

L'esposizione al radon negli ambienti di lavoro

di **Giuseppe Greco** e **Salvatore Esposito** – Esperti in materia di igiene e sicurezza negli ambienti di lavoro – U.P.G..

Le radiazioni ionizzanti del radon rappresentano circa la metà di quelle assorbite dalla popolazione in un anno (dati europei).

In Italia esistono obblighi di tutela solo per i luoghi di lavoro.

La normativa di riferimento per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro.

Gli ambienti chiusi sono quelli maggiormente a rischio per la salute dell'uomo.

L'esposizione dei lavoratori al radon non deve superare il livello di 500 Bq/m³.

Il radon è causa di numerosi decessi per tumore polmonare.

In questi ultimi anni, i mass-media hanno attirato l'attenzione dell'opinione pubblica sugli inquinanti direttamente connessi con l'attività dell'uomo, quali smog, derivati del petrolio, metalli pesanti e non da ultimo i campi elettromagnetici.

Questi tipi di inquinanti "artificiali" hanno creato seri problemi alla popolazione e tuttora non si conoscono gli effetti di alcuni di essi sulla salute dell'uomo.

Oggi l'attenzione degli studiosi a livello mondiale è rivolta verso altri tipi di inquinanti denominati "naturali" e fra questi, quello che ha avuto più risonanza è il RADON.

In Italia si stanno occupando del problema radon l'Istituto Superiore della Sanità, l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, il Dipartimento d'Igiene del Lavoro dell'ISPESL, nonché varie Università.

Cos'è il RADON

Il radon è un gas inerte radioattivo (non si combina chimicamente con nessun altro elemento) che si trova in natura a seguito del decadimento naturale dell'uranio 238, del radio 226 e del thorio 232. Il nuclide più abbondante nella crosta terrestre è l'uranio 238 che genera l'isotopo Radon 222, mentre il thorio 232 e l'uranio 235 generano, rispettivamente, il Radon 220 ed il Radon 219.

E' più pesante dell'aria di circa otto volte, è inodore, insapore ed è moderatamente solubile in acqua.

La solubilità dipende dalla temperatura dell'acqua che a 20°C è di 0,25; ciò significa che il radon è più abbondante nell'aria che nell'acqua.

Il "decadimento" è dovuto a nuclei atomici con instabilità energetica che per stabilizzarsi devono emettere energia eccedente sotto forma di particelle (alfa o beta); ogni particella emessa determina un decadimento nucleare. I decadimenti nell'unità di tempo vengono espressi in bequerel (1 Bq= 1 decadimento al secondo). Una concentrazione di 100Bq/m³ significa, quindi, che 100 atomi decadono ogni secondo in 1 m³ di materiale o ambiente in questione. Il radon essendo un gas viene misurato in Bq/m³.

Uranio, Radio e Thorio sono molto diffusi in tutta la crosta terrestre, di conseguenza il radon è presente in tutti i suoli e quindi anche nelle falde acquifere. Lave, tufi vulcanici e graniti, sono i composti litologici più indicati per la generazione di radon anche se, talvolta, elevati

concentrazioni di radon si evidenziano in presenza di rocce sedimentarie quali: flysh e marne, nonché rocce metamorfiche, quali: i marmi.

Quando questi complessi rocciosi si presentano porosi e fratturati consentono al radon di liberarsi facilmente in superficie ed in presenza di falde acquifere, poiché molto solubile in acqua, si lascia trasportare con essa e poi si libera dal terreno e dai rubinetti. Considerando che il radon è un gas più pesante dell'aria è difficile trovarlo nelle parti alte dell'atmosfera; in effetti il rischio per la salute dell'uomo è dato dalla frequentazione di ambienti interrati, seminterrati o al massimo ai piani terreni dove detto gas si può facilmente accumulare.

Le vie dell'esposizione al radon : terreno, atmosfera, acqua

Il radon proviene generalmente dal terreno dove sono maggiormente presenti i suoi precursori: l'uranio ed il radio. La natura geologica di una determinata zona caratterizza o meno la presenza di Radon; infatti, i terreni granitici e vulcanici, così come le argille contenenti alluminio rilasciano più facilmente questo gas. La concentrazione di radon è alta laddove alta è la concentrazione di uno dei suoi precursori contenuti nelle rocce e nei sedimenti, diversamente sarà bassa. Oltre questi casi estremi, non è possibile fare alcuna correlazione tra la concentrazione di radon con la concentrazione di uranio e di radio nel terreno. Infatti, in questi casi, bisogna tenere presente importanti fattori per la diffusione del radon in superficie, quali la permeabilità del terreno, la densità, la porosità, la granulometria, la natura mineralogica, la pressione barometrica, la temperatura del suolo e dell'aria, la velocità e la direzione del vento.

