





Radiazioni

capitolo 11
radiazioni





Radiazioni





Caro studente,

il termine radiazione è usato in fisica per descrivere fenomeni apparentemente assai diversi tra loro, come l'emissione di luce visibile da una lampada, l'emissione di radioonde da un circuito elettrico, o di raggi infrarossi da un corpo incandescente. L'uomo convive da sempre con vari tipi di radiazioni e in condizioni normali, esse non presentano alcun pericolo. Tuttavia un'esposizione eccessiva a qualsiasi tipo di radiazione può provocare danni più o meno permanenti e, in taluni casi, mettere in pericolo la stessa vita umana.

In questo capitolo ci soffermeremo su due tipologie di radiazioni: quelle elettromagnetiche e quelle ionizzanti, emesse da un gas naturale, il radon. I campi elettromagnetici, sono presenti sul territorio con una concentrazione sempre maggiore: nelle vicinanze di antenne dedicate alla telefonia mobile e al segnale radio-TV, presso gli elettrodotti, e cabine di trasformazione, ma anche nelle nostre abitazioni in presenza di elettrodomestici e di sistemi di connessione senza filo (telefoni cordless, ecc.). I potenziali effetti delle radiazioni elettromagnetiche sullo stato di salute psico-fisico dell'uomo, sono stati oggetto di interesse scientifico da parte di vari enti a livello nazionale ed internazionale. Alcuni studi hanno potuto dimostrare la pericolosità di queste radiazioni, mentre altre ricerche sostengono come sia ancora prematuro attribuire alle onde elettromagnetiche la causa di molti malesseri fisici.

Le radiazioni ionizzanti, in grado di produrre, in modo diretto o indiretto, la ionizzazione degli atomi e delle molecole del mezzo attraversato, sono presenti allo stato naturale nei materiali inorganici della crosta terrestre (rocce e minerali); lo stesso gas radon, che si sprigiona dal nostro terreno, è frutto dei processi chimici che sono avvenuti nel corso della formazione della crosta terrestre. La concentrazione di materiale radioattivo dipende comunque dalla conformazione geologica delle diverse aree; in Trentino il radon non ha valori elevati e quindi non desta particolari preoccupazioni. Una sicurezza in più deriva dall'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA) che grazie a frequenti monitoraggi tiene costantemente sotto controllo la concentrazione di radon all'interno degli edifici trentini.

C H E C O S ' È ?

A b c della radiazione elettromagnetica



Il termine radiazione viene utilizzato per descrivere fenomeni fisici che si manifestano e si propagano tramite onde: alcune sono percepibili dai nostri sensi, come quelle sonore, altre attraversano il nostro organismo senza lasciare alcun segno apparente, come accade con le onde elettromagnetiche. Sia che noi le percepiamo o meno, queste radiazioni realizzano sempre un trasferimento di energia nei confronti della materia che attraversano.

CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico (E) può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza di una distribuzione di carica elettrica.

- È prodotto dalla tensione.
- Si misura in Volt per metro (V/m).
- A frequenza di rete (50 Hz) il campo elettrico è facilmente schermato da oggetti come alberi e edifici
- L'intensità del campo elettrico decresce con l'aumentare della distanza dalla sorgente.

CAMPO MAGNETICO

Il campo magnetico (H) può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza di una distribuzione di corrente

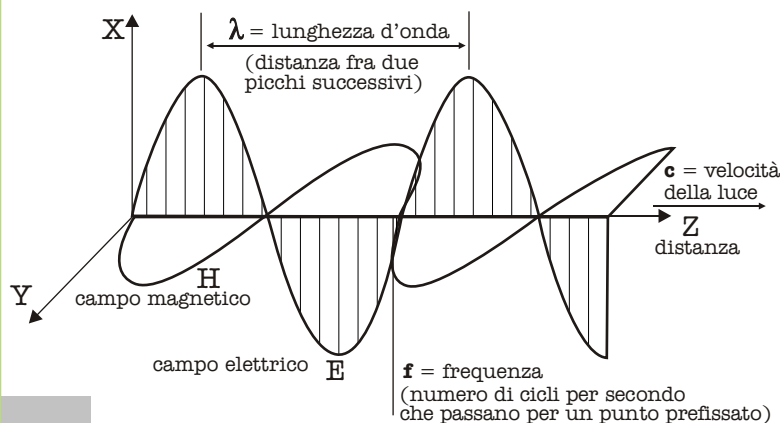
elettrica o di massa magnetica.

