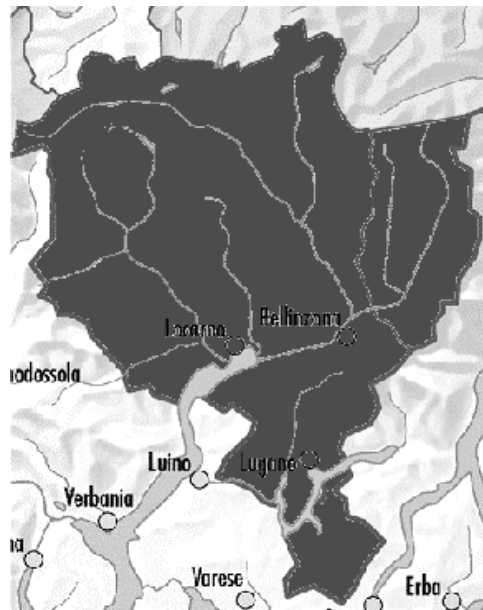


Il radon in Ticino



Corso 1+1+1
3A/B

Alessio Arnold, Lorenzo Piacenza, Nader Safwan, Lorenzo Visani

SOMMARIO

Sommario	2
1 Introduzione.....	3
1.1 Motivazioni personali.....	3
1.2 Introduzione Generale.....	4
1.2.1 Informazioni generali sul radon.....	4
1.2.2 Il radon in Svizzera.....	6
2 Il radon in Ticino.....	8
2.1 Aspetti di geologia.....	8
2.2 Le campagne di misurazione del radon.....	9
3 Le misure architettoniche contro il radon.....	12
3.1 Come il radon penetra nelle case.....	12
3.2 Le unità di misura.....	12
3.3 I dosimetri.....	13
3.4 Misure preventive.....	13
3.5 Misure di risanamento.....	15
4 Curiosità e Conclusioni.....	16
4.1 I valori limite nei vari paesi e la politica.....	16
4.2 Il problema del radon e delle case iperisolate.....	16
4.3 La radonterapia	17
4.4 L'Alp-Transit.....	17
4.5 La depresurizzazione del suolo.....	17
4.6 Conclusioni	17
5 Bibliografia.....	18
5.1 Internet	18
6 Allegati.....	18
6.1 Estratto dall'Ordinanza del 22 giugno 1994 sulla radioprotezione.....	18

1 INTRODUZIONE

1.1 MOTIVAZIONI PERSONALI

Questo tema mi è parso particolarmente interessante, poiché questo elemento è molto presente nel nostro cantone, ma ignoravo cosa fosse, dove si trovasse e quali fossero le conseguenze sull'uomo e sull'ambiente.

Lorenzo Visani

Ho scelto questo tema, poiché la questione relativa al radon mi era del tutto sconosciuta fino ad ora. Mi ha incuriosito il fatto che in Ticino siano state fatte delle campagne di misurazione e sensibilizzazione e questo mi ha spinto a cercare delle informazioni.

Lorenzo Piacenza

Ho optato per questo tema visto che credo sia una problematica che tocchi tutti noi dato che ci troviamo in una zona ad alta concentrazione di questo isotopo radioattivo che potrebbe essere alla base di diverse patologie. Inoltre sono sempre stato affascinato dagli elementi radioattivi e le loro proprietà e voglio approfondire le tecniche di bonifica del radon.

Nader Safwan

Il tema che abbiamo scelto rispecchia molto bene i miei interessi in quanto lo studio e la ricerca riguardante un tema come quello del radon mi permette di ampliare le mie conoscenze riguardanti gli elementi radioattivi naturali che sono presenti sulla terra fin dalla sua origine. Questa questione è fondamentale, poiché lo studio degli elementi naturali ha permesso e potrà permettere di scoprire sempre più fonti di energia, in quanto il nostro globo è una fonte incredibile della stessa, e sta a noi decidere in che modo usarla.

Il problema è che vi sono alcuni elementi come il radon che sono tutt'altro che benefici all'essere umano, alte concentrazioni di questo elemento possono creare un sacco di problemi alla salute dell'uomo. Questo tema dovrebbe essere maggiormente sensibilizzato, poiché il Ticino è un luogo dove la concentrazione di radon può raggiungere livelli molto alti e potrebbe portare a gravi patologie per gli individui.

Il mio proponimento è quello di acquistare maggiori informazioni a riguardo di questo tema per potere sensibilizzare il maggior numero di persone che conosco.

Alessio Arnold

1.2 INTRODUZIONE GENERALE

1.2.1 INFORMAZIONI GENERALI SUL RADON

Il radon è l'elemento chimico, avente numero atomico 86 e appartenente al diciottesimo gruppo (VIIIa) e al sesto periodo, che viene rappresentato col simbolo Rn.

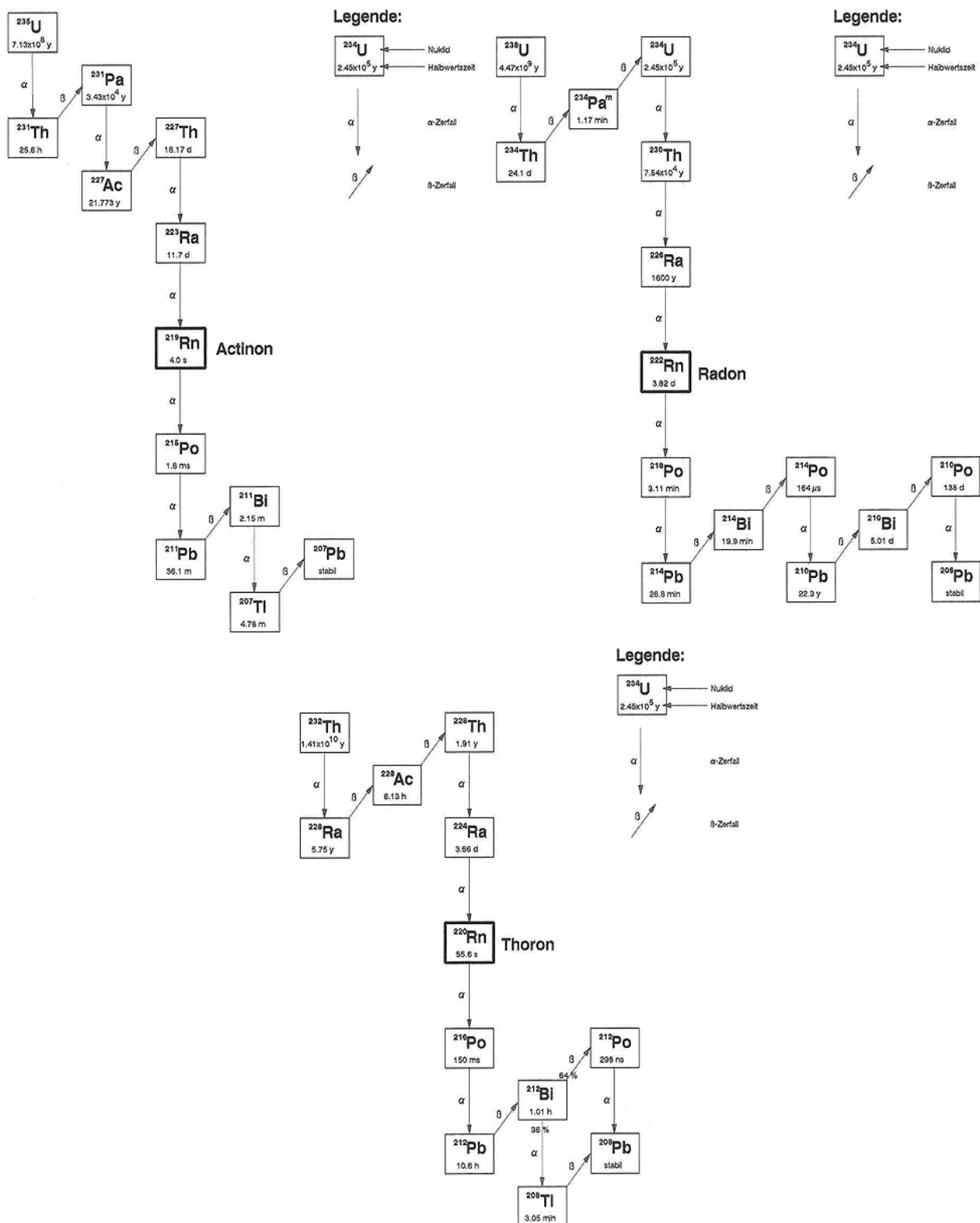


Illustrazione 1: I prodotti di filiazione di due isotopi di uranio e del torio

Il radon appartiene al gruppo degli elementi detti “gas nobili” in quanto si presentano con atomi singoli. Questi elementi sono caratterizzati da una bassissima reattività, dovuta principalmente alla loro configurazione elettronica stabile.

