



# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021

**CLIENTE:**

Comune di Molfetta  
Via Martiri di Via Fani, 2/B (Lama Scotella)  
70056 Molfetta (BA)

**LUOGO DELLA VERIFICA:**

Scuola Elementare "Giulio Cozzoli"  
Codice meccanografico: BAIC85500X  
Via Berlinguer  
70056 Molfetta (BA)

**RESPONSABILE DELLE MISURE**

Ing. Gianluca Troiano  
Ingegnere Nucleare - Ordine degli Ingegneri della Prov. di Varese - Sezione "A" n. 3104  
Esperto di Radioprotezione di III grado n. 538 dell'Elenco Ministeriale  
NRPP Certified Radon Professional ID 110095 RT  
Via Madonini, 49/D - 21040 Uboldo (VA)

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021



## 1 PREMESSA

Il Radon è un "gas nobile" (chimicamente inerte) di tipo radioattivo che ha origine dall'Uranio-238 naturalmente presente nel suolo.

Essendo in uno stato gassoso, riesce a permeare il suolo, fuoriuscendo e concentrandosi in particolare negli ambienti chiusi dove viene respirato e rilascia nei polmoni i suoi prodotti di decadimento (in pratica altre sostanze radioattive dannose come alcuni isotopi del Polonio e del Bismuto).

E' inodore ed incolore. Per questo non è percepito dai nostri sensi e per rilevarlo è necessario l'impiego di appositi dispositivi di misura.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, **il Radon è la seconda causa di morte per tumore ai polmoni** dopo il fumo, ed è la prima causa tra i non fumatori.

Negli ultimi 20 anni sono stati condotti numerosi studi, in particolare negli Stati Uniti, in Europa ed in Cina, per determinare il fattore di rischio associato all'esposizione a basse concentrazioni di Radon.

I risultati dei 13 studi epidemiologici condotti in Paesi europei (incluso quello effettuato in Italia), hanno dimostrato:

- un significativo aumento di rischio di tumore polmonare all'aumentare dell'esposizione al Radon;
- l'esistenza di un forte **effetto sinergico tra fumo di sigaretta e Radon**;
- l'evidenza del rischio di tumore polmonare anche (per esposizioni prolungate di alcuni decenni) a **livelli di concentrazione di Radon medio-bassi** (inferiori a 200 Bq/m<sup>3</sup>);
- un aumento di rischio di tumore polmonare del 16% per ogni 100 Bq/m<sup>3</sup> di incremento di concentrazione media di Radon (tenendo conto delle incertezze, questa stima varia dal 5% al 31%);

C'è da sottolineare che, dagli studi condotti, è stato stimato che in Italia si registrano **circa 3.200 decessi all'anno** per tumore polmonare attribuibili al Radon.

## 2 NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI RADIOPROTEZIONE DA ESPOSIZIONE AL RADON

Il D.Lgs. 101 del 31 Luglio 2020 ha definito i seguenti livelli di riferimento per la concentrazione media annua di attività di Radon:

Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio	
Tipo di ambiente	Livello di riferimento per la concentrazione Radon
Luoghi di lavoro	300 Bq/m <sup>3</sup>
Abitazioni	300 Bq/m <sup>3</sup>
Nuove costruzioni (successive al 31/12/2024)	200 Bq/m <sup>3</sup>

La Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 di Regione Puglia "Norme in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas radon in ambiente confinato", ha definito i seguenti limiti:

Legge regionale 31 luglio 2016 n. 30 di Regione Puglia	
Tipo di ambiente	Limite di concentrazione Radon
Nuove costruzioni e costruzioni oggetto di ristrutturazione e manutenzione straordinaria	300 Bq/m <sup>3</sup>
Edifici strategici di cui al D.M. 14.01.2008 e quelli destinati all'istruzione	300 Bq/m <sup>3</sup>
Edifici aperti al pubblico, con esclusione dei residenziali	300 Bq/m <sup>3</sup>

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021



## 3. METODO DI INDAGINE

La metodologia di indagine utilizzata fa riferimento ai seguenti documenti tecnici:

- UNI ISO 11665-8:2020 – “Measurement of radioactivity in the environment - Air: Radon-222 - Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in buildings”;
- Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano – “Linee guida per le misure di concentrazione di Radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei” del 6 febbraio 2003.
- “Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico” emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia

I dispositivi di misura sono stati posizionati nel rispetto delle indicazioni della norma ISO 11665-8:2020, ed in particolare:

