POLITECNICO
MILANO 1863

# RADON

**Dr.ssa Luisella Garlati**
*Dipartimento di Energia*

# Perché parlare del Radon?

- Radioattivo ma anche cancerogeno
- Presente in natura
- Obbligo di legge il monitoraggio in luoghi di lavoro

# Il Radon

- ✓ Cos’è
- ✓ Da dove proviene
- ✓ Unità di misura
- ✓ Cosa dice la legge… e cosa dirà
- ✓ Come lo si misura
- ✓ Azioni di rimedio
- ✓ Mappature
- ✓ Curiosità

# Cos'è il radon?

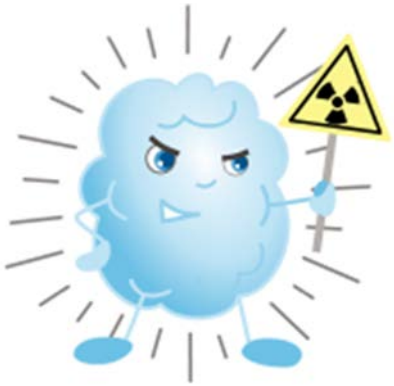
*Il radon è un gas radioattivo di origine naturale*

Comunemente è indicato col simbolo chimico:

***Rn***

L'unità di misura è

***Bq/m³***



# Isotopi (Z=86) più importanti

$^{219}Rn$ dalla serie $^{235}U$ $t_{1/2}$= 3.96 sec

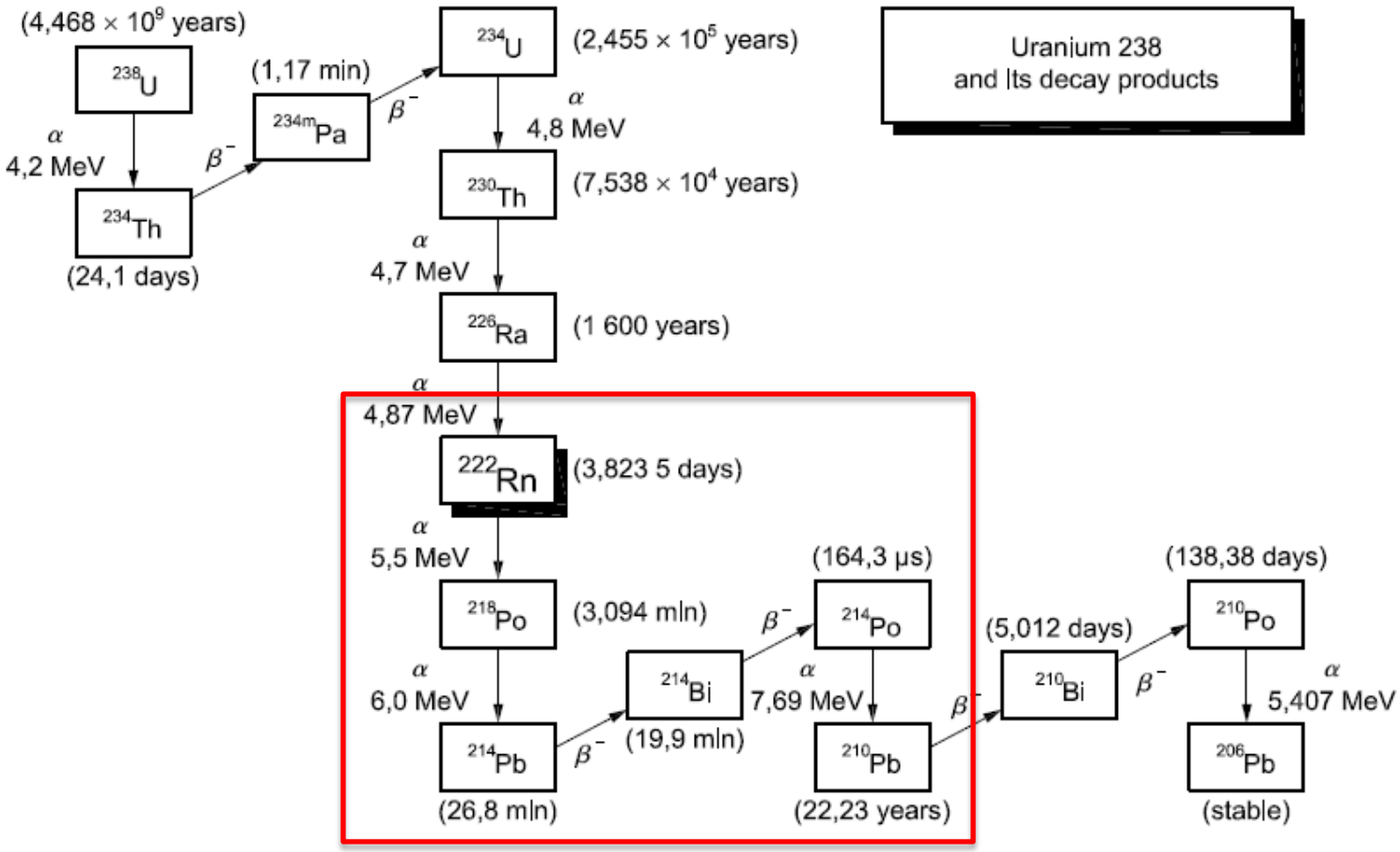
$^{220}Rn$ dalla serie $^{232}Th$ $t_{1/2}$= 55.61 sec

Thoron

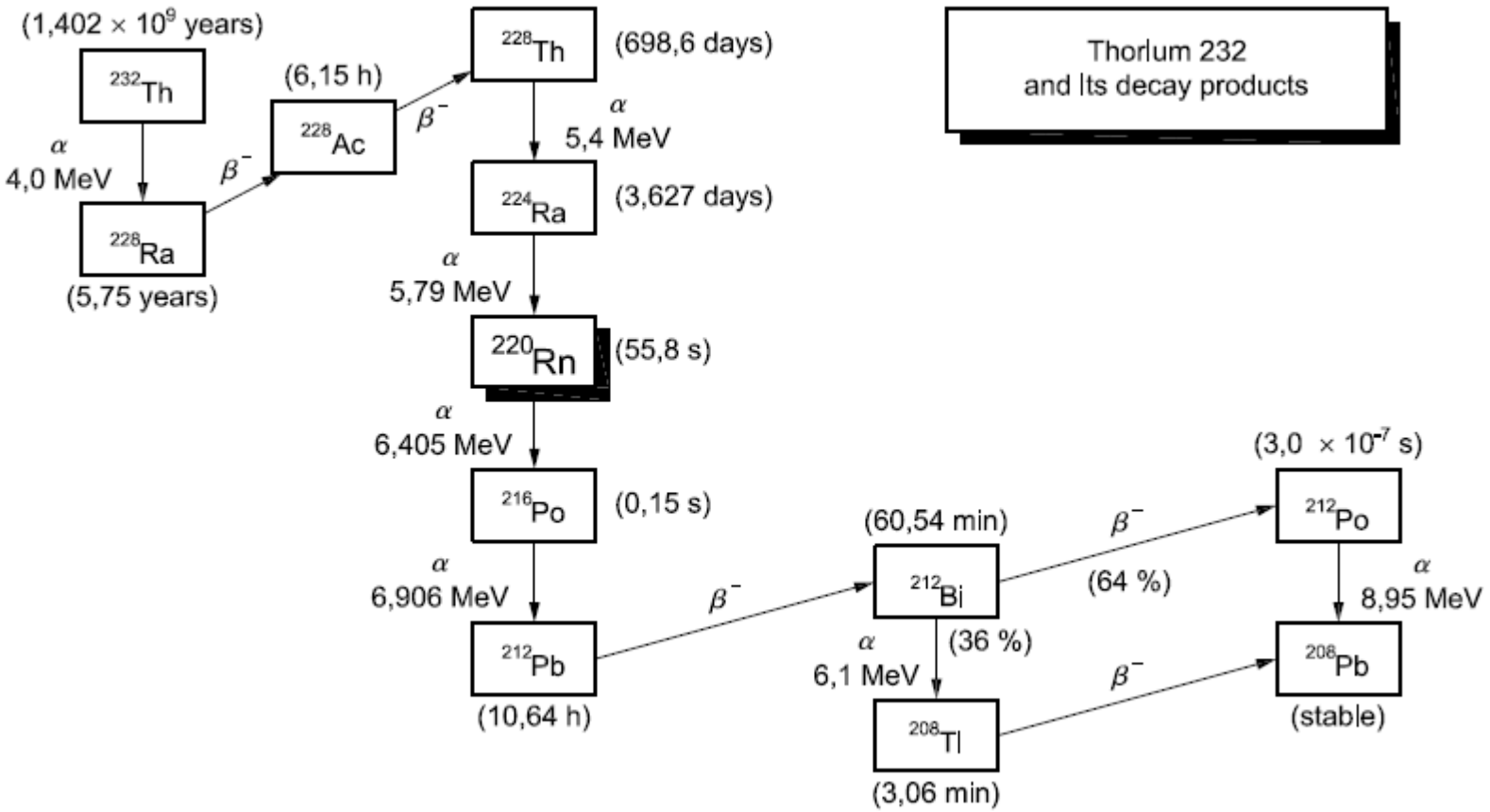
$^{222}Rn$ dalla serie $^{238}U$ $t_{1/2}$= 3.824 giorni

**Ce ne sono 26**

# La serie di decadimento dell'uranio 238



# La serie di decadimento del torio 232



# Le principali caratteristiche del radon

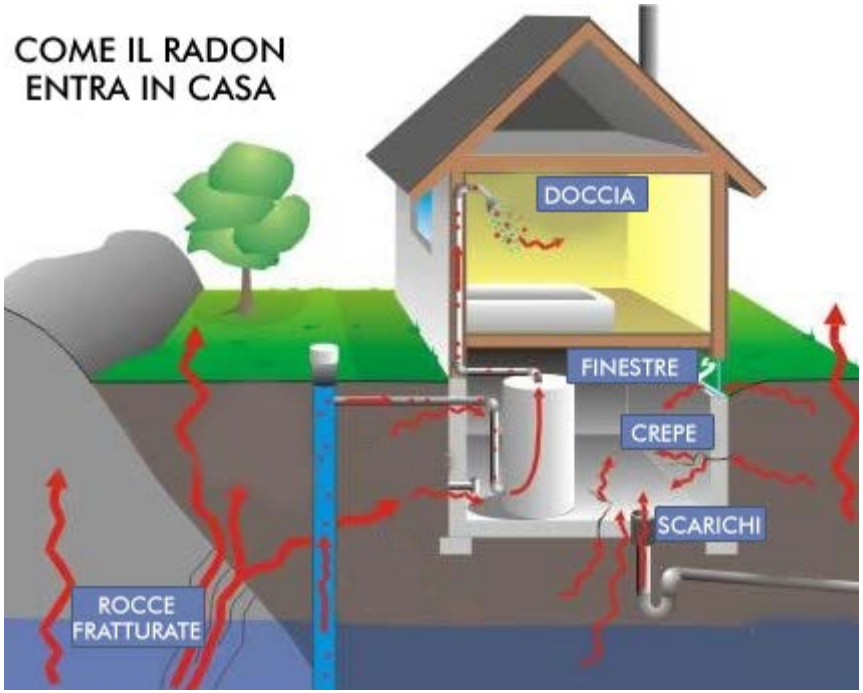
| | |
|---|---|
| È un gas | ... come l'aria che respiriamo |
| È inodore, incolore ed insapore | ... è quindi difficile accorgersi della sua presenza |
| È inerte chimicamente | |
| È moderatamente solubile in acqua | ... il radon preferisce distribuirsi in aria piuttosto che in acqua |

# Da dove proviene?

La fonte principale è il **suolo**.

In secondo luogo vi sono i **materiali da costruzione** e in minima parte l'**acqua**.

Il radon ha un tempo di dimezzamento sufficiente per uscire dal suolo e trovare una facile via d'accesso alle abitazioni attraverso crepe, fessure, imperfezioni delle solette, aperture per il passaggio di tubazioni, cavi, ecc.



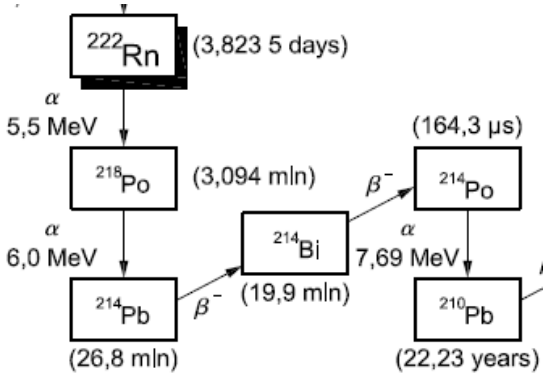
# Unità di misura - 1

Attualmente per la concentrazione si usa il **Bq/m$^3$** e per l'equivalente di dose si usa il **Sv**

**Energia potenziale alfa**: l'energia potenziale alfa di un atomo della serie di decadimento del radon è l'energia totale alfa emessa durante il decadimento di questo atomo fino al $^{210}$Pb.

Nel caso del $^{218}$Po il suo valore è 13.7 MeV:

6.00 MeV del $^{218}$Po + 7.68 MeV del $^{214}$Po




**Concentrazione dell'energia potenziale alfa (PAEC):** sommatoria delle energie potenziali alfa associate a ciascuno dei prodotti di decadimento del radon presenti nell'unità di volume dell'aria.

U.d.m.: MeV/l oppure J/m$^3$

# Unità di misura - 2

**Working Level (WL)**: valore della PAEC associata a una miscela dei prodotti di decadimento del radon *in equilibrio*, quando l'attività in aria del radon è di 3700 Bq/m$^3$ (100 pCi/l).
A questa miscela è associata una PAEC di 2.08 10$^{-5}$ J/m$^3$

**Working Level Month (WLM)**: 1 WLM è un'esposizione a 1 WL durante un periodo di lavoro di un mese (170 ore)

1 WLM = 170 WLh = 170 x 2.08 10$^{-5}$ J m$^{-3}$ = 3.5 10$^{-3}$ J h m$^{-3}$

**Concentrazione del radon equivalente all'equilibrio (EEC)**: è la concentrazione di radon in equilibrio con i suoi prodotti di decadimento la cui energia potenziale alfa è pari a quella della miscela dei prodotti non in equilibrio presenti nell'atmosfera considerata.

**Fattore di equilibrio**: è il rapporto fra la concentrazione di radon equivalente all'equilibrio e la concentrazione effettiva di radon in aria.

# Che conseguenze può avere sull'organismo?

Il radon è un gas poco attivo chimicamente, pertanto non si deposita nei polmoni né viene assorbito dai tessuti.

Le sostanze più pericolose per la salute sono i suoi "figli", atomi a loro volta radioattivi, ma non più gassosi. Essi si attaccano al pulviscolo e vengono inalati con la respirazione.

Nei polmoni si fissano sui tessuti, dove le radiazioni ionizzanti emesse dai "figli" colpiscono le cellule e possono danneggiarle, portando alla formazione di un tumore.

# Agents Classified by the IARC

## *(Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro)*

International Agency for Research on Cancer

World Health Organization

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

English | Français RSS

NEWS | MEETINGS | CLASSIFICATIONS | PUBLICATIONS | PREAMBLE | STAFF

You are here: Home / Classifications / **List of Classifications**

CLASSIFICATIONS

- List of Classifications
  - Volumes 1-115
  - Alphabetical order
  - CAS® Registry Number order
  - Cancer site

AGENTS CLASSIFIED BY THE *IARC MONOGRAPHS*, VOLUMES 1–115

| | | |
|---|---|---|
| Group 1 | *Carcinogenic to humans* | 118 agents |
| Group 2A | *Probably carcinogenic to humans* | 79 |
| Group 2B | *Possibly carcinogenic to humans* | 290 |
| Group 3 | *Not classifiable as to its carcinogenicity to humans* | 501 |
| Group 4 | *Probably not carcinogenic to humans* | 1 |

**Agents Classified by the *IARC Monographs*, Volumes 1–112**

| CAS No | Agent | Group | Volume | Year |
|---|---|---|---|---|
| | Radionuclides, beta-particle-emitting, internally deposited (NB: Specific radionuclides for which there is *sufficient evidence* in humans are also listed individually as Group 1 agents) | 1 | 78, 100D | 2012 |
| 013233-32-4 | Radium-224 and its decay products | 1 | 78, 100D | 2012 |
| 013982-63-3 | Radium-226 and its decay products | 1 | 78, 100D | 2012 |
| 015262-20-1 | Radium-228 and its decay products | 1 | 78, 100D | 2012 |
| 010043-92-2 | Radon-222 and its decay products | 1 | 43, 78, 100D | 2012 |

# Gli effetti sulla salute

*(http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/radioattivita-ambientale/Radon/effetti-sulla-salute)*

Il radon è un agente cancerogeno che causa un aumento del rischio di contrarre il tumore polmonare. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), attraverso l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), ha classificato fin dal 1988 il radon nel **Gruppo 1**, nel quale sono elencate le sostanze dichiarate cancerogene per l'uomo.