Come già ribadito il radon è un gas nobile, chimicamente inerte e radioattivo¹, che si forma dal decadimento del radio, generato a sua volta dal decadimento dell'uranio.

In condizioni STP il radon è inodore e incolore.

Come si vede dall'immagine, una serie di decadimenti alfa e beta portano dall'uranio-235, uranio-238 e Torio-232 (solidi) al radio [rispettivamente -223; -226; -224 (tutti solidi)] al radon. Come si vede nell'immagine, si formano tre tipi di isotopi del radon: il radon-219; -220 e -222. Quest'ultimo è il più diffuso, infatti, quando si parla di radon in generale di solito si intende l'isotopo Rn-222 (vita media tre giorni). Da questi tre tipi di isotopi di Rn si formano altri prodotti di decadimento, detti “prodotti di filiazione”, anch'essi radioattivi.

Tutti questi elementi sono presenti in tutta la crosta terrestre, in concentrazioni variabili, e di conseguenza anche nei materiali derivanti da rocce contenenti radio, come materiali di costruzione, sabbie eccetera.

Il radon è quindi un gas molto diffuso, e viene considerato estremamente pericoloso per la salute umana se inalato. Questo perché, infiltrandosi attraverso le fessure, anche microscopiche, nei pavimenti e filtrando attraverso i passaggi dei servizi (idraulici, elettrici, sanitari) si accumula negli ambienti abitativi dove i prodotti di filiazione si legano al pulviscolo presente nell'aria, accumulandosi in questo modo nelle vie respiratorie (soprattutto bronchi e bronchioli), da dove emettono radiazioni che possono danneggiare le cellule dell'apparato respiratorio dando origine ad un processo cancerogeno.

A questo proposito, l'organizzazione mondiale della sanità (WHO) in collaborazione con l'agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha classificato il radon nel Gruppo1 nel quale sono elencati tutte quelle sostanze per cui c'è un'evidenza certa di cancerogenità sull'uomo².

1.2.2 IL RADON IN SVIZZERA

Nel sottosuolo svizzero si trovano svariati elementi chimici, la maggior parte dei quali stabili. Tuttavia esiste una minoranza instabile, cioè radioattiva, tra qui l'uranio, il radio e il radon.

L'isotopo Rn-222 è appunto uno di questi, e la sua presenza nel nostro paese è più accentuata nei cantoni Ticino, Grigioni e Jura.

Infatti, si stima che il 40% delle radiazioni ionizzanti cui sono sottoposti gli svizzeri provengono dal decadimento del solo radon, mentre per quanto riguarda il Ticino la percentuale sale al 65% .

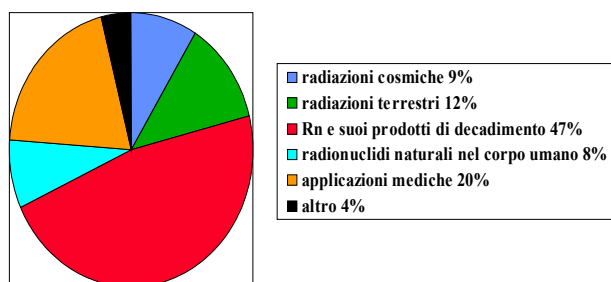


Illustrazione 2: Esposizione annua media della popolazione svizzera a radiazioni ionizzanti (%)

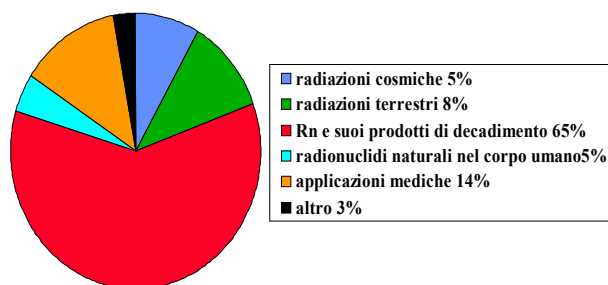


Illustrazione 3: Esposizione annua media della popolazione ticinese a radiazioni ionizzanti (%)

A questo proposito nel nostro cantone sono in corso rilevamenti che si presuppone termineranno tra il 2009 e il 2010.

¹ L'unità di misura delle radiazioni è il Bq (Bequerel) ossia il numero di disintegrazioni nucleari (decadimenti) ogni secondo. In generale si usa la relazione Bq/m³. A titolo di esempio, 800 Bq/m³ corrispondono a 800 radiazioni emesse in un secondo e in un metro cubo di aria.

² Fonte: http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/index.html maggio 2007

Partendo dal presupposto che la WHO ha stabilito che il radon è un rilevante fattore scatenante nei casi di tumori polmonari riscontrati annualmente, il Canton Ticino ha quindi portato avanti un programma di misurazione dei valori di radon presenti nelle abitazioni sul suo territorio, atto a stabilire la reale consistenza del fenomeno. Questo perché, dal 1996, il Canton Ticino è ufficialmente dichiarato “area ad elevata concentrazione di radon”³.

Per comprendere meglio la problematica legata alla presenza del radon nel sottosuolo, nei prossimi capitoli si cercherà di approfondire la questione legata alla marcata concentrazione di radon nel nostro cantone, e come esso si infilti nelle abitazioni e come queste ultime possano essere bonificate.



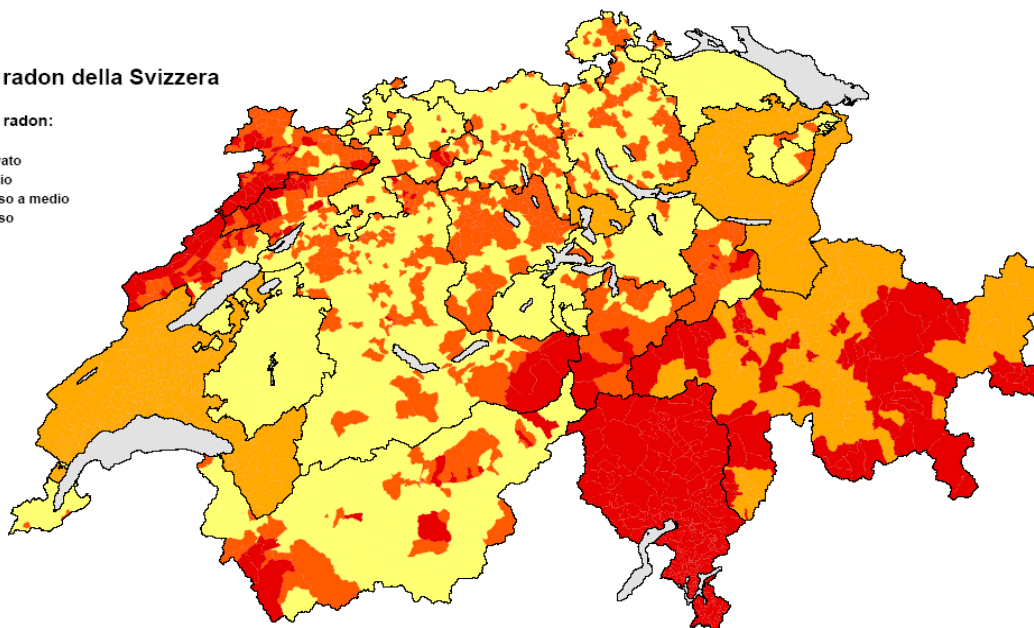
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI
Ufficio federale della sanità pubblica UFSP