- ad un'altezza compresa tra 1 e 2 metri dal suolo;
- ad una distanza di almeno 30 cm dalle pareti che affacciano all'esterno;
- ad almeno 90 cm da porte e finestre;
- lontani da fonti di calore e da luce solare diretta;
- lontano da ventilazione forzata diretta;
- lontano da sorgenti di acqua e da zone con presenza di condensa;
- in posizione tale da garantire che non siano spostati durante il monitoraggio (possibile caduta di oggetti, curiosità di persone che non sanno di cosa si tratti...);

Il campionamento ed il posizionamento dei rivelatori sono stati effettuati a cura del personale della società For.Sic. con Sede legale in Via L. Azzarita, n° 36/44 a Molfetta (BA), in possesso delle competenze adeguate allo svolgimento delle attività.

Il responsabile della struttura è stato informato in merito alla corretta conservazione dei rivelatori durante il periodo di monitoraggio ed in particolare in merito al fatto che gli stessi non dovessero essere rimossi o spostati dalla loro posizione iniziale.

## 4. METODO DI MISURA

Per il monitoraggio del Radon sono stati impiegati rivelatori a tracce CR-39 (Metodo di rilevamento SSNTD, Solid State Nuclear Track Detector), tecnica di misura riconosciuta idonea secondo lo standard ISO 11665-1:2019.

Il sistema è composto da una camera di diffusione all'interno della quale è inserito un rivelatore di tracce nucleari, di materiale PADC (poliallil-digicol-carbonato), un polimero organico comunemente chiamato CR-39.

La camera di diffusione ha un volume di circa 15 ml, ottimizzato per il monitoraggio su periodi medio/lunghi, ed è chiusa in modo da inibire l'ingresso dei prodotti di decadimento del radon sospesi nell'ambiente, così da consentire la misurazione della sola concentrazione di attività di Radon presente.

Le particelle alpha emesse dal Radon presente nella camera di diffusione che interagiscono sulla superficie del rivelatore CR-39, lasciano delle tracce che, dopo un trattamento chimico in una soluzione di Soda Caustica, diventano visibili mediante un microscopio ottico e possono quindi essere conteggiate.

Il rivelatore CR-39 ha una superficie di dimensioni 25 x 25 mm<sup>2</sup> ed uno spessore di 1,50 mm.

Ciascun rivelatore è identificato mediante una matricola univoca impressa sulla superficie del rivelatore CR-39 stesso e presente sull'etichetta applicata alla camera di diffusione e visibile esternamente.

Il metodo con cui sono effettuate le prove è quello definito dal seguente standard internazionale:

“UNI ISO 11665-4:2020 - Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 4: Metodo di misurazione ad integrazione per la determinazione della concentrazione media di attività usando un campionamento passivo e analisi successiva.”

I punti di misura in cui sono stati posizionati i rivelatori sono indicati nelle planimetrie allegate.

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021



## 5. LABORATORIO DI ANALISI

Il laboratorio Niton è conforme a tutti i requisiti minimi dei servizi di dosimetria di cui all'articolo 17, comma 7 del D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101 così come definiti nell'Allegato II sezione I comma 5 dello stesso decreto ed è in possesso di tutte le caratteristiche definite dalle "Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei" emesse dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano del 2003, per poter essere definito "organismo di misura del Radon idoneamente attrezzato", in particolare:

- Il responsabile tecnico del Laboratorio è l'Ing. Gianluca Troiano, Esperto Qualificato di III grado e accreditato presso l'NRPP (National Radon Proficiency Program) per l'effettuazione delle indagini Radon.
- Le persone abilitate ad eseguire le misure e le procedure di laboratorio sono formate e periodicamente è verificato il loro grado di competenza.
- La tecnica di misurazione utilizzata è di tipo SSNTD (metodo di rivelazione a tracce), riconosciuta idonea secondo lo standard ISO 11665-1:2019.
- Il laboratorio effettua tarature periodiche della tecnica di misura e controlla il funzionamento delle apparecchiature prima di ogni serie di misure.
- Il laboratorio partecipa a prove di interconfronto e di affidabilità nazionali ed internazionali con frequenza almeno annuale.
- Il laboratorio effettua periodicamente il controllo di qualità dei dati.
- Il laboratorio utilizza procedure e istruzioni scritte per le misure, comprese le tarature e il controllo di qualità.
- Il laboratorio rilascia il resoconto delle misure firmato dal responsabile tecnico, che garantisce l'affidabilità del dato al committente.