Il radon è un gas inerte ed elettricamente neutro, per cui non reagisce con altre sostanze. Di conseguenza, così come viene inspirato, viene espirato. Tuttavia è anche radioattivo, ossia si trasforma in altri elementi, chiamati prodotti di decadimento del radon o più generalmente "figli". Questi sono elettricamente carichi e si attaccano al particolato presente in aria che può essere inalato e fissarsi sulle superfici dei tessuti polmonari. Gli atomi, così depositati (in particolare due isotopi del polonio, Po-218 e Po-214), sono ancora radioattivi ed emettono radiazioni alfa che possono danneggiare le cellule.

I danni prodotti sono generalmente riparati dai meccanismi biologici. **In alcuni casi uccidono le cellule, ma esiste anche la probabilità che il danno cellulare sia di tipo degenerativo e che la cellula mantenga la sua capacità di riproduzione entrando a far parte di un processo cancerogeno. Fino ad oggi, anche se ipotizzati, non sono stati dimostrati altri effetti diversi dal tumore polmonare.**

# Gli effetti sulla salute

*(http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/radioattivita-ambientale/Radon/effetti-sulla-salute)*

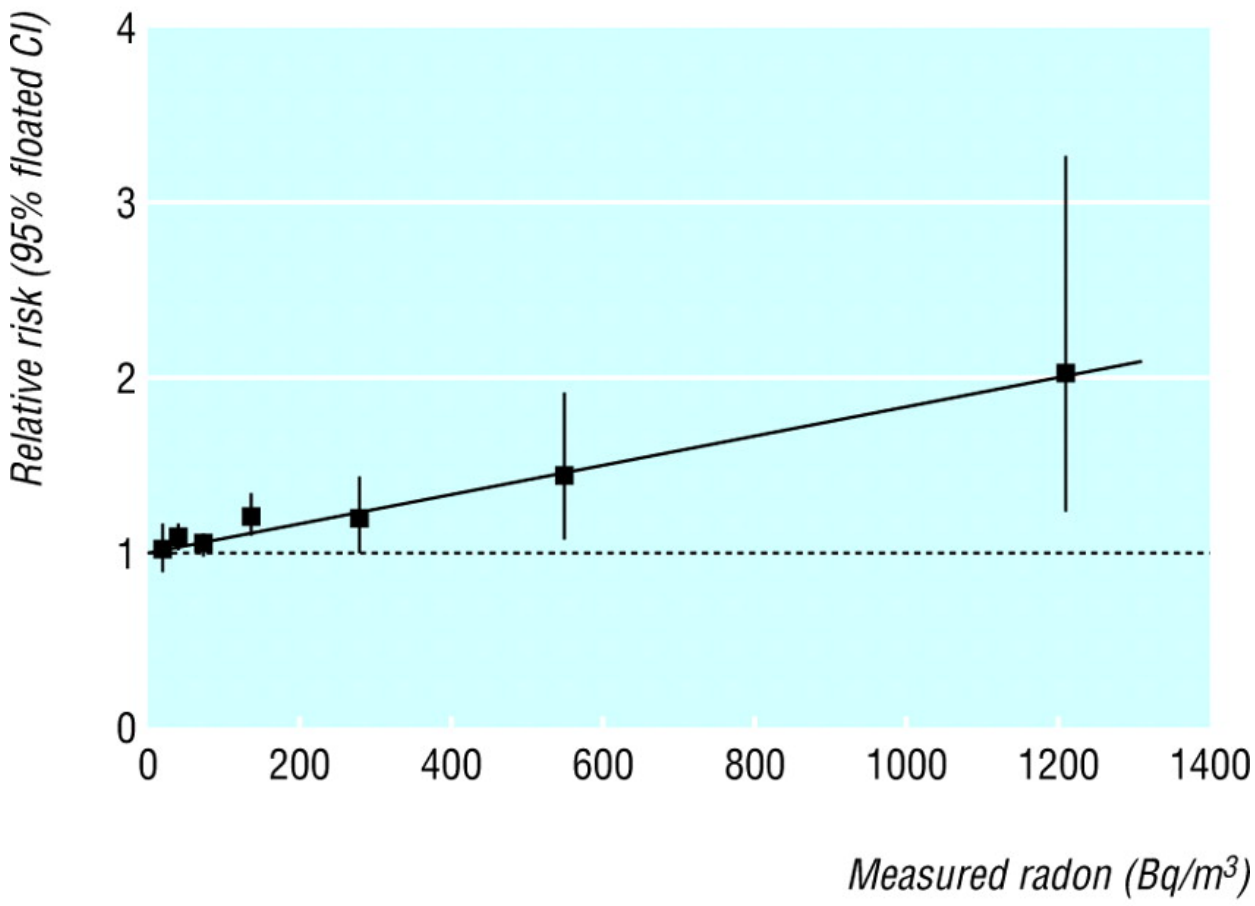
**Fondamentale importanza assume la combinazione tra fumo di tabacco e esposizione al radon.** È stata dimostrata una **forte correlazione tra radon e consumo di tabacco**. Per i fumatori il rischio assoluto di un tumore polmonare causato dal radon viene considerato 15-20 volte superiore rispetto al rischio per i non fumatori.

Recenti e accurate stime di rischio, che prendono in esame le esposizioni nelle abitazioni e sono basate su un insieme di 13 studi europei su un totale di 7.148 casi di tumore polmonare e di 14.208 controlli, confermano e consolidano le valutazioni dei decenni precedenti. **Il rischio in eccesso rispetto alla non esposizione viene valutato in circa il 16% per ogni 100 Bq/m$^3$**. Questo vuol dire allora, che, essendo la concentrazione media italiana pari a 70 Bq/m$^3$ circa l'11% degli oltre 31.000 casi di tumore polmonare che ogni anno si registrano in Italia sono attribuibili al radon, e per la grande maggioranza tra i fumatori.

La probabilità di contrarre il tumore polmonare è proporzionale alla concentrazione in aria e al tempo trascorso nei vari ambienti di vita (case, scuole, ambienti di lavoro, ecc.) e al consumo di tabacco.

# Studio europeo

**Relative risk of lung cancer according to measured residential radon concentration and usual residential radon concentration, with best fitting straight lines (risks are relative to that at 0 Bq/m³)**




Darby, S et al.
BMJ ( 2005)
330:223

# Decessi per tumore polmonare in Italia attribuibili al radon

| Regione | Casi osservati | Numero di casi stimati | | | Percentuale dei casi osservati | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Stima puntuale | Intervallo di confidenza (95%) | | Stima puntuale | Intervallo di confidenza (95%) | |
| Abruzzo | 558 | **49** | 16 | 88 | **9%** | 3% | 16% |
| Basilicata | 219 | **10** | 3 | 19 | **5%** | 1% | 9% |
| Calabria | 665 | **26** | 8 | 48 | **4%** | 1% | 7% |
| Campania | 2 822 | **372** | 128 | 642 | **13%** | 5% | 23% |
| Emilia - Romagna | 2 886 | **190** | 62 | 346 | **7%** | 2% | 12% |
| Friuli - Venezia Giulia | 775 | **106** | 37 | 182 | **14%** | 5% | 23% |
| Lazio | 3 121 | **499** | 175 | 841 | **16%** | 6% | 27% |
| Liguria | 1 212 | **69** | 23 | 128 | **6%** | 2% | 11% |
| Lombardia | 5 718 | **862** | 301 | 1 464 | **15%** | 5% | 26% |
| Marche | 764 | **34** | 11 | 63 | **4%** | 1% | 8% |
| Molise | 108 | **7** | 2 | 13 | **6%** | 2% | 12% |
| Piemonte | 2 816 | **280** | 94 | 496 | **10%** | 3% | 18% |
| Puglia | 1 706 | **131** | 43 | 237 | **8%** | 3% | 14% |
| Sardegna | 746 | **69** | 23 | 124 | **9%** | 3% | 17% |
| Sicilia | 2 054 | **109** | 35 | 201 | **5%** | 2% | 10% |
| Toscana | 2 231 | **159** | 52 | 289 | **7%** | 2% | 13% |
| Trentino - Alto Adige | 401 | **35** | 12 | 62 | **9%** | 3% | 16% |
| Umbria | 455 | **39** | 13 | 69 | **8%** | 3% | 15% |
| Valle d'Aosta | 69 | **5** | 1 | 8 | **7%** | 2% | 12% |
| Veneto | 2 808 | **238** | 79 | 428 | **8%** | 3% | 15% |
| **Italia** | **32 134** | **3 237** | **1 087** | **5 730** | **10%** | **3%** | **18%** |

*(Dal report inviato dall'ISS al Min. Salute e alle Regioni, 2010)*

# Cosa dice la legge?

Il radon è un gas ubiquitario e perciò non è possibile eliminarlo totalmente.

Tutte le normative in materia hanno come caratteristica generale quella di fissare dei cosiddetti **livelli di azione o intervento**, ossia dei valori di concentrazione di radon superati i quali raccomandare (o imporre) delle azioni di rimedio per ridurne la concentrazione.

Sotto questi livelli il potenziale rischio è considerato “accettabile”.

# In edifici residenziali

A livello europeo è in vigore la **raccomandazione 90/143/Euratom** del 21/02/90 che per gli edifici residenziali esistenti consiglia una soglia d'intervento di **400 Bq/m³**, per quelli nuovi (ancora in fase di progetto) di **200 Bq/m³**. In caso di superamento è raccomandata l'adozione di contromisure per abbassare la concentrazione di radon.

In Italia a riguardo non esiste ancora un limite di legge.

# In ambienti di lavoro

**Decreto legislativo 241/2000** in recepimento della

**direttiva 96/29/Euratom**

**Capo III *bis***: disciplina delle attività lavorative comportanti un significativo aumento dell'esposizione dei lavoratori o di persone del pubblico da sorgenti naturali di radiazioni

Quali sono queste attività lavorative?

# Art. 10-*bis*, comma 1

a) Esposizioni a prodotti di decadimento Rn o Tn, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in particolari luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei;

b) Esposizioni a prodotti di decadimento Rn o Tn, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in luoghi di lavoro in zone ben individuate o con caratteristiche determinate;

c) Uso o stoccaggio di materiali contenenti radionuclidi naturali, abitualmente non considerati radioattivi;

d) Produzione di residui contenenti radionuclidi naturali, abitualmente non considerati radioattivi;

e) Stabilimenti termali o attività estrattive non disciplinate dal capo IV;

f) Personale navigante su aerei.

## ALLEGATO I bis

**1. Elenco delle attività lavorative di cui all'articolo 10 bis, comma 1, lettere c) e d):**

a) industria che utilizza minerali fosfatici e depositi per il commercio all’ingrosso di fertilizzanti;

b) lavorazione di minerali nella estrazione di stagno, ferro-niobio da pirocloro e alluminio da bauxite;

c) lavorazione di sabbie zirconifere e produzione di materiali refrattari;

d) lavorazione di terre rare;

e) lavorazione ed impiego di composti del torio, per quanto concerne elettrodi per saldatura con torio, produzione di lenti o vetri ottici e reticelle per lampade a gas;

f) produzione di pigmento al biossido di titanio;

g) estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, per quanto concerne presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori.

# Art. 10-*novies* Disposizioni particolari per taluni tipi di prodotti

1. In applicazione dei principi generali di cui agli articoli 2 e 115-bis, con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro della sanità, di concerto con i Ministri dell'ambiente, dell'industria, del commercio e dell'artigianato, dell'interno e del lavoro e della previdenza sociale, sentita l'ANPA, e sulla base delle eventuali segnalazioni della sezione speciale della commissione tecnica di cui all'articolo 10-septies, nonché degli organismi della pubblica amministrazione interessati all'applicazione del presente capo, *possono essere disposte particolari limitazioni*, o la soggezione ai divieti di cui all'articolo 98, comma 1, *per le attività volte a mettere in circolazione, produrre, importare, impiegare, manipolare o comunque detenere, quando tali attività sono svolte a fini commerciali, tipi di prodotti o singoli prodotti che contengano materie radioattive naturali derivanti dalle attività di cui all'articolo 10-bis, comma 1, lettere c) e d).“*

**Introdotto dal D. Lgs. 257/2001**

# Livelli d'azione

Per **a**) e **b**): la concentrazione di radon misurata come media annuale non deve superare il livello d'azione fissato in **500 Bq/m³**

Se si supera questo livello, si valuta un secondo livello d'azione di **3mSv/anno** (2000 ore lavorative).

Attenzione: questo secondo livello non è valido per scuole dell'obbligo, scuole materne e asili nido.

Per **c**), **d**) ed **e**):

- **1 mSv/anno** di dose efficace per i lavoratori, con esclusione del contributo dovuto al radon presente nell'ambiente per caratteristiche geofisiche e costruttive, fatta eccezione degli stabilimenti termali, dove si deve tener conto anche del radon;

- **0.3 mSv/anno** di dose efficace per la popolazione, fatta eccezione degli stabilimenti termali.

# Allegato I-bis

Per i luoghi relativi alle lettere c) e d) dell’art. 10 bis, comma 1 è importante la valutazione del **fattore di equilibrio**

Non sempre va bene assumere F=0.4 proposto dalla letteratura e dal Decreto Legislativo (allegato IV, paragrafo 12)

# Radon nelle acque

**RACCOMANDAZIONE DELLA COMMISSIONE**

**del 20 dicembre 2001**

**sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon nell'acqua potabile**

*[notificata con il numero C(2001) 4580]*

(2001/928/Euratom)

5. Per quanto riguarda la fornitura d'acqua della rete idrica pubblica o commerciale, occorre intraprendere le seguenti azioni:

   a) oltre una concentrazione di 100 Bq/l, gli Stati membri devono definire un livello di riferimento per il radon, da utilizzare per stabilire se occorrano azioni correttive per tutelare la salute umana. Un livello più elevato di 100 Bq/l si può adottare se le indagini nazionali dimostrano che è necessario per mettere in pratica un efficace programma di controllo del radon. Per le concentrazioni superiori 1 000 Bq/l, si ritiene che un'azione correttiva sia giustificata in base a criteri di protezione dalle radiazioni;

   d) oltre una concentrazione di riferimento di 0,1 Bq/l per il polonio-210 e 0,2 Bq/l per il piombo-210, occorre prendere in considerazione la possibilità di intervenire con azioni correttive per tutelare la salute umana.

6. Nel caso di un approvvigionamento idrico individuale, che non fa parte della rete idrica pubblica o rientra nell'ambito di un'attività commerciale, occorre intraprendere le seguenti azioni:

   a) il livello di 1 000 Bq/l deve essere adottato per prendere in considerazione un intervento correttivo;

# Radon nelle acque

Nuova direttiva europea:

Direttiva 2013/51 del 22 ottobre 2013 che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano.

Grossa novità: **contenuto di radon.**
**Limite posto a 100 Bq/l**

Recepimento: 28 novembre 2015

www.eur-lex.europa.eu

# Radon nelle acque

7-3-2016 GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA *Serie generale* - n. **55**

## LEGGI ED ALTRI ATTI NORMATIVI

DECRETO LEGISLATIVO 15 febbraio 2016, n. **28**.