Carta radon della Svizzera

Rischio radon:

- Elevato
- Medio
- Basso a medio
- Basso



Sistema a 3 zone, rischio rappresentato dal radon:

22.01.2007

- Elevato (MA >200 Bq/m³) = regione a forte concentrazione di radon
- Medio (MA 100-200 Bq/m³)
- Basso (MA <100 Bq/m³)

Il suddetto sistema è adottato nei seguenti Cantoni:

- Appenzello Esterno
- Appenzello Interno
- Argovia
- Basilea Campagna
- Basilea Città
- Berna
- Friburgo
- Ginevra
- Glarona
- Giura
- Lucerna
- Neuchâtel
- Nidvaldo
- Obvaldo
- Sciaffusa
- Soletta
- Svitto
- Turgovia
- Uri
- Vallese
- Zurigo

Sistema a 2 zone, rischio rappresentato dal radon:

- Elevato (MA >200 Bq/m³) = regione a forte concentrazione di radon
- Da basso a medio (MA <200 Bq/m³)

Il suddetto sistema è adottato nei seguenti Cantoni:

- Grigioni
- San Gallo
- Ticino
- Vaud
- Zugo

³ Fonte: <http://www.ti.ch/dss/dsp/LabC/settori/Radioattivita%202004/radon.htm> aprile 2007

2 IL RADON IN TICINO

2.1 ASPETTI DI GEOLOGIA

Vari fattori geologici influiscono sulla quantità di radon presente nel sottosuolo, cosa che potrebbe portare a problemi di presenza del radon all'interno di edifici.

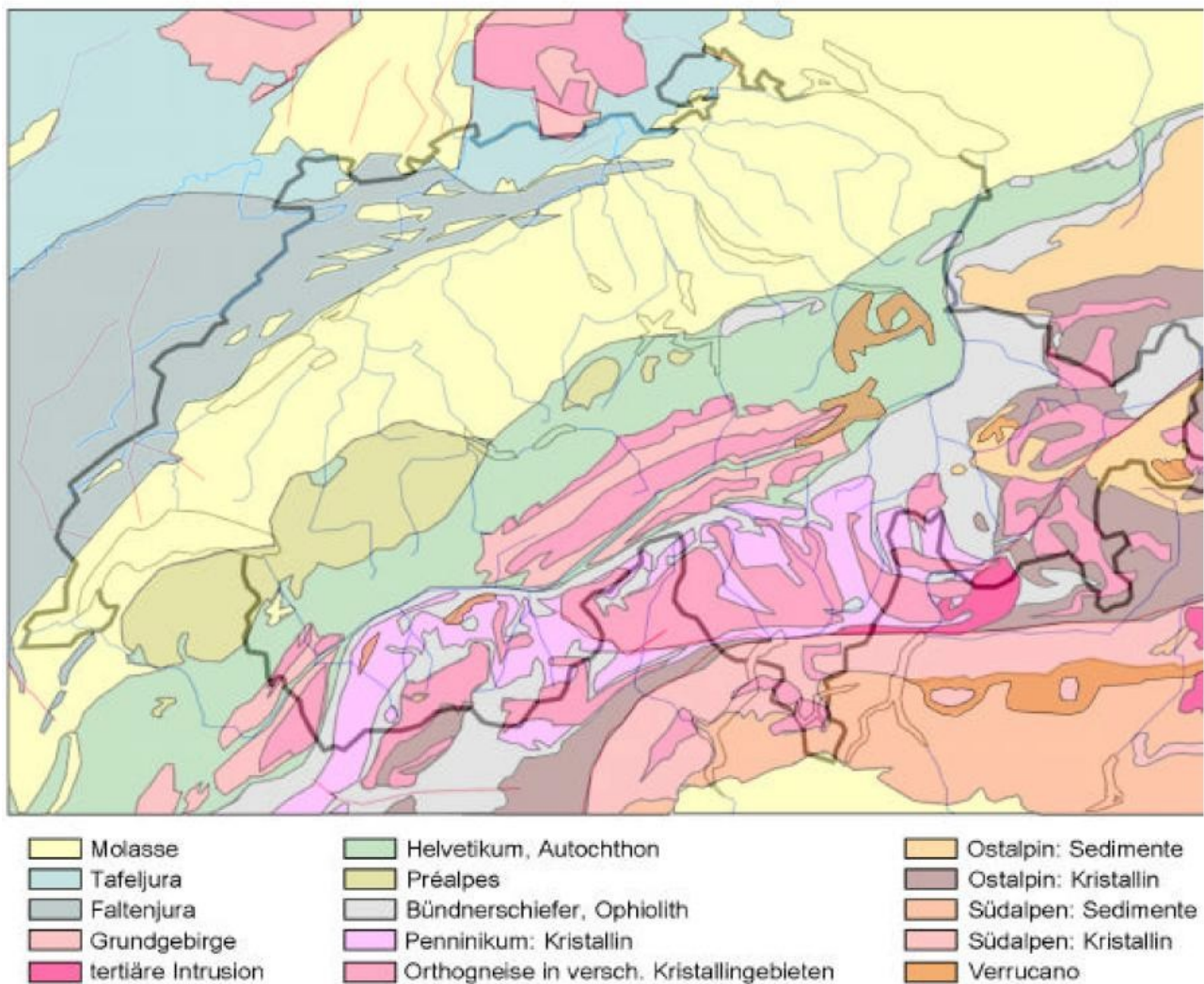
Due punti sono fondamentali:

- La concentrazione del radio nel sottosuolo (radio come nucleo-madre del radon).
- La permeabilità del sottosuolo sotto gli ambienti abitativi.

Come già detto, il radon-222 deriva dal decadimento dell'uranio-238. Di conseguenza, c'è da aspettarsi un'alta produzione di radon, se le rocce contengono di per se tanto uranio.

Infatti, questo è il caso delle rocce granitiche, come i massicci cristallini, gli gneiss eccetera. Osservando la carta geologica della svizzera, si nota come la parte sud delle alpi sia caratterizzata dall'essere costituita da rocce cristalline (rocce massicce e scistose) mentre al nord delle alpi sono prevalenti le rocce calcaree in generale sedimentarie.

Figur 1: Tektonische Karte der Schweiz

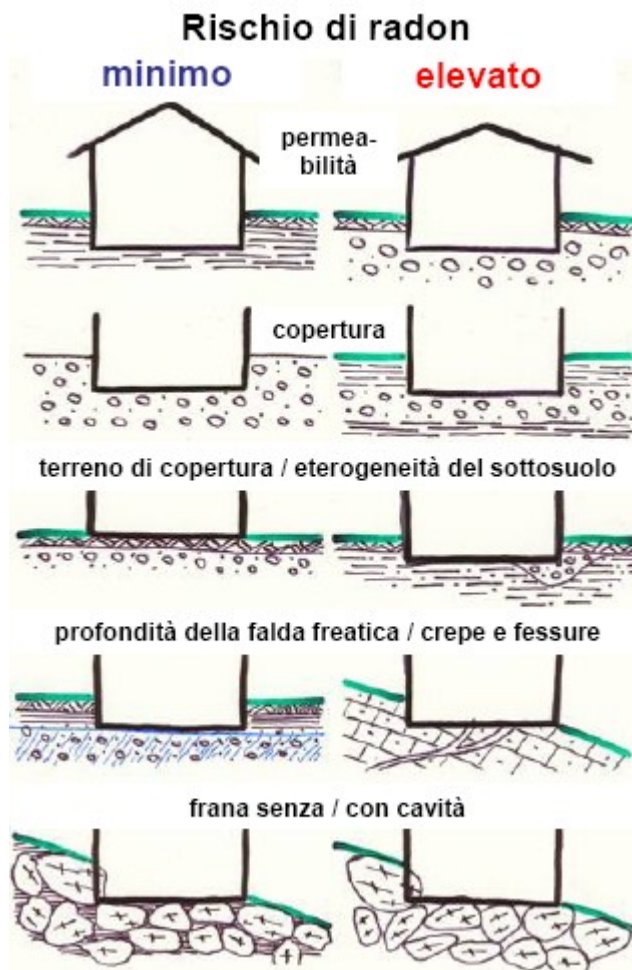


Questo potrebbe spiegare in parte la forte presenza di radon nel Ticino e nei Grigioni. Tuttavia il tipo di roccia è solo uno dei tanti fattori.