## 6. ESITI DELLE MISURE

Nel rispetto di quanto previsto dall'art. 4 - comma 2 della Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 di Regione Puglia, è stata prevista una campagna di misura annuale suddivisa in due semestri.

Gli esiti delle misure relative al primo monitoraggio ed al secondo monitoraggio sono riportati nei Rapporti di Prova allegati alla presente relazione (Rapporto di Prova n. 210441R00 e Rapporto di Prova n. 211136R00).

Si riportano di seguito i riepiloghi delle valutazioni ed i calcoli per la definizione delle concentrazioni medie annuali, suddivisi per zona omogenea.

Al fine di una corretta interpretazione delle valutazioni di seguito riportate si precisa quanto segue:

- l'incertezza di misura indicata nei Rapporti di Prova è espressa in termini di incertezza estesa percentuale con fattore di copertura  $K=2$  con intervallo di confidenza pari al 95%, calcolata in accordo con la norma UNI ISO 11665-4:2020 paragrafo A.6.2;
- il valore dell'esposizione annuale è stato calcolato come la somma delle esposizioni nelle due campagne di misura semestrali, così come riportate nei rispettivi Rapporti di Prova;
- la concentrazione media annuale di attività di Radon è calcolata come il rapporto tra l'esposizione annuale e la somma delle ore degli intervalli di posizionamento delle due campagne di misura, corrispondente alla media pesata delle concentrazioni determinate sui due semestri sulle durate temporali ( $T_{S1}$  e  $T_{S2}$ ) dei periodi di misura, così come indicato nella "Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico" emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia:

$$C_{ANNUA} \left[ \frac{Bq}{m^3} \right] = \frac{C_{S1} \cdot T_{S1} + C_{S2} \cdot T_{S2}}{T_{S1} + T_{S2}}$$

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021



- l'incertezza associata alla concentrazione media annua è stata calcolata, così come indicato nella "Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico" emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia, secondo la formula:

$$\sigma_{C_{ANNUA}} [Bq/m^3] = \sqrt{\frac{(\sigma_{C_{S1}})^2 \cdot T_{S1}^2 + (\sigma_{C_{S2}})^2 \cdot T_{S2}^2}{(T_{S1} + T_{S2})^2}}$$

Si riporta di seguito la tabella di riepilogo delle misurazioni effettuate.

Posizione	Piano	Primo semestre 196 giorni		Secondo semestre 176 giorni		Totale anno		
		Matr.	Conc. (Bq/m <sup>3</sup> )	Matr.	Conc. (Bq/m <sup>3</sup> )	Esposizione (kBq·h/m <sup>3</sup> )	Concentr. Media (Bq/m <sup>3</sup> )	Incert. Estesa
Ufficio (stanza n.4)	T	13340	21	14975	31	228	26	± 5
Palestra (ingresso)	T	13481	10	15019	21	133	15	± 3
Ufficio (accanto al dirigente)	T	13482	17	14991	32	218	24	± 4
Aula n. 13	T	13483	15	15012	34	217	24	± 5
Corridoio (accanto aula multimediale)	T	13484	13	14998	25	171	19	± 4
Corridoio (a DX)	T	13485	13	15000	22	155	17	± 4
Corridoio (ingresso a SX)	T	13486	12	14989	20	141	16	± 3
Aula n. 32	1	13487	12	14973	27	171	19	± 4
Palestra (in fondo)	T	13488	11	15010	20	139	15	± 3
Aula n. 30	1	13489	12	14976	15	122	13	± 3
Aula n. 16	T	13490	20	15001	48	300	33	± 6
Ufficio Dirigente	T	13491	12	14985	27	171	19	± 4
Aula n. 12	T	13492	20	15015	35	243	27	± 5
Aula n. 28	1	13493	11	14971	20	141	16	± 3
Aula n. 14	T	13494	10	14994	27	144	16	± 4
Deposito (sala video)	T	13495	15	14986	31	199	22	± 4
Mensa (ingresso)	T	13496	11	14990	28	169	19	± 4
Infermeria	T	13497	10	15007	19	124	14	± 3
Sala video	T	13498	13	15017	26	168	19	± 4
Corridoio (ala centrale)	1	13499	10	14981	32	164	18	± 4
Spogliatoio (palestra)	T	13500	15	15013	23	168	19	± 4
Deposito	T	13501	16	15018	42	256	28	± 5
Aula n. 31	1	13502	14	14993	24	169	19	± 4
Corridoio (ingresso)	T	13503	10	15016	23	126	14	± 3
Mensa (in fondo)	T	13504	11	14992	17	122	14	± 3
Aula n. 15	T	13505	11	15003	25	160	18	± 4
Aula n. 2 (scuola dell'infanzia)	T	13506	28	14999	40	305	33	± 6
Aula n. 21	1	13507	10	15020	20	129	14	± 3

