

III.2 Radon nell'Alto Lazio

(Giuliano Sciocchetti - ENEA)

Introduzione

Da molti anni il laboratorio Radon ION-IRP nel Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA effettua studi e ricerche sulla radioattività naturale in Italia.

Nell'ambito delle attività del laboratorio sono stati effettuati rilevamenti dei livelli di radon all'interno delle case, sono state sviluppate metodiche di misura ed attrezzature sperimentali di livello internazionale ed è stata effettuata la prima indagine su scala nazionale, in Italia, i cui risultati sono di seguito riportati.

All'inizio degli anni 80 sono stati avviati studi sistematici sulla caratterizzazione dei livelli di esposizione della popolazione all'interno degli edifici residenziali ("indoor exposure").

Il programma prevedeva il rilevamento delle concentrazioni del radon all'interno di vari edifici campione ubicati in diverse località del territorio nazionale e la determinazione del contenuto di radioattività dei principali materiali da costruzione, utilizzati su scala locale e nazionale. In particolare sono stati svolti studi più approfonditi sul territorio dell'Alto Lazio.

Una parte di questi studi è stata svolta nell'ambito di un programma promosso dalla Commissione delle Comunità Europee, nello stesso periodo in cui analoghi programmi erano in atto in vari paesi anche extra europei.

Caratteristiche geo-litologiche del territorio italiano e sorgenti di radon all'interno degli edifici

Il principale contributo alla presenza di radon all'interno degli edifici proviene dalle sorgenti del sottosuolo. Il contenuto di radioattività delle rocce sottostanti è un fattore importante. Tuttavia si deve tenere conto anche dell'importanza delle fratture del substrato geologico e del sistema delle acque sotterranee.

In passato l'ENEA ha effettuato numerosi studi, sulle mineralizzazioni uranifere e sulla distribuzione dell'uranio e del torio in campioni di rocce e suoli in varie località del paese, che hanno fornito utili dati sulle caratteristiche radiologiche del territorio nazionale. Com'è noto tali indagini geo-litologiche hanno da tempo evidenziato le particolari caratteristiche delle aree vulcaniche del Lazio e della Campania.

In particolare dai risultati dell'indagine si evince che i valori dei livelli di uranio variano sulla scala nazionale da meno di 2 ppm nei calcari e nelle dolomie a 15-60 ppm nelle vulcaniti (lave, ignimbriti, tufi, ecc.).

La radioattività dei materiali da costruzione

Nell'ambito della ricerca è stato determinato il contenuto di radioattività dei principali materiali edilizi utilizzati nel nostro paese (figg 1-2). In particolare è risultato che alcuni materiali di uso prevalentemente locale, ad esempio i tufi e le pozzolane dell'Alto Lazio e della Campania, possono presentare valori del contenuto di Radio-226 e di Torio-232 notevolmente più elevati di quelli riscontrati in altri materiali di largo impiego su scala nazionale, quali ad esempio i laterizi, i gessi naturali e vari tipi di cementi.

In una selezione di campioni di suoli e di rocce (alcuni dei quali comunemente usati come materiali da costruzione) i valori delle attività specifiche del Radio-226 variano da 10 Bq/kg per il gesso naturale a 50 Bq/kg per le argille, a circa 300 Bq/kg per i tufi e le pozzolane del Lazio ed a 700 Bq/kg per le lave della Campania. Il contenuto di torio, per lo stesso campione di materiali esaminato, variava da 2 Bq/kg per i gessi naturali a 50 Bq/kg per i mattoni di argilla, a circa 300 Bq/kg per i tufi e le pozzolane del Lazio.

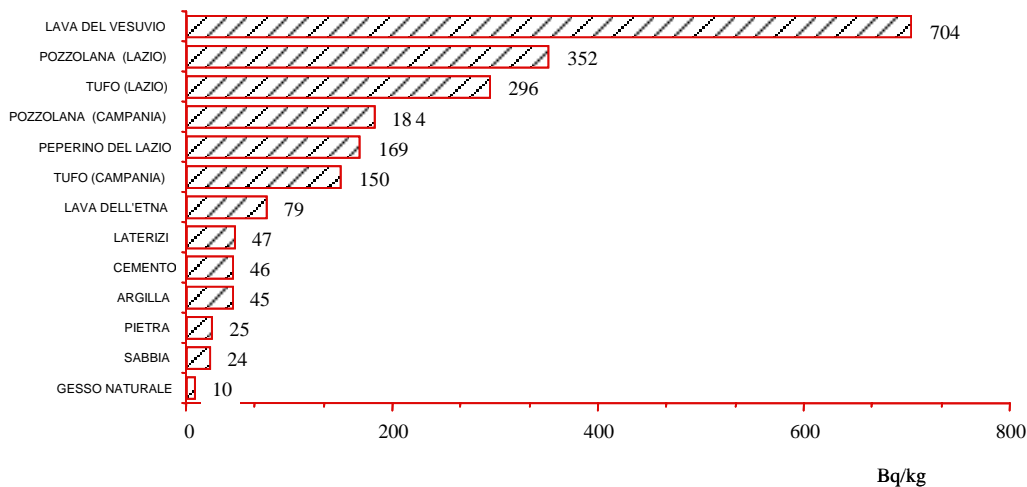


Fig. 1 - contenuto di Ra-226 misurato in vari campioni di materiali edilizi usati su scala locale e nazionale