- È prodotto dalla corrente.
- L'intensità del campo magnetico si misura in Ampère per metro (A/m) ma solitamente si preferisce riferirsi alla densità di flusso magnetico o induzione magnetica (B) misurata in microtesla (μT). Tra le due unità di misura vale la seguente relazione:
 $1 \text{ T} = 7.958 \times 10^5 \text{ A/m}$.
- A frequenza di rete (50 Hz) il campo magnetico non viene facilmente schermato dalla maggior parte dei materiali.
- L'intensità del campo magnetico decresce con l'aumentare della distanza dalla sorgente.

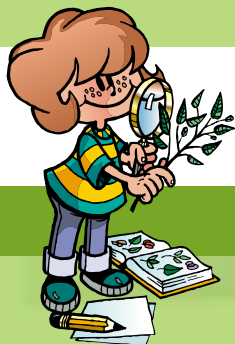
CAMPO ELETTROMAGNETICO

(CEM) Un campo elettrico genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico anch'esso variabile e che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico.

La propagazione avviene tramite onde: le **onde elettromagnetiche**. Il CEM non ha una sua specifica unità di misura, ma da esso è associato un flusso di energia per unità di tempo e di superficie: densità di potenza ed è espressa in Watt/mq (W/mq).



Intensità (legata all'ampiezza dell'onda), **frequenza** (numero di cicli d'onda completi che si susseguono nell'unità di tempo) e **lunghezza d'onda** (distanza nello spazio tra due successive creste d'onda, pari allo spazio percorso dall'onda in un tempo uguale all'inverso della frequenza) sono tre elementi necessari per la generazione delle onde elettromagnetiche.



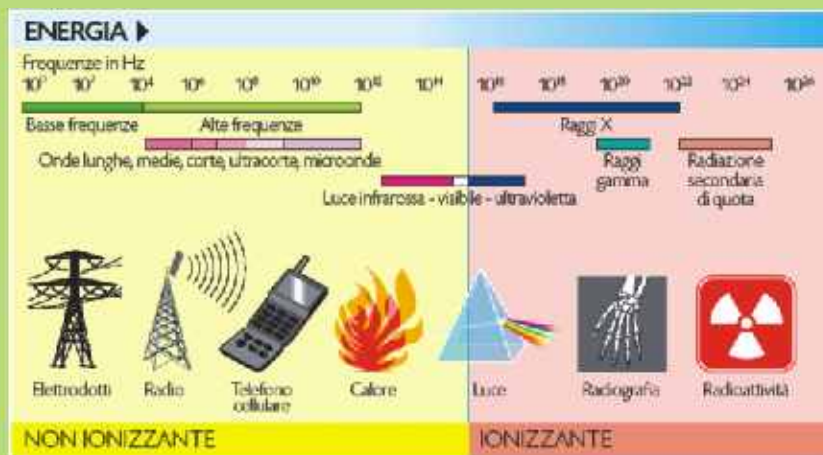
C H E C O S ' È ?

Lo spettro elettromagnetico

Radiazioni

È costituito dall'insieme di tutte le possibili radiazioni che a seconda della loro energia (frequenza) possono generare un campo elettromagnetico. Queste frequenze sono espresse in cicli al secondo (Hertz).

In base alla frequenza e intensità, lo spettro elettromagnetico può essere suddiviso in due tipologie principali: radiazioni non ionizzanti dette NIR (Non Ionizing Radiation) e radiazioni ionizzanti dette IR (Ionizing Radiation). La linea di demarcazione tra i due tipi di radiazione si colloca all'interno delle frequenze dell'ultravioletto: le radiazioni infrarosse e parte dell'ultravioletto sono radiazioni non ionizzanti, mentre la componente superiore della radiazione ultravioletta fa parte di quelle ionizzanti.



Radiazioni non ionizzanti



Hanno frequenze comprese tra 0 e 100 milioni di GHz: luce visibile, infrarossi, microonde (MO), radio frequenza (RF) ed onde a frequenza estremamente bassa (ELF).

Queste onde non hanno energia sufficiente per rompere

i legami che tengono unite le molecole nelle cellule e, pertanto, non possono produrre la ionizzazione (staccare dalla loro struttura singoli elettroni). Il principale effetto che riescono a produrre sulle molecole è il riscaldamento.

