



RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21043 del 20 Settembre 2021

CLIENTE:

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

LUOGO DELLA VERIFICA:

Scuola Media "Giuseppe Saverio Poli"
Codice meccanografico: BAIC85500X
Via Molfettesi D'Argentina, 11/A
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. RR21043 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 del Consiglio	
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 31 luglio 2016 n. 30 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. RR21043 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. RR21043 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. 210440R00 e Rapporto di Prova n. 211135R00).

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. RR21043 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 195 giorni		Secondo semestre 182 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
Sala conferenze n. 3	T	13422	13	14934	33	205	23	± 4
Aula n. 3 (ala est - in fondo)	T	13423	12	14920	25	168	19	± 4
Aula (ala est - accanto alla scala)	T	13424	11	14964	35	202	22	± 4
Aula (ala centrale)	T	13425	11	14927	28	126	14	± 4
Corridoio vicino scala	T	13426	15	14929	32	209	23	± 4
Lab. scientifico	-1	13427	64	14957	139	909	100	± 12
Lab. informatica	-1	13428	12	14956	35	211	23	± 4
Corridoio n. 2	-1	13429	31	14925	79	491	54	± 8
Lab. musicale	-1	13430	22	14959	52	331	37	± 6
Lab. scienze	-1	13431	32	14958	70	453	50	± 8
Corridoio n. 1	-1	13432	45	14960	87	587	65	± 9
Lab. arte	-1	13433	40	14943	94	594	66	± 9
Lab. Autoscuola n. 2	-1	13435	27	14944	45	320	35	± 6
Ingresso	-1	13436	34	14908	83	524	58	± 8
Scala (ala ovest)	-1/T	13437	31	14961	63	422	47	± 7
Lab. Musicale n. 2	-1	13438	24	14946	57	359	40	± 6
Aula n. 2 (ala ovest - in fondo)	T	13439	14	14932	22	160	18	± 4
Sala professori	T	13440	26	14928	53	354	39	± 6
Scala (ala ovest)	T/+1	13441	18	14918	38	250	28	± 5
Aula n. 1 (ala ovest - in fondo)	T	13442	13	14967	26	171	19	± 4
Aula (ala est - di fronte scale)	T	13443	18	14910	52	312	34	± 6
Lab. autoscuola	-1	13444	32	14955	31	286	32	± 5
Corridoio (ala ovest - in fondo)	T	13445	11	14931	21	139	15	± 3
Aula (forze armate)	T	13446	11	14965	28	169	19	± 4
Lab. arte (deposito)	-1	13447	46	14924	89	605	67	± 9
Aula n. 3 (ala est - in fondo)	1	13448	21	14914	42	281	31	± 5
Corridoio (ala ovest - in fondo)	1	13449	16	14922	37	234	26	± 5
Sala conferenze n. 1	T	13450	18	14962	41	261	29	± 5

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21043 del 20 Settembre 2021



Posizione	Piano	Primo semestre 195 giorni		Secondo semestre 182 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
Scala (ala est)	T/+1	13451	25	14930	49	330	36	± 6
Aula (ala est - accanto alla scala)	1	13452	13	14951	40	233	26	± 5
Corridoio	T	13453	13	14940	37	225	25	± 5
Aula n. 1 (ala ovest - in fondo)	1	13454	21	14954	35	248	27	± 5
Aula n. 2 (ala ovest - in fondo)	1	13455	17	14917	38	244	27	± 5
Lab. Multimediale	1	13456	21	14919	41	277	31	± 5
Scala (ala est)	-1/T	13457	37	14953	89	565	62	± 9
Aula n. 2 (ala est - in fondo)	T	13458	14	14921	38	228	25	± 5
Ufficio	T	13459	20	14937	32	234	26	± 5
Aula sostegno	T	13460	16	14941	29	202	22	± 4
Palestra	T	13462	11	14942	19	130	14	± 3
Aula n. 3 (ala ovest - in fondo)	T	13463	11	14915	25	140	15	± 4
Aula n. 2 (ala est - in fondo)	1	13464	16	14912	43	265	29	± 5
Corridoio (ala est - in fondo)	T	13465	16	14916	39	247	27	± 5
Corridoio (ala est - accanto alla scala)	T	13466	22	14909	46	306	34	± 6
Aula	T	13467	28	14926	61	397	44	± 7
Ingresso principale	T	13468	22	14935	44	296	33	± 6
Segreteria	T	13469	16	14938	28	198	22	± 4
Aula (ala est - di fronte alla scala)	1	13470	23	14948	45	305	34	± 6
Aula docenti	T	13471	13	14966	18	138	15	± 3
Sala conferenze n. 2	T	13472	16	14933	35	229	25	± 5
Aula (di fronte alla scala)	T	13473	15	14963	30	201	22	± 4
Corridoio	1	13474	21	14949	48	310	34	± 6
Segreteria n. 2	T	13475	17	14939	37	239	26	± 5
Corridoio (ala est - in fondo)	1	13476	18	14947	49	299	33	± 6
Ufficio dirigente	T	13477	14	14936	30	196	22	± 4
Corridoio (ala ovest - centro)	1	13478	15	14952	33	213	24	± 5
Scala	+1/+2	13479	20	14950	37	255	28	± 5
Aula n. 1 (ala est - in fondo)	1	13480	17	14913	39	250	28	± 5

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21043 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.