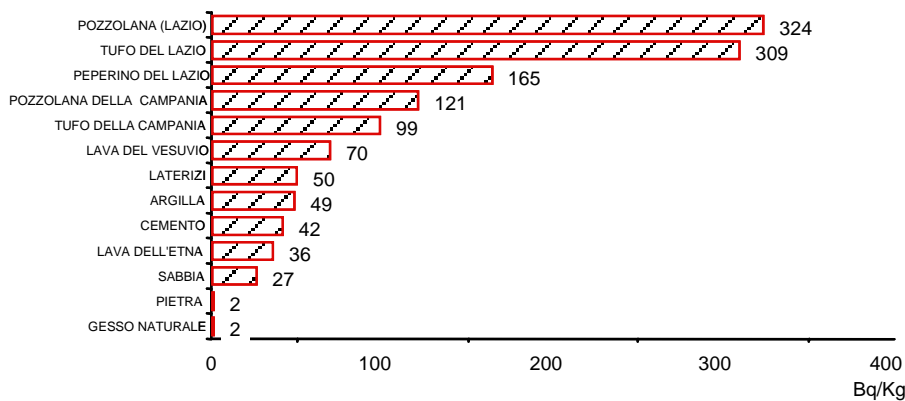


Fig. 2 - contenuto di TH-232 in campioni di materiali edilizi usati su scala locale e nazionale

Il programma di ricerche dell'ENEA sulla radioattività naturale nelle case italiane

Rilevamento dei livelli di radon all'interno delle abitazioni

Nel periodo 1981-1983 è stata effettuata una indagine pilota basata su 500 abitazioni selezionate nelle varie province italiane i cui risultati sono stati presentati nel convegno organizzato dalla Commissione delle Comunità Europee (CCE) e dall'ENEA a Capri nel 1983.

Lo studio ha consentito una prima identificazione dei livelli di radioattività all'interno di alcuni campioni di edifici ubicati in varie località del territorio nazionale.

Nel periodo 1982-1985 sono stati esaminati altri 500 edifici selezionati con gli stessi criteri, i cui risultati sono stati presentati nel convegno organizzato dalla CCE a Maastricht (Olanda) nel 1985.

Nel periodo 1986-1988 sono state esaminate altre 500 abitazioni nell'ambito dell'indagine regionale nell'Alto Lazio e di quella locale a Roma.

Tale campione è stato integrato con altre 500 edifici raggiungendo l'obiettivo di 2.000 abitazioni.

Criteria di selezione del campione di edifici

La selezione del campione di edifici esaminati non è stata effettuata con criteri di rappresentatività del patrimonio edilizio e della distribuzione demografica, sia su scala locale che nazionale. I risultati di tale ricerca, pertanto, se da un lato non forniscono un valore rappresentativo dell'esposizione media dei vari gruppi di popolazione hanno tuttavia permesso di acquisire una serie di informazioni per la identificazione di anomali livelli di concentrazione di radon e per la valutazione, anche se qualitativa, dell'influenza di alcuni fattori ambientali e tipologici sull'accumulo del gas radioattivo all'interno degli edifici.

Metodologia delle indagini: livello nazionale, regionale e locale

Le indagini, a seconda degli obiettivi scelti, possono essere articolate in indagini nazionali, regionali e locali, come nel caso dei paesi come il Regno Unito e la Svezia.

In generale, mentre le indagini nazionali sono finalizzate alla valutazione delle dosi collettive di esposizione della comune popolazione, quelle regionali e locali tendono ad identificare piuttosto le situazioni anomale ed i fattori che influenzano tali situazioni mediante il monitoraggio di un più elevato numero di edifici e la caratterizzazione delle sorgenti di radon dal suolo e dalle rocce.

Protocollo delle misure

Per l'indagine è stata usata una scheda statistica con un questionario relativo all'edificio in cui venivano effettuati i rilevamenti. La compilazione della scheda ha consentito l'acquisizione di dati essenziali per la classificazione degli edifici e l'analisi dell'influenza dei vari fattori sui livelli di radon al loro interno.

I principali parametri presi in considerazione sono i seguenti

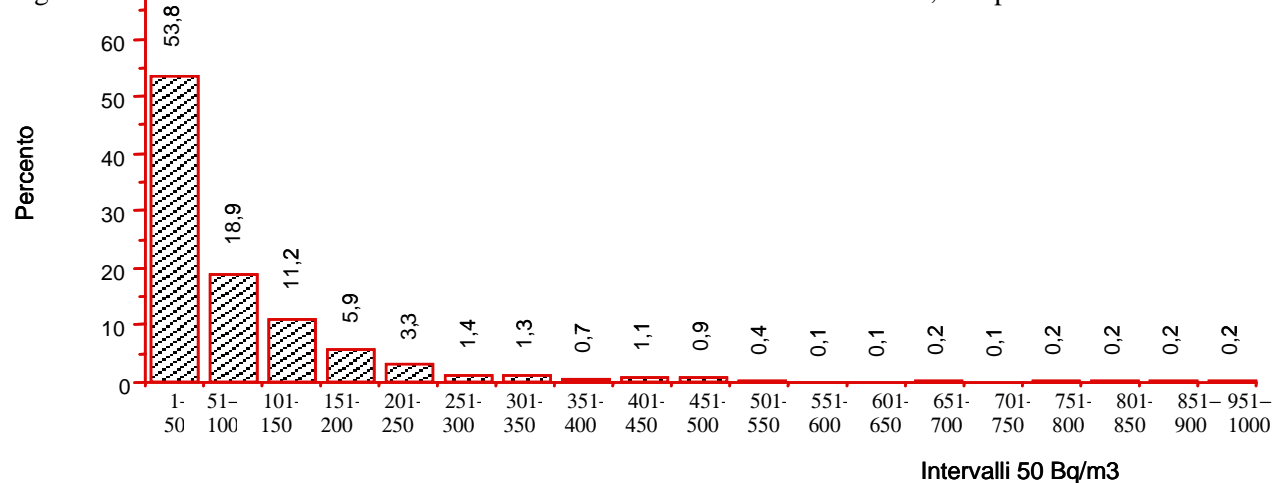
- dati anagrafici del proprietario;
- dati relativi al fabbricato (tipologia, materiali con cui è stato costruito, epoca di costruzione);
- tipologia dell'edificio, superficie e piano dei locali dell'abitazione, numero degli occupanti, ecc.