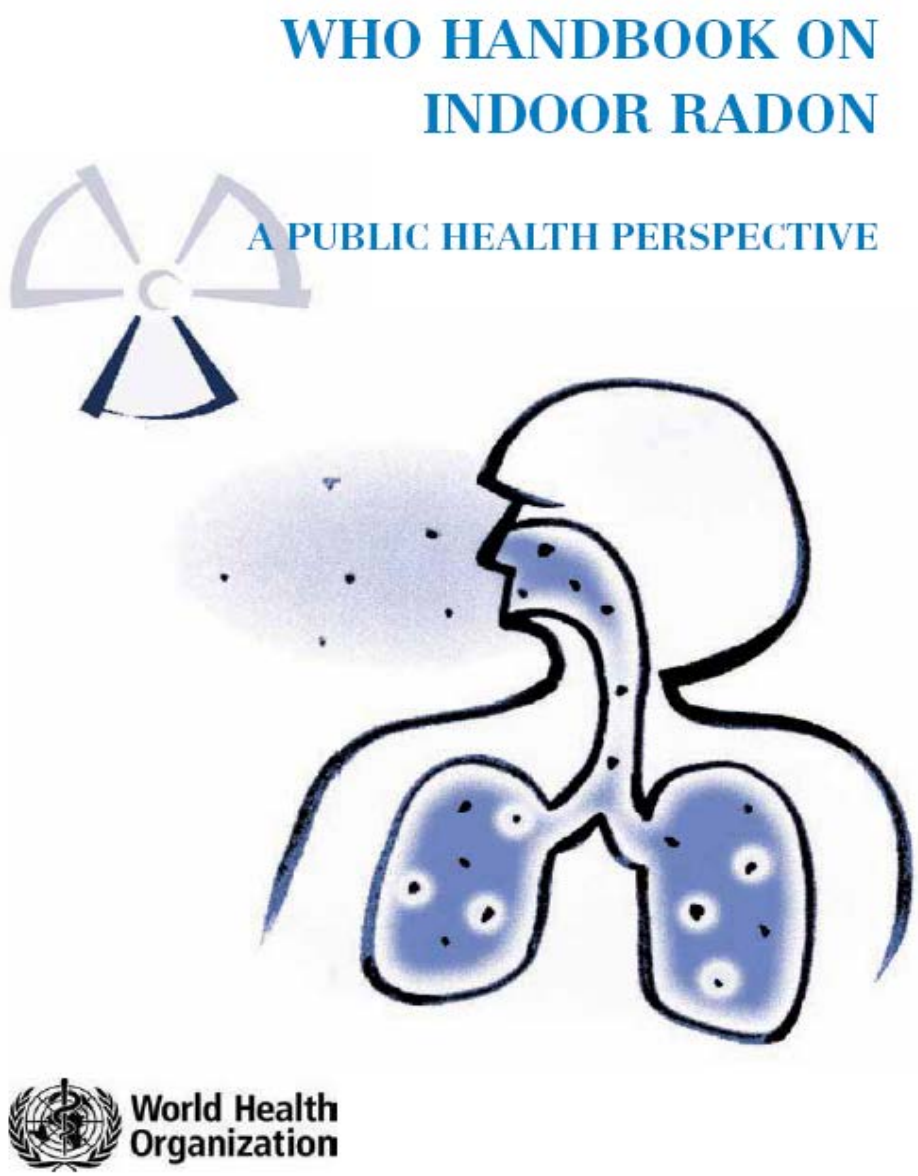
**Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce requisiti per della salute della popolazione relativamente alle sost dioattive presenti nelle acque destinate al consumo**

Vista la preliminare deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 13 novembre 2015;

VALORI DI PARAMETRO PER RADON, TRIZIO E DOSE INDICATIVA (DI) PER LE ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO

Ai sensi dell'articolo 5, comma 1, sono fissati i valori di parametro, riportati nella seguente tabella:

| *Parametro* | *Valore di parametro* | *Unità di misura* | *Note* |
|---|---|---|---|
| Concentrazione di attività di radon | 100 | Bq/l | Nota 1 |
| Concentrazione di attività di trizio | 100 | Bq/l | |
| Dose Indicativa (DI) | 0,10 | mSv | |




2005: start WHO International Radon Project

100 esperti di 35 paesi di diversi continenti

Pubblicato nel settembre 2009

# WHO

Il Rapporto si basa sui più recenti risultati di studi epidemiologici sugli effetti sanitari dell'esposizione al radon nelle abitazioni, ed in particolare sull'analisi complessiva di 13 studi condotti in Europa, 7 nel Nord-America e 2 in Cina.

Tali studi hanno messo in evidenza:

a) **un incremento di rischio di tumore polmonare statisticamente significativo anche per esposizioni relativamente basse**

b) **una forte sinergia tra gli effetti del radon e quelli del fumo di sigaretta**.

Il Rapporto affronta i principali aspetti della problemi connessi all'esposizione al

Radon nelle abitazioni:

**1)** la valutazione degli effetti sanitari del radon

**2)** la misurazione della concentrazione di radon

**3)** gli interventi di prevenzione e di mitigazione per ridurre la concentrazione di radon

**4)** la valutazione del rapporto efficacia/costo delle diverse strategie di intervento

**5)** strategie di comunicazione dei rischi connessi all'esposizione al radon

**6)** i programmi nazionali radon.

# WHO

Vengono raccomandati nuovi livelli massimi di concentrazione di **radon nelle abitazioni**. In particolare si raccomanda di non superare i 100 Bq/m$^3$ e, solo se tale livello non viene considerato sostenibile, di adottare un **valore massimo superiore a 100 Bq/m$^3$ ma non superiore a 300 Bq/m$^3$**.

Tali valori sono più bassi rispetto a quelli attualmente raccomandati dall'International Commission on Radiological Protection (che raccomanda di scegliere un valore non superiore a 600 Bq/m$^3$), e dalla Commissione Europea (400 Bq/m$^3$).

# Nuova direttiva europea

**Direttiva 2013/59 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti**

Da recepire entro 6 febbraio 2018

17.1.2014 IT Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 13/1

II

*(Atti non legislativi)*

DIRETTIVE

**DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO**

**del 5 dicembre 2013**

**che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom**

Il CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

(3) La direttiva 96/29/Euratom stabilisce le norme fondamentali di sicurezza. Le disposizioni di tale direttiva si

# Nuova direttiva europea

(24) Uno Stato membro che, a motivo di circostanze nazionali, stabilisca, per le concentrazioni di radon nei luoghi di lavoro situati in ambienti chiusi, un livello di riferimento superiore a 300 Bq $m^{-3}$, dovrebbe informare la Commissione al riguardo.

(25) Nel caso in cui il radon penetri dal suolo nei luoghi di lavoro situati in ambienti chiusi, tale situazione dovrebbe essere considerata una situazione di esposizione esistente dato che la presenza di radon è in larga misura indipendente dalle attività umane svolte all'interno del luogo di lavoro. Tali esposizioni possono essere significative in determinate zone o in specifici luoghi di lavoro indicati dagli Stati membri e, in caso di superamento del livello di riferimento nazionale, si dovrebbero adottare misure appropriate per ridurre la concentrazione di radon e l'esposizione. Qualora i livelli continuino ad essere superiori al livello di riferimento nazionale, le attività umane svolte all'interno del luogo di lavoro non dovrebbero essere considerate "pratiche". Tuttavia, gli Stati membri dovrebbero provvedere affinché tali luoghi di lavoro siano notificati e, nel caso in cui l'esposizione dei lavoratori possa superare una dose efficace di 6 mSv all'anno o un corrispondente valore di esposizione al radon integrato nel tempo, sia assicurata una gestione come quella per le situazioni di esposizioni pianificate, con l'applicazione di limiti di dose, e dovrebbero determinare i requisiti di protezione operativa da applicare.

# Nuova direttiva europea

*Articolo 54*

**Radon nei luoghi di lavoro**

1. Gli Stati membri stabiliscono livelli di riferimento nazionali per le concentrazioni di radon nei luoghi di lavoro. Il livello di riferimento per la media annua della concentrazione di attività aerea non deve essere superiore a 300 Bq $m^{-3}$, a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze esistenti a livello nazionale.

2. Gli Stati membri dispongono che le misurazioni del radon siano effettuate:

a) in luoghi di lavoro all'interno delle zone individuate conformemente all'articolo 103, paragrafo 3, situati al pianterreno o a livello interrato, tenendo conto dei parametri contenuti nel piano d'azione nazionale di cui al punto 2 dell'allegato XVIII, nonché

b) in specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel piano d'azione nazionale tenendo conto del punto 3 dell'allegato XVIII.

3. Nelle zone all'interno dei luoghi di lavoro in cui la concentrazione di radon (come media annua) continua a superare il livello di riferimento nazionale nonostante le azioni intraprese conformemente al principio di ottimizzazione di cui al capo III, gli Stati membri dispongono che tale situazione sia notificata conformemente all'articolo 25, paragrafo 2, e si applica l'articolo 35, paragrafo 2.

# Nuova direttiva europea

*Articolo 35*

**Provvedimenti da adottare sul luogo di lavoro**

1. Gli Stati membri assicurano che, ai fini della radioprotezione, siano presi provvedimenti concernenti tutti i luoghi di lavoro qualora i lavoratori possano ricevere un'esposizione superiore a una dose efficace di 1 mSv all'anno o a una dose equivalente di 15 mSv all'anno per il cristallino o di 50 mSv all'anno per la pelle e le estremità del corpo.

Tali provvedimenti sono adattati ai tipi di impianti e di sorgenti nonché all'entità e alla natura dei rischi.

2. Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 54, paragrafo 3, e nel caso in cui l'esposizione dei lavoratori possa comportare una dose efficace superiore a 6mSv all'anno o un corrispondente valore di esposizione al radon integrato nel tempo determinato dallo Stato membro, le esposizioni sono gestite come situazioni di esposizione pianificata e gli Stati membri determinano quali disposizioni del presente capo sono appropriate. Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 54, paragrafo 3, e qualora la dose efficace cui sono esposti i lavoratori sia pari o inferiore a 6 mSv all'anno o l'esposizione sia inferiore a un corrispondente valore di esposizione al radon integrato nel tempo, l'autorità competente impone l'obbligo di tenere sotto controllo le esposizioni.

# Nuova direttiva europea

*Articolo 74*

**Esposizione al radon in ambienti chiusi**

1. Gli Stati membri stabiliscono livelli di riferimento nazionali per le concentrazioni di radon in ambienti chiusi. I livelli di riferimento per la media annua della concentrazione di attività in aria non devono essere superiori a 300 Bq $m^{-3}$.

2. Nell'ambito del piano d'azione nazionale di cui all'articolo 103, gli Stati membri promuovono interventi volti a individuare le abitazioni che presentano concentrazioni di radon (come media annua) superiori al livello di riferimento e, se del caso, incoraggiano, con strumenti tecnici o di altro tipo, misure di riduzione della concentrazione di radon in tali abitazioni.

3. Gli Stati membri provvedono affinché siano rese disponibili informazioni locali e nazionali sull'esposizione al radon in ambienti chiusi e sui rischi per la salute che ne derivano, sull'importanza di effettuare misurazioni della concentrazione di radon e sui mezzi tecnici disponibili per ridurre le concentrazioni di radon esistenti.

*Articolo 75*

**Radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione**

1. Il livello di riferimento applicabile all'esposizione esterna in ambienti chiusi alle radiazioni gamma emesse da materiali da costruzione, in aggiunta all'esposizione esterna all'aperto, è fissato a 1 mSv all'anno.

2. Per i materiali da costruzione che sono stati individuati dagli Stati membri come oggetto di attenzione dal punto di vista della radioprotezione, tenendo conto dell'elenco indicativo di materiali di cui all'allegato XIII in riferimento alle radiazioni gamma emesse da tali materiali, gli Stati membri garantiscono che, prima dell'immissione sul mercato di tali materiali:

a) siano determinate le concentrazioni di attività dei radionuclidi specificati nell'allegato VIII e che

b) siano fornite su richiesta alle autorità competenti informazioni sui risultati delle misurazioni e il corrispondente indice di concentrazione di attività, nonché altri fattori pertinenti come definito nell'allegato VIII.

3. Per i tipi di materiali da costruzione determinati in base al paragrafo 2 che possono comportare dosi superiori al livello di riferimento, gli Stati membri decidono in merito alle misure appropriate da adottare, che possono comprendere obblighi specifici nell'ambito di norme edilizie pertinenti o restrizioni specifiche sull'uso previsto di tali materiali.

# Nuova direttiva europea

*Articolo 103*

**Piano d'azione per il radon**

1. In applicazione dell'articolo 100, paragrafo 1, gli Stati membri definiscono un piano d'azione nazionale che affronta i rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon nelle abitazioni, negli edifici pubblici e nei luoghi di lavoro per qualsiasi fonte di radon, sia essa il suolo, i materiali da costruzione o l'acqua. Il piano d'azione tiene conto degli aspetti elencati nell'allegato XVIII ed è aggiornato periodicamente.

2. Gli Stati membri provvedono affinché siano adottate misure appropriate per prevenire l'ingresso del radon in nuovi edifici. Tali misure possono comportare l'introduzione di prescrizioni specifiche nelle norme edilizie nazionali.

3. Gli Stati membri individuano le zone in cui si prevede che la concentrazione di radon (come media annua) superi il pertinente livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici.

# Nuova direttiva europea



*ALLEGATO VIII*

**Definizione e uso dell'indice di concentrazione di attività per le radiazioni gamma emesse dai materiali da costruzione di cui all'articolo 75**

Ai sensi dell'articolo 75, paragrafo 2, per determinati tipi di materiali da costruzione sono determinate le concentrazioni di attività dei radionuclidi primordiali Ra-226, Th-232 (o il suo prodotto di decadimento Ra-228) e K-40.

L'indice di concentrazione di attività I è dato dalla seguente formula:

$$I = C_{Ra226}/300\ Bq/kg + C_{Th232}/200\ Bq/kg + C_{K40}/3\,000\ Bq/kg$$

dove $C_{Ra226}$, $C_{Th232}$ e $C_{K40}$ sono le concentrazioni di attività in Bq/kg dei corrispondenti radionuclidi nel materiale da costruzione.

L'indice si riferisce alla dose da radiazioni gamma presente in un edificio costruito con un determinato materiale da costruzione, in eccesso rispetto all'esposizione esterna tipica. L'indice si applica al materiale da costruzione e non ai suoi componenti, tranne nei casi in cui tali componenti sono anch'essi materiali da costruzione e in quanto tali sono valutati separatamente. Per l'applicazione dell'indice a tali componenti, in particolare ai residui delle industrie che lavorano materiali contenenti radionuclidi presenti in natura riciclati nei materiali da costruzione, deve essere utilizzato un fattore di suddivisione appropriato. Il valore dell'indice di concentrazione di attività pari a 1 può essere utilizzato come uno strumento di controllo prudenziale per individuare materiali che possono portare al superamento del livello di riferimento di cui all'articolo 75, paragrafo 1. Nel calcolo della dose occorre tener conto di altri fattori, tra cui la densità, lo spessore del materiale, nonché fattori relativi al tipo di edificio e all'uso previsto del materiale (sfusi o superficiali).

# Nuova direttiva europea

*ALLEGATO XIII*

**Elenco indicativo dei tipi di materiali da costruzione considerati in riferimento alle radiazioni gamma emesse da tali materiali di cui all'articolo 75**

1. Materiali naturali

   a) Alum-shale (cemento contenente scisti alluminosi).

   b) Materiali da costruzione o additivi di origine naturale ignea tra cui:

      — granitoidi (quali graniti, sienite e ortogneiss);

      — porfidi;

      — tufo;

      — pozzolana;

      — lava.

2. Materiali che incorporano residui dalle industrie che lavorano materiali radioattivi naturali tra cui:

   ceneri volanti;

   fosfogesso;

   scorie di fosforo;

   scorie di stagno;

   scorie di rame;

   fanghi rossi (residui della produzione dell'alluminio);

   residui della produzione di acciaio.

**LIGURIA**

In Liguria, è stata recentemente condotta (nel 2010-2011) da parte dell'ARPAL un'indagine preliminare in circa 60 abitazioni dislocate all'interno di 4 Comuni della Provincia di Savona.

Radon Prevention and Rem

web.jrc.ec.europa.eu/radpar/index.cfm

FAQ | Links | Sitemap | Contact | Legal notice

European Commission

JOINT RESEARCH CENTRE

The European Commission's in-house science service

European Commission > JRC > RADPAR

HOME | The Project | Knowledge Centre | Documents | News & Events | EU Member States national links

## Radon Prevention and Remediation

### Overview and Background

The general objective of this project is to assist in reducing the significant public health burden of radon related lung cancers in EU Member States (MS). The effectiveness of the various existing radon prevention and remediation strategies in the MS will be assessed with the objective of improving them. The assessment of potential conflicts between EU energy conservation objectives in buildings and radon control technologies will be an important objective of this project.