Importante è anche la permeabilità del suolo e quindi la conformazione dello stesso.

Se si tratta di un suolo compatto e poco permeabile, il problema del radon sarà minore, se il terreno è sconnesso e molto poroso, oppure sono assenti coperture isolanti, come per esempio uno strato argilloso, la presenza di radon sarà molto più marcata.

Vediamo qualche esempio.



Nella prima casa del primo caso, si ha un terreno compatto, dal quale il radon sfugge difficilmente. Di conseguenza il rischio di radon sarà minore. Nella seconda casa invece il terreno è molto più poroso, di conseguenza l'aria sotterranea si può arricchire di radon, generando così un alto rischio di radon.

Nel secondo caso, si ha la prima casa costruita su un terreno poroso, ma privo di copertura isolante (come può essere uno strato di argilla), dal quale il radon può sfuggire tranquillamente nell'atmosfera senza accumularsi nella casa. Nella seconda abitazione, invece, il terreno è poroso solo sotto le fondamenta della casa, poi più sopra diventa compatto. Ecco che per il radon l'unica via di fuga è la casa, nella quale si accumula.

Nel terzo caso si mostra una situazione nella quale ci sia un terreno che copre, isolando, le rocce sottostanti preservando così la casa, mentre il secondo tipo di terreno presenta irregolarità.

Il quarto caso mostra ancora due casi di basso e alto pericolo di radon: se la falda freatica è vicino alla superficie, il radon rimane disciolto nell'acqua. Se invece la roccia è sì compatta, ma presenta crepe, anche minuscole, da esse il radon può risalire fin sotto le fondamenta della casa.

L'ultimo caso presenta la situazione di una frana: se le rocce sono saldate fra di loro da un determinato materiale, allora il radon non trova passaggi. Se invece i sassi hanno fra di loro spazi vuoti, il radon riesce a fuoriuscire in abbondanza, risalendo verso la superficie e relative vie di fuga (in questo caso la casa, visto che al di fuori di essa c'è una copertura più o meno isolante).

In conclusione, si può dire che non si può creare un modello univoco per stabilire se un luogo è ad elevato rischio radon o no: infatti, per ogni sito bisogna quantificare innanzitutto la quantità di radon presente nel suolo, e poi la conformazione geologica e strutturale dello stesso, oltre che alle caratteristiche architettoniche delle case. Infatti, Due case costruite vicine possono avere valori di radon molto differenti.

2.2 LE CAMPAGNE DI MISURAZIONE DEL RADON

In Ticino sono in atto campagne di rilevamento della concentrazione di radon negli edifici da molti anni, in conformità all'articolo 115 dell'ordinanza federale sulla radioprotezione del 22 giugno 1994, che recita:

1 "I Cantoni provvedono affinché, sul loro territorio, sia svolto un numero sufficiente di misure."

2 "Determinano le aree ad elevata concentrazione di radon e adeguano costantemente la situazione sulla base dei dati forniti dalle misure".

Questi rilevamenti hanno permesso di confermare l'alto grado di esposizione al radon riscontrabile in Ticino.

Nel dicembre 1989 il Consiglio di Stato decise di eseguire una prima campagna di rilevamento delle concentrazioni di radon negli edifici allo scopo di quantificare le dosi medie di irradiazione della popolazione causate dal radon e di determinare le zone in cui le emissioni di tale gas fossero elevate. L'incarico fu assegnato all'allora Sezione energia e protezione dell'aria, in collaborazione con la Sezione sanitaria del Dipartimento delle opere sociali e con l'Istituto geologico e idrologico cantonale. La concentrazione media, riscontrata nei locali abitativi delle oltre 300 abitazioni coinvolte nello studio, risultò essere di 100 Bq/m³, valore leggermente superiore alla media svizzera (allora di 80 Bq/m³), con la maggior parte dei valori compresi tra 5 e 500 Bq/m³. Durante l'inverno 1992/93, per la prima volta in Svizzera, la SueR, in collaborazione col Laboratorio cantonale, ha proceduto alla misurazione della concentrazione di radon delle abitazioni di un intero Comune per cercare, da un lato, di mettere in evidenza le eventuali differenze tra le concentrazioni riscontrabili nei diversi tipi di costruzione presenti in un territorio ristretto e dall'altro, di approfondire le conoscenze di un'area che, secondo le misure effettuate in precedenza così come dal punto di vista della conformazione geologica, avrebbe potuto essere considerato "a rischio". Per la disponibilità riscontrata presso le autorità Comunali, e grazie all'interesse dimostrato dalla popolazione, la scelta cadde sul comune di Cadro, territorio nel quale i presupposti elencati sembravano essere soddisfatti. Un totale di 583 dosimetri passivi tipo Rad-trak e Alpha-trak furono posati in buona parte delle abitazioni per un periodo di tre mesi.

Dopo l'analisi dei risultati, tutti i partecipanti furono personalmente informati sia sulla concentrazione riscontrata che sugli eventuali interventi di risanamento possibili. Il valore medio riscontrato risultò essere di 200 Bq/m³. La grande maggioranza delle abitazioni controllate (89.4%) non presentava nessun problema, l'8.6% mostrava valori superiori a 400 Bq/m³ e il 2.0% superiori a 1000 Bq/m³. Quest'ultima concentrazione fu in seguito inserita come valore limite nell'Ordinanza federale sulla radioprotezione che a quel tempo era ancora in consultazione.

In seguito ai risultati di Cadro, all'entrata in vigore dell'Ordinanza e a riunioni ufficiali con l'UFSP, il Cantone si attivò immediatamente per approntare la "mappa-radon" del territorio e determinare la presenza di eventuali aree ad elevata concentrazione. Dal 1993 il problema del radon all'interno delle abitazioni era passato all'allora Dipartimento delle opere sociali e al Laboratorio cantonale era stato assegnato il compito di effettuare le misurazioni. La prima grande campagna di misure si svolse nel corso del primo trimestre del 1995: tra gennaio e marzo furono posati 1433 dosimetri in altrettante abitazioni situate nei 247 Comuni del territorio cantonale.

Per le misure si utilizzarono dosimetri passivi tipo E-Perm Sper 1 (electret-passive environmental radon monitor system) messi a disposizione dall'UFSP e valutati nel nostro Laboratorio che nel frattempo era stato accreditato ufficialmente quale servizio di misura del radon. Nel mese di novembre 1995 ebbe inizio una seconda campagna con la posa di 2247 dosimetri. I risultati delle misure effettuate fino a quel momento, comprese le due campagne, sono riassunti nella tabella sottostante.

Concentrazione (Bq/m ³)	N. abitazioni	% abitazioni
<400 (valore operativo)	3445	86.7
>400<1000	450	11.3
>1000 (valore limite)	77	1.9

Tabella 2 : risultati delle misure effettuate fino a febbraio 1996

Con il totale delle misure (3972) si allestì, per la prima volta in Svizzera, un catasto provvisorio del radon per il Cantone. Il valore della concentrazione media annua risultò pari a 249 Bq/m³. L'UFSP ha emanato delle raccomandazioni per permettere di ricavare le aree ad elevata concentrazione di radon mediante l'analisi dei risultati delle misure effettuate. Esse sono riassunte nella tabella 3.