Le campagne su larga scala sono state effettuate con l'impiego di speciali rivelatori i quali consentono di misurare le concentrazioni medie del radon integrate su periodi di alcuni mesi.

In generale negli edifici sono stati posizionati due rivelatori: uno nella zona giorno ed uno nella zona notte, per una durata da due a tre mesi in vari periodi dell'anno.

Campagna nazionale

Fig. 3 Distribuzione delle concentrazioni di Radon rilevate su scala nazionale, compreso l'Alto Lazio



Indagine regionale nel territorio dell'Alto Lazio

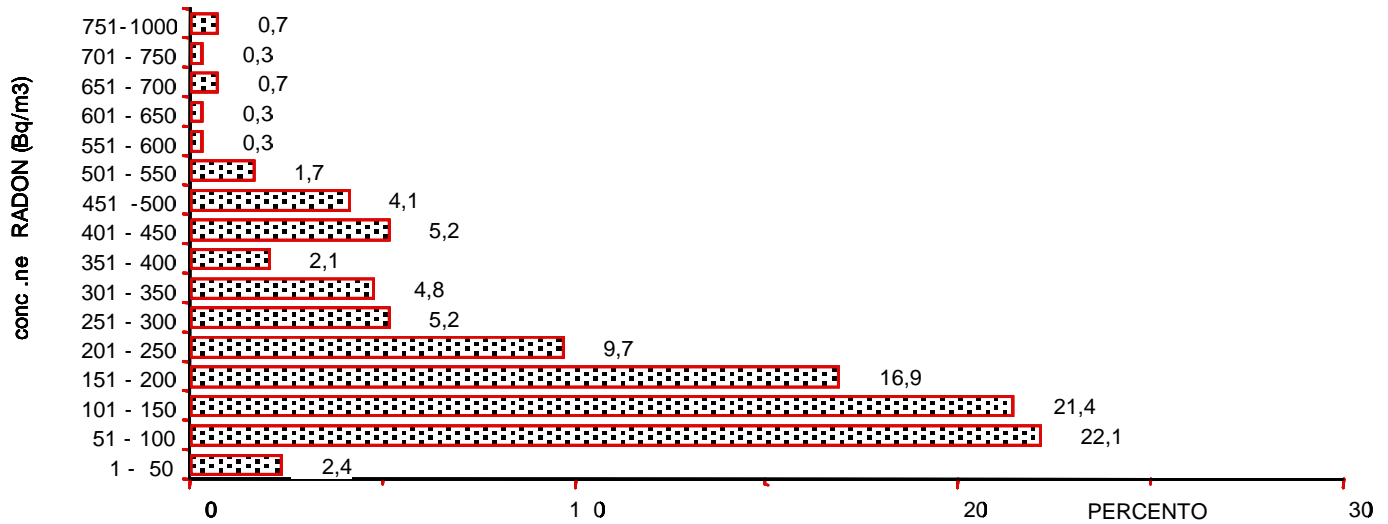


Fig. 4 - distribuzione delle concentrazioni di Radon per intervalli di 50 Bq/m3 per un campione di 290 edifici dell'Alto Lazio

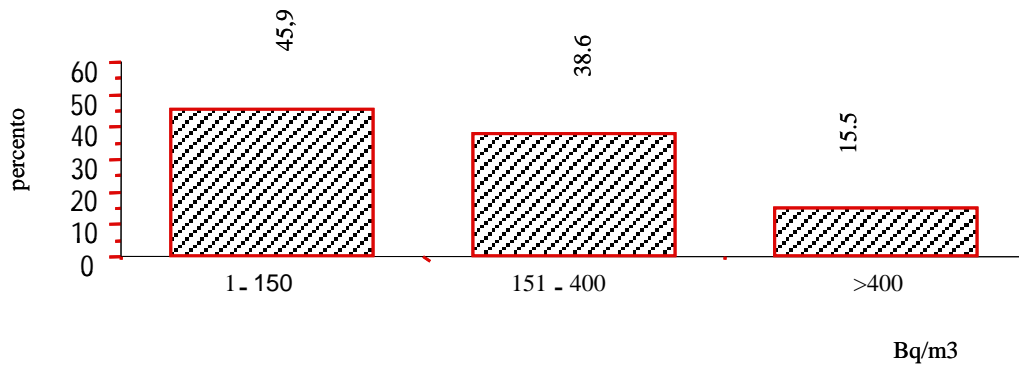


Fig. 5 - distribuzione delle concentrazioni di Radon con riferimento ai livelli definiti dall'EPA (150) e dall'ICRP (400), per un campione di 290 edifici dell'Alto Lazio.

