



# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21046 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 "Rosaria Scardigno"  
Codice meccanografico: BAIC85700G  
Via Maggialetti, 12  
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 Ubaldo (VA)

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21046 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 3 luglio 2019 n. 13 di Regione Campania	
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. RR21046 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 (polialilil-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. RR21046 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. 210538R00 e Rapporto di Prova n. 211145R00). 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. RR21046 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 199 giorni		Secondo semestre 161 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
Archivio	T	12789	63	///	///	///	///	///
Uffici di Segreteria (laboratorio)	T	12790	75	14769	86	691	80	± 10
Uffici di Segreteria (cucina)	T	12791	40	14776	50	383	44	± 7
Palestra stanza (uso archivio) n. 1 a DX	T	12792	24	14799	21	197	23	± 4
Aula 5° E	T	12793	18	14834	15	143	17	± 3
Palestra stanza (uso archivio) n. 1 a SX	T	12794	30	14792	36	284	33	± 5
Pad. A Scardigno (ex custode) inizio	T	12795	79	14789	93	734	85	± 10
Corridoio n. 1 (ex custode) inizio	T	12796	35	14778	42	329	38	± 6
Aula 3° D	T	12797	10	14826	17	110	13	± 3
Aula 3° F	T	12798	20	14629	13	141	16	± 4
Corridoio n. 1	T	12799	23	14827	26	210	24	± 4
Aula 3° E	T	12800	18	14664	26	183	21	± 4
Scale	R	12801	23	14641	14	166	19	± 4
Aula 1° D	T	12803	17	14644	18	150	17	± 4
Aula 2° E	T	12804	11	14654	20	128	15	± 3
Ingresso Principale	T	12805	47	14835	56	441	51	± 7
Pad. A Scardigno (aula n. 5)	T	12807	72	14813	86	677	78	± 10
Aula 1° E	T	12808	13	14618	17	127	15	± 3
Corridoio a SX	1	12809	22	14637	16	168	19	± 4
Corridoio a SX n. 3	1	12810	14	14657	23	157	18	± 4
Pad. A Scardigno (aula n. 4)	T	12811	125	14811	191	1335	155	± 16
Pad. A Scardigno (corridoio in fondo)	T	12812	85	14793	108	825	95	± 11
Pad. A Scardigno (aula n. 2)	T	12813	83	14794	99	781	90	± 11
Biblioteca (aula apprendimento)	T	12814	35	14770	50	358	41	± 6
Corridoio uffici (inizio)	T	12815	54	14763	85	585	68	± 9
Pad. A Scardigno (aula n.3)	T	12816	218	14803	358	2422	280	± 25
Pad. A Scardigno (corridoio a DX)	T	12818	82	///	///	///	///	///
Ufficio Segreteria	T	12820	76	14775	116	813	94	± 11