Existing radon control strategies in EU Member States will be critically reviewed. A model of sufficient flexibility to permit different Member States to evaluate the cost-effectiveness of a range of possible radon prevention and remediation strategies will be developed in the project. Radon risk communication strategies targeted at policy/decision makers, the general public and high risk groups such as people in high-radon areas, smokers and former smokers will also be developed.

By means of its deliverables it is expected that this project will heighten awareness both of the public and of decision makers of the health burden of radon in the EU and of the technical means available to control radon. An important aspect of this project will be the transfer of this information to new and accession Member States where radon control strategies are presently almost non-existent.

Previous studies on the response to dealing with the radon problem have shown the great complexity of the issue. Their findings suggest the need for a new and bigger effort to understand this subject. It is clear that only a joint European effort can provide the necessary experience and diversity of circumstances to provide an insight into this complex problem and in how to deal effectively with it.

**Reserved Area**

Username:

Password:

login

**Latest documents**

- RADPAR Workshop Final Participants List
- RADPAR Workshop Proceedings
- RADPAR Workshop Agenda

more >

**Latest news**

- » Educational Radon Trail in the Czech Republic
- » STUK recommends radon protection for all detached houses constructed

more >

**Latest events**

- » 18.09.2012 - 20.09.2012 11th INTERNATIONAL WORKSHOP on the GEOLOGICAL ASPECTS OF RADON RISK MAPPING

more >

**Non più attivo!**

https://rem.jrc.ec.europa.eu/RemWeb/Activities.aspx?id=Eurdep

Sitemap | Index | Contacts | Legal notice | Privacy statement

European Commission

JOINT RESEARCH CENTRE

Institute for Transuranium Elements

REM Web Site

Log In

European Commission > JRC > ITU > REM > Main Activities > Eurdep

Home | Download | Activities | SiteMap | Support | Settings

# EUropean Radiological Data Exchange Platform (EURDEP)

Open Full map

Gamma Dose Rates | Monitoring networks | About this system

Gamma Dose Rate [nSv/h]

- >500
- 300–500
- 200–300
- 100–200
- 0–100

Displayed Values
- Averages
- Maxima

Last update UTC 13/05/2016 13:00

**Average Gamma Dose Rate**

111

0 nSv/hour 999

- Stations in selected area: 51
- Networks in selected area:
- Calculated from measurements over last 24 hours

500 km
300 mi

Leaflet | Stamen | EURDEP

# Come si misura il radon?

La risposta non è semplice.

La tecnica di misura dipende dallo scopo della misura.

- *Devo condurre una misura preliminare o di caratterizzazione?*

In questo caso devo scegliere uno strumento che mi permetta di avere informazioni in poco tempo (monitore continuo, elettrete, carbone attivo, dispositivo digitale passivo).

- *Devo condurre una campagna di misura per adempiere agli obblighi di legge?*

In questo caso devo valutare attentamente il numero di dispositivi e il tipo. Certamente sarà un dispositivo ad integrazione passivo.

# Un quadro generale sulla strumentazione

Table 6. Radon gas measurement devices and their characteristics

| Detector Type (Abbreviation) | Passive/Active | Typical Uncertainty[a] [%] | Typical Sampling Period | Cost |
|---|---|---|---|---|
| Alpha-track Detector (ATD) | Passive | 10 - 25 | 1 - 12 months | low |
| Activated Charcoal Detector (ACD) | Passive | 10 - 30 | 2 - 7 days | low |
| Electret Ion Chamber (EIC) | Passive | 8 - 15 | 5 days - 1 year | medium |
| Electronic Integrating Device (EID) | Active | ~ 25 | 2 days - year(s) | medium |
| Continuous Radon Monitor (CRM) | Active | ~ 10 | 1 hour - year(s) | high |

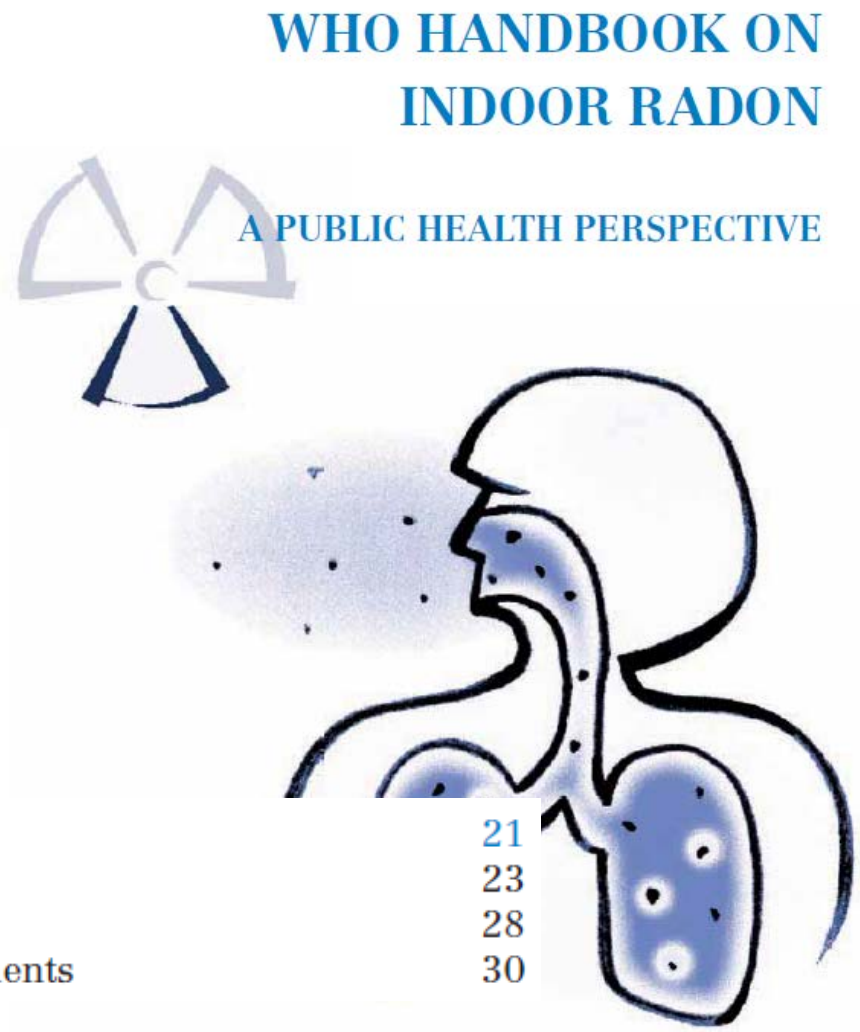
[a] Uncertainty expressed for optimal exposure durations and for exposures ~ 200 $Bq/m^3$ .

Attenzione alla classificazione *Passive/Active*: diversa da ISO!

# Le «guide»: WHO

**WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON**

**Pubblicato nel 2009**





2. RADON MEASUREMENTS 21
2.1 Measurement devices 23
2.2 Measurement protocols 28
2.3 Quality assurance for radon measurements 30


World Health Organization

# Le «guide»: ISO

ISO 11665-8
Methodologies for initial and additional investigations in buildings

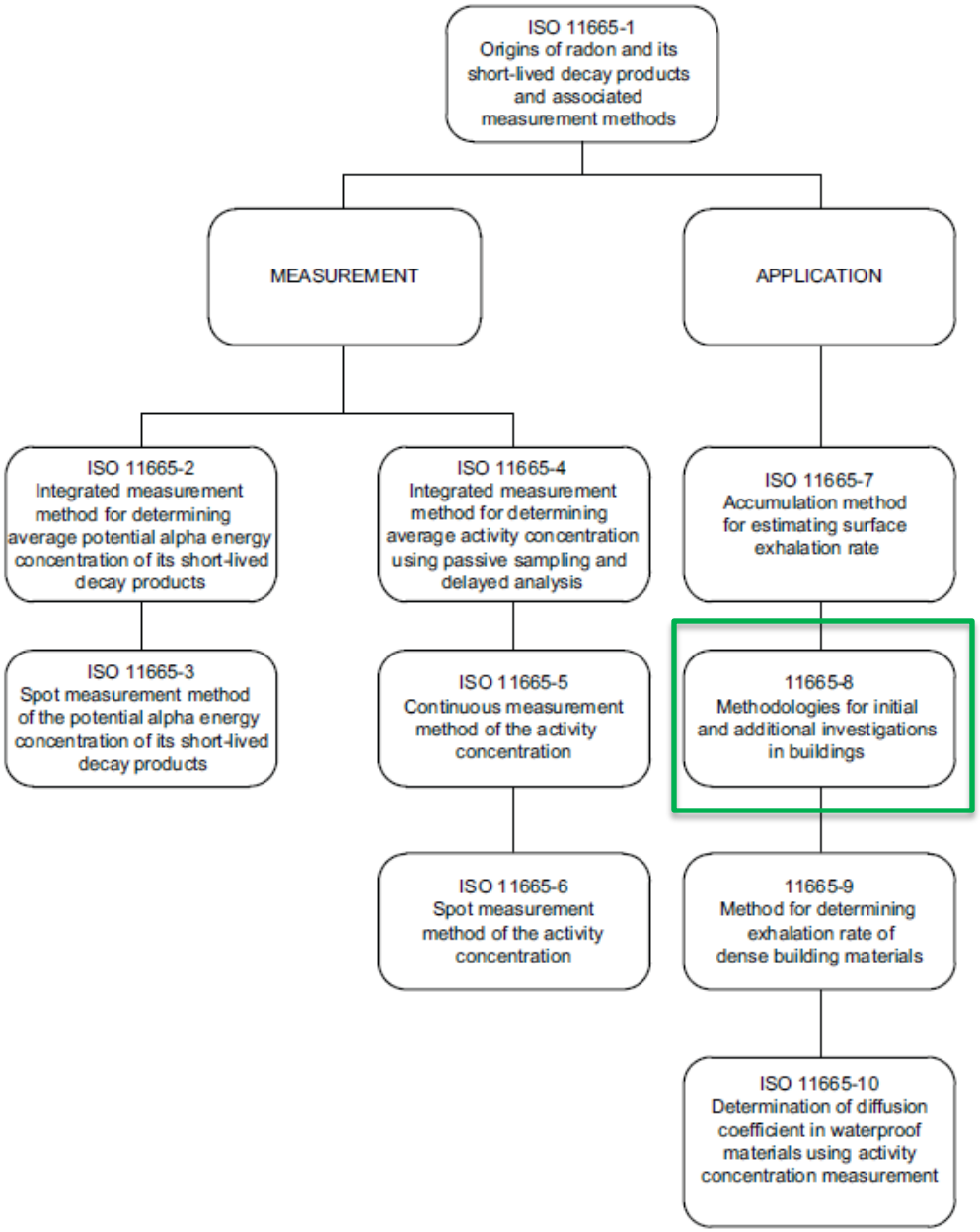



Figure 1 — Structure of the ISO 11665 series

# Le «guide»: nazionali

- *Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei*, a cura del Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano (2003);
- Linee guida emanate da Regioni o ARPA;
- Opuscoli informativi ufficiali

# Quali guide usare?

Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome

di Trento e Bolzano

**Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria**

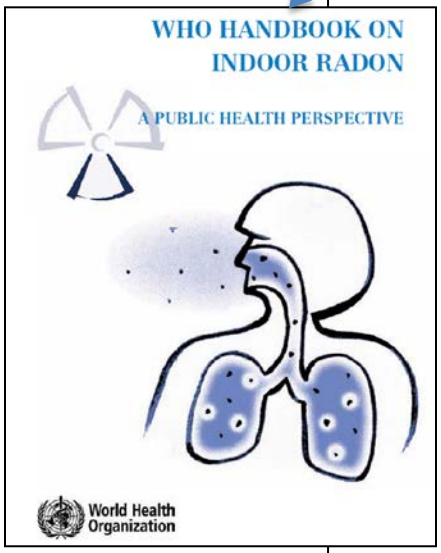
**nei luoghi di lavoro sotterranei**

*A cura del*

Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome

di Trento e Bolzano

Versione definitiva approvata il 6 febbraio 2003




INTERNATIONAL STANDARD

**ISO 11665-8**

First edition
2012-11-01

**Measurement of radioactivity in the environment — Air: radon-222 —**

Part 8:
**Methodologies for initial and additional investigations in buildings**

*Mesurage de la radioactivité dans l'environnement — Air: radon 222 —*

*Partie 8: Méthodologies appliquées aux investigations initiales et complémentaires dans les bâtiments*

# Scopo delle *Linee guida*

Il gruppo di lavoro tecnico, composto dalle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Toscana, Umbria e Veneto, e coordinato dalla Regione Lombardia, ha predisposto le linee guida contenute nel presente documento, che comprendono:

- la definizione di luogo di lavoro sotterraneo ed i criteri generali per l'impostazione delle misure di radon;
- i metodi di misura delle concentrazioni di radon;
- i requisiti minimi degli organismi che effettuano le misure.

# Definizione di luogo di lavoro sotterraneo

*Ambiente sotterraneo*: la definizione di ambiente sotterraneo è contenuta di solito nei regolamenti comunali edilizi e di igiene, che vengono stilati sulla base delle linee guida dettate a scopo di uniformità dalle singole Regioni.

Le definizioni differiscono essenzialmente per due aspetti: in primo luogo per piccole differenze riguardanti la posizione del solaio rispetto al piano di campagna; in secondo luogo per la presenza o meno di un accesso diretto dall'esterno.

# Definizione di luogo di lavoro sotterraneo

Nell'ambito e per i fini delle presenti linee guida, indipendentemente dalle definizioni di sotterraneo che sono contenute nei regolamenti edilizi comunali, si ritiene di adottare per i locali o ambienti sotterranei la seguente definizione:

**- locale o ambiente con almeno tre pareti interamente sotto il piano di campagna, indipendentemente dal fatto che queste siano a diretto contatto con il terreno circostante o meno.**

Tale definizione include fra i locali sotterranei nei quali effettuare le misure anche tutti quelli che hanno una apertura verso l'esterno (per esempio i locali pubblici che hanno di norma un ingresso sulla strada) ed i locali che sono circondati da una intercapedine aerata.

# Luogo sotterraneo: WHO e ISO

WHO: fa solo la distinzione tra *homes* e *large buildings.*

ISO: col termine *buildings* si intende una casa singola, un edificio pubblico o industriale, un edificio sotterraneo, ecc..

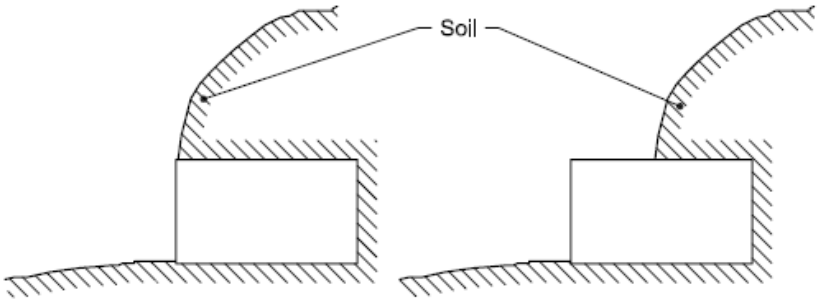



Figure B.1 — Schematic drawings of underground buildings

Edificio sotterraneo

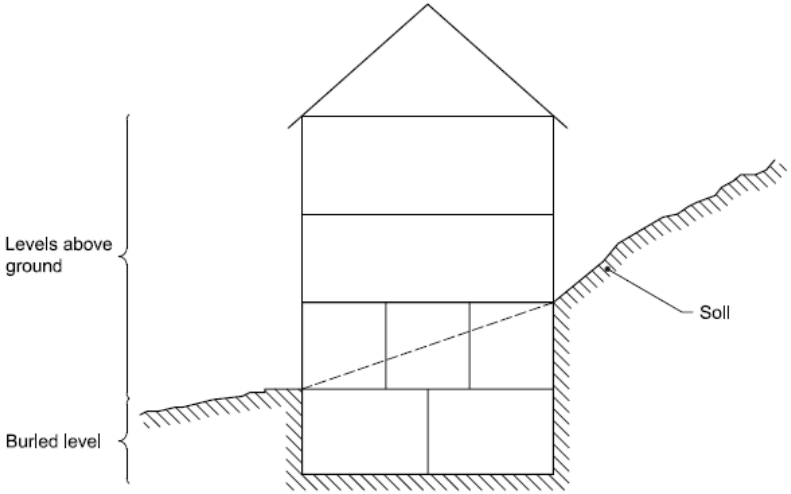



Figure B.2 — Schematic drawing of a building with one buried level

Livello interrato

# Criteri per l’individuazione degli ambienti di lavoro nei quali effettuare le misure

Per decidere in quali locali o ambienti sotterranei di uno stesso edificio effettuare le misure di concentrazione di radon, bisogna tenere conto del fatto che ***le misure devono essere pianificate in modo da essere rappresentative dell’esposizione del personale***. Perciò in linea di massima le misure non dovranno essere condotte in locali che non siano occupati con continuità dai lavoratori, come per esempio i locali di servizio, gli spogliatoi e gli ambienti di passaggio come i corridoi.