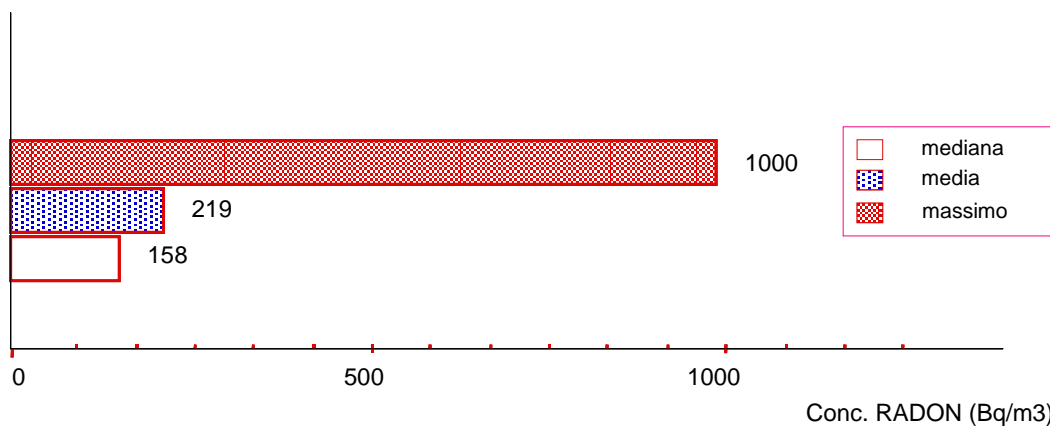


Fig. 6 - media, mediana e massimo delle conc.ni di Radon per un campione di 290 edifici dell'Alto Lazio

Nella figura 5 sono stati riportati i valori delle concentrazioni di radon rilevate in varie località del viterbese, raggruppati in tre intervalli. Dall'istogramma risulta che circa il 51% degli edifici esaminati sono compresi nell'intervallo 0-150 Bq/m³, circa 38% nell'intervallo 150-400 Bq/m³ ed il resto, circa l'11% degli edifici presenta valori maggiori di 400 Bq/m³. I livelli di riferimento sono, rispettivamente, il valore di 150 Bq/m³ raccomandato dall'EPA nel 1986 (EP86), e quello di 400 Bq/m³ raccomandato dall'ICRP nel 1984 (IC84) per gli edifici esistenti.

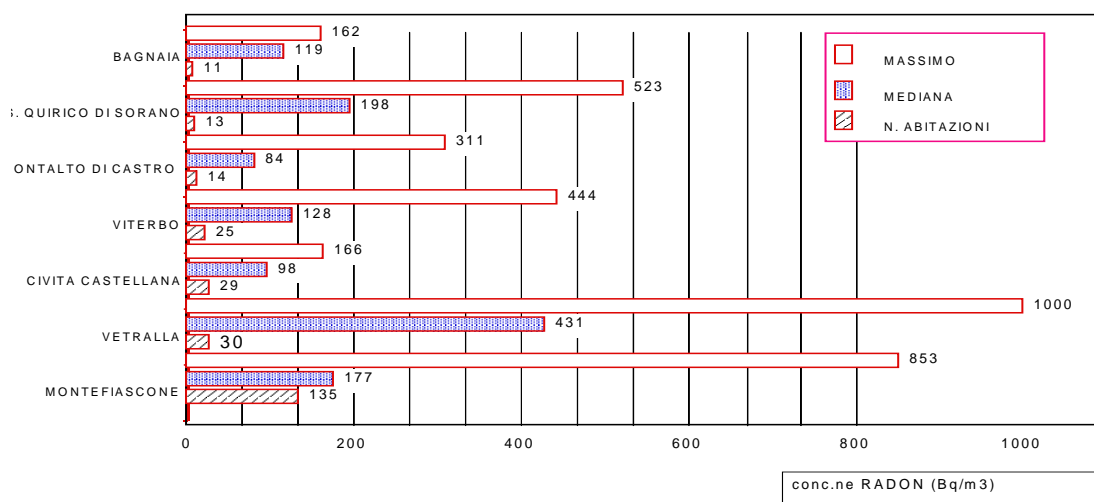


Fig. 7 - n. rilevamenti, mediana e valore massimo della concentrazione del Radon (Bq/m³) per campioni di edifici in differenti località dell'Alto Lazio

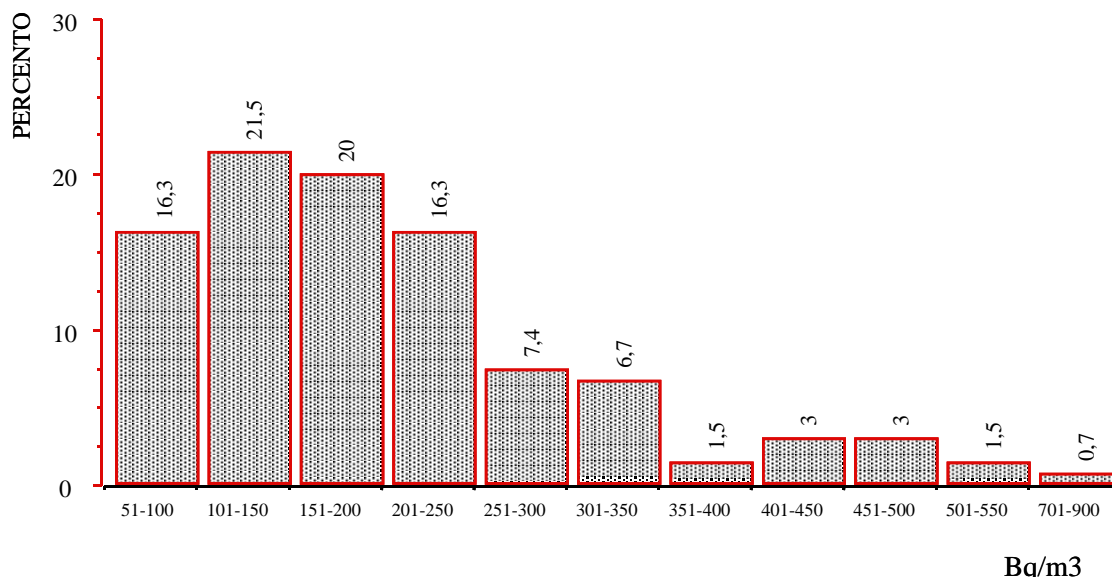


Fig. 8 - distribuzione della concentrazione di Radon per un campione di 135 edifici di Montefiascone.

