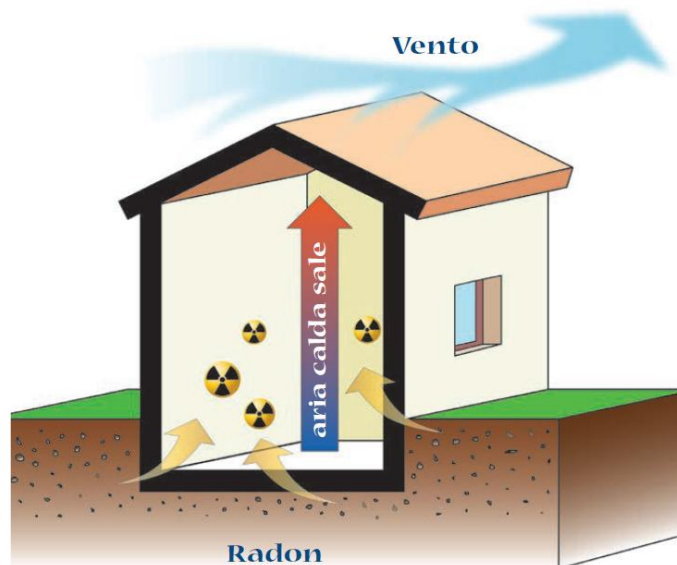


Normalmente la principale fonte di radon è il suolo. In dipendenza dei meccanismi di diffusione del radon dal suolo, i locali degli edifici collocati nei seminterrati o al pianterreno sono in genere quelli particolarmente interessati dal fenomeno. In certi casi anche l'utilizzo di determinate lave, tufi, pozzo lane e di alcuni graniti nella costruzione o nei rivestimenti interni, così come la presenza di acque sorgive ad alto contenuto di radon, può contribuire ad incrementare la concentrazione di radon indoor. In questo caso le concentrazioni medio-alte di radon non si presenteranno necessariamente al piano più basso, ma potrebbero riguardare gli ambienti nei quali sono stati utilizzati tali materiali o è usata l'acqua.

Una delle cause principali per la quale aria ricca di radon affluisce dal suolo verso l'interno degli edifici è la depressione che si viene a creare tra i locali ed il suolo, in conseguenza della differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno dell'edificio. Più pronunciata è questa differenza, maggiore sarà la depressione all'interno della casa.

Si parla di effetto camino. Anche altri fattori, come la presenza di aperture in un edificio o il vento, possono incrementare o ridurre la depressione dovuta alla semplice differenza di temperatura. L'effetto del vento varia in funzione della tenuta degli infissi o della posizione di questi ultimi rispetto alla direzione prevalente del vento e alla sua forza.

La concentrazione di radon può subire sensibili variazioni giornaliere e stagionali. In genere i valori più elevati si osservano nelle prime ore del mattino, quando la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno è maggiore. Per lo stesso motivo d'inverno le concentrazioni sono mediamente maggiori di quelle estive, ma la variabilità è molto alta.



2. Valutazione Della Concentrazione Del Radon

L'articolo 12, comma 1, lettera c), del D.Lgs. 101/2020, fissa il valore di **300 Bq/m³** in termini di livello di riferimento massimo di concentrazione media annua di attività di radon in aria per i luoghi di lavoro. Il livello di riferimento è definito dal decreto come ***il livello di dose efficace o di dose equivalente o la concentrazione di attività al di sopra del quale non è appropriato consentire le esposizioni, derivanti dalle suddette situazioni di esposizione sebbene non rappresenti un limite di dose.***

I luoghi di lavoro in cui effettuare le valutazioni di radon sono indicati all'art. 16 e sono:
a) *luoghi di lavoro sotterranei;*

- b) luoghi di lavoro in locali semisotterranei o situati al piano terra, localizzati nelle aree di cui all'articolo 11;*
- c) specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel Piano nazionale d'azione per il radon di cui all'articolo 10;*
- d) stabilimenti termali.*

Il datore di lavoro o esercente (art. 17 d.lgs. 101/20 e smi) effettua la valutazione della concentrazione di gas radon, avvalendosi dei servizi di dosimetria riconosciuti di cui all'art. 155 del d.lgs. 101/20.

Se la concentrazione risulta inferiore a 300 Bq/m³ l'obbligo è assolto e bisognerà ripetere la misura solo se variano le condizioni di lavoro. Se la misura supera il livello di azione l'esercente deve porre azioni idonee a ridurre i livelli al di sotto del valore limite.

Qualora la concentrazione media annua di attività di radon in aria non superi il livello di riferimento l'esercente elabora e conserva **per un periodo di 8 anni** un documento contenente l'esito delle misurazioni nel quale è riportata la valutazione delle misure correttive attuabili. Tale documento costituisce parte integrante del documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 17, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. **L'esercente ripete le misurazioni ogni 8 anni e ogniqualvolta siano realizzati gli interventi che comportano lavori strutturali a livello dell'attacco a terra nonché gli interventi volti a migliorare l'isolamento termico.**

Qualora la concentrazione media annua di attività di radon in aria superi il livello di riferimento l'esercente è tenuto a porre in essere misure correttive intese a ridurre le concentrazioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile, **avvalendosi dell'esperto in interventi di risanamento radon (di cui all'art. 15 del d.lgs 101/20 e smi)**, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali. **Dette misure sono completate entro 2 anni dal rilascio della relazione tecnica** e sono verificate, sotto il profilo dell'efficacia, mediante nuova misurazione. L'esercente deve garantire il mantenimento nel tempo dell'efficacia delle misure correttive. **A tal fine ripete le misurazioni con cadenza quadriennale.**