Anche l'acqua potabile contribuisce a far aumentare la concentrazione del radon negli ambienti chiusi (luoghi di vita e di lavoro).

Quando si lasciano scorrere elevate quantità d'acqua dai rubinetti, il radon presente si diffonde nell'aria e può essere inalato dall'uomo. Ricerche europee hanno accertato che esistono elevate concentrazioni di radon in alcune falde acquifere specialmente nelle strutture rocciose cristalline. Anche per le acque di falde si può far valere quanto osservato sulla concentrazione di radon nel terreno, poiché i valori medi non sono preoccupanti a differenza di elevati "picchi" misurati di circa 50000 Bq/l.

Si è visto che per ogni 1000 Bq/l nella rete idrica si ha una maggiore concentrazione di radon nell'aria pari a 100Bq/m³.

Alla luce delle ultime ricerche sul "rischio radon per la salute dell'uomo" risulta evidente quanto dannose fossero le indicazioni, nel recente passato, di bere acque minerali, contenenti radon disciolto, poiché curative per varie malattie. Oggi la Commissione Europea da indicazione agli stati membri di valutare " *fino a che punto l'uso intenzionale di acqua contenente radon a scopo terapeutico sia giustificato.....raffrontandolo all'effetto nocivo che esso potrebbe avere*". In effetti, il Ministero della Salute, negli ultimi anni ha revocato molte concessioni relative all'imbottigliamento di acque minerali radioattive.

La valutazione preventiva del rischio radon

Da indagini condotte in numerosi paesi del mondo è stato valutato che la concentrazione media del radon in ambienti chiusi è pari a circa 40 Bq/m³.

Altre stime quantitative danno valori annui maggiori di 200 Bq/m³ (il 3% di circa 300 milioni di case censite) che in alcuni casi (pari al 1%) i valori riscontrati sono pari a circa 400Bq/m³.

In riferimento agli ambienti di lavoro, i limiti riscontrati, sono stati percentualmente più elevati.

In Italia, L'Istituto Superiore della Sanità. e il Servizio Sanitario Nazionale, hanno effettuato un'indagine sulla concentrazione del radon negli ambienti abitativi ed hanno valutato che su di un patrimonio di circa 200 milioni di edifici sono stati riscontrati livelli di 150-200-400 e 600 Bq/m³.

Mediamente la concentrazione di radon negli ambienti abitativi in Italia è di circa 75 Bq/m³, che va oltre i 40 Bq/m³ che rappresenta la media di altri paesi.

Diversa è la situazione a livello regionale dove a valori inferiori ai 40 Bq/m³(Marche) si alternano valori di oltre 100Bq/m³ (Lazio e Lombardia).

I valori surrichiamati sono puramente indicativi in quanto il nostro territorio è talmente vario che innumerevoli sono le variabili ambientali e geologiche che bisogna considerare per una puntuale valutazione del rischio radon.

I parametri che, in linea di massima, dovrebbero essere utilizzati per la valutazione del rischi radon vanno scelti considerando :

- 1)- interventi di bonifica per ambienti di vita e di lavoro;
- 2)- valutazione di rischio di un'area da destinare ad insediamento abitativo e/o lavorativo

Interventi di bonifica per ambienti di vita e di lavoro

Le soluzioni tecniche che aiutano a far diminuire i valori delle concentrazioni di radon negli ambienti abitativi possono essere molteplici e spesso combinati tra loro.

Si può procedere favorendo la ventilazione naturale e, in caso questa sia insufficiente, predisporre un sistema di ventilazione forzata.

Altre soluzioni possono riguardare la base dell'edificio a contatto con il suolo (il suolo come fonte principale di radon) quali la “ depressurizzazione attiva del vespaio”, la sigillatura di microfratture, l'isolamento dell'edificio dal terreno.

Valutazione del rischio di un'area da destinare ad insediamento abitativo e/o lavorativo

Al fine di evitare tutti quei problemi di bonifica su edifici già realizzati ed innanzi elencati, sarebbe buona norma provvedere preventivamente a valutare il rischio radon dell'area su cui si vuole costruire un insediamento abitativo e/o produttivo.

Una buona conoscenza delle caratteristiche geologiche , idrogeologiche e geomorfologiche accompagnata da sufficienti misure di concentrazione di radon nell'aria di un suolo , può aiutare a dare una valutazione del rischio di un'area da destinare ad insediamento abitativo e/o produttivo.