I livelli relativamente elevati delle concentrazioni di radon rilevati in queste località si possono mettere in relazione con le caratteristiche del suolo e del sottosuolo su cui sono ubicati gli edifici, quali l'esistenza di mineralizzazioni uranifere tipiche delle aree vulcaniche (tufi ed altre rocce con elevato contenuto di uranio e radio). Si deve anche considerare l'effetto di una prevalente tipologia edilizia della casa a due

piani, piano terra-primo piano, per i quali si riscontrano livelli di concentrazioni di radon più elevati di quelli dei piani superiori.

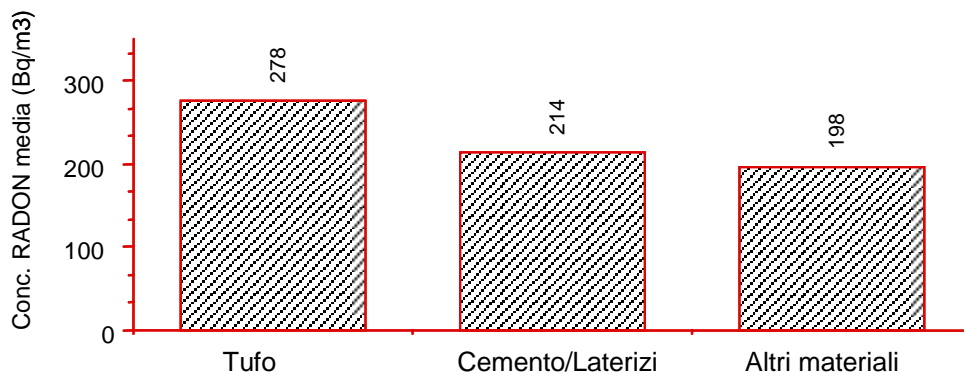


Fig. 9 - concentrazione del Radon per tipo di materiale edilizio nel campione di edifici dell'Alto Lazio

Nella figura 9 i dati sono stati aggregati in funzione del tipo di materiale impiegato per la costruzione degli edifici. Da essa risulta un incremento di circa il 30% della concentrazione del radon per gli edifici realizzati in tufo rispetto a quelli realizzati in cemento armato con tamponature in laterizi. Questo dato in ogni caso deve essere considerato solo indicativo in quanto ottenuto da un'analisi su campioni eterogenei esaminati nel corso dell'indagine pilota. Attualmente sono in corso ulteriori indagini per quantificare questo effetto su campioni di edifici selezionati con opportuni criteri e con appropriate modalità sperimentali.

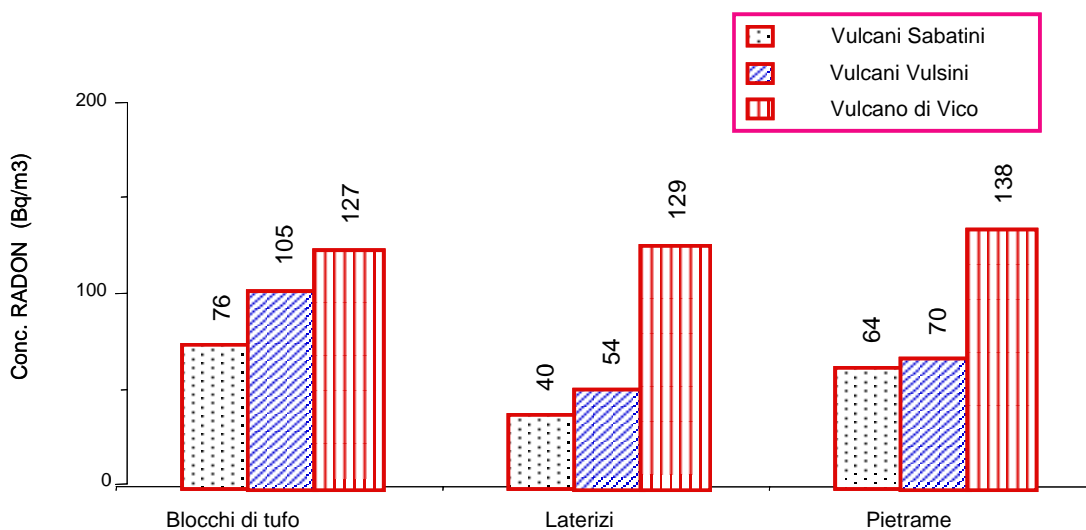


Fig. 10 - confronto dei livelli di Radon rilevati in edifici costruiti con diversi materiali in tre aree vulcaniche dell'Alto Lazio

Nella figura 10 è stato effettuato il confronto delle concentrazioni del radon per un campione di 134 edifici realizzati con diversi materiali da costruzione per tre differenti aree vulcaniche dell'Alto Lazio. L'istogramma evidenzia che per le più elevate concentrazioni di radon rilevate nell'area del Vulcano di Vico il livello del radon non è influenzato dal tipo di materiale edilizio. Una possibile spiegazione si può trovare nel prevalente contributo del gas esalato dal suolo, fenomeno già riscontrato nei rilevamenti effettuati in altri paesi in aree ad elevato fondo radioattivo.

