

Misure di radon nell'edificio del Complesso Monumentale di Santo Spirito in Sassia sede del Museo dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria di Roma

Fontana C. °; Marchetti A. °; Bennati P. °; Zoffranieri A. °; Angeloni U. °; Marinosci N. #

° Servizio Misure Radioattività Amb. – LC/CRI, – Via B. Ramazzini 15, 00152 Roma, claudia.fontana@cri.it

Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria, Lungotevere in Sassia 3, 00186 Roma

ABSTRACT

Il presente contributo riguarda la campagna di misura di radon indoor effettuata in luoghi di lavoro appartenenti alla sede del Museo dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria all'interno del Complesso Monumentale del Santo Spirito di Roma conclusasi nell'ottobre 2006.

Lo studio ha avuto come obiettivo quello di conoscere i livelli di ^{222}Rn in luoghi di lavoro siti al piano terra e al primo piano dell'edificio (biblioteca, museo, segreterie, laboratorio, ecc.) ai fini della valutazione del rischio di esposizione al radon del personale. Nell'indagine sono state eseguite misure con strumentazione attiva e misure con dosimetri passivi a tracce nucleari CR-39. Il periodo della campagna è stato di un anno, suddiviso in tre quadrimestri con tre misure consecutive.

I risultati dell'indagine hanno fornito un valore medio annuo di concentrazione del radon che rientra nel valore limite stabilito dal vigente D.Lvo 241/2000, nonostante sia risultato essere superiore al valore medio riscontrato per le abitazioni della regione Lazio durante la campagna di monitoraggio nazionale del radon (1989-1994), organizzata dall'ISS e dall'APAT (attuale ISPRA). Nella discussione dei risultati sono stati presi in considerazione i parametri ambientali, stagionali in relazione anche ai materiali da costruzione dell'intero Complesso Monumentale.

INTRODUZIONE

In Italia con l'introduzione del Decreto Legislativo n. 241/2000 che prevede il monitoraggio di ambienti lavorativi (in sotterranei e in superficie nelle zone ritenute a rischio dette "Radon Prone Areas") al fine di determinare eventuali rischi da sorgenti radioattive naturali per i lavoratori, si sono svolte diverse indagini dosimetriche in campo nazionale per valutare la concentrazione di radon indoor la cui presenza è spesso legata anche alla natura geo-morfologica del territorio ove sorgono tali ambienti e ai materiali di costruzione degli stessi. (1)

Nell'ambito di queste attività si colloca il presente studio svolto mediante una campagna di misura di radon indoor effettuata in luoghi di lavoro appartenenti alla sede del Museo dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria sito all'interno del Complesso Monumentale del Santo Spirito di Roma, conclusasi nell'ottobre 2006. (2)

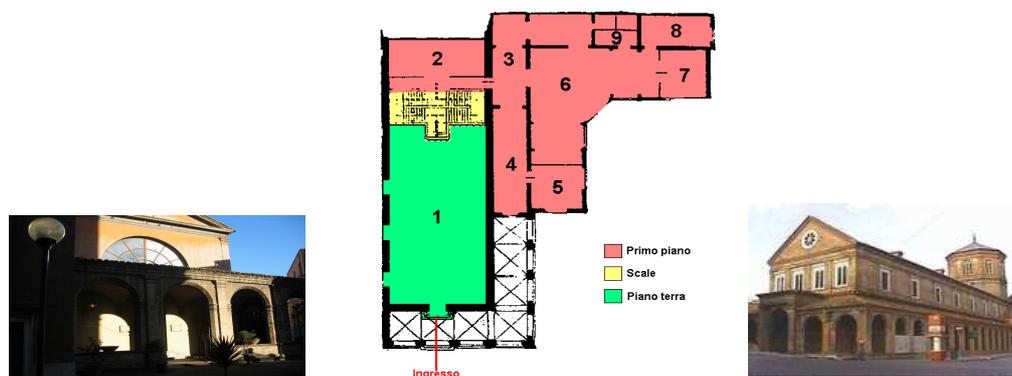
Il Museo Storico Nazionale dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria (ASAS), nato per iniziativa dei Professori Pietro Capparoni e Giovanni Carbonelli, è ubicato nell'Ala seicentesca del più antico ospedale romano "Santo Spirito in Sassia" costruito nel 1198, le cui origini si fanno però risalire al 717 D.C. L'ospedale distrutto da un incendio fu totalmente ricostruito da Papa Sisto IV tra il 1473-1478. Il Museo e l'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria con annessa biblioteca ricca di oltre 10.000 volumi tra manoscritti, codici e libri antichi sono situati in vari ambienti e sale distribuiti su due livelli tra piano terra e primo piano. (3) Da un approfondimento sulla struttura verticale dell'edificio è risultato che il piano terra poggia su una serie di volte sotterranee ed il terreno su cui sorge l'edificio stesso è in prevalenza costituito da argilla.