Qualora, nonostante l'adozione delle misure correttive, la concentrazione media annua di radon resti superiore al livello di riferimento, **l'esercente effettua la valutazione delle dosi efficaci annue, avvalendosi dell'esperto di radioprotezione che rilascia apposita relazione**, o delle corrispondenti esposizioni integrate annue. Nel caso in cui i risultati della valutazione siano inferiori ai valori indicati **(fissati in 6 mSv/anno)**, l'esercente tiene sotto controllo le dosi efficaci o le esposizioni dei lavoratori fintanto che ulteriori misure correttive non riducano la concentrazione media annua di attività di radon in aria al di sotto del predetto livello di riferimento, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali. L'esercente conserva i risultati delle valutazioni per un periodo non inferiore a dieci anni. Nel caso in cui i risultati della valutazione siano superiori a 6 mSv in termini di dose efficace annua, l'esercente adotta i provvedimenti previsti dal Titolo XI del D. Lgs. 101/2020 (adozione della sorveglianza fisica di radioprotezione).

3. Metodologia applicata

È stato effettuato un campionamento passivo collocando rilevatori di gas radon a CR-39 per valutare la concentrazione media di radon SU UN PERIODO DI **1 ANNO**, come chiesto dal Committente.

4. Modalità, luogo e tempi di misura

I dosimetri sono stati posizionati per come indicato dal centro di dosimetria scelto (**la L.B. Servizi per le Aziende Srl – via Gabriele Paleotti, 43**).

In ogni locale è stato attaccato alla parete una tabella A4 su cui è stato posizionato il dosimetro. La tabella riportava le indicazioni da seguire e l'identificativo del dosimetro.

Il sistema CR39 è composto da una camera di diffusione, o contenitore, e da un rivelatore di tracce nucleari (piastrina di PADC, dimensioni 25×25 mm e spessore di 1,50 mm);

Sistema CR39

Il sistema CR39 è composto da una camera di diffusione, o contenitore, e da un rivelatore di tracce nucleari. La camera di diffusione permette l'ingresso del solo radon, non dei suoi prodotti di decadimento. Il volume sensibile della camera è ottimizzato in funzione dell'efficienza del rivelatore per la radiazione alfa emessa dal radon e dalla progenie, in funzione della durata del periodo di campionamento. L'elemento sensibile è costituito da un rivelatore a tracce di PADC, un polimero organico di denominazione commerciale CR-39. Il rivelatore consiste di una lastrina di dimensioni 25 x 25 mm e spessore di 1,50 mm. Ogni rivelatore, fornito già assemblato e pronto all'uso, è identificato univocamente per mezzo di codice alfanumerico impresso sulla parte sensibile e riportato anche all'esterno del dispositivo.

Sistema CR39

Parte sensibile: lastra di poliallil-diglicol-carbonato (PADC)

Camera: 40 ml

Range di misura: 20 – 40000 kBq·h/m³

Campo di Accreditamento: (100 – 3000 kBq·h/m³);

Durante il normale svolgimento delle attività lavorative si proceduto a collocare i dosimetri:

- ad altezza di 1,00/2,00 m, lontano fonti di calore e ad almeno 90 cm da finestre o porte che danno verso l'esterno e dispositivi di areazione, lasciando uno spazio di almeno 20 cm attorno ad ogni rivelatore;
- sono stati presi in considerazione i luoghi lavorativi con una permanenza complessiva maggiore a 10 ore mese.

- il periodo di misura è stato: **1° semestre dal 16/12/2024 al 16/06/2025; 2° semestre dal 16/06/2025 al 16/12/2025.**

5. Risultati

Di seguito il rapporto di prova del centro di dosimetria, nel quale vengono riportati i risultati delle misurazioni effettuate.

Elaborazione dei risultati:

N.	AMBIENTE	PIANO	1° BQ/MC	2° BQ/MC	MEDIA BQ/MC	DOSE (mSv)	VERIFICA
5	ATTESA	-1	109,00	45,00	71,48	0,96	OK
10	CASA PROTETTA	1	92,00	13,00	45,68	0,61	OK
7	PALESTRA	-1	102,00	55,00	74,44	1,00	OK
9	DIURNO CORRIDOIO	0	113,00	35,00	67,27	0,90	OK
6	PALESTRA CORRIDOIO	-1	78,00	41,00	56,31	0,75	OK
4	RECEPTION	-1	82,00	30,00	51,51	0,69	OK
2	MENSA 2	-1	83,00	30,00	51,93	0,70	OK
8	SEGRETERIA	0	96,00	25,00	54,37	0,73	OK
3	ATRIO	-1	81,00	36,00	54,62	0,73	OK
1	MENSA 1	-1	77,00	38,00	54,13	0,73	OK

6. Conclusioni

Alla luce dei risultati riscontrati, tenuto conto dei Livelli di riferimento individuati dal Legislatore all'Art.12 del D. Lgs. 101/2020, si possono fare le seguenti considerazioni.

- Nei locali si ha una situazione attualmente non superiore ai livelli di attenzione.
- Il calcolo di dose efficace annua ha dato valori inferiori al livello di riferimento.

La relazione va conservata. Ripetere le misure fra 8 anni o in caso di esecuzione di lavori strutturali in particolare relativi agli attacchi a terra dell'edificio e/o fondazioni o volti a migliorare l'isolamento termico dell'edificio.