



RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21042 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 "Alessandro Manzoni"
Codice meccanografico: BAIC85500X
Via C. Alberto, 35
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. RR21042 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/m³);
- un aumento di rischio di tumore polmonare del 16% per ogni 100 Bq/m³ 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 dell'Unione Europea	
Tipo di ambiente	Livello di riferimento per la concentrazione Radon
Luoghi di lavoro	300 Bq/m ³
Abitazioni	300 Bq/m ³
Nuove costruzioni (successive al 31/12/2024)	200 Bq/m ³

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 8 luglio 2016 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 ³
Edifici strategici di cui al D.M. 14.01.2008 e quelli destinati all'istruzione	300 Bq/m ³
Edifici aperti al pubblico, con esclusione dei residenziali	300 Bq/m ³

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21042 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 mm² 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. RR21042 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. 210438R00 e Rapporto di Prova n. 211134R00). 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. RR21042 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 198 giorni		Secondo semestre 180 giorni		Totale anno		
		Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Esposizione (kBq.h/m ³)	Concentr. Media (Bq/m ³)	Incert. Estesa
Corridoio n. 2 (a DX)	1	13264	98	14846	200	1326	146	± 17
Scale tra I e II piano	+1/+2	13265	104	14843	182	1280	141	± 16
Aula 11	1	13266	119	14876	210	1472	162	± 17
Aula 28	2	13267	81	14857	157	1062	117	± 14
Aula 23	2	13268	80	14883	150	1027	113	± 14
Corridoio n. 4 (in fondo)	2	13269	97	14851	153	1123	124	± 14
Lab. Informatica (ingresso)	2	13270	74	14861	157	1027	113	± 13
Sala conferenze (ingresso)	2	13271	93	14887	161	1134	125	± 14
Lab. Musica (in fondo)	2	13272	98	14850	174	1220	134	± 15
Scale tra PT e I piano	T/+1	13273	97	14881	175	1217	134	± 15
Aula 14	1	13274	116	14884	183	1343	148	± 16
Aula 17	1	13275	107	14872	178	1273	140	± 16
Archivio	2	13276	84	14853	140	1002	110	± 13
Corridoio (in fondo a DX)	1	13277	97	14874	190	1280	141	± 16
Corridoio n. 3	2	13278	81	14888	144	1008	111	± 13
Scale	2	13279	107	14845	197	1355	149	± 17
Aula 15	1	13280	111	14882	181	1309	144	± 16
Corridoio n. 1 (a SX)	2	13281	97	14889	147	1092	120	± 14
Lab. Scienze (in fondo)	2	13282	84	14848	164	1108	122	± 14
Aula 25	2	13283	85	14844	153	1063	117	± 14
Corridoio (a DX)	2	13284	77	14849	167	1086	120	± 14
Aula 28 (in fondo)	2	13285	66	14860	154	977	108	± 13
Aula 26	2	13286	85	14856	154	1068	118	± 14
Aula 12	1	13287	111	14875	217	1465	161	± 17
Palestra n. 2 (in fondo)	1	13288	149	14891	224	1676	185	± 19
Corridoio (fronte ingresso)	T	13289	80	14893	157	1057	117	± 14
Ufficio segreteria alunni	T	13290	160	14892	314	2113	233	± 23
Scala	T	13291	97	14907	193	1292	142	± 16

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21042 del 20 Settembre 2021



Posizione	Piano	Primo semestre 198 giorni		Secondo semestre 180 giorni		Totale anno		
		Matr.	Cono (Bq/m ³)	Matr.	Cono (Bq/m ³)	Esposizione (kBq.h/m ³)	Concentr. Media (Bq/m ³)	Incert. Estesa
Infermeria	T	13292	110	14902	177	1287	142	± 16
Corridoio (ingr. Vico M. di Savoia)	T	13293	96	14867	207	1349	149	± 16
Archivio	T	13294	202	14899	373	2570	283	± 27
Aula-1 (ingresso a SX)	T	13295	184	14870	355	2407	265	± 26
Ingresso Via C. Alberto	T	13296	58	14905	98	699	77	± 10
Ingresso segreteria - presidenza	T	13297	112	14898	250	1609	177	± 19
Archivio (in fondo)	T	13298	184	14871	408	2636	291	± 29
Aula 19 (ingresso)	1	13299	97	14879	177	1222	135	± 15
Corridoio n.3 (a DX)	1	13300	103	14873	182	1272	140	± 16
Segreteria	T	13301	125	14854	267	1747	193	± 21
Presidenza	T	13302	136	14901	276	1840	203	± 22
Aula 19	1	13303	170	14885	216	1737	191	± 20
Aula 20	1	13304	147	14890	364	2268	250	± 25
Ingresso ufficio vicario	T	13305	126	14900	235	1612	178	± 19
Aula 16	1	13306	150	14880	279	1917	211	± 22
Segreteria personale	T	13398	149	14868	334	2150	237	± 24
Corridoio n. 4 (a DX)	T	13399	92	14894	197	1286	142	± 16
Corridoio (vico M. di Savoia)	T	13400	97	14903	175	1216	134	± 15
Lab. Scienza (ingresso)	2	13401	87	14886	142	1024	113	± 13
Corridoio (ufficio vicario)	T	13402	122	14896	251	1664	183	± 20
Aula 32	2	13405	106	14864	179	1279	141	± 16
Aula 2	T	13406	155	14906	383	2389	263	± 27
Scale tra PT e primo piano	T/+1	13407	82	14866	201	1254	138	± 16
Corridoio ingresso (a SX)	T	13408	70	14869	182	1116	123	± 15
Corridoio n.1	1	13409	97	14878	177	1223	135	± 15
Palestra n. 2	1	13410	132	14847	218	1566	173	± 18
Corridoio n. 2	1	13411	98	14865	236	1482	163	± 18
Aula 18	1	13412	173	14852	510	3022	333	± 32
Lab. Musica (ingresso)	2	13413	85	14859	195	1248	138	± 16
Palestra n. 1	T	13414	160	14904	495	2899	320	± 31
Corridoio N. 3 (in fondo)	1	13415	92	14842	204	1318	145	± 16
Mensa	T	13416	98	14895	249	1539	170	± 19
Aula 22	2	13417	67	14841	168	1043	115	± 14
Corridoio n. 2 (a SX)	2	13418	72	14858	153	1006	111	± 13
Aula 17 (in fondo)	1	13419	117	14863	194	1396	154	± 17
Lab. Informatica (in fondo)	2	13420	72	14862	181	1123	124	± 15
Sala conferenze (in fondo)	2	13421	79	14855	165	1087	120	± 14

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21042 del 20 Settembre 2021



7. CONCLUSIONI

In ciascun punto di misura la concentrazione media annuale di attività di Radon è risultata inferiore a 300 Bq/m³, 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.