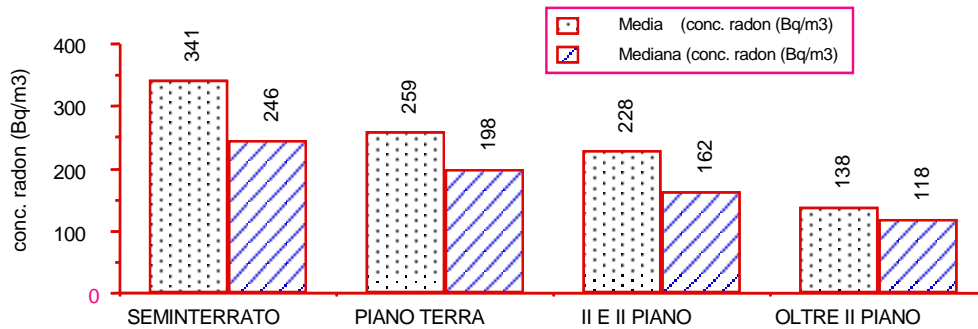


Fig. 11 - distribuzione delle concentrazioni di Radon per differenti livelli delle abitazioni per il campione di 290 edifici dell'Alto Lazio

Nella figura 11 i dati sono stati raggruppati in base ai livelli dei locali nei quali sono stati effettuati i rilevamenti. L'istogramma evidenzia che il valore della concentrazione del radon nei piani più alti dell'edificio risulta circa la metà di quello relativo al piano terra. Questo risultato, come quelli illustrati nella figura 9, sembra evidenziare l'influenza del radon proveniente dal suolo nell'accumulo del gas all'interno dei locali degli edifici, anche se non può essere escluso l'effetto della maggiore ventilazione per i piani alti degli edifici.

Indagini locali: Roma ed altre province.

Le indagini locali sono in generale finalizzate alla descrizione di situazioni complesse sotto l'aspetto geologico, geografico e demografico, nonché urbanistico-territoriale. Nel caso di Roma si deve tenere conto di un insieme di fattori: presenza di aree di origine vulcanica ad elevato fondo di radioattività, notevole estensione territoriale, elevato numero di edifici con diverse tipologie edilizie. Obiettivo dell'indagine, attualmente in corso, è pertanto quello di una mappatura a maglie strette su circa 1000 edifici. L'ulteriore incremento del campione dipenderà dall'analisi dei risultati di questo studio. La prima indagine pilota ha riguardato circa 300 edifici. L'indagine è stata condotta con un campionamento finalizzato all'analisi preliminare di alcuni fattori che possono influenzare i livelli delle concentrazioni di radon all'interno degli edifici.

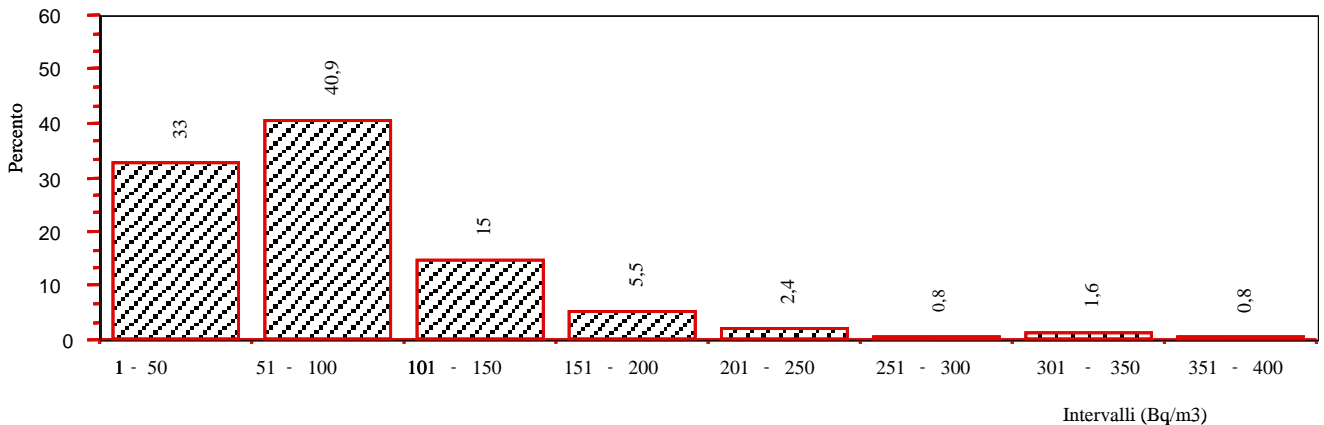


Fig. 12 - distribuzione della concentrazione di Radon per intervalli di 50 Bq/m3 per un campione di 127 edifici di Roma

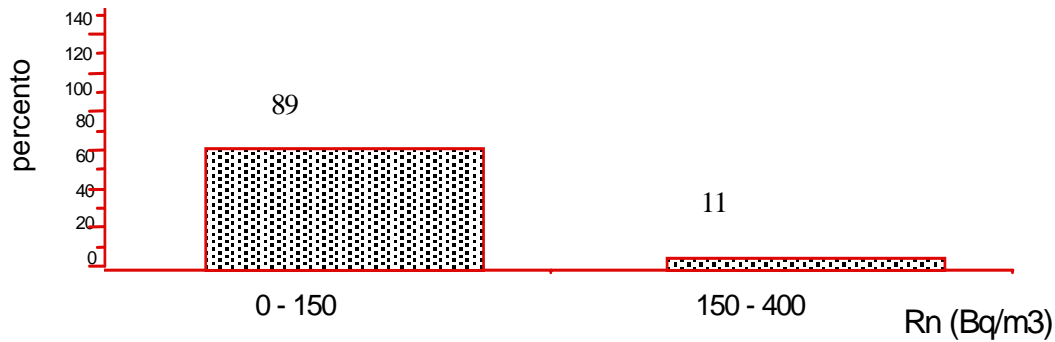


Fig. 13 - distribuzione delle concentrazioni di Radon per intervalli definiti con i livelli di riferimento rispettivamente dell'EPA e dell'ICRP per il campione di edifici di Roma