Altri ambienti come i magazzini, i bunker delle banche e locali di utilizzo simile, nei quali il personale entra senza occupare una vera e propria postazione di lavoro, ma che rimangono chiusi a lungo, non dovranno essere sottoposti a misura a meno che il personale nel suo complesso non vi trascorra una frazione di tempo significativa, che viene indicativamente fissata in ***10 ore al mese***.

# Numero di misure e posizionamento dei dosimetri

Considerato che numerosi studi hanno messo in evidenza la variabilità della concentrazione di radon anche fra ambienti contigui, *le misure dovranno in generale essere effettuate in ogni locale fisicamente separato*; il risultato della media annuale del singolo locale dovrà essere confrontato con il livello di azione di 500 Bq/m$^3$ introdotto dalla normativa.

Nel caso di luoghi di lavoro sotterranei in cui vi sia *un numero elevato* (dell'ordine delle decine) *di ambienti "analoghi"* sulla base di considerazioni riguardanti le caratteristiche della costruzione e dell'uso degli ambienti stessi, compresa la ventilazione e il tipo di attività, potrà essere giustificata la riduzione del numero di misure da effettuare in uno stesso edificio.

# Numero di misure e posizionamento dei dosimetri

Tale scelta dovrà essere oggetto di una relazione che resti a disposizione degli organi di vigilanza e dovrà necessariamente essere sottoposta a verifica: se la media dei valori misurati risulterà sostanzialmente inferiore al livello di azione e la loro variabilità contenuta, l'operazione sarà giustificata anche a posteriori, in caso contrario, sarà necessario estendere in una seconda fase il programma di misura a tutti i locali.

ISO definisce *zone omogenee* seguendo i criteri di: stesso tipo di interfaccia suolo-edificio, stesse condizioni di ventilazione, stesso livello di temperatura (eventualmente criteri anche per l'ingresso dell'acqua negli ambienti).

# Numero di misure e posizionamento dei dosimetri

Riguardo al numero di misure da effettuare, gli ambienti di lavoro possono essere per semplicità classificati sulla base delle loro dimensioni in due categorie principali, alle quali corrisponde una differente strategia di misura raccomandata:

**Tabella 1.1 Numerosità delle misure in funzione dell'ampiezza del locale.**

| Categoria | Numero di misure raccomandato |
|---|---|
| **A:** Locali separati di piccole dimensioni (inferiori a 50 $m^2$) | Una misura in ciascun locale, salvo quanto sopra previsto |
| **B:** Ambienti di medie e grandi dimensioni | Una misura ogni 100 $m^2$ di superficie |

I dosimetri impiegati per effettuare le misure di radon dovranno essere posizionati ad una altezza compresa fra circa 1 e 3 metri, in un'area lontana dalle fonti di calore e di ricambio d'aria.

# Numero di misure: ISO

At least one measuring device shall be installed in each selected homogeneous zone, with a minimum of two devices per building.

In the case of large homogeneous zones, one device is installed ***for every 200 m²***.

# Periodo di misura: *Linee Guida*

Nell'Allegato I-bis del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. il livello di azione per la concentrazione di radon (articolo 10-ter, commi 1 e 2) è fissato in termini di concentrazione di attività media annua; poiché in Italia le conoscenze sui fattori di correzione stagionali per trasformare misure di durata inferiore all'anno in valori medi annui non sono attualmente sufficienti, ***le tecniche di misura da utilizzare devono consentire di coprire interamente l'arco di un anno solare, mediante una o più esposizioni***.

Inoltre, resta inteso che la concentrazione media annua comprende sia il periodo diurno che il periodo notturno.

# Periodo di misura: WHO

WHO rimanda a linee guida nazionali, precisando che misure su brevi periodi sono soggette a essere fuorvianti, soprattutto dove si hanno fluttuazioni notevoli.

Si sottolinea la necessità di avere un protocollo ben preciso per ogni monitoraggio.

Box 1: Examples of measurement practice in some countries

Finland and Sweden recommend measurements during the heating season (October to April) as during this period higher indoors radon concentrations are expected. Ireland and the United Kingdom carry out radon measurements over any three-month period throughout the year and apply seasonal correction factors. In Italy, one-year measurements are generally performed to avoid uncertainties related to seasonal variations. In the USA, the majority of measurements are made in connection with real-estate transactions, so short-term measurements are more commonly performed.

# Periodo di misura: ISO

[…] in order not to underestimate the average value of the radon activity concentration:

— at least *half of the measurement period has to be in the winter or during the heating season*;

— the measuring devices shall operate *for at least two months*.

The measurements shall be performed during a period when the number of consecutive days during which the premises are unoccupied does not exceed 20 % of the adopted period. Premises that are not occupied for extended periods are excluded as the radon can accumulate due to the lack of air renewal.

# Un riassunto WHO

- Radon measurements in homes are easy to perform, but need to be based on standardized (e.g. national) protocols to ensure accurate and consistent measurements.
- Long-term integrated radon measurements are preferred for assessing the annual average radon concentration within a house or other dwelling.
- High temporal variation of indoor radon makes short-term measurements unreliable for most applications.
- The type of detector should be carefully selected since it influences the cost of measurement per dwelling and therefore the cost of a radon programme on a national level.
- Quality assurance and quality control measures are strongly recommended to assure the reliability of radon measurements.

# Classificazione della strumentazione per le misure di radon

Si può effettuare una prima distinzione in tre categorie:

1- Metodi istantanei

2- Metodi continui

3- Metodi ad integrazione

Si può effettuare un'altra distinzione:

- Attivi (aspirazione del Rn tramite pompa)

**active sampling**
sampling using active devices like pumps for sampling the atmosphere

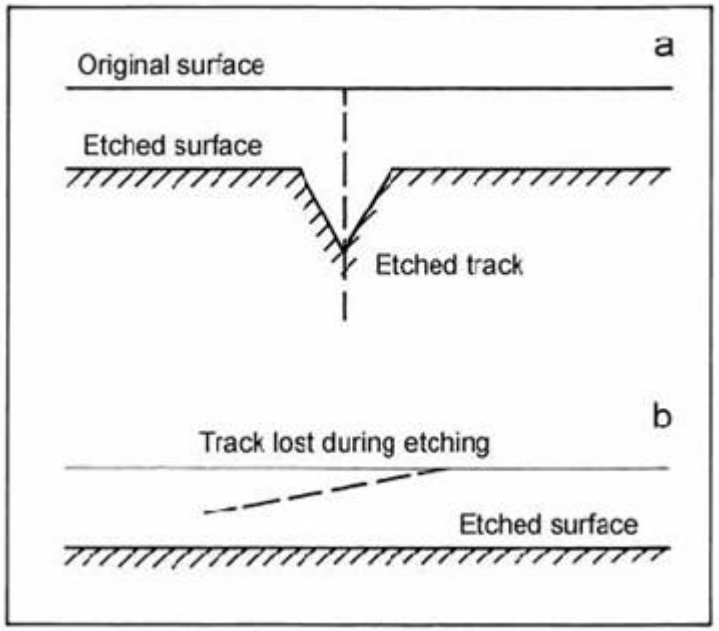
[IEC 61577-1:2006]

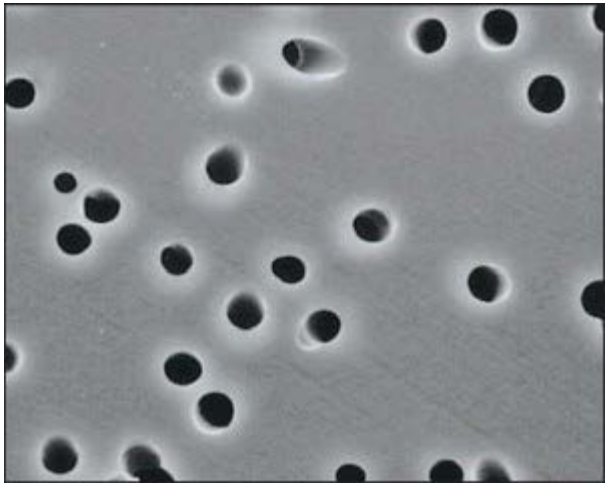
- Passivi (diffusione attraverso un filtro)

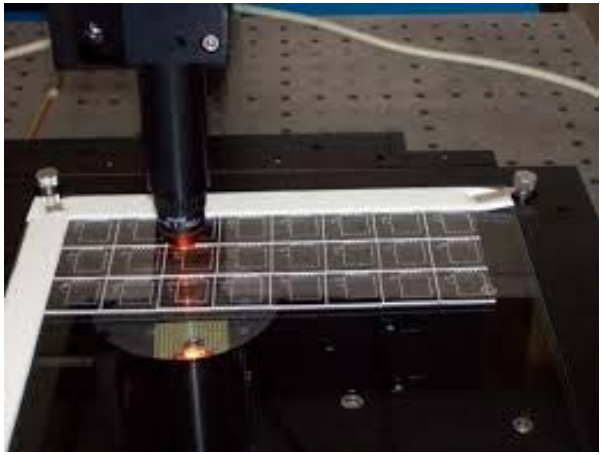
**passive sampling**
sampling using no active devices such as pumps for sampling the atmosphere, whereby in most instruments sampling is performed mainly by diffusion

NOTE Adapted from IEC 61577-1:2006.

# SSNTD: Solid-State Nuclear Track Detector





# SSNTD: Solid-State Nuclear Track Detector

Il rivelatore è posto all'interno di una cella munita di un filtro o di una membrana a diffusione o a permeabilità differenziale, che impedisce l'ingresso dei prodotti di decadimento del Rn, ma lasciano entrare il Rn. La densità delle tracce prodotte dalle particelle alfa sulla superficie del rivelatore è proporzionale alla concentrazione di Rn.

La risposta dipende da: frazione della superficie del rivelatore analizzata, caratteristiche elettrostatiche delle superfici interne, geometria della cella, circolazione aria, ecc…

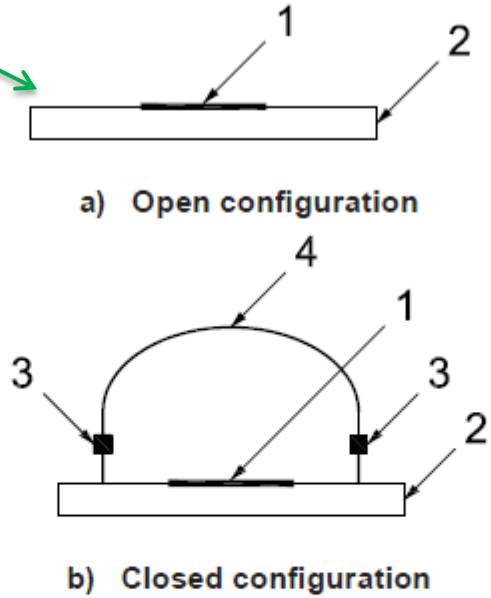
# SSNTD: Solid-State Nuclear Track Detector

Vantaggi:

- basso costo;
- semplici;
- robusti;
- risposta poco dipendente dalle condizioni ambientali;
- sistemi passivi (non richiedono presenza di personale o alimentazione);
- non presentano fading significativo;
- è possibile «rileggere» il rivelatore;
- forniscono il valore della concentrazione media del radon su lunghi periodi (6 mesi – 1 anno).

# SSNTD: Solid-State Nuclear Track Detector

*Open configuration*: vengono rivelati simultaneamente il radon e i figli di decadimento. In questo caso è necessario conoscere il fattore di equilibrio.




***Closed configuration***: l'holder o camera di accumulo impedisce l'ingresso dei figli del radon e di ogni altro radionuclide solido e alfa emettitore. Non è necessario conoscere il fattore di equilibrio

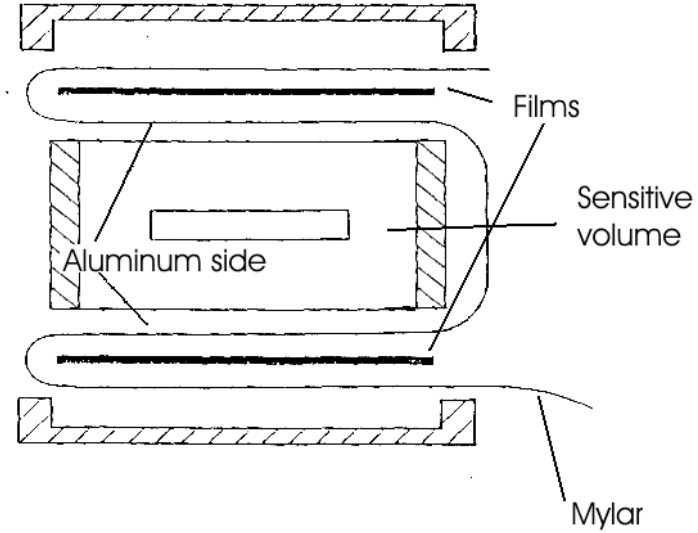
**Keys**

1 SSNTD
2 support
3 filter
4 accumulation chamber

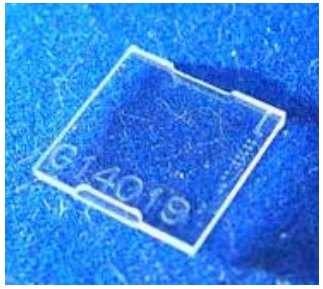
**Figure A.1 — Solid-state nuclear track detectors in open and closed configurations**

# Rivelatori a tracce – LR115

Nitrato di cellulosa prodotto dalla Kodak



# Rivelatori a tracce – CR-39

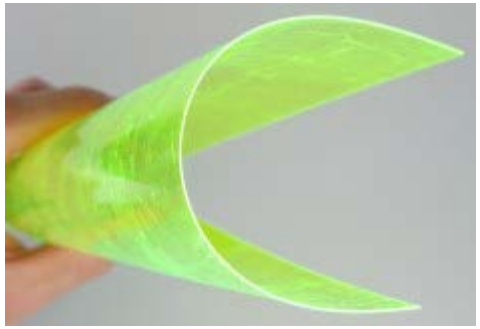


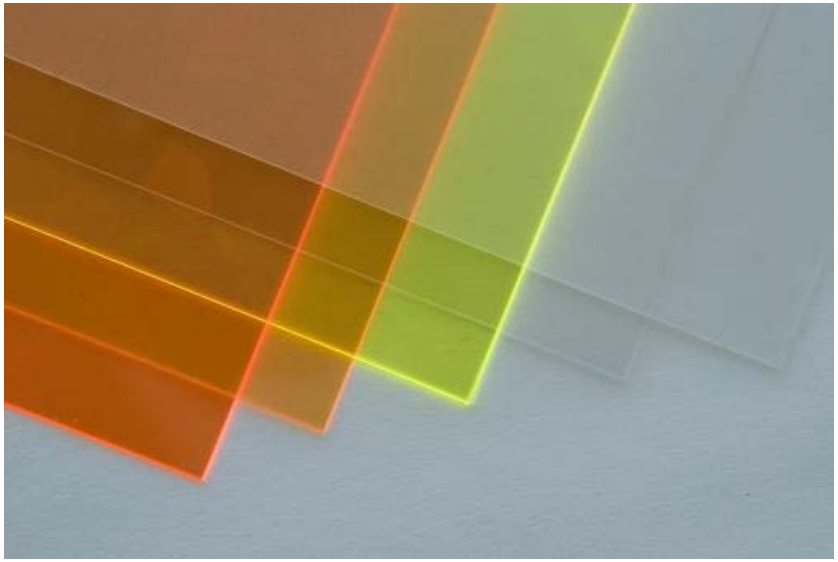

Acronimo di *Columbia Resin n. 39*

altrimenti noto come *poliallil-diglicol-carbonato* (PADC)

# Rivelatori a tracce – Makrofol®

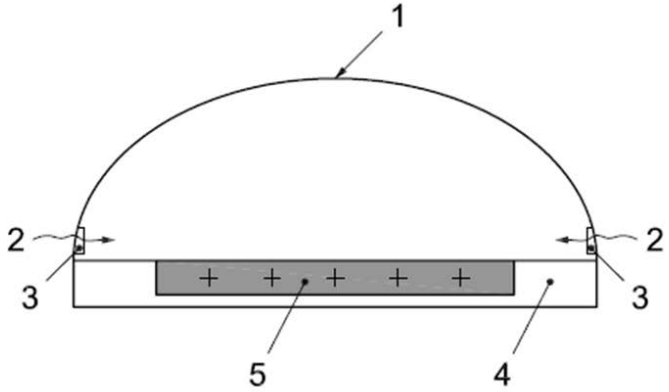
Film di Policarbonato usato in alternativa al CR-39





# Elettrete

Disco dielettrico di politetrafluoroetilene (PTFE) o fluorurati etilene propilene (FEP), dotato di carica permanentemente, abbinato con una carica di accumulo rimovibile, contenente uno o più filtri e fatta di plastica conduttiva.