Le radiazioni non ionizzanti sono presenti naturalmente nell'ambiente: la terra produce un campo magnetico sufficiente ad orientare l'ago della

bussola ed un campo elettrico superficiale che può aumentare molto a seconda dei fenomeni atmosferici.

Le fonti principali di radiazioni non ionizzanti prodotte dalle attività umane si riscontrano nel settore delle telecomunicazioni, nella rete di distribuzione dell'energia elettrica, nel settore domestico, nel settore industriale e medico.

I campi elettromagnetici generati da queste sorgenti sono caratterizzati da frequenze note e da precise localizzazioni del corpo emittente. L'intensità del campo elettromagnetico dipende dalla distanza dalla sorgente.

Quando si parla di elettrosmog o inquinamento elettromagnetico si fa riferimento ai campi elettrici e magnetici generati da onde elettromagnetiche che vanno da 300 GHz a 0 Hz.



CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE (ELF)

Sono compresi nell'intervallo tra 0 a 3000Hz (3 KHz).

La maggior parte delle sorgenti artificiali sono riconducibili all'impiego di energia elettrica che ha frequenza di 50 Hz.

Le sorgenti principali a 50 Hz si possono distinguere in due gruppi principali:

- Sorgenti "in casa" (sorgenti indoor): elettrodomestici, i computer, i telefoni cellulari e utensili da lavoro.
- Sorgenti "fuori casa" (sorgenti outdoor): **elettrodotti** a bassa, media e alta tensione utilizzati per la distribuzione dell'energia.



CAMPI ELETTROMAGNETICI A RADIOFREQUENZE E MICROONDE (RF E MO)

Comunemente detti campi elettromagnetici ad alta frequenza, sono compresi nell'intervallo da 100 KHz a 300 GHz (300 miliardi di Hz) e più precisamente:

- le Radiofrequenze (RF) sono comprese fra i 3 kHz e i 300 MHz (300 milioni di Hz)
- le Microonde (MO) sono comprese fra i 300 MHz (300 milioni di Hz) e i 300 GHz (300 miliardi di Hz).

Le sorgenti principali di queste radiazioni si possono dividere in:

- dispositivi per radio-telecomunicazione: impianti radiotelevisivi, antenne per la telefonia mobile, telefono cellulare;
- apparati ad uso industriale (forni) e clinico (risonanza magnetica nucleare);
- forni a microonde.

I VALORI LIMITE

Rispetto all'**esposizione** dell'organismo umano alle radiazioni, l'organizzazione mondiale per la sanità (OMS), raccomanda di attuare il principio di precauzione (art. 174, par. 2, trattato istitutivo Unione Europea): attuare cioè delle misure di tutela fino a che non vi sia certezza scientifica degli effetti sulla salute causati dai CEM.

La normativa italiana fissa le distanze obbligatorie (fasce di rispetto) tra elettrodotti e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altre attività che comportino tempi di permanenza prolungata:

- Linee a 132 KV maggiore o uguale a 10 m
- Linee a 220 KV maggiore o uguale a 18 m
- Linee a 380 KV maggiore o uguale a 28 m



Inquinamento elettromagnetico

In Trentino è stato attivato il progetto NIRR (Impatto Ambientale da Campi Elettromagnetici e Radiofrequenze): prevede il censimento e la catalogazione delle sorgenti e la misurazione dei valori di campo elettrico e magnetico in corrispondenza delle aree da tutelare con maggiore attenzione per la salute umana.

Per stimare la superficie regionale potenzialmente interessata da campi elettromagnetici outdoor a bassa frequenza (ELF) e ad alta frequenza (RF) si analizza la lunghezza e il tracciato degli elettrodotti e le fonti di emissione per gli **impianti radioelettrici**.