Media aritmetica (locali abitati) dell'area (Comune)		Valore massimo misurato (locali abitati) nell'area (Comune)	Area ad elevata concentrazione
<200 Bq/m ³	e	<1000 Bq/m ³	no
>200 Bq/m ³	o	>1000 Bq/m ³	si

Tabella 3 : determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon

A seguito delle misure effettuate e delle raccomandazioni emanate dall'UFSP per la determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon, l'intero territorio cantonale è stato dichiarato, già nell'ottobre 1996 "Area ad elevata concentrazione di radon", senza distinzione alcuna tra i vari Comuni in quanto la quasi totalità di essi ottemperava alle condizioni esposte in precedenza.

A tutt'oggi (luglio 2004) sono state effettuate sull'intero territorio cantonale 6484 misure in altrettante abitazioni con una concentrazione media annua di 223 Bq/m³. La suddivisione riportata nella tabella seguente (tabella 4) conferma il trend delineatosi già a partire dalle prime campagne.

Concentrazione (Bq/m ³)	N.abitazioni	% abitazioni
<200	4380	67.5
>200<400	1314	20.3
>400<1000	673	10.4
>1000	117	1.8

Tabella 4: ripartizione delle abitazioni rispetto alla concentrazione di radon

Nel corso dell'inverno 2005-06 sono stati distribuiti ca 8'500 dosimetri, di cui 558 su richiesta e a pagamento da parte di privati; il rimanente nell'ambito della campagna eseguita in collaborazione con la Protezione civile della Regione Lugano Città e gli Uffici tecnici comunali. Con questa campagna il numero totale delle misurazioni radon effettuate in Ticino dal 1992 ammonta a ben 17'860. Un breve schema riassuntivo è presentato di seguito.

Dosimetri distribuiti

Totale dosimetri distribuiti	Ca 8'500
Totale dosimetri non posati*	Ca. 700
Totale dosimetri posati correttamente	7'758
Totale dosimetri non analizzati perché non rientrati o rientrati con considerevole ritardo	698
Totale dosimetri analizzati	7'060 (100%)

Valori radon riscontrati

< 400 Bq/m ³	6'504 (92.1%)
400-1'000 Bq/m ³ (>valore operativo)	403 (5.7%)
>1'000 Bq/m ³ (>valore limite)	153 (2.2%)

*trattasi prevalentemente di dosimetri consegnati nella cassetta della posta in assenza dei proprietari, che non hanno poi seguito alla lettera le istruzioni.

I risultati emersi confermano quanto riscontrato negli oltre 10 anni di misurazioni: il Cantone Ticino è un'area ad elevata concentrazione di radon, le percentuali di superamento dei valori di legge (ca. 2% per il valore limite e ca. il 6% per il valore operativo) vengono pure sostanzialmente confermate. In collaborazione con l'UFSP e con altri partner cantonali, nel corso dei prossimi anni saranno effettuate ulteriori campagne di misurazione a tappeto su tutto il territorio cantonale. Tutte le abitazioni giudicate idonee, prevalentemente case unifamiliari e unità abitative a stretto contatto con il suolo, verranno toccate dalle campagne. Il piano di avanzamento sul territorio è il seguente:

inverno 2006-07: Lugano città* e Bellinzonese

inverno 2007-08: Mendrisiotto e Tre Valli

inverno 2008-09: Locarnese e Vallemaggia

inverno 2009-10: Lugano campagna

*a Lugano Città verranno concluse le misurazioni nelle zone non completate nella stagione precedente.

3 LE MISURE ARCHITETTONICHE CONTRO IL RADON

3.1 COME IL RADON PENETRA NELLE CASE

Il radon può penetrare nelle abitazioni attraverso crepe nei pavimenti, direttamente dal terreno se si tratta di case con cantina priva di pavimento, attraverso le interconnessioni tra soletta (pavimento) e muro, dai tombini, dai pozzetti, attraverso i fori nelle pareti, attraverso i passaggi delle condutture dell'acqua, dei servizi o dell'elettricità, passando nelle condutture di sifoni, eccetera.



3.2 LE UNITÀ DI MISURA

La concentrazione di Radon-222 viene espressa in Becquerel (Bq), cioè in quantità di radiazioni emanate da un elemento radioattivo ogni secondo. Per gli edifici l'attività radioattiva viene espressa in Becquerel su metro cubo (Bq/m³).

In Svizzera i valori indicati come a basso rischio sono compresi tra 0 Bq/m³ e 400 Bq/m³ e ciò significa che al massimo 400 atomi di Radon presenti in un metro cubo di aria decadono irradiando la stessa con 400 particelle alfa (ovvero 400 atomi di Elio [He] stabili).

3.3 I DOSIMETRI

I dosimetri sono essenzialmente delle scatole che contengono un reagente alle radiazioni e che le conteggiano in determinate situazioni. Esse sono poste nei luoghi da analizzare, è preferibile posarli durante la stagione fredda poiché è accentuato "l'effetto camino" (la differenza di calore e di pressione favoriscono la penetrazione del gas all'interno della casa) e per la maggiore stanzialità del gas stesso, dovuto al minore arieggiamento dei locali. Inoltre è consigliabile posarli nei locali inferiori dell'abitazione o a contatto con il suolo, siccome qui la presenza del gas Radon è significativamente maggiore che ai piani superiori. Per una maggiore affidabilità dei dati è auspicabile l'utilizzo di più dosimetri contemporaneamente nello stesso stabile ed in differenti locali dello stesso.



Figura 1: Dosimetri

Un esempio pratico di sistema per dosimetri utilizzati anche per la raccolta dati in Ticino è l'E-Perm (Electret-Passive Environmental Radon Monitor System). Il sistema si basa sull'uso di una camera di ionizzazione di volume determinato in cui un elettrente (un disco di Teflon caricato elettricamente) funge da sensore. Il Radon penetra nella camera di ionizzazione attraverso un filtro e gli elettroni generati nell'aria dalla sua presenza portano a una diminuzione della carica positiva dell'elettrente. Lo scaricamento dello stesso è direttamente proporzionale alla concentrazione del Radon, infatti, misurandone la carica prima e dopo l'esposizione, si può calcolare una concentrazione media annua di radiazioni emesse nel locale. Nelle foto sottostanti sono mostrate le varie componenti di questo dosimetro in particolare.



Camera di ionizzazione tipo Filtro all'interno della camera



Disco di teflon



Dosimetro montato

Esistono comunque differenti tipi di dosimetri, ma la loro efficienza è equiparabile, ad esempio dosimetri di tipo "Rad-Track" usati, insieme agli E-Perm, durante le misurazioni che stanno avvenendo nel nostro Cantone.

3.4 MISURE PREVENTIVE

Ogni immobile presenta una situazione differente per cui si necessita un intervento mirato e di conseguenza non è possibile ideare un modello unico ed universale. Questo è dato dalle diversità architettoniche e relative ai differenti materiali utilizzati per la costruzione dell'edificio stesso, oltre che alla conformazione del territorio: si possono trovare terreni ad alto rischio di irradiazione da Radon a distanza di pochi metri da un terreno a basso rischio di irradiazione, questo è costatabile dalla conformazione geologica sottostante al terreno in questione che presenta vie di fuga differenti per il gas.

Infatti, precedentemente alla costruzione in territori con alte concentrazioni di Radon quale il Ticino bisogna tener conto di alcuni accorgimenti tecnici dati dal rischio relativo provocato dal Radon nella determinata zona; in caso di un rischio basso (inferiore ai 400 Bq/m³) o medio (tra i 400 Bq/m³ e i 1000 Bq/m³ per la Svizzera) non si necessita di interventi mirati in quanto sono sufficienti delle semplici e pratiche misure di prevenzione quali l'arieggiamento dei locali soggetti alla penetrazione del Radon o una schermatura dei locali inferiori dell'edificio.