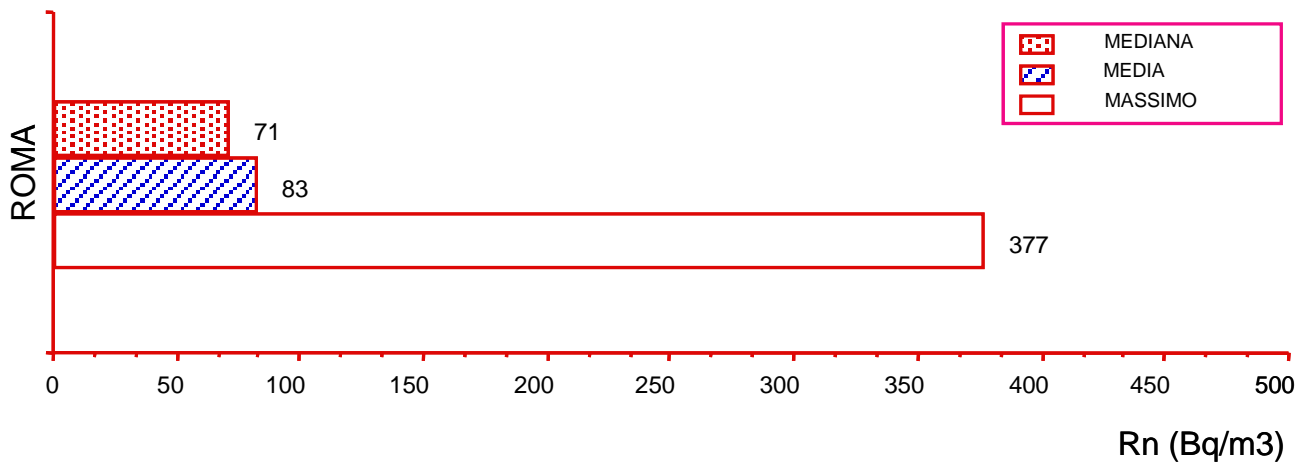


Fig. 14 - media, mediana e valore massimo delle concentrazioni di Radon per un campione di 127 edifici di Roma

Nella figura 13 sono stati riportati i valori delle concentrazioni di radon rilevate in vari punti della città, raggruppati nei due intervalli 0-150 e 150-400 Bq/m³. Dall'istogramma risulta che circa il 10% dei rilevamenti sono compresi nell'intervallo 150-400 Bq/m³.

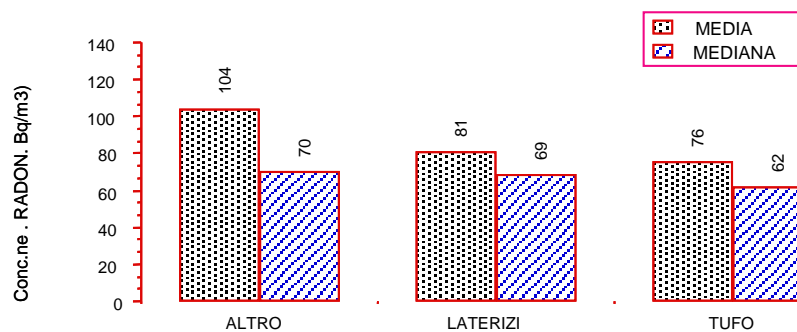


Fig. 15 - distribuzione delle concentrazioni di Radon per un campione di 127 edifici di Roma raggruppati per tipo di materiale da costruzione

L'istogramma riportato nella figura 15 non evidenzia una significativa variazione della concentrazione del radon per edifici realizzati con diversi materiali edilizi. Anche questa indicazione è da ritenersi qualitativa, a causa dell'effetto incontrollato di fattori climatici, ambientali e della stessa eterogeneità della tipologia edilizia del campione esaminato. Attualmente sono in corso ulteriori indagini per quantificare gli effetti di vari fattori su campioni di edifici selezionati con opportuni criteri e con appropriate modalità sperimentali.

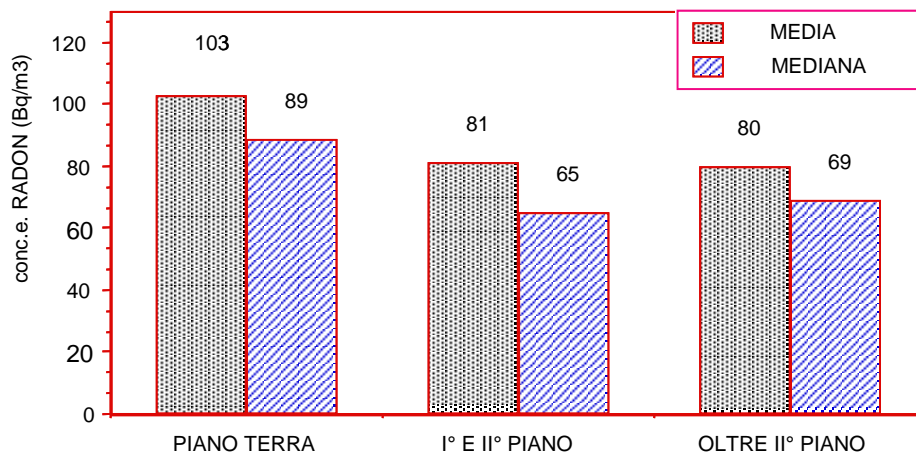


Fig. 16 - distribuzione delle concentrazioni del Radon per differenti livelli nelle abitazioni di un campione di 127 edifici di Roma