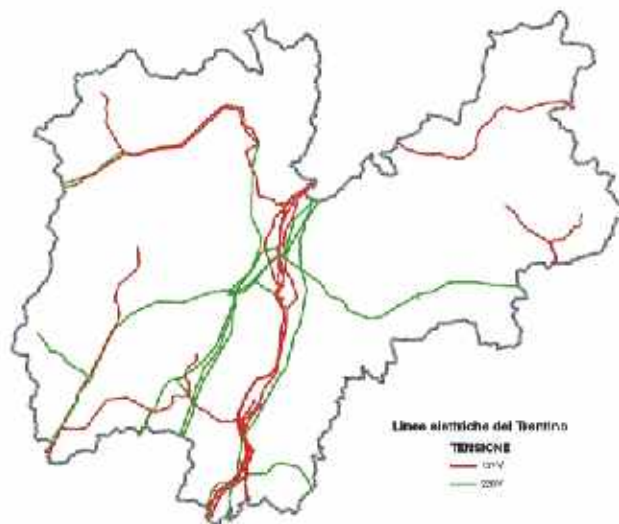
Lunghezza delle linee elettriche

Gli elettrodotti (sorgenti outdoor) sono le linee elettriche per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica che, alla frequenza di 50 Hz, portano l'elettricità dalla centrale di produzione sino all'interno della nostra abitazione. Nella distribuzione dell'energia elettrica la tensione può andare da valori di altissima tensione (380 KV e 220 KV) delle linee di trasporto più importanti, fino alla bassa tensione di 220 V utilizzata per l'uso domestico. Il passaggio fra una tensione più alta ad una più bassa, avviene nelle "cabine di trasformazione". La distribuzione sul territorio degli elettrodotti è diversa a seconda della tensione di esercizio: per le altissime/alte tensioni si scelgono zone prettamente disabitate, mentre per le medie (15 e 60 KV) e soprattutto per le basse tensioni si devono necessariamente scegliere zone urbanizzate al fine di poter raggiungere gli utilizzatori domestici.

In provincia di Trento sono presenti solo le reti di trasmissione a media (132V) ed alta tensione a (220 KV).

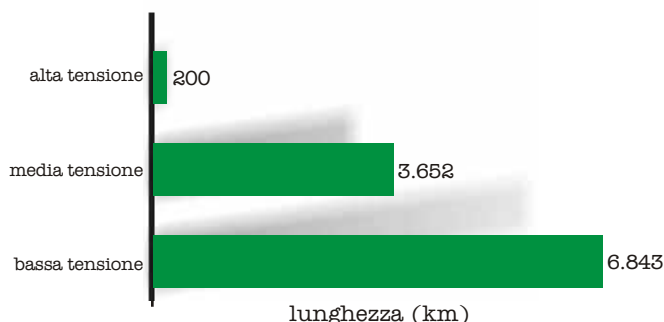
Linee elettriche in Trentino

Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA



Lunghezza degli elettrodotti

Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA



La lunghezza degli elettrodotti è costituita per la maggior parte da linee elettriche di bassa tensione con 6.843 km. Quelli a media tensione costituiscono una rete di 3.652 km, mentre le linee ad alta tensione ammontano a 200 km.



Sorgenti di campi RF

Radiazioni

I dispositivi più conosciuti sono gli impianti radiotelevisivi (RTV) che per trasmettere suoni, immagini e dati nello spazio, utilizzano una o più antenne che trasformano un segnale elettrico in energia elettromagnetica (antenne trasmettenti).

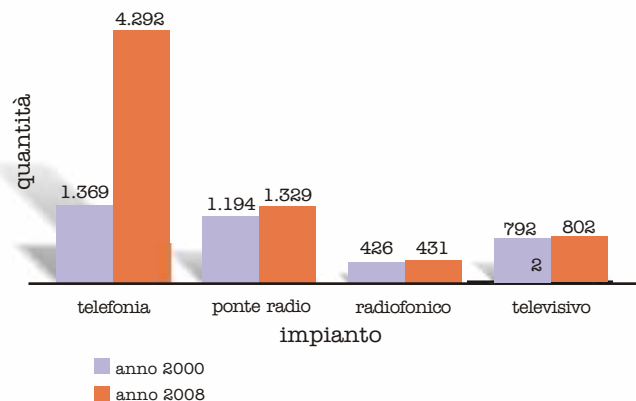
Le antenne per la telefonia mobile e per altre trasmissioni di servizio sono chiamate stazioni radiobase (SRB) e a differenza delle antenne radiotelevisive, oltre a trasmettere l'informazione, la devono anche ricevere. Gli impianti di telefonia cellulare si compongono quindi di antenne che trasmettono e ricevono il segnale al telefono cellulare e di antenne che collegano più stazioni radiobase chiamate ponti radio.