Invece in caso di alti rischi dovuti alla presenza di Radon (cioè valori che superano il limite di 1000 Bq/m³) si applica soprattutto una soletta isolante, la quale impedisce la propagazione del Radon dal sottosuolo all'interno dello stabile abitato.

Essa può essere impostata in due differenti modalità:

- Applicando un isolamento interno all'edificio, ininterrotto lungo tutti i pavimenti e nelle pareti dei locali più basse o a contatto con il terreno (cantine, garage,...)

Nuova costruzione, isolamento interno con FOAMGLAS®

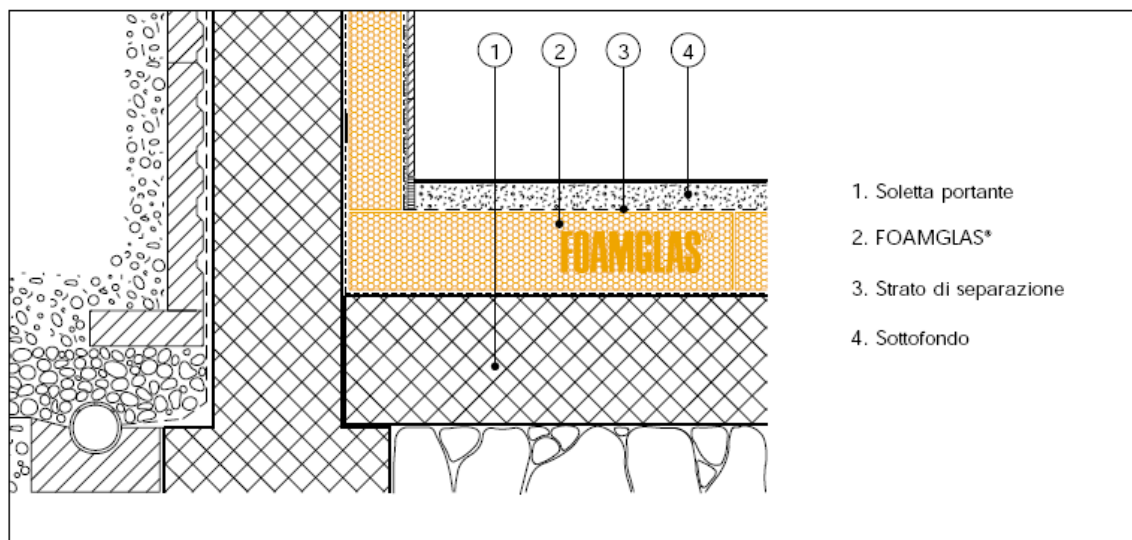


Figura 2: Esempio di isolamento interno

- Applicando un isolamento esterno all'edificio, anch'esso ininterrotto attorno al perimetro delle pareti dei locali inferiori.

Nuova costruzione, isolamento esterno con FOAMGLAS® (= zona periferica)

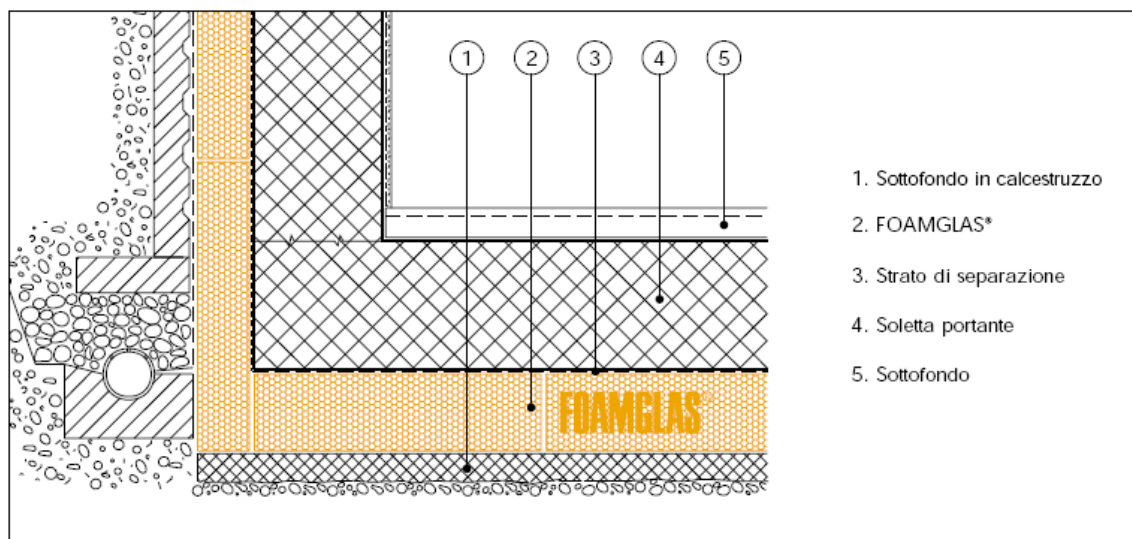


Figura 3: Esempio di isolamento esterno

Così facendo, in entrambi i casi, il problema viene affrontato alla radice: le vie di comunicazione tra le fondamenta e l'aria negli ambienti abitativi vengono chiuse durevolmente e praticamente ermeticamente. In questo modo è dimostrata la possibilità di eliminare oltre il 95% dell'irradiazione di Radon⁴

Un esempio pratico e facilmente reperibile di questi isolanti è il "Foamglas" della ditta Pittsburgh Corning Sa di Rotkreuz che utilizzando un isolante di sicurezza inorganico in vetro cellulare, che costituisce in isolamento termico perfetto, durevole, economico ed ecologico, permette una completa protezione dal gas Radon.

3.5 MISURE DI RISANAMENTO

Se la concentrazione di Radon nei locali di abitazione e soggiorno è maggiore al valore limite di 1000 Bq/m^3 è necessario risanare l'edificio. Ad ogni modo la concentrazione del gas per norma dovrebbe risultare inferiore ai 400 Bq/m^3 .

Per diminuire il tenore di gas presente nell'edificio vi sono principalmente quattro metodi efficaci a seconda delle esigenze del progetto.

- Diminuire la depressione interna creata attraverso la differenza di calore tra l'esterno e l'interno dell'abitazione. Questo è possibile già solamente arieggiando l'abitazione sovente. Essa è una forma di risanamento molto semplice da attuare ma che d'altronde non assicura dei risultati efficienti e concreti sulla concentrazione del gas Radon all'interno dello stabile.

⁴ Certificato rilasciato in data 05.11.1993 dall'Istituto di Fisica dell'Università di Milano

- Ostacolare l'entrata del gas dal sottosuolo all'edificio attraverso l'applicazione di solette (dette anche zoccoli) isolanti interni o esterni all'abitazione. Questa forma di risanamento a differenza delle ventilazioni non necessita di ulteriori manutenzioni e di energia per il funzionamento ed inoltre non vi è alcun pericolo di deterioramento meccanico. L'unica problematica è data dalla posa dello stesso manto di isolamento siccome spesso è impossibile il posizionamento esterno all'edificio e difficile quello all'interno (Vedi sistema di isolamento "FoamGlas")
- Eliminare la presenza del gas nei luoghi abitati attraverso una ventilazione continua. È un sistema molto adoperato grazie alla sua funzionalità e al suo relativo basso costo di installazione oltre alla sua facilità di posa e messa in funzione grazie all'adattabilità data da alcuni prodotti. La problematica maggiore è la non eliminazione definitiva della penetrazione del gas all'interno dei luoghi abitati così che, alla lunga, i costi d'installazione, di manutenzione e di mantenimento diventano esorbitanti anche se ammortizzati su lunga durata.
- Impedire la propagazione del gas nei locali abitati isolando le mura interne all'abitazione, si tratta di una misura estrema in caso di impossibilità di attuare le altre ma spesso non è attendibile e non dà garanzie per edifici di vecchia costruzione quindi non è una soluzione per il problema.