I parametri che, in linea di massima, vanno considerati , riguardano:

- Le rocce con presenza di uranio ;
- La permeabilità del suolo;
- La presenza di fratture e/o faglie;
- Il drenaggio del suolo;
- I periodi dell'anno senza precipitazioni;
- La collocazione dell'area (pendio / pianura);
- Copertura delle rocce superficiali;
- Presenza di rocce fratturate;
- Carsismo ;
- Livelli di radon nelle abitazioni vicine.



A sbancamento ultimato già dovrebbe essere stata verificata la presenza di sorgenti naturali di radiazioni

Inquinamento da radon negli ambienti chiusi

Abbiamo visto che il radon essendo un gas molto più pesante dell'aria tende ad accumularsi negli ambienti a diretto contatto con il terreno quali piani interrati, seminterrati, cantine e piani terra. E' da tenere presente che i piani alti non costituiscono condizione sufficiente per una minore concentrazione di radon.

Per gli edifici più vecchi è stato riscontrato una minore concentrazione di radon.

Le vie che favoriscono il diffondersi del radon nelle abitazioni sono generalmente rappresentate da fratture a livello delle fondazioni, spazi ridotti nelle pareti dovuti al passaggio delle tubazioni degli impianti e da pozzi costruiti in zone adiacenti i fabbricati.

La diffusione del Radon nei fabbricati dipende anche dal grado di porosità dei materiali e dalla loro tipologia, (tipo i tufi vulcanici) nonché dalla rete idrica qualora l'acqua contenga radon disciolto. Tra le materie prime quali gesso, rocce naturali, laterizi e pavimentazioni, calcestruzzi ed asfalti, l'emissione di radon si può definire con un valore decisamente basso.

Nel caso del cemento, incide fortemente la zona di provenienza; infatti il cemento pozzolanico, con elementi uranici, presenta valori di radioattività naturale superiori a quelli riscontrati nelle materie prima sopra descritte. Alcuni prodotti finiti, tipo gli impasti ceramici, si possono considerare a basso tenore di radioattività.

Un problema di salute pubblica

Abbiamo visto che il radon si presenta allo stato gassoso a temperatura ambiente; quindi gli organi maggiormente interessati alla sua azione sono i polmoni. La conseguenza principale che deriva dall'inalazione del radon è il tumore ai polmoni. L'Agenzia Internazionale per la ricerca sul cancro ha classificato il radon tra le sostanze cancerogene di gruppo 1, cioè è stato verificato sufficientemente la cancerogenicità sulla base di dati riferiti ad esseri umani.

Comunque bisogna ancora considerare che non tutti i meccanismi di esposizione sono stati chiariti ai fini di una palese correlazione con la patologia innanzi richiamata. Infatti non è stata ancora definita l'influenza del tempo di esposizione con l'età; non è stata ancora quantificata la durata e l'intensità dell'esposizione (essere esposti a 500 Bq/m^3 per 10 anni comporta gli stessi rischi che essere esposti a 5000 Bq/m^3 per un anno?).

Normativa di riferimento

La legislazione nazionale prevede, al momento, solo obblighi per i luoghi di lavoro. Detti obblighi sono stati introdotti con il Decreto Legislativo 26 Maggio 2000, n°241 "Attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti".

Per gli ambienti di vita e per l'acqua destinata al consumo umano esistono solo delle Direttive della Commissione Europea (Euratom) indicate rispettivamente con il n°143/90 e 928/2000.

Con la "raccomandazione n°143/90", la Commissione indica come massimo livello di concentrazione di radon raggiungibile, per gli ambienti chiusi, 400 Bq/m^3 .

La "raccomandazione" n°928/2000 impone l'obbligo di azioni correttive quando vengono superati i 1000 Bq/l nell'acqua potabile e l'effettuazione di continue misurazioni della concentrazione del radon se si superano i 100 Bq/l .

Gli adempimenti per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro sono regolati dal:

Decreto Legislativo n° 19 Settembre 1994 e ss.ii.mm. e del Decreto Legislativo 31 Agosto 2000 n°241 art.10 bis,lett.a) e b) e 10 ter, Capo III-bis;

Decreto Legislativo n°626/94 e ss.ii.mm, che ha sancito l'obbligo per il datore di lavoro di effettuare la valutazione del rischio specifico e di adottare tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;

Decreto Legislativo n°241/2000 .Tale decreto stabilisce che il datore di lavoro , entro 24 mesi dall'inizio dell'attività , deve procedere alla misurazione (avvalendosi di organismi riconosciuti) della concentrazione del radon , elaborando una relazione finale.