Il progressivo aumento dell'utilizzo di cellulari ha portato ad un aumento delle stazioni radiobase (SRB) che devono coprire un territorio sempre più ampio; se ne trovano quindi in numero maggiore anche all'interno delle città. L'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente di Trento, effettua periodicamente controlli sui vari tipi di antenne: 39 accertamenti nel 2003, 135 nel 2006 e 133 nel 2007.

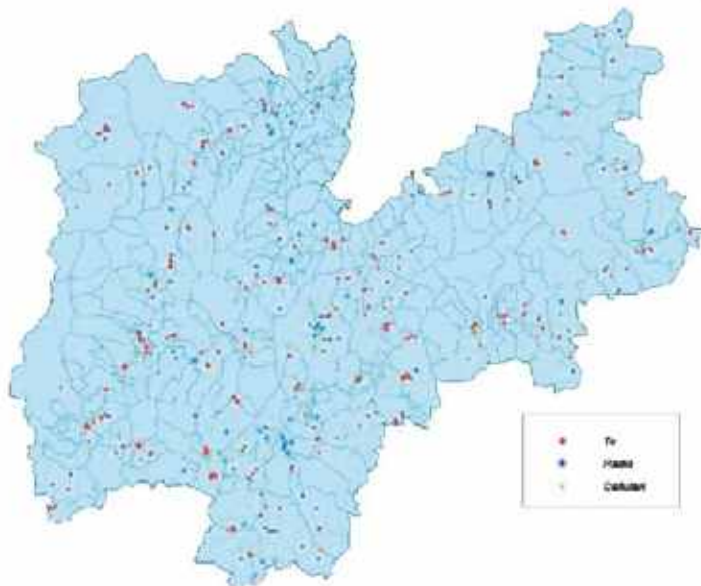


Variazione impianti di radiotelecomunicazione 2000-2008

Fonte: Anagrafica strutture impianti PAT



Sorgenti di campi RF in Trentino



Il grafico evidenzia, nel complesso degli impianti di radiotelecomunicazione, un aumento degli impianti di telefonia (stazioni radiobase), di +213% dal 2000 al 2008. Gli impianti radiotelevisivi (radiofonico e televisivo) invece hanno un aumento lieve.



C H E C O S ' È ?

Radiazioni ionizzanti



Hanno frequenze maggiori di 100 milioni di GHz: come i raggi gamma e i raggi X. Il processo di ionizzazione porta necessariamente ad

alterazioni degli atomi, almeno in via transitoria, e può in tal modo produrre modificazioni nella struttura delle molecole che li contengono. Se le molecole alterate sono situate in una cellula vivente, essa stessa può risultare danneggiata.

La radioattività consiste nell'emissione di particelle e di energia da parte di alcuni elementi instabili, detti **radionuclidi**, spontaneamente o in seguito ad attivazione. Alcuni di questi elementi esistono in natura, altri possono essere prodotti artificialmente, in base a questa diversa origine si possono distinguere due tipi di radioattività:

- **radioattività naturale**, nella quale si distinguono una componente di origine terrestre e una componente di origine extraterrestre. La prima è dovuta ai radionuclidi cosiddetti primordiali presenti in varie quantità nei materiali inorganici della crosta terrestre (rocce, minerali) fin dalla sua formazione. La seconda è costituita dai raggi cosmici. Quando ci si riferisce a queste sorgenti, si parla di fondo naturale di radiazioni. Il fondo naturale varia da zona a zona, secondo la natura geologica dei terreni e la quota sul livello del mare. L'80% di radioattività a cui è esposta la popolazione proviene da sorgenti naturali.
- **radioattività artificiale**, è quella che si genera a seguito di attività umane: produzione di energia nucleare, apparecchiature mediche per diagnosi e cure, apparecchiature industriali, attività di ricerca, a cui vanno aggiunte le attività legate alla produzione di materiale bellico.





IL RADON

In questo capitolo ci occuperemo del **radon** (Ra-222), un gas radioattivo presente in natura. È incolore e inodore ed è prodotto dal decadimento radioattivo del radio, generato a sua volta dal decadimento dell'uranio. Questi elementi sono presenti, in quantità molto variabile, in tutta la crosta terrestre. La principale fonte di immissione di radon nell'ambiente è il suolo, insieme ad alcuni materiali di costruzione (es. tufo vulcanico) e, in qualche caso, all'acqua. Essendo un gas, il radon fuoriesce dal terreno (o dai materiali da costruzione e dall'acqua), disperdendosi nell'atmosfera ma accumulandosi negli ambienti chiusi. La sua concentrazione si misura in **Bequerel/ m³**.