Come già detto ogni edificio ha una situazione differente per cui tocca agli ingegneri specializzati consigliare il privato per ottenere il migliore risultato dall'operazione di bonifica dello stabile, spesso anche utilizzando non solo uno ma più di questi sistemi di bonifica contemporaneamente.

4 CURIOSITÀ⁵ E CONCLUSIONI

4.1 I VALORI LIMITE NEI VARI PAESI E LA POLITICA

Curiosando qua e là nella ricerca di dati, si trova come in ogni paese o raggruppamento di paesi (UE) vengano differenti legislazioni in materia di radon.

In Usa, per esempio, il limite imposto è di 200 Bq/m³, in Europa 400 Bq/m³, in Svizzera 1000 Bq/m³.

La differenza sta nella politica. Mentre la Svizzera non vuole spendere troppo in risanamenti (questa cosa è stata esplicitata durante le prime riunioni dei comitati sul radon), adottando però una legislazione completa, gli altri paesi si limitano a indicare qual è la soglia limite, senza però produrre una legislazione adeguata. Un'eccezione tuttavia è la Svezia: là il valore limite è di 200 Bq/m³ e lo stato paga tutti gli interventi di risanamento, annullando in questo modo il suo problema riguardante il radon.

4.2 IL PROBLEMA DEL RADON E DELLE CASE IPERISOLATE

Con l'avvento del risparmio energetico, le case sono diventate sempre più impermeabili, perdendo quel loro antico prego, ossia quello di "respirare". Sono sorte in questo modo malattie e allergie prima rare, diventate di colpo molto frequenti. Il problema sta proprio nella troppa isolamento delle case: private di ogni spiffero, l'aria non circola più se non aprendo la finestra, e quindi tutto ciò che di nocivo si accumula nell'aria interna alla casa ci resta. Ecco quindi che anche il radon può essere considerato fra i "problemi da casa iperisolata": infatti nel passato tutto ciò non era sentito poiché il ricambio dell'aria era abbastanza automatico in ogni stagione. Invece con le abitazioni isolate, il radon ha iniziato ad accumularsi senza poter uscire, diventando così un serio problema per la

⁵ Spunti tratti dall'incontro con l'ex direttore del Laboratorio Cantonale Marco Jaeggli

salute.

4.3 LA RADONTERAPIA

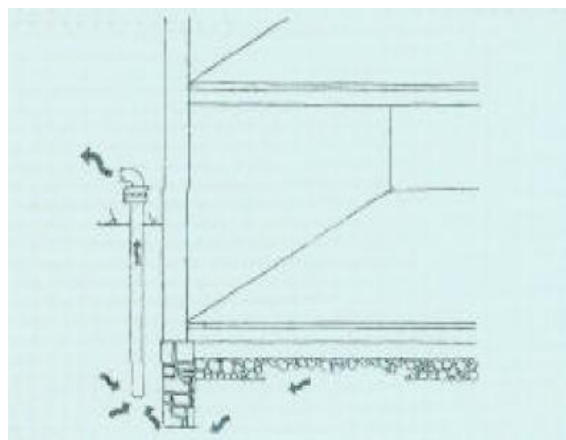
Negli anni '60 sono stati condotti degli esperimenti in Germania, che mostravano, in via del tutto empirica, la funzione terapeutica del radon "fresco": si sosteneva, infatti, che inalando del radon appena formato, si avevano dei benefici a livello del sistema immunitario, che veniva potenziato. La cura a base di radon non era considerata pericolosa perché si diceva che entro tre giorni dall'inalazione tutto il radon sarebbe completamente fuoriuscito dai polmoni, di modo che decadendo non avrebbe lasciato dietro di sé prodotti di filiazione radioattivi all'interno dei polmoni.

4.4 L'ALP-TRANSIT

Come ogni lavoro condotto al chiuso e sotto terra, anche lì si è manifestato il problema del radon: la cosa si è risolta molto semplicemente: le gallerie Alp-Transit sono infatti ventilate in maniera poderosa, di modo che non ci sia la minima possibilità per il radon di accumularsi nei cunicoli.

4.5 LA DEPRESURIZZAZIONE DEL SUOLO

Un altro intervento di bonifica è la cosiddetta depresurizzazione: si buca il terreno sottostante la cantina, con carotaggi di un metro e mezzo circa, quindi si applica una ventola aspirante collegata con l'esterno, che in questo modo risucchia l'aria presente nel terreno convogliandola all'aperto, dove non crea danni.



4.6 CONCLUSIONI

Dopo aver concluso la ricerca, possiamo dire di avere qualche nozione in più sul radon. Tuttavia non nella misura che ci saremmo aspettati. Infatti il materiale sul problema del radon è di difficile reperibilità, essendo il fenomeno relativamente nuovo.

Come conclusione, si può evidenziare alcuni aspetti che sono emersi durante il lavoro:

Il problema del radon, apparentemente complesso, si riduce a nozione di geologia, edilizia e biologia/medicina. D'altra parte sarebbe tutt'altra cosa studiare a fondo la problematica, ma allora bisognerebbe scegliere un campo specifico, ad esempio gli elementi radioattivi nelle rocce metamorfiche oppure l'effetto delle radiazioni dei prodotti di filiazione del Rn sulle cellule bronchiali.

Il nostro approfondimento è stato quindi relativamente superficiale, appunto perché il problema in sé non è molto articolato, e oltretutto è molto difficile reperire materiale immediato ed esauriente. Basti pensare che gli unici approfondimenti di tipo geologico li abbiamo trovati in lingua tedesca (vedi bibliografia – Christian Böhm).

A lavoro concluso, però, possiamo affermare che riteniamo le conoscenze acquisite sufficienti, in quanto appaganti il nostro senso di curiosità.

Alessio A. Lorenzo P. Nader S. Lorenzo V.

5 BIBLIOGRAFIA

5.1 INTERNET

- Sito delle autorità federali www.admin.ch
- Sito del Canton Ticino www.ti.ch
- Sito del dipartimento della sanità e socialità www.ti.ch/DSS/
- Sito del laboratorio cantonale www.ti.ch/DSS/DSP/LabC/
- <http://www.ist.supsi.ch/Radon.html>
- Sito del geologo Christian Böhm www.boehmgeol.ch e relativo materiale
- <http://www.edilitaly.com/radon/faq.php3>
- Radon wikipedia
- <http://www.geocities.com> sezione sul radon
- Sergio Montorfani, perito federale in materia di radon (che ringraziamo per l'aiuto) www.radonticino.ch
- Mario Jaeggli, ex direttore del laboratorio cantonale

6 ALLEGATI

6.1 ESTRATTO DALL'ORDINANZA DEL 22 GIUGNO 1994 SULLA RADIOPROTEZIONE

Estratto dall'Ordinanza del 22 giugno 1994 sulla radioprotezione

Sezione 3: Concentrazioni elevate di radon

Art. 110 Valori limite e valore operativo

1 Per le concentrazioni di radon nei locali di abitazione e di soggiorno si applica un valore limite di 1000 Becquerel per metro cubo (Bq/m^3), calcolato come media annua.

2 Per le concentrazioni di radon nelle aree di lavoro si applica un valore limite di 3000 Bq/m^3 , calcolato come media sulla durata mensile del lavoro.

3 Se una persona professionalmente esposta a radiazioni è esposta nell'esercizio della sua professione a ulteriori concentrazioni di radon che superano 1000 Bq/m^3 , nel calcolo della dose annua ammissibile giusta l'articolo 35 si deve tener conto anche della dose supplementare accumulata dovuta al radon.

4 Per le nuove costruzioni e le ristrutturazioni (art. 114), come pure per i risanamenti (art. 113 e 116) è applicabile un valore operativo di 400 Bq/m^3 , nella misura in cui ciò sia realizzabile con misure architettoniche semplici.