**Key**

1 accumulation chamber
2 entry point of radon
3 filter
4 insulating support
5 electret detector

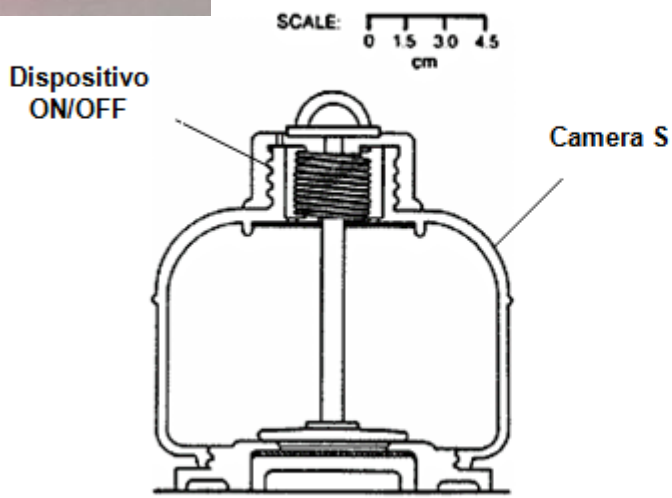
**Figure B.1 — Configuration of a measuring device using an electret detector**

# Elettreti: sistema E-Perm®

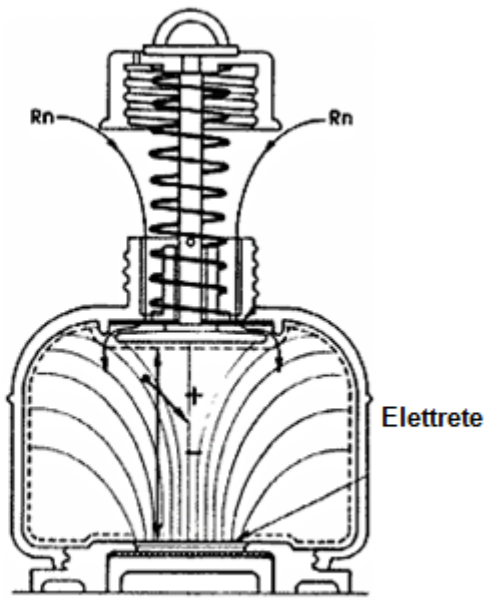
Il sistema E-Perm della Rad Elec si basa sulla misura della variazione di potenziale indotta su un elettrete dalla raccolta degli ioni prodotti dalla radiazione all'interno di una camera di volume noto.

Il sistema è costituito da due elementi, la camera e l'elettrete. Per effettuare la misura della concentrazione di Radon, occorre togliere il coperchio all'elettrete e inserire quest'ultimo nelle speciali camere in plastica conduttiva.

# Elettreti: sistema E-Perm®




Chiuso




Aperto

# Elettreti: sistema E-Perm®

Le camere utilizzate sono di tipo S e di tipo L.

La camera S, indicata per misure di breve periodo, ha un volume di 210 ml ed è dotata di dispositivo ON/OFF, che consente di isolare l'elettrete durante il trasporto e lo stoccaggio.

La camera L è adatta per misure su lungo periodo, ha un volume ridotto (50 ml) e non è dotata di dispositivo ON/OFF.

Entrambe le camere E-Perm hanno un ingresso per l'aria dotato di filtro Millipore, che permette la diffusione del Radon e non dei suoi figli di decadimento.

# Elettreti: sistema E-Perm®

Vi sono due tipi di elettrete:

- Gli elettreti short-term (ST) hanno alta sensibilità e sono identificabili per l'etichetta blu e il disco bianco;
- Gli elettreti long-term (LT), meno sensibili, hanno etichetta rossa e disco nero o ramato.

Ogni elettrete è identificato univocamente da un codice a barre.

# Elettreti: sistema E-Perm®

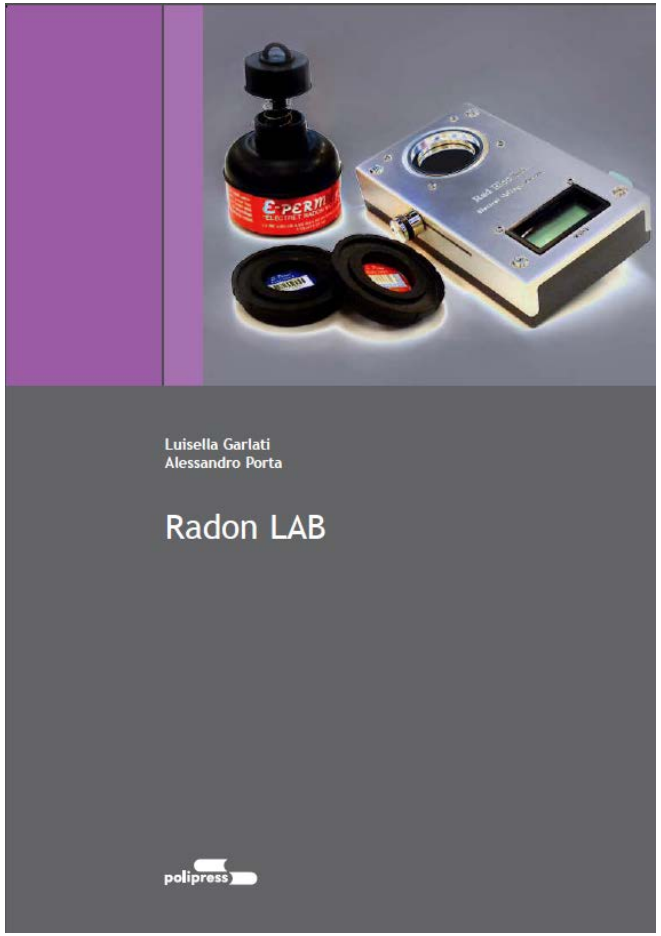
Camera L = type n

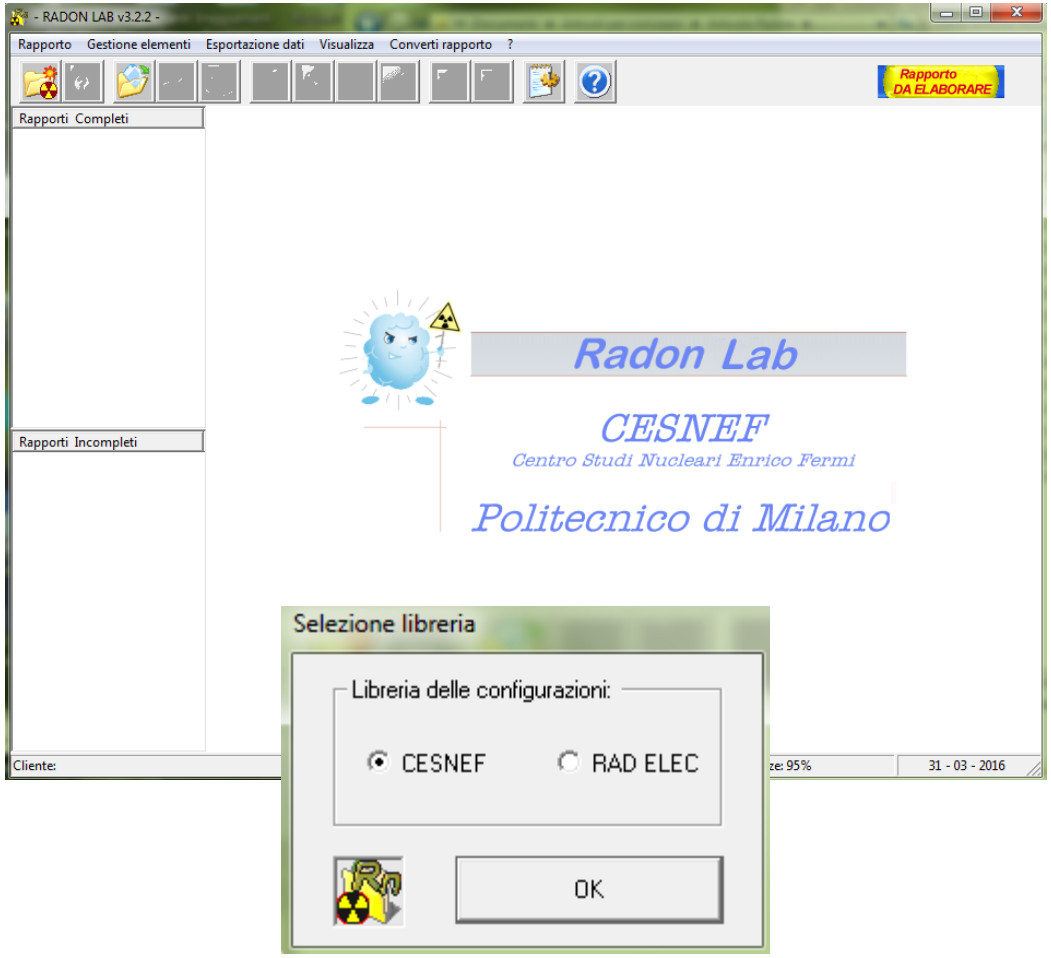
Camera S = type m

**Table B.1 — Example of types of accumulation chamber and electret detector**

| Accumulation chamber | | Electret detector | |
|---|---|---|---|
| Type | Volume<br>ml | Type | Sensitivity |
| n | 50 | 1 | high |
| m | 210 | 2 | low |

# Elettreti: Radon LAB



# Rivelatori a carbone attivo

Si tratta di un contenitore con una quantità ben precisa di carbone attivo.

Il contenitore è munito di coperchio a tenuta di gas per evirate fughe parziali del radon adsorbito nell'intervallo di tempo compreso fra la fine della raccolta del gas e l'inizio della misura vera e propria.

I contenitori hanno un diametro compreso tra 5 e 10 cm e un'altezza fra 1.25 e 5 cm (il contenuto di carbone risulta così variabile fra 25 e 250 g).

Il tempo di raccolta varia usualmente fra 3 (se non c'è presenza di barriera di diffusione) e 7 giorni (se c'è presenza di barriera di diffusione che previene l'adsorbimento di vapore acqueo).

# Rivelatori a carbone attivo

Dopo il campionamento del gas, mediante un NaI viene effettuata la misura dei gamma emessi dai discendenti del Rn ( $\gamma$ da 295 e 352 keV prodotti dal decadimento del $^{214}Pb$ ed eventualmente $\gamma$ da 609 keV prodotti nel decadimento del $^{214}Bi$)

Importante l'influenza dell'umidità per la risposta, di cui si può tener conto pesando il contenitore prima e dopo la raccolta del Rn e determinando per differenza il vapore acqueo assorbito.

Attenzione: occorre anche considerare che l'adsorbimento del radon non è lineare nel tempo (il Rn viene adsorbito più rapidamente all'inizio)

Una volta utilizzato, il rivelatore può essere nuovamente impiegato previo ciclo termico di rigenerazione.

# Rivelatori a carbone attivo

Vantaggi:

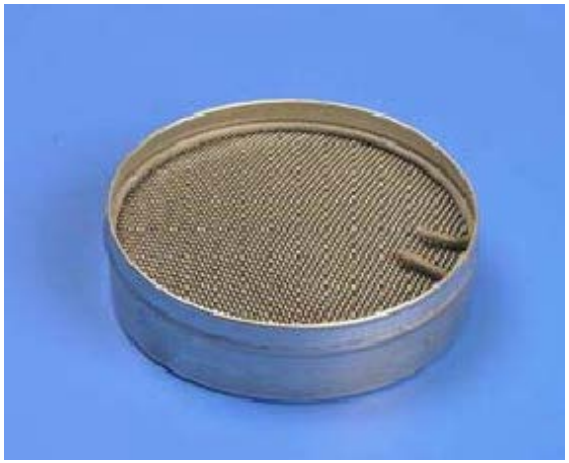
- basso costo;
- distribuzione per posta;
- nessun accorgimento nella fase di raccolta del Rn;
- non richiedono alimentazione elettrica;
- buona precisione.

Svantaggi:

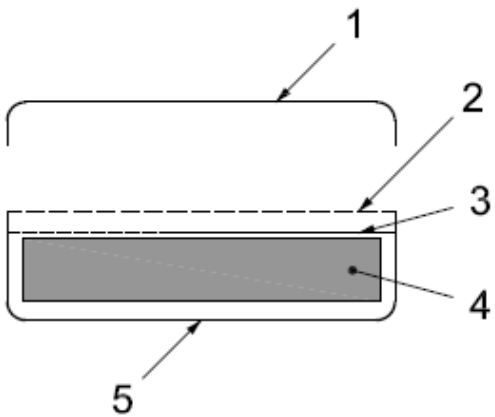
- alcuni canestri sono più sensibili a temperatura e umidità;
- impiego per brevi periodi di campionamento;
- perdita dell'informazione se non si effettua la misura dei gamma dopo poco tempo dalla fine del campionamento.

# Rivelatori a carbone attivo

Scintillazione liquida



Spettrometria gamma




**Keys**

1 lid enabling hermetic seal with base container
2 diffusion barrier (optional)
3 open-mesh grille
4 activated charcoal
5 base container

**Figure C.1 — Device using activated charcoal**

# Dispositivi digitali passivi

Rientrano in questa categoria strumenti alimentati da batteria o da rete elettrica, ma non in grado di monitorare in continuo la concentrazione di gas radon (forniscono solo un valore medio).

Sono a tutti gli effetti passivi dal momento che il radon entra per diffusione nello strumento.

Permettono di visualizzare a display la concentrazione media di radon in un certo intervallo di tempo (solitamente negli ultimi 7 giorni e dall'inizio della misura).

Sono molto economici: poche centinaia di euro.

**Attenzione alla loro taratura!**

# Dispositivi digitali passivi: CANARY (Corentium)

**PRINCIPIO DI MISURA**

Canary può essere paragonato ad una versione digitale di un tradizionale rivelatore a tracce. Il gas diffonde all'interno di una camera di misura e, quando gli atomi di radon decadono, emettono particelle alfa che vengono rilevate da un fotodiodo al silicio. Ogni particella alfa che colpisce il fotodiodo genera un piccolo segnale in termini di corrente elettrica. Per mezzo di un amplificatore a bassa potenza e un convertitore, il segnale di corrente viene convertito in un segnale di tensione maggiore. L'ampiezza del segnale è proporzionale all'energia della particella alfa che colpisce il fotodiodo. Il cervello del monitore è un micro-controller che registra il tempo e l'energia di ogni particella rilevata e utilizza queste informazioni per calcolare la concentrazione media del gas radon su un giorno, una settimana e un anno.