I VALORI LIMITE

- Nei luoghi di lavoro si è posto come limite di concentrazione del radon **500 Bq/m³** (valore medio annuo).
- Negli edifici residenziali già costruiti la soglia limite del radon è fissata a **400 Bq/m³**, in quelli in fase di progettazione il valore massimo consentito è di **200 Bq/m³**.

GLI EFFETTI

E' ormai ampiamente dimostrato che una prolungata esposizione ad elevate concentrazioni di radon accresce il rischio di tumore polmonare. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha classificato il radon come cancerogeno di gruppo 1, ossia come sostanza per la quale vi è evidenza accertata di cancerogenicità, collocandolo al secondo posto come causa di tumori polmonari, dopo il fumo di tabacco.





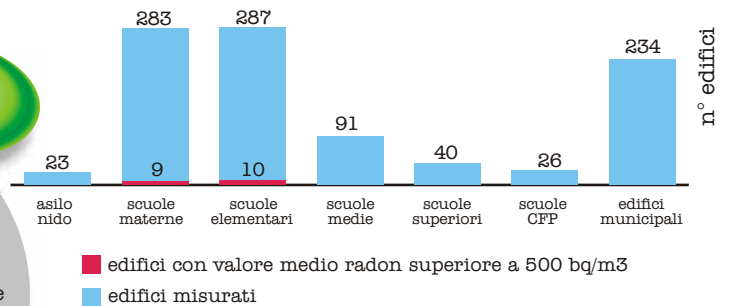
Valori medi di radon indoor negli edifici pubblici e privati

Sin dal 1992 si attua in provincia di Trento, un monitoraggio della concentrazione di Radon indoor attraverso campagne di controllo a cura del Settore Laboratorio e Controlli dell' APPA. Vengono presi a campione gli edifici scolastici, pubblici e privati. I monitoraggi tengono conto dei piani dell'edificio, poichè il piano terra è maggiormente a contatto con il suolo ed ha mediamente concentrazioni più elevate di radon rispetto ai piani superiori nei quali il gas tende a disperdersi con maggiore facilità.



Edifici monitorati con valore medio di radon superiore a 500 Bq/m³ (D.L. 241/00)

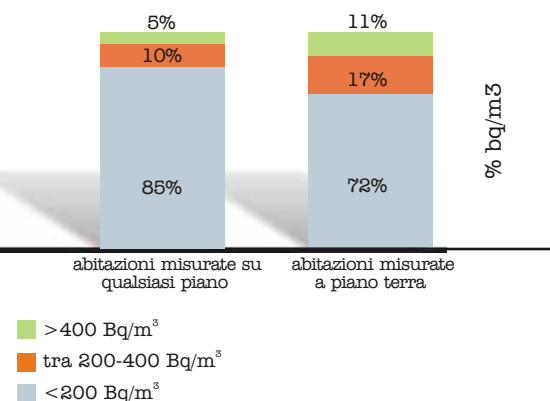
Fonte: Settore Laboratorio e Controlli, APPA



Dal 1993 al 2007 sono state campionate in provincia circa 1650 abitazioni, 738 edifici scolastici e 234 edifici municipali. I valori medi di radon indoor sono ampiamente sotto il valore limite di **500 Bq/m³**. Ci sono stati pochi casi di superamento: 3% nelle scuole materne (9 su 283) e nelle scuole elementari (10 su 287)

% delle abitazioni monitorate suddivise in base alle diverse concentrazioni di radon riscontrate (dal 1992 al 2007)