Nella figura 16 i dati sono stati raggruppati in base ai livelli dei locali nei quali sono stati effettuati i rilevamenti. Anche questo risultato conferma, sia pure in modo qualitativo, l'influenza del radon proveniente dal suolo sull'accumulo del gas all'interno dei locali degli edifici. L'effetto in ogni caso può essere mascherato sia dall'influenza della ventilazione per i piani alti degli edifici che della stessa tipologia costruttiva. Infatti, a differenza delle zone dell'Alto Lazio, dove prevale la tipologia della casa unifamiliare, nei rilevamenti a Roma sono stati considerati essenzialmente edifici a più piani per i quali si devono ipotizzare vie di ingresso del radon con diverse caratteristiche (ad esempio passaggio dal piano cantinato attraverso le scale comuni piuttosto che per la via delle fessure, ecc).

Conclusioni

Questo studio dell'ENEA ha fornito una prima caratterizzazione su scala nazionale dell'esposizione al radon all'interno degli edifici residenziali anche se, dati i limiti del campione esaminato e la metodologia adottata, i primi risultati non possono ritenersi né rappresentativi né adeguati alla stima dell'esposizione di gruppi della comune popolazione. I dati hanno fornito indicazioni che potranno risultare utili per la programmazione di ulteriori indagini a carattere sistematico.

Lo studio è stato articolato nei tre livelli di indagine su scala nazionale, regionale e locale. I risultati dell'indagine nazionale '82 - '85 sono stati riportati nella recente pubblicazione ICRP 50 della Commissione Internazionale di Protezione Radiologica per il confronto delle distribuzioni tra le indagini più significative indagini a livello mondiale.

I dati rilevati in Italia sono comparabili con quelli di altri rilevamenti, ad eccezione di valori della Svezia nettamente più elevati

A differenza dell'esposizione alle radiazioni gamma la distribuzione dei livelli di radon all'interno degli edifici varia in modo significativo nelle varie località del paese. E' stato messo in evidenza che in alcune aree, in particolare nell'Alto Lazio e nella stessa zona urbana di Roma, si possono riscontrare, all'interno di alcuni edifici residenziali, livelli di concentrazione di radon sensibilmente più elevati della media del campione su scala nazionale. I primi risultati delle indagini pilota hanno, infatti, evidenziato che per i campioni di edifici finora esaminati la media e la mediana delle concentrazioni di radon nell'Alto Lazio

(ed, anche se in minore misura, per i campioni di Roma) sono notevolmente superiori ai corrispondenti valori ottenuti nell'indagine pilota nazionale 1982 - '85 . Il massimo livello di concentrazione rilevato nell'Alto Lazio è pari a 1000 Bq/m³ ed a Roma circa la metà. Alcuni valori sono comparabili con quelli identificati nell'indagine dell'Istituto Superiore di Sanità in alcune zone dell'Umbria.

Dato il limite numerico dei campioni esaminati sono necessarie ulteriori ricerche per la quantificazione statistica di tali effetti.

Gli studi condotti fino ad oggi hanno messo in luce, in particolare, l'importanza dei fattori geologici e della stessa tipologia edilizia. Altri fattori importanti sono le condizioni climatiche per il loro effetto sul tipo di ventilazione. Per quanto riguarda l'Italia l'influenza della geologia sembra potersi restringere ad aree limitate e circoscritte, in particolare quelle vulcaniche dell'Alto Lazio e della Campania. Anche se non possono escludersi altre aree ancora non esattamente individuate per mancanza di dati di riferimento. Per conseguire tali obiettivi sono in corso ulteriori studi finalizzati all'elaborazione di mappe tematiche con le sorgenti di radioattività e le caratteristiche tettoniche, litologiche e meccaniche dei suoli che influenzano la migrazione del radon nel sottosuolo e quindi l'esalazione dai terreni.

Infine è utile ricordare che da alcuni anni è in funzione presso il C.R.E. Casaccia uno speciale impianto di avanzata concezione tecnico-scientifica, denominato camera radon, che consente prove sperimentali e la messa a punto e la calibrazione della strumentazione di misura del radon e dei suoi prodotti di decadimento, con l'impiego di atmosfere radioattive di riferimento in condizioni standard. Ciò si aggiunge alle numerose iniziative che l'ENEA ha promosso, anche in ambito internazionale, per la diffusione delle conoscenze riguardanti l'esposizione alle radiazioni naturali. Di seguito vengono citati i più importanti convegni realizzati:

- Specialist Meeting on the assessment of radon and daughter exposure and related biological effects
- CNEN, CSN Casaccia, 3-7 March 1980, Roma
- giornate di studio e di informazione sul rischio da radiazioni ionizzanti nelle attività estrattive - CNEN, Roma 25-26 marzo 1982
- International Seminar on Indoor Exposure to Natural Radiation and Related Risk Assessment, October, 3-5, 1983 - Patrocinio Congiunto dell'ENEA e della Commissione per le Comunità Europee
- Giornata di studio: Le pubblicazioni 24 e 32 dell'ICRP (Problemi di radioprotezione da radon e derivati) Roma, C.R.E. Casaccia 22 febbraio 1985 - ENEA-PAS ed Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP)
- Workshop su: "Aspetti di radioprotezione dal radon nelle stazioni termali" - Associazioni di Radioprotezione Austriaca ed Italiana Merano (Italia) 6-7 marzo 1986.