La Planimetria riportata rappresenta la distribuzione delle Sale del Museo e dell'ASAS. (fig.1) All'esterno, in prossimità dell'ingresso principale, vi è il portico. A piano terra si trova:

- La *Sala Alessandrina* detta anche "Ospitaletto" posta perpendicolarmente alle due Sale Sistine del complesso Ospedaliero (Bagliivi e Lancisi) sita nel cosiddetto braccio nuovo del Complesso Monumentale del Santo Spirito. La sala è circa lunga 33 metri, larga 11 metri e alta 11 metri (nel passato ospitava 64 letti per degenti). Al primo piano si accede, dalla Sala Alessandrina, percorrendo una scala monumentale in doppia gradinata a sette ampi locali, con i relativi servizi igienico sanitari;
- La *Sala Flaiani* dove sono presenti dei reperti anatomo-patologici e delle malformazioni fetali e neonatali riprodotti in cera;
- La *Sala Capparoni* con strumentario medico chirurgico ed ex voto;
- La *Biblioteca*;
- La *Direzione*;

- La *Sala Carbonelli* dove vi è un ricco strumentario medico chirurgico; un erbario con oltre 600 piante medicinali; numerose tavole rappresentanti le pestilenze in tempi antichi, ecc.;
- La *Farmacia*: fedele ricostruzione di un'antica farmacia del XVII sec.;
- Il *Laboratorio Alchemico* in cui è presente il calco della famosa porta ermetica con incisi i segni arcani e cabalistici, rappresentanti la formula della pietra filosofale.

Figura 1 - Planimetria dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria



MATERIALI E METODI

L'indagine è stata effettuata tra il 2005 e il 2006 all'interno dell'edificio mediante una campagna di misura del radon indoor che ha interessato gli otto locali distribuiti nei due livelli: una sala al piano terra (Sala Alessandrina) e le restanti Sale al primo piano.

Sulla base del periodo di ricostruzione del Complesso Monumentale monitorato si ritiene che i materiali utilizzati in quell'epoca (1473-1478) siano costituiti da pozzolana ed altri componenti estratti esclusivamente da cave laziali con elevato contenuto di materiale di origine tufacea.

Per le misure passive di ^{222}Rn sono stati utilizzati dosimetri con rivelatori a tracce nucleari del tipo CR-39 (Tasl), così distribuiti: tre dosimetri nella sala a piano terra, due nella Biblioteca e uno in ciascuna delle altre Sale del primo piano. I dosimetri sono stati posizionati ad una altezza di circa due metri dal pavimento, in un'area lontano da fonti di calore e flussi di ricambio d'aria all'interno delle Sale dell'ASAS, per un intero anno. Tale arco di tempo è stato suddiviso in tre periodi consecutivi di esposizione, rispettivamente:

- Novembre 2005 – Febbraio 2006;
- Marzo 2006 – Maggio 2006;
- Giugno 2006 – Ottobre 2006.

I rivelatori CR-39 prima di essere utilizzati sono stati sottoposti alle fasi di preattacco e sviluppo. (4) Le letture dei rivelatori sono state effettuate mediante sistema semiautomatico Leica QWin Plus (5), con microscopio ottico Leica DM LS (obiettivo 4x) rilevando le tracce presenti su una superficie complessiva di lettura di 1 cm^2 . L'acquisizione delle immagini e la relativa elaborazione dei dati ottenuti è stata effettuata in automatico con software Leica QWin Plus realizzato e messo a punto presso il nostro Laboratorio Radon del Servizio Misure Radioattività Ambientale LC/CRI. (6) Il sistema semiautomatico sopraindicato calcola il numero di tracce nette prodotte dal radon-222 sul rivelatore in esame, sottraendo dalle tracce totali quelle del fondo intrinseco dello stesso. (7)

Sono state inoltre effettuate misure attive di radon indoor, all'interno della Sede dell'ASAS, mediante strumentazione attiva (AlphaGuard 2000), per tempi di misura settimanali. Sono stati misurati anche i parametri ambientali quali la temperatura, l'umidità relativa e la pressione.