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21046 del 20 Settembre 2021

Posizione	Piano	Primo semestre (59 giorni)		Secondo semestre (61 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> )	Indic. Estato
Portineria	T	12821	50	14759	69	508	59	± 8
Pad. A Scardigno (aula n. 4 centrale)	T	12822	102	14791	129	986	114	± 13
Sala Docenti	T	12823	57	14774	91	627	73	± 9
Ufficio Segreteria	T	12824	62	14758	101	685	79	± 10
Lab. Scienze	T	12825	78	14800	131	879	102	± 12
Palestra Spogliatoio	T	12826	33	14786	50	351	41	± 6
Ufficio DSGA	T	12827	48	14761	84	556	64	± 9
Palestra Spogliatoio (corridoio)	T	12828	52	14777	97	622	72	± 9
Aula n. 3	T	12829	99	14806	107	883	102	± 12
Palestra - stanza attrezzature	T	12830	55	14787	112	692	80	± 10
Palestra n. 2 (SX)	T	12831	17	14784	32	205	24	± 4
Corridoio Uffici (in fondo)	T	12832	64	14765	93	667	77	± 10
Palestra n. 2 ( a DX)	T	12833	18	14780	21	167	19	± 4
Pad. A Scardigno (aula n. 1)	T	12834	101	14804	104	886	103	± 12
Pad. A Scardigno (aula n. 3)	T	12835	118	14788	152	1152	133	± 14
Palestra n. 3 ( a SX)	T	12836	19	14785	23	179	21	± 4
Palestra ( ingresso a DX)	T	12837	20	14781	29	206	24	± 4
Palestra n. 1 ( a SX)	T	12839	17	14782	32	204	24	± 4
Pad. A Scardigno (aula n. 3)	T	12840	75	14805	111	788	91	± 11
Scale	R	12841	99	14783	117	925	107	± 12
Corridoio n. 1 (a DX)	1	12842	86	14810	109	833	96	± 11
Montessori Aula n. 4	1	12843	37	14820	60	406	47	± 7
Pad. A Scardigno (aula n. 1)	1	12844	84	14801	92	758	88	± 11
Montessori Aula n. 5	1	12845	31	14817	37	292	34	± 5
Montessori Corridoio (in fondo)	1	12846	28	14809	30	250	29	± 5
Montessori Aula (in fondo)	1	12847	30	14818	30	256	30	± 5
Corridoio Montessori (ingresso a SX)	1	12848	23	14815	31	230	27	± 5
Scale (Pad. Montessori)	R	12849	31	14814	37	293	34	± 5
Montessori Aula n. 1	1	12850	21	14816	35	235	27	± 5
Corridoio ( Pad. Montessori) a DX	T	12851	31	14795	38	294	34	± 6
Montessori Aula n. 2	1	12852	25	14830	21	198	23	± 4
Montessori Aula n. 3	1	12853	25	14819	26	219	25	± 5
Corridoio (Pad. Montessori) a DX	T	12854	50	14796	92	595	69	± 9
Ufficio Dirigente	T	12855	54	14764	91	608	70	± 9
Montessori Aula n. 1	T	12856	21	14808	36	240	28	± 5
Montessori Aula n. 6	T	12857	32	14802	45	324	38	± 6
Montessori Aula n. 5	T	12858	31	14812	46	325	38	± 6

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21046 del 20 Settembre 2021



Posizione	Piano	Primo semestre 199 giorni		Secondo semestre 161 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
Corridoio (ex biblioteca-sala C)	T	12860	40	14655	20	270	31	± 5
Montessori Aula n. 2	T	12861	26	14807	35	259	30	± 5
Montessori Aula n. 3	T	12862	36	14798	41	330	38	± 6
Caldaie	-1	12863	25	14772	27	227	26	± 5
Corridoio (ex custode) in fondo	T	12864	37	14767	39	325	38	± 6
Locale deposito (ex custode)	T	12865	64	14768	63	550	64	± 8
Montessori Aula n. 4	T	12866	50	14797	96	606	70	± 9
Corridoio (Aula Multimediale)	T	12867	58	14762	88	618	72	± 9
Aula Multimediale	T	12868	83	14766	92	752	87	± 11
Ex Biblioteca (locali ex custode)	T	12869	33	14760	47	338	39	± 6
Aula Multimediale	T	13605	63	///	///	///	///	///
Montessori (aula centrale)	T	///	///	15347	39	///	///	///

Per un numero limitato di punti è risultato smarrito il rivelatore per una delle due campagne di misura semestrali. 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 poche misure non invalida l'esito della campagna di monitoraggio così come indicato nelle conclusioni.

# RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21046 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.

Si segnala che, relativamente alle misurazioni effettuate presso il Pad. A Scardigno, pur non avendo registrato il superando del limite di concentrazione di  $300 \text{ Bq/m}^3$ , la concentrazione media di attività di Radon è maggiore rispetto a quanto registrato nelle altre aree dell'edificio ed, in particolare, in un punto (aula n.3) la concentrazione media annuale si avvicina al limite di  $300 \text{ Bq/m}^3$ .

Si raccomanda pertanto di tenere la situazione sotto controllo garantendo maggiore ventilazione dei locali e valutando se eventuali chiusure prolungate della scuola in periodo di pandemia possano aver influito sui risultati ottenuti.

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.