**SPECIFICHE TECNICHE**

**Precisione (a 100 Bq/m³):**
misure a breve termine (7 giorni): 20% dopo una settimana,
misure a lungo termine: 10% dopo un mese

**Accuratezza:** < 5% ± 5 Bq/m³

**Alimentazione:** 3 LR03 (batterie alcaline AAA) - 3 anni di durata

**Dimensioni:** 120mm × 69mm × 22.5mm

**Peso:** 130 grammi (batterie incluse)

# Dispositivi digitali passivi: RAMON

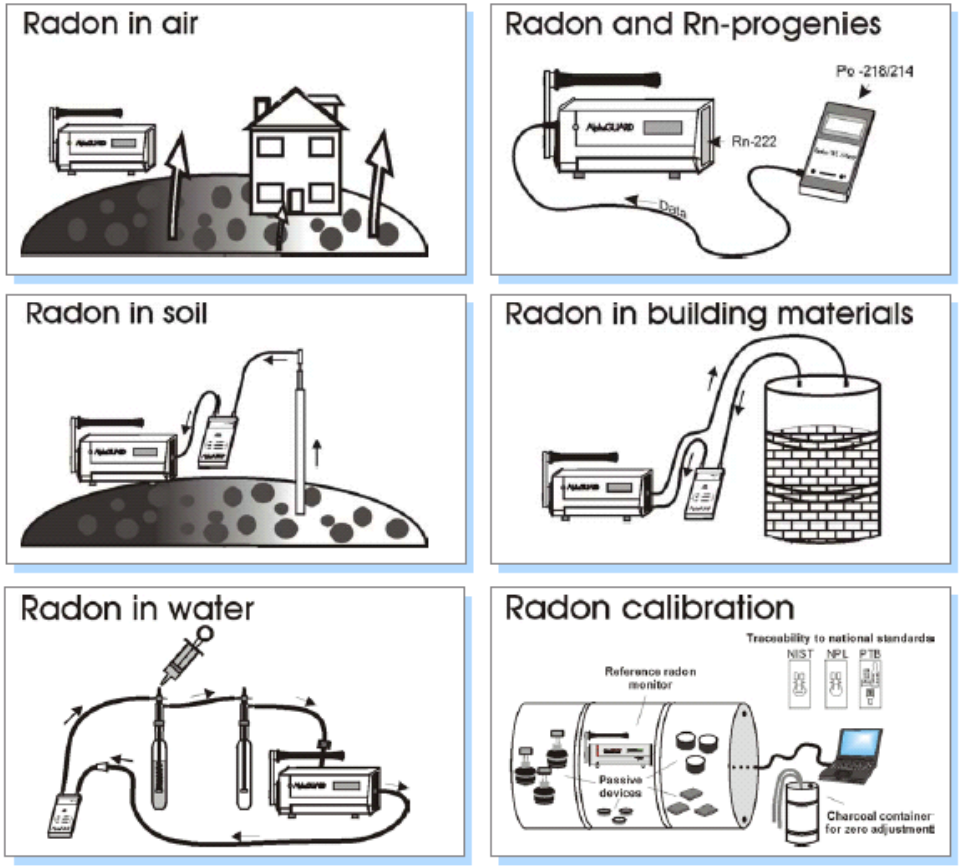
# (Safety Siren PRO in USA e Canada)

**Dati tecnici:**

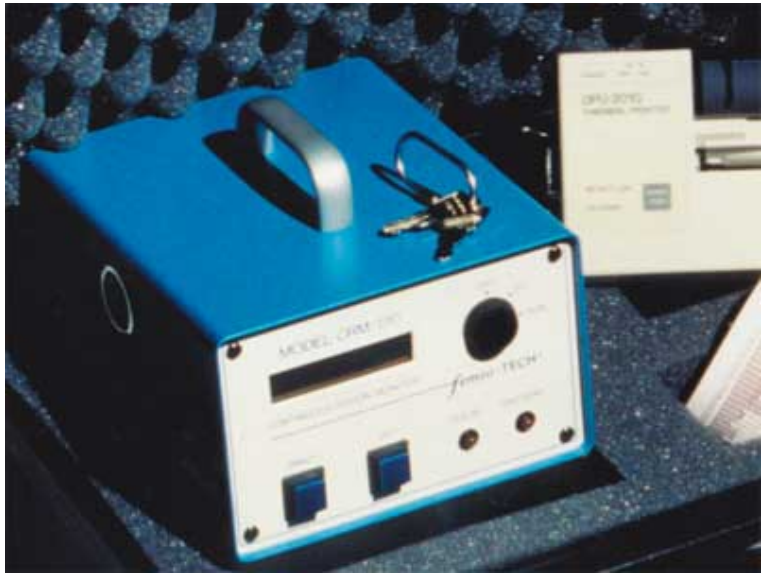
- Concentrazione del radon espressa in Bq/m$^3$
- Display a 4 cifre con range da 1 a 9999 Bq/m$^3$
- Risoluzione 1 Bq/m$^3$
- Risultato aggiornato ogni ora
- Accuratezza e precisione entro il +/- 20% come da convenzione internazionale (precisione effettiva più elevata)
- Bassissimo consumo elettrico, senza alcuna manutenzione
- Approvazione CE secondo EN 60335, EN 55014 e EN 61000
- Misura a breve termine: concentrazione del radon negli ultimi 7 giorni
- Misura a lungo termine: concentrazione del radon dall'inizio del suo funzionamento o dall'ultimo reset
- Nessuna perdita di dati se lo strumento viene disconnesso dalla rete
- Alimentazione 230 V
- Garanzia: 2 anni

# Strumenti in continuo

## AlphaGUARD



# Strumenti in continuo



# Camere radon: taratura degli strumenti e dei dispositivi passivi

*STAR: System for Test Atmospheres with Radon*

Si compone di:

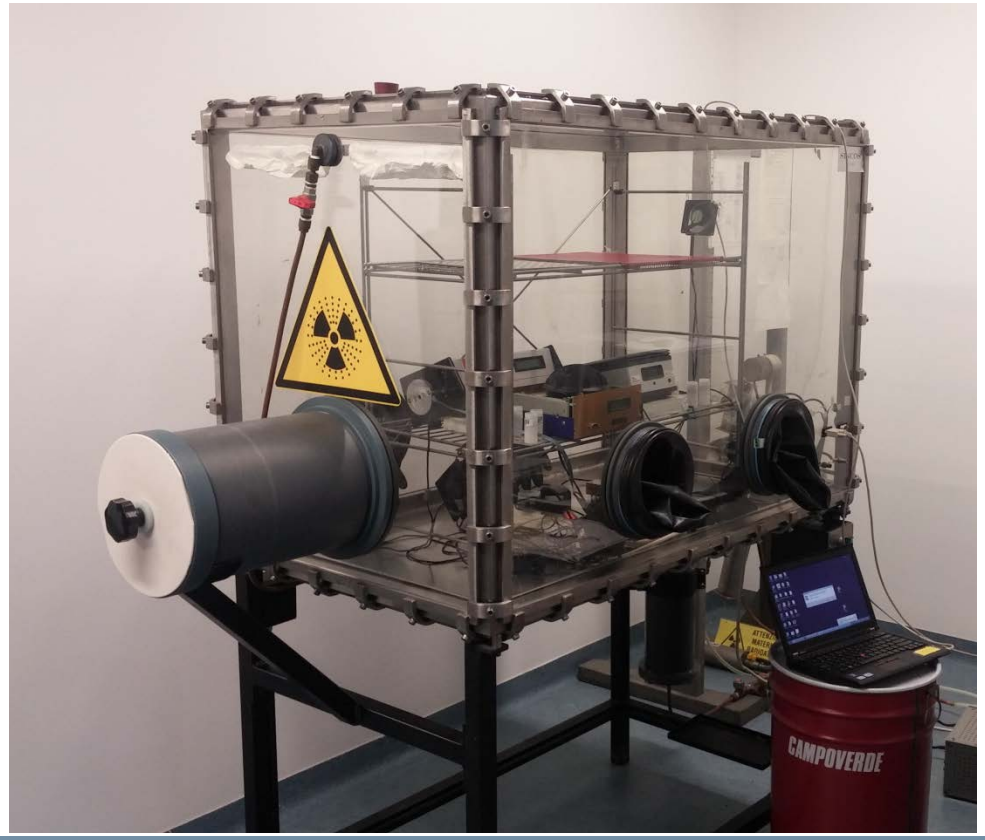
- equipaggiamento per produrre l'atmosfera;
- equipaggiamento per contenere l'atmosfera;
- atmosfera di riferimento così creata;
- equipaggiamento e metodi per monitorare l'atmosfera.

# Camere radon: taratura degli strumenti e dei dispositivi passivi

## ENEA – INMRI

il campione primario

# Camera radon CESNEF



# Accreditamento secondo la norma ISO/IEC 17025

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

AREA RISERVATA | CONTATTI | LIN

Ba

HOME | CHI SIAMO | ACCREDITAMENTO | SALA STAMPA | PUBBLICAZIONI | OSSERVATORIO | SEGNALAZIONI | TRA

Banche Dati

- Organismi accreditati e riconosciuti
- Laboratori di prova
- Laboratori Medici
- Organizzazioni che gestiscono circuiti interlaboratorio
- Laboratori di taratura
- Organizzazioni/aziende con sistema di gestione certificato
- Operatori biologici controllati

## Banche Dati

Database degli operatori accreditati/riconosciuti da ACCREDIA - Organismi di certificazione, ispezione e verifica, Laboratori di prova, medici e di taratura, PTP e PMR - e delle Organizzazioni certificate da Organismi accreditati/riconosciuti.

***Siamo lieti di comunicarvi che dallo scorso venerdì 10 ottobre la banca dati delle aziende certificate nel settore costruzioni (IAF 28), per lo schema Qualità (ISO 9001), è in collegamento telematico con AVCPASS, il sistema informatico per la verifica delle caratteristiche dei partecipanti ai bandi per gli appalti gestito direttamente da ANAC (Autorità Nazionale Anticorruzione).***

*E' iniziato, quindi, un periodo di osservazione del nuovo sistema, periodo di tempo nel quale le informazioni presenti nella Banca Dati Accredia potrebbero non essere complete. In caso di bisogno si prega di rivolgersi direttamente all'Organismo di Certificazione interessato.*

CONTENUTO DELLE BANCHE DATI

# Interconfronti

La partecipazione a interconfronti è importante per testare il proprio sistema e le procedure adottate.

Condotti in camere radon,

quindi in condizioni «controllate».

Sono richiesti anche per

l'accreditamento secondo la

ISO/IEC 17025

# Interconfronto in campo

***The Organising Committee would like to thank the "Terme di Lurisia" Management, for their enthusiastic participation in Marie Curie's tunnel radon intercomparison organisation.***

TERME DI LURISIA

Medical Thermal SPA

***TIMETABLE***

- ***15th May***: *Participants' registration*
- ***15th June***: *Payment deadline*
- ***30th June***: *Devices delivered to ARPA IVREA*
- ***July-August***: *Exposure in Lurisia tunnel*
- ***September***: *Devices returned to originating laboratories*
- ***30th November***: *Results and questionnaires returned;*
- ***31th January 2015***: *Participants own results reported;*
- ***March-April 2015***: *Final congress, including presentation of final Intercomparison's results and certificates' delivery.*

***ORGANISING COMMITTEE***

| | |
|---|---|
| *Francesco CARDELLINI* | *ENEA – INMRI* |
| *Enrico CHIABERTO* | *Arpa Piemonte* |
| *Luisella GARLATI* | *Politecnico di Milano* |
| *Daniele GIUFFRIDA* | *JRC Ispra* |
| *Mauro MAGNONI* | *Arpa Piemonte* |
| *Gianfranco MINCHILLO* | *JRC Ispra* |
| *Elena SERENA* | *Arpa Piemonte* |
| *Rosabianca TREVISI* | *INAIL* |

***IN-FIELD INTERCOMPARISON OF PASSIVE RADON MEASUREMENT DEVICES***
***LURISIA SPA, CUNEO, ITALY***

*July - August 2014*

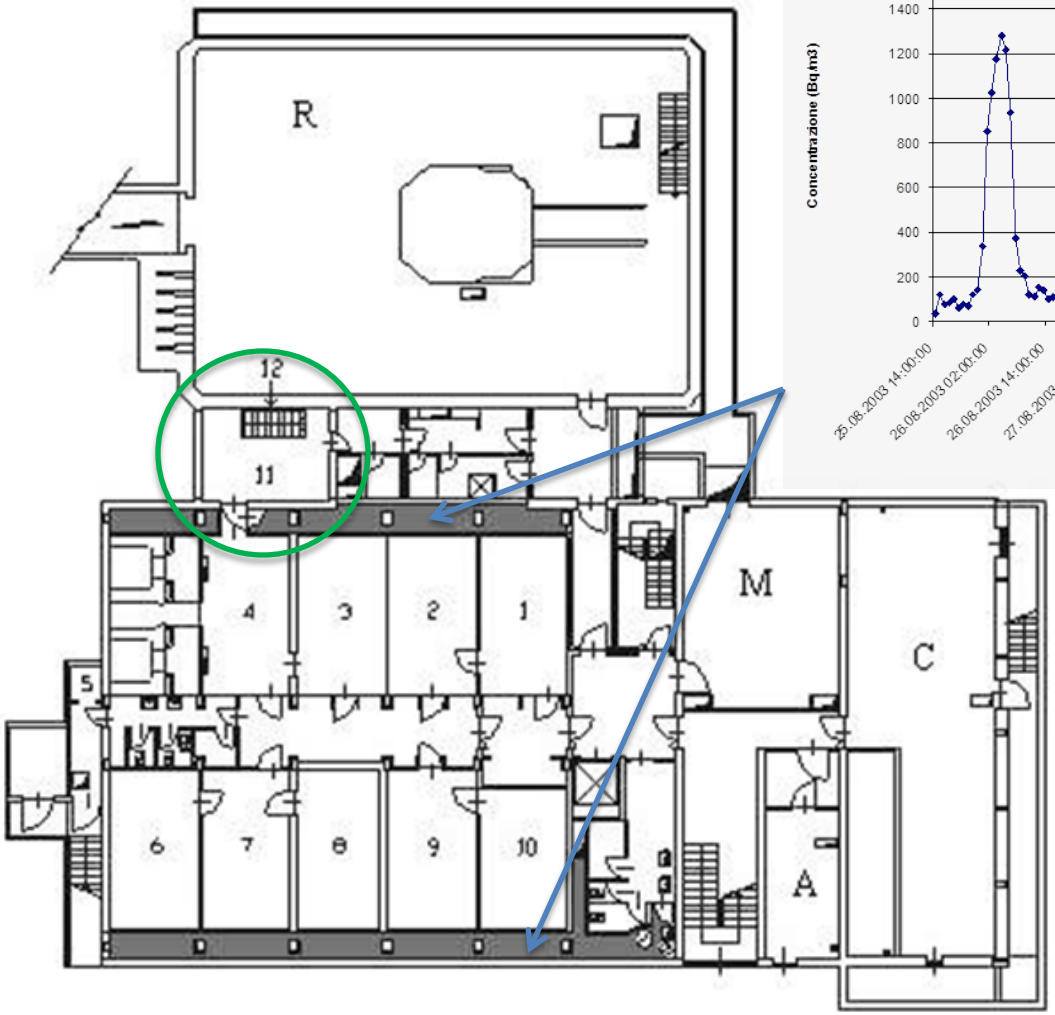
***Terme di Lurisia***

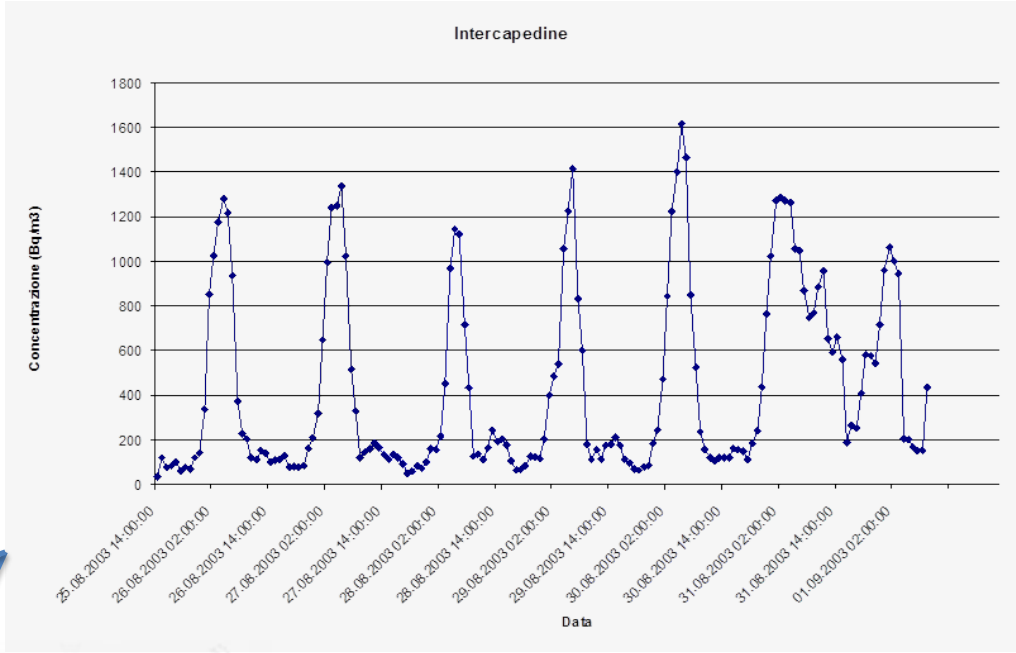
*Roccaforte di Mondovì (CN)*

# Interconfronto in campo

| Dispositivi | Percentuale |
|---|---|
| CR-39 | 66% |
| Elettreti | 24% |
| LR115 | 10% |