RISULTATI e DISCUSSIONE

I risultati della concentrazione media di ^{222}Rn ottenuti dalle misure passive (CR-39), effettuate durante l'intera campagna di monitoraggio ambientale, quale media annuale ottenuta dai tre diversi e continuativi periodi di misura, è risultata di $274 \pm 33 \text{ Bq/m}^3$ nell'intero Complesso. (tab. 1) Nella stessa tabella sono, anche, riportati i valori della concentrazione media annua per singolo locale in ciascun periodo di misura.

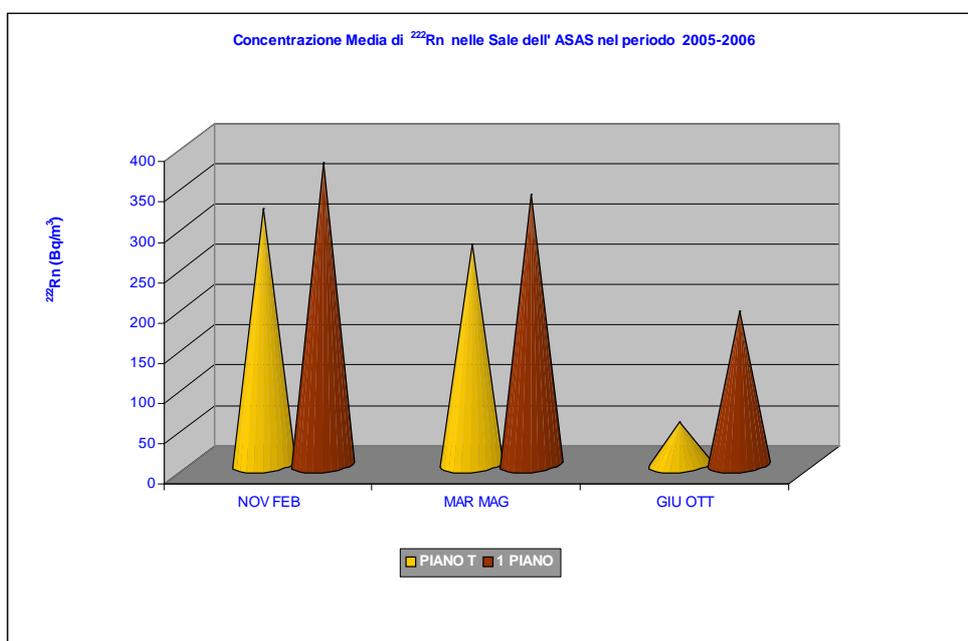
Tabella 1 - Valori di Concentrazione Media di ²²²Rn in ASAS

PERIODO MISURA		NOV 05 - FEB 06		MAR 06 - MAG 06		GIU 06 - OTT 06		Conc. MEDIA ANNUA in ciascuna Sala	
LIVELLI	SALE	Bq/m ³	Err ±	Bq/m ³	Err ±	Bq/m ³	Err ±	Bq/m ³	Err ±
PT	S1 A	335	40	329	39	45	13	236	42
	S1 B	302	39	243	32	80	18	208	34
	S1 C	n.p.	n.p.	251	25	35	9	143	26
Conc Media PT	PT	319	40	274	32	53	14	Bq/m ³	Err ±
1P	S2	387	39	350	35	298	27	345	33
	S3	347	45	309	40	142	16	266	33
	S4	406	32	339	31	176	21	307	30
	S4	403	28	339	51	184	22	309	35
	S5	344	41	326	42	189	26	286	37
	S6	340	48	293	38	139	17	257	33
	S8	398	36	396	44	210	23	335	35
Conc Media 1P	1P	375	39	336	40	191	22	Conc. MEDIA ANNUA ASAS	
Conc Media ASAS	PT+1P	362	39	318	38	150	24	Bq/m ³	Err ±
								274	33

Dall'analisi dei risultati si evidenzia che le concentrazioni medie del livello di radon indoor sia per ogni periodo di misura che per l'intero anno risultano non omogenee tra loro. Tale disomogeneità potrebbe essere imputata a quanto segue:

- *volume dei singoli locali*: il piano terra è costituito da un unico ambiente (S1-Sala Alessandrina) con un volume totale di circa 4.000 m³, mentre il Primo Piano è costituito da otto Sale indipendenti tra loro la cui volumetria totale è di circa 3200 m³;
- *impianto di condizionamento*: il piano terra ha un sistema di ricambio di aria completamente differente rispetto al primo piano ed il sistema di condizionamento, nelle varie stagioni, nei due livelli dello stabile ha caratteristiche funzionali differenti determinando un maggiore accumulo di ²²²Rn al piano superiore (primo piano) rispetto al piano terra;
- *variazioni stagionali*: nel periodo giugno-ottobre 2006 la concentrazione di ²²²Rn al piano terra è di 53 ± 14 Bq/m³ inferiore a quella rilevata nello stesso periodo al primo piano (191 ± 22 Bq/m³). (8) Nei restanti periodi di misura la concentrazione di ²²²Rn sia a piano terra che al primo piano è superiore al periodo suddetto pur rimanendo inferiore al piano terra rispetto al primo piano. (fig.2)
- *natura geologica del sito, modalità e materiali di costruzione* adottate all'epoca (1500) per la ricostruzione del Complesso Monumentale.

Figura 2 - Valori di radon indoor nei tre periodi di misura



Tra le misure attive di concentrazione di radon indoor effettuate nella sede ASAS solo nella Sala del Laboratorio Alchemico, sita al primo piano, in un'area a basso ricambio di aria e scarsamente frequentata (temperatura 18°C, umidità 51% e pressione di 102.2 mbar) nel periodo di misura settimanale del mese di gennaio si sono riscontrati i seguenti valori: concentrazione media del periodo 468 ± 44 Bq/m³, concentrazione istantanea massima di 592 ± 52 Bq/m³ e concentrazione istantanea minima di 292 ± 32 Bq/m³

CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine con dosimetri passivi (CR-39) hanno fornito un valore medio annuo di concentrazione di radon pari a 274 ± 33 Bq/m³ nell'intero Complesso dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria, ben superiore alla media della regione Lazio (100-120 Bq/m³) (9). La concentrazione di attività di radon media integrata in un anno in tutte le Sale è risultata essere inferiore al "Livello di Azione" stabilito dalla vigente normativa (D.Lgs 241/2000) (1). Le concentrazioni periodiche estive, invernali ed autunnali delle singole Sale, rivelate con rivelatori passivi sono risultate inferiori al suddetto limite di azione. La differenza delle concentrazioni medie di radon indoor osservata tra il periodo estivo, invernale ed autunnale nelle Sale monitorate può essere attribuita principalmente ai fattori stagionali naturali ed ai differenti sistemi di condizionamento delle varie aree. I valori di bassa concentrazione di ²²²Rn riscontrati nel piano terra (Sala Alessandrina) nel periodo estivo sono da attribuirsi essenzialmente al maggior riciclo di aria che si determina in detto locale a causa della persistente apertura dell'entrata principale del locale stesso.

Ringraziamenti: si ringrazia il Prof. Angelo Capparoni, Presidente dell'ASAS per aver reso possibile l'indagine grazie alla sua disponibilità e alla cortese collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

1. D.L.vo del 26.5.2000, n.241. *Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.* Supp.ord.n.104 alla GURI n.203 del 31.08.2000
2. Bovi T., *Museo dell'Arte Sanitaria di Roma in problemi attuali dei Musei Scientifici*, Roma 1986
3. Bovi T., *Il Museo Storico dell'Arte Sanitaria Assessorato alle Politiche e Sovrintendenza ai Beni Culturali*, Fratelli Palombi Editori, Comune di Roma, 2001
4. Bennati P., Fontana C., Marchetti A., Musumeci R.G., Zoffranieri A., *Protocollo SMRA per le Misure di ²²²Rn con dosimetri a tracce CR-39 - Procedure Operative Standard di Laboratorio*, giugno 2007
5. Leica Qwin Plus International Quick Start *Guide Leica Microsystems*, ottobre 2003
6. Angeloni U., Fontana C., Marchetti A., Zoffranieri A., *Realizzazione di un nuovo sistema di lettura semiautomatico per rivelatori a tracce nucleari CR-39 nel Servizio Misure Radioattività Ambientale del Laboratorio Centrale CRI*, Convegno AIRP Vasto Marina 1-3 ottobre 2007
7. Mishra R., Orlando C., Tonnarini S., Tommasino L., Trevisi R., *A better understanding of the background of CR-39 detectors.* 22nd International Conference on Nuclear Tracks in Solids, Barcellona 23-27 agosto 2004
8. Wilkening M. *Radon in the environment* Editore Elsevier
9. Bochicchio F. et al. *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni.* Rapporto finale. Roma, 1994