Il massimo livello di azione non deve superare i 500 Bq/m^3 , inteso come concentrazione media annuale di radon negli ambienti di lavoro. Per "livello di azione" si intende il " *Valore di concentrazione di attività di radon in aria o di dose efficace, il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato*".

Gli ambienti di lavoro dove si rende necessario effettuare controlli per la verifica di eventuale presenza di sorgenti naturali di radiazioni, sono:

- a)-tunnel, metropolitane, sottovie, catacombe, grotte, in generale tutti i luoghi sotterranei;
- b)-luoghi di lavoro in superficie dove è probabile riscontrare forti concentrazioni di radon;
- c)-attività lavorative dove si utilizzano materiali considerati non radioattivi ma che possono contenere radionuclidi in concentrazioni significative elevate;
- d)-attività lavorative che comportano la produzione di residui non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e , eventualmente,di persone del pubblico;
- e)-stabilimenti termali e miniere non uranifere.

Il " livello di azione" può variare in funzione delle caratteristiche del luogo di lavoro; in questo caso ,il datore di lavoro dovrà adempiere ad una serie di controlli, (Capo III bis,art.10 ,lett. a) e b)) precisamente:

- se le esposizioni valutate non superano il livello di azione (500 Bq/m^3), il datore di lavoro non è tenuto a nessun altro obbligo eccettuata la ripetizione della valutazione con cadenza triennale o nel caso di variazione del ciclo produttivo.
- Se la misura è compresa tra l'80% ed il 100% del livello di azione , il datore di lavoro deve ripetere con cadenza annuale le valutazioni secondo le indicazioni e le linee-guida emanate dalla Commissione di cui all'articolo 10-*septies* del D.Lgs.n°241/2000.
- Se la misura supera il livello di azione ($>500 \text{ Bq/m}^3$), il datore di lavoro dovrà:

- Spedire agli Organi di controllo la relazione delle misure;
- Incaricare un Esperto Qualificato per la valutazione della dose efficace assorbita dai singoli lavoratori;
- Verifica della dose efficace;

Se la dose efficace è inferiore a 3mSv/anno (Sievert Sv= unità di dose efficace) , l'obbligo si risolve con la ripetizione della misura annualmente .

Se la dose efficace è superiore o uguale a 3mSv/anno, scattano i seguenti adempimenti:

- l'Esperto Qualificato elabora la valutazione del rischio;
- il datore di lavoro predispose le azioni di rimedio ed al termine ripete le misurazioni.

Se anche la nuova misurazione fornisce valori superiori a 3 mSv/anno il datore di lavoro provvede a:

1. nominare l'Esperto Qualificato per la sorveglianza fisica;
2. nominare il Medico del Lavoro per la sorveglianza medica dei lavoratori;
3. redispone ulteriori azioni di rimedio e ripetere la misurazione.

Per i punti c) d) ed e), la Sezione speciale della Commissione tecnica per le esposizioni a sorgenti naturali di radiazioni” ai sensi dell’art. 10-*septies*,” dovrà *elaborare criteri per l’individuazione,nelle attività lavorative.....delle situazioni in cui le esposizioni dei lavoratori.....siano presumibilmente più elevate per le quali sia necessario effettuare le misurazioni per la valutazione preliminare di cui all’art. 10 ter, comma 3,nonché linee guida sulle metodologie e tecniche di misura appropriate per effettuare le opportune valutazioni”*.

Conclusioni

La complessità del problema “radon” richiede ancora studi più approfonditi ed elaborati per avere un quadro di riferimento tecnico-scientifico più adeguato a quelle che sono le esigenze per la tutela della salute dei cittadini e dei lavoratori.

Oggi, con i dati in possesso, siamo capaci di escludere evidenti irradiazioni da materiali inerti; è anche vero , però, che l'utilizzo di determinate pietre naturali , possono aumentare la dose assorbita dagli abitanti. Il problema si complica in quelle situazione in cui il suolo è geologicamente portato ad emettere naturalmente radon. Ancor di più il problema diventa complesso, quando ci troviamo nei molti centri storici della nostra nazione, dove il tufo vulcanico è l'elemento costruttivo ed artistico- architettonico predominante.

E'consigliabile comunque ,soprattutto in edilizia, che si tenga conto del problema radon nella fase di progettazione al fine di limitare , per gli anni a seguire, i danni provocati da tale gas.

Pertanto, atteso che il radon è un gas cancerogeno e che i decessi per tumore polmonare sono in aumento, è necessario effettuare un programma finalizzato alla salvaguardia della salute pubblica ed alla formazione di operatori tecnici professionali di discipline diverse .