Fonte: Settore Laboratorio e Controlli, APPA

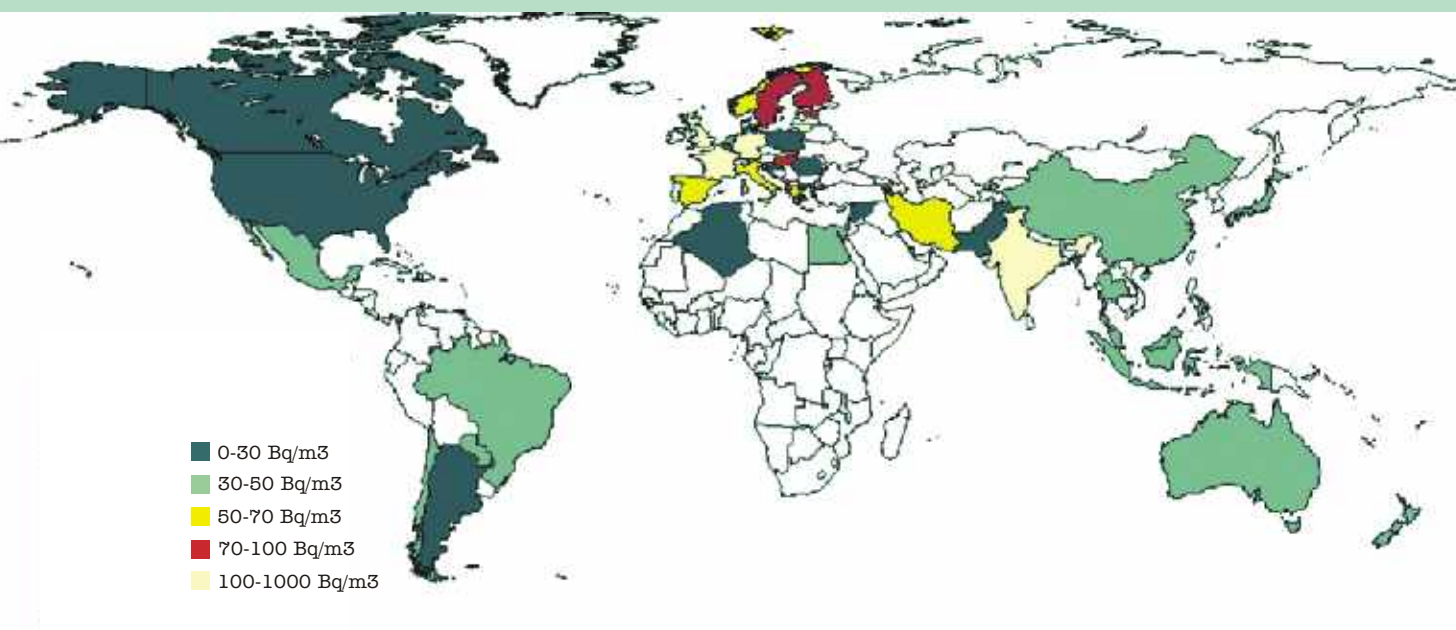


Il 15% delle abitazioni monitorate evidenzia valori di radon superiori alla soglia di **200 Bq/m³**. Se si valutano le abitazioni al piano terra, il 28% risulta superare la soglia consigliata.



Livelli di concentrazioni di Radon indoor nel mondo

Fonte: The Minesota Radon Project



A scala mondiale i paesi con maggiori concentrazioni di radon, evidenziati in rosso nella cartina, sono Svezia, Finlandia e Ungheria, a cui seguono Spagna, Italia, Norvegia e Iran (in giallo). In Italia, secondo un'indagine realizzata tra il 1989 e il 1996, coordinata dall'APAT e dall'Istituto superiore di sanità, il valore della concentrazione media è risultato di 70 Bq/m³. La situazione varia da una Regione all'altra:

- tra i 20 e i 40 Bq/m³: Liguria, Marche, Basilicata, Calabria e Sicilia
- tra i 40 e i 60 Bq/m³: Valle d'Aosta, Trentino, Veneto, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Molise, Puglia
- tra i 60 e i 80 Bq/m³: Alto Adige, Piemonte, Sardegna, Abruzzo
- tra i 80 e i 100 Bq/m³: Friuli Venezia Giulia, Campania
- tra i 100 e i 120 Bq/m³: Lombardia, Lazio.

È importante comunque ricordare che ci sono molte variazioni anche all'interno delle Regioni e all'interno di singoli Comuni.



Per un uso responsabile del telefono cellulare

Studi scientifici recenti hanno dimostrato che l'uso eccessivo del telefonino "NUOCE GRAVEMENTE ALLA SALUTE !".

E tu che utilizzo fai del telefonino?

Lo saprai rispondendo al questionario ed osservando il decalogo per un uso corretto del cellulare.