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021

Posizione	Piano	Primo semestre 196 giorni		Secondo semestre 176 giorni		Totale anno		
		Matr.	Conc. (Bq/m <sup>3</sup> )	Matr.	Conc. (Bq/m <sup>3</sup> )	Esposizione (kBqh/m <sup>3</sup> )	Concentr. Media (Bq/m <sup>3</sup> )	Incert. Estesa
Aula n. 39	1	13508	14	14987	27	180	20	± 4
Corridoio n. 1 (scuola dell'infanzia)	T	13509	26	15011	41	296	33	± 6
Corridoio n. 2 (scuola dell'infanzia)	T	13510	25	14996	41	293	32	± 6
Aula n. 27	1	13511	13	14822	25	168	19	± 4
Aula n. 34	1	13512	11	14988	24	155	17	± 4
Corridoio (tra aula 14 e 15)	T	13513	12	14995	25	164	18	± 4
Lab. Informatica	1	13514	24	14980	30	245	27	± 5
Aula n. 35	1	13515	10	14978	25	154	17	± 4
Aula n. 38	1	13516	15	14982	21	159	18	± 4
Corridoio (ala est)	1	13517	10	14968	18	123	14	± 3
Aula n. 37	1	13518	13	14974	24	164	18	± 4
Aula n. 20	1	13519	13	14984	23	157	17	± 4
Aula n. 11	T	13520	17	15014	35	230	25	± 5
Aula multimediale	T	13521	33	15006	43	348	38	± 6
Aula n. 23	1	13522	14	14970	22	159	18	± 4
Aula n. 22	1	13524	12	14972	22	147	16	± 4
Aula n. 36	1	13525	11	14979	22	145	16	± 3
Corridoio (ala ovest)	1	13526	11	14977	20	140	15	± 3
Aula n. 3 (scuola dell'infanzia)	T	13527	29	15008	41	320	35	± 6
Aula multimediale (ingresso)	T	13528	38	15009	45	379	41	± 6
Mensa (scuola dell'infanzia)	T	13529	16	///	///	///	///	///
Ingresso scuola dell'infanzia	T	13530	26	15002	31	257	28	± 5
Aula n. 24	1	13531	12	14983	20	142	16	± 3
Aula n. 1 (scuola dell'infanzia)	T	13532	25	15005	38	286	31	± 5
Aula n. 29	1	13533	10	14969	23	134	15	± 3

In un punto di misura è risultato smarrito il rivelatore per la seconda campagna di misura semestrale.  
In considerazione:

- del numero elevato di punti di misura;
- del fatto che per entrambe le campagne di misura è stato coperta almeno una parte del periodo invernale;
- che mediamente i valori di concentrazione di attività di Radon registrati nel semestre con esito della misurazione disponibile sono bassi;

la mancanza di tale misura non invalida l'esito della campagna di monitoraggio così come indicato nelle conclusioni.

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21044 del 20 Settembre 2021



## 7. CONCLUSIONI

In ciascun punto di misura la concentrazione media annuale di attività di Radon è risultata inferiore a  $300 \text{ Bq/m}^3$ , limite previsto nell'art. 4 comma 1 lettera b) della Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 e s.m.i. di Regione Puglia.

Non si rende quindi necessaria la presentazione di un piano di risanamento Radon per i locali oggetto di indagine.

Lainate, 20 Settembre 2021

Il Tecnico Relatore  
Ing. Gianluca Troiano  
Esperto di Radioprotezione Grd. III, n. 538

## ALLEGATI:

- Planimetria dei locali oggetto di indagine, con l'indicazione dei punti di misura e delle matricole dei rivelatori posizionati nelle due campagne di misura.
- Rapporti di Prova contenenti gli esiti delle analisi dei rivelatori a tracce posizionati nelle due campagne di misura semestrali.