Art. 111 Misure

1 La concentrazione di radon deve essere rilevata da servizi di misura riconosciuti.

2 Le misure possono essere richieste dal proprietario o da qualsiasi altra persona interessata.

3 Se una misura non è svolta conformemente al capoverso 2, essa viene ordinata dai Cantoni su richiesta dell'interessato. I Cantoni provvedono affinché il risultato della misura sia comunicato all'interessato.

4 Per «interessati» s'intendono le persone per le quali si può presumere che, in seguito alla permanenza in locali o aree di cui all'articolo 110, i valori limite siano superati.

Questa disposizione si applica, in particolare, alle persone che soggiornano in aree a concentrazione elevata di radon giusta l'articolo 115.

5 Gli utenti degli edifici sono tenuti a rendere i locali accessibili per le misure.

6 I costi delle misure ordinate dai Cantoni sono a carico del proprietario.

Art. 112 Riconoscimento e obblighi dei servizi di misura

1 Sono riconosciuti dall'UFSP i servizi di misura il cui sistema di misura è conforme allo stato della tecnica ed è riconducibile ai campioni di riferimento nazionali o internazionali (riconducibilità).

2 La riconducibilità è stabilita, nel caso concreto, dall'UFMET e controllata da un organo da esso riconosciuto.

3 I servizi di misura sono tenuti a comunicare i risultati delle misure al servizio cantonale competente.

Allegato C La situazione giuridica

C/2

Art. 113 Provvedimenti di protezione

1 In caso di superamento del valore limite di cui all'articolo 110, il proprietario, su richiesta di un interessato, deve intraprendere i risanamenti necessari entro un termine di tre anni.

2 Se il termine non è osservato o in caso di rifiuto da parte del proprietario, i Cantoni ordinano i risanamenti necessari. Essi impartiscono un termine di tre anni al massimo, a seconda dell'urgenza nel caso concreto, per la realizzazione dei risanamenti.

3 I costi per i risanamenti sono a carico del proprietario.

4 Sono fatte salve le misure di risanamento adottate dall'INSAI in conformità con la Legge sull'assicurazione contro gli infortuni.

Art. 114 Prescrizioni in materia di costruzione

1 I Cantoni adottano i provvedimenti necessari affinché le nuove costruzioni

e le ristrutturazioni siano realizzate in modo da non superare il valore limite di 1000 Bq/m³. Essi si adoperano per assicurare che, mediante misure architettoniche appropriate, la concentrazione di radon non superi il valore operativo di 400 Bq/m³.

2 Al termine dei lavori di costruzione i Cantoni controllano per campionatura, se il valore limite è stato osservato.

Art. 115 Aree a concentrazione di radon

1 I Cantoni provvedono affinché, sul loro territorio, sia svolto un numero sufficiente di misure.

2 Determinano le aree ad elevata concentrazione di radon e adeguano costantemente la situazione sulla base dei dati forniti dalle misure.

3 Provvedono affinché, nelle aree ad elevata concentrazione di radon, sia svolto un numero sufficiente di misure nei locali di abitazione, di soggiorno e di lavoro negli edifici pubblici.

4 Chiunque può consultare le mappe delle aree ad elevata concentrazione di radon.

Art. 116 Programmi di risanamento

1 Nelle aree ad elevata concentrazione di radon, i Cantoni determinano le misure di risanamento da adottare per i locali in cui il valore limite giusta l'articolo 110 capoverso 1 è superato.

2 Stabiliscono il termine entro il quale devono essere realizzate le misure di risanamento in funzione dell'urgenza nel caso concreto e dell'aspetto economico.

3 Le misure di risanamento devono essere realizzate al più tardi entro 20 anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza.

4 I costi delle misure di risanamento sono a carico dei proprietari.

Art. 117 Informazione

1 I Cantoni trasmettono le mappe delle aree a concentrazione di radon all'UFSP al più tardi entro dieci anni dall'entrata in vigore della presente ordinanza.

2 Informano regolarmente l'UFSP in merito allo stato di avanzamento dei risanamenti.

C/3

Art. 118 Servizio tecnico e d'informazione sul radon

1 L'UFSP gestisce un servizio tecnico e d'informazione sul radon.

2 Esso svolge i seguenti compiti:

- a. regolarmente, emana raccomandazioni e conduce campagne di misurazione, in collaborazione con i Cantoni;
- b. consiglia i Cantoni, i proprietari di case e gli altri interessati circa i problemi legati al radon;

- c. informa regolarmente l'opinione pubblica sulla problematica del radon in Svizzera;
- d. consiglia le persone e i servizi interessati sui provvedimenti protettivi adeguati;
- e. svolge regolarmente valutazioni sugli effetti delle misure;
- f. può svolgere indagini in merito alla provenienza e agli effetti del radon;
- g. fornisce regolarmente ai Cantoni una panoramica delle aree a concentrazione di radon che gli sono state comunicate giusta l'articolo 115.

3 Mette a disposizione dei Cantoni, su richiesta, le misurazioni raccolte.

4 Può organizzare corsi di formazione.

Applicazione degli articoli relativi al radon dell'Ordinanza sulla radioprotezione e stato di attuazione

L'applicazione dell'Ordinanza sulla radioprotezione spetta in larga misura ai Cantoni. I Cantoni devono fornire informazioni sulle aree ad elevata concentrazione di radon nel loro territorio e avviare le misure costruttive necessarie, così da raggiungere gli obiettivi di protezione nelle nuove costruzioni e negli edifici esistenti entro un termine adeguato.

I compiti della Confederazione sono chiaramente definiti nell'ORaP come compiti di assistenza e di coordinamento, specialmente nel quadro dei compiti del Servizio tecnico e d'informazione sul radon (art. 118). Tuttavia la competenza dei Cantoni è parzialmente limitata dalla responsabilità dell'INSAI in materia di locali di lavoro.

Nell'Ordinanza sulla radioprotezione gli articoli relativi al radon sono molto dettagliati e descrivono in modo piuttosto preciso i compiti dei Cantoni. Ogni Cantone a seconda della situazione specifica potrà decidere di sancire queste disposizioni o precisarle nella legislazione cantonale. In una prima fase applicativa, che si sta lentamente concludendo, si è cercato più che altro di effettuare una valutazione di politica sanitaria fondato sulle misurazioni del radon e di creare le basi per una classificazione delle regioni in funzione della concentrazione di radon che esse presentano. È per questo che i servizi cantonali d'informazione sul radon sono spesso legati alla direzione sanitaria o ai medici cantonali. Tuttavia, a lungo termine, gli aspetti relativi alla costruzione acquistano sempre più importanza. Perciò gli Uffici competenti per l'edilizia si occupano sempre più di organizzare, sia dal punto di vista tecnico che da quello legale, l'attuazione di misure costruttive per edifici nuovi ed esistenti.

L'applicazione della legislazione in materia spetta in gran parte ai Comuni, sia pure con notevoli differenze da un Cantone all'altro. I Comuni hanno generalmente la competenza dei progetti per i quali sono necessari permessi di costruzione (nuove costruzioni e ristrutturazioni) e sono la prima autorità a cui rivolgersi se si sospetta la presenza di radon in un edificio esistente. Certi Comuni hanno già cominciato a fare

C/4

riferimento all'Ordinanza sulla radioprotezione nel quadro delle procedure d'autorizzazione a costruire. Con l'eccezione della determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon, non sarà né necessario né opportuno fissare nei regolamenti di costruzione comunali delle disposizioni che vadano al di là di quelle contenute nell'ordinanza o che le precisino. Nell'ordinanza gli obiettivi per quanto concerne le quantità sono ben definiti e vincolanti. La scelta dei mezzi per raggiungere tali obiettivi, nel quadro dei regolamenti in materia di edilizia, può essere lasciata ai progettisti e agli imprenditori.