QUESTIONARIO

- Possiedi un telefono cellulare? Sì No
- Ti è stato regalato? dai genitori da altri
- Lo hai acquistato di tua iniziativa? Sì No
- Quanto tempo lo tieni con te durante la giornata ?
 4 ore 6 ore 8 ore oltre
- Tieni il cellulare acceso vicino al letto di notte? Sì No
- Lo utilizzi in casa invece del telefono fisso? Sì No
- Ritieni che il cellulare sia da considerare:
 indispensabile utile superfluo

LE 10 REGOLE PER IL CORRETTO UTILIZZO DEI CELLULARI

1. non usarlo se ha i meno di 12 anni
2. utilizza sempre l'auricolare (meglio ancora il vivavoce)
3. resta a più di 1 metro di distanza da una persona che sta parlando al cellulare
4. non tenere il telefono sul corpo anche se non stai telefonando
5. fai sempre attenzione a rivolgere verso l'esterno il lato dell'apparecchio con l'antenna
6. utilizza il cellulare per conversazioni brevi. Per telefonate più lunghe usa i telefoni fissi ma non quelli senza fili
7. non mettere il telefono vicino all'orecchio prima dell'inizio della conversazione. Cambia frequentemente orecchio
8. evita di utilizzare il cellulare in zone dove il segnale è debole oppure in macchina o in treno
dai preferenza alla comunicazione per sms
9. quando acquisti un cellulare scegli apparecchi che hanno la potenza di assorbimento elettromagnetico più bassa.
10. non tenere il cellulare acceso vicino al letto di notte



Bequerel (Bq): unità di misura del decadimento radioattivo. 1 Bq è uguale a una disintegrazione radioattiva al secondo (trasformazione di un singolo nucleo atomico in un secondo).

Becquerel per metro cubo (Bq/m³): unità di misura del radon, rappresenta il numero di disintegrazioni nucleari che ogni secondo sono emesse in un metro cubo di aria (ad esempio 400Bq/m³ vuol dire che 400 nuclei di radon si stanno trasformando, ogni secondo, in un metro cubo di aria, emettendo radiazioni).

Elemento radioattivo: quando i suoi atomi, anziché restare stabili, sempre uguali nel tempo, vanno incontro spontaneamente a una modificazione, detta disintegrazione: ossia perdono un "pezzo", più o meno pesante, e si trasformano in atomi di un altro elemento che può, a sua volta, essere radioattivo oppure stabile. Questa disintegrazione è spesso accompagnata da raggi gamma, che sono come dei raggi ultravioletti, ma con molta più energia.

ELF: Extremely low frequency; frequenza sotto i 300 Hz.

Elettrodotta: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Ponte radio: si utilizza per indicare la connessione in radiofrequenza al fine di trasmettere a distanza dati, fonia, video o altre informazioni opportunamente codificate.

Radon: gas nobile (numero atomico 86) radioattivo (emette radiazioni α) incolore ed inodore generato continuamente in modo naturale da alcune rocce della crosta terrestre. Esistono tre isotopi del radon, derivati da differenti catene di decadimento radioattivo: radon 219 (²¹⁹Rn, detto actinon), radon 220 (²²⁰Rn, detto thoron) e radon 222 (²²²Rn). Il radon decade trasformandosi in elementi detti "figli" del radon e anch'essi radioattivi. Il radon ha un'emivita di 3,82 giorni.

Radionuclide: nuclide radioattivo. Isotopo instabile di un elemento che decade spontaneamente o si disintegra, emettendo radiazione.

Stazioni e sistemi o impianti radioelettrici: sono uno o più trasmettitori, nonché ricevitori, o un insieme di trasmettitori e ricevitori, ivi comprese le apparecchiature accessorie, necessari in una data postazione ad assicurare un servizio di radiodiffusione, radiocomunicazione o radioastronomia.



Sitografia

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA)
www.appa.provincia.tn.it

Progetto Radon
<http://nuke.progettoradon.it>

Istituto Superiore per la prevenzione e la sicurezza sul lavoro
www.ispesl.it

Ministero della Salute
www.ministerosalute.it

Agenzia regionale prevenzione e ambiente dell' Emilia Romagna (ARPA)
www.arpa.emr.it/cem

United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation
www.unscear.org

The Minnesota Radon Project
www.csbsju.edu/mnradon



A series of horizontal dashed lines for writing, spanning the width of the page.



A series of horizontal dashed lines for writing, spanning most of the page width.



Rapporto
sullo stato
dell' Ambiente 2008
Junior