# Un esempio di misura: *CeSNEF*



# Azioni di rimedio

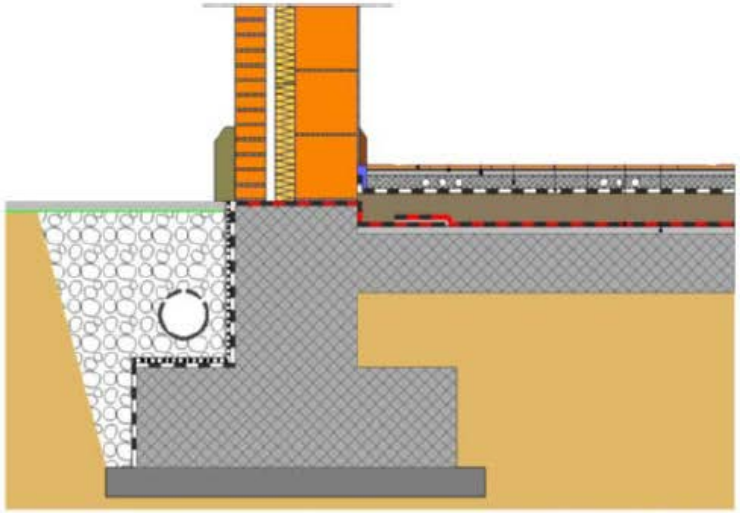
- ✓ Vanno valutate caso per caso
- ✓ Si parte dalle più semplici ed economiche
- ✓ «Prevenire è meglio che curare»
- ✓ Analisi costo/efficacia (anche a livello nazionale….)
- ✓ Non improvvisarsi esperti

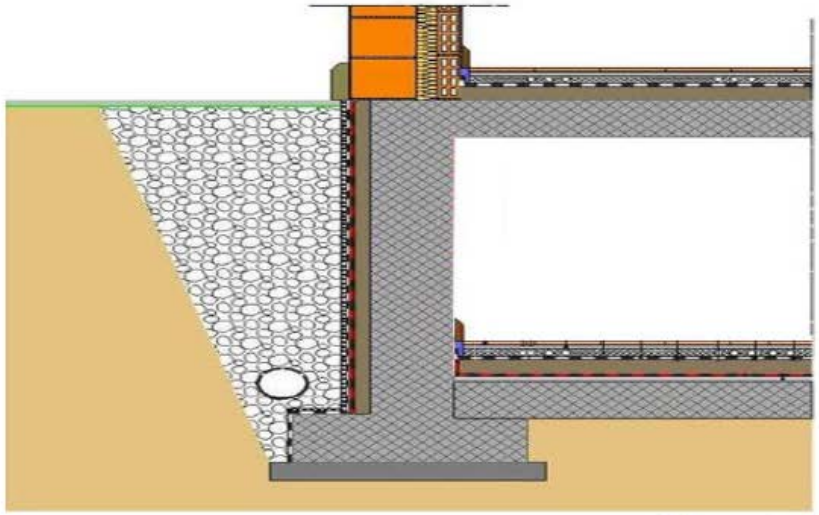
# Azioni di rimedio

I metodi più comuni sono:

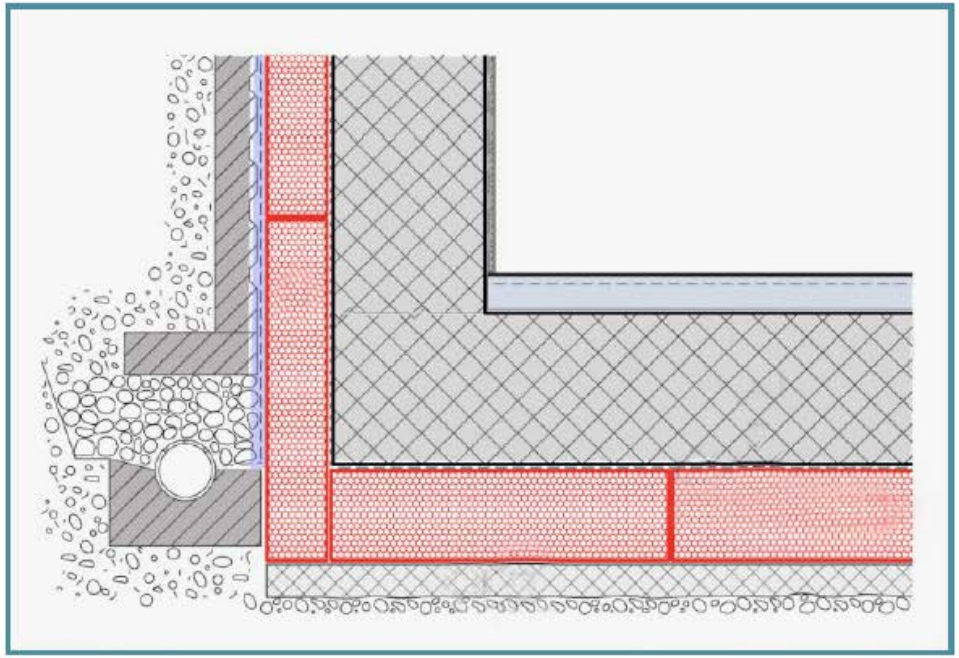
- favorire il ricambio d'aria nei locali aumentando la ventilazione naturale attraverso porte e finestre;
- isolare l'edificio dal suolo al fine d'impedire l'ingresso del radon nell'abitazione (sigillatura di crepe, fessure, tubazioni, rivestimento in cemento del pavimento in cantina...);
- dotare l'abitazione di impianti di ventilazione artificiale;
- aumentare la pressione all'interno dei locali;
- ventilare naturalmente o artificialmente i vespai.

# membrane impermeabili al radon

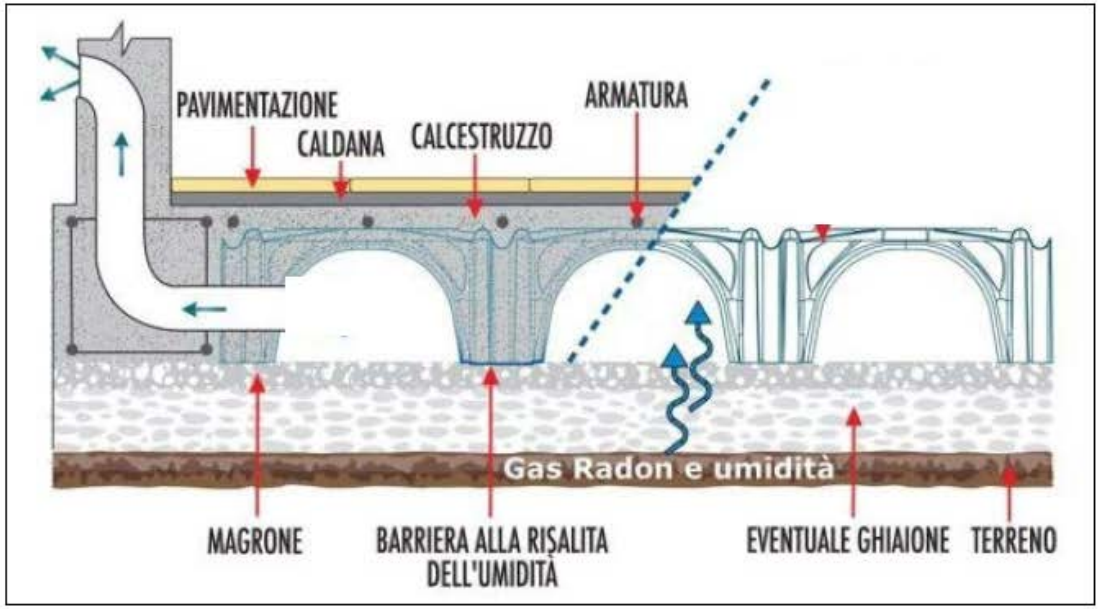


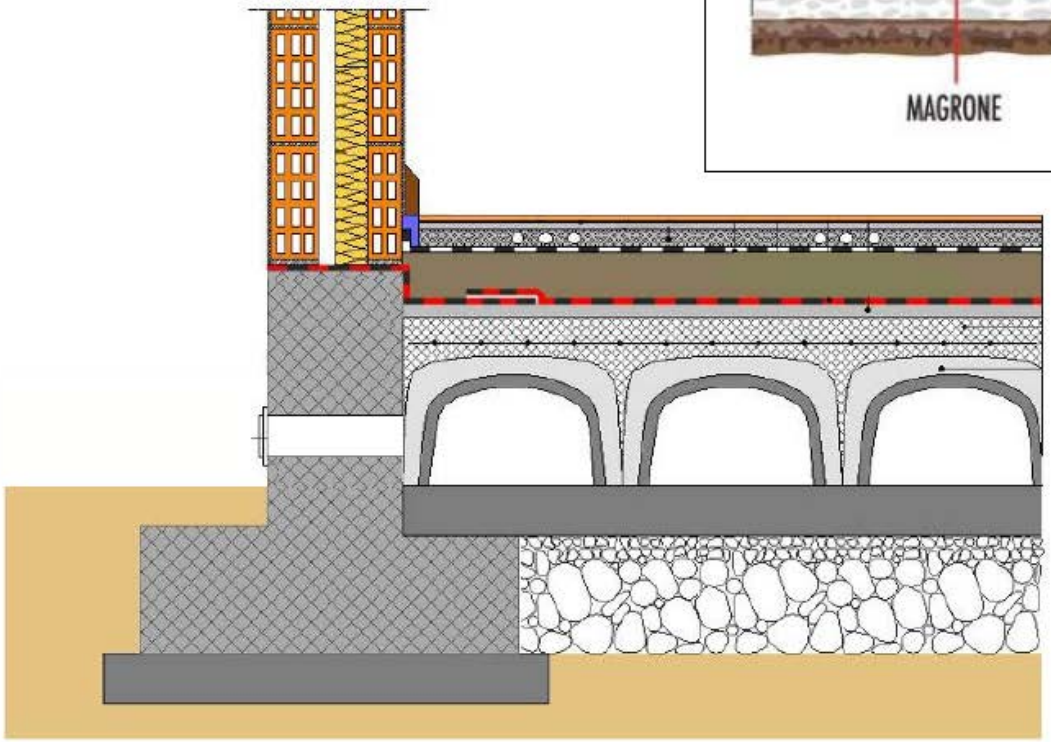


# isolanti impermeabili al radon

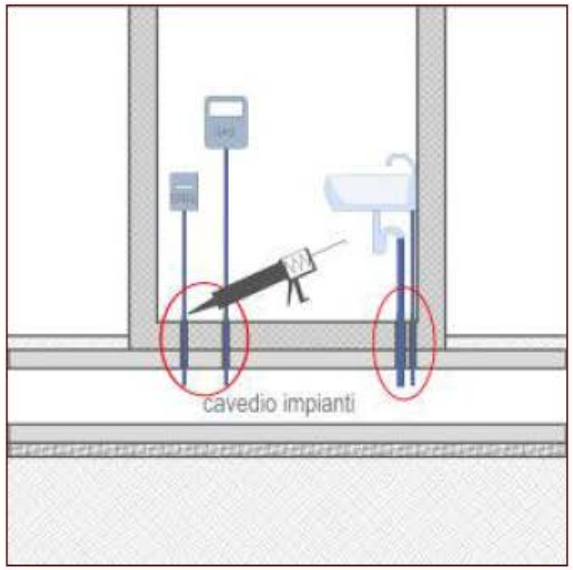


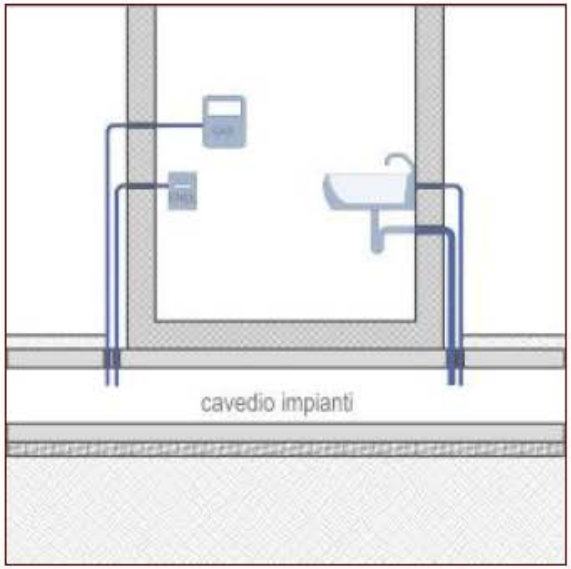
# vespaio ventilato

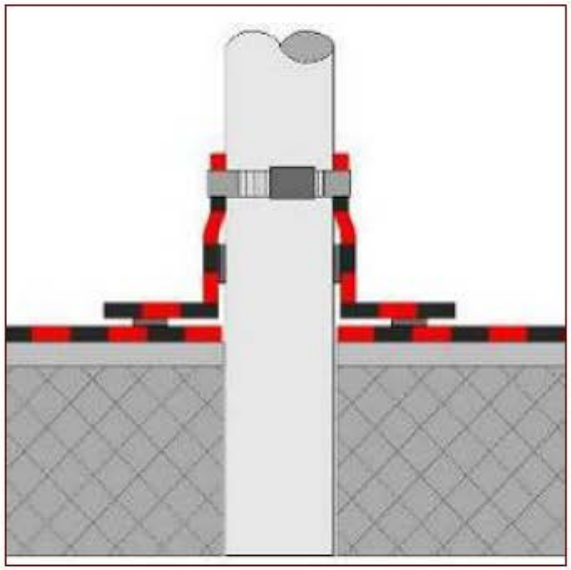


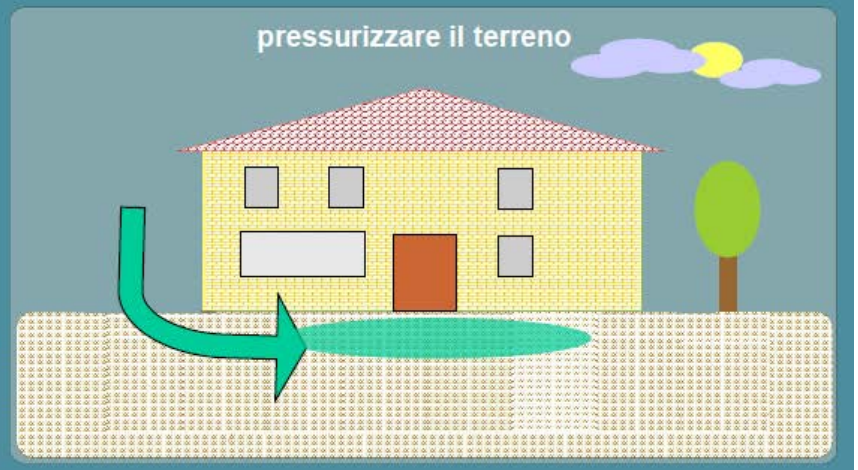
# sigillatura giunti e tubazioni





# Tecniche di bonifica o di mitigazione



# Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni

Condotta dall'Istituto Superiore della Sanità (ISS) e dall'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA, poi APAT e ora ISPRA ambiente).

Promossa nel 1988 e terminata nel 1992.

Campione di 5600 abitazioni distribuite in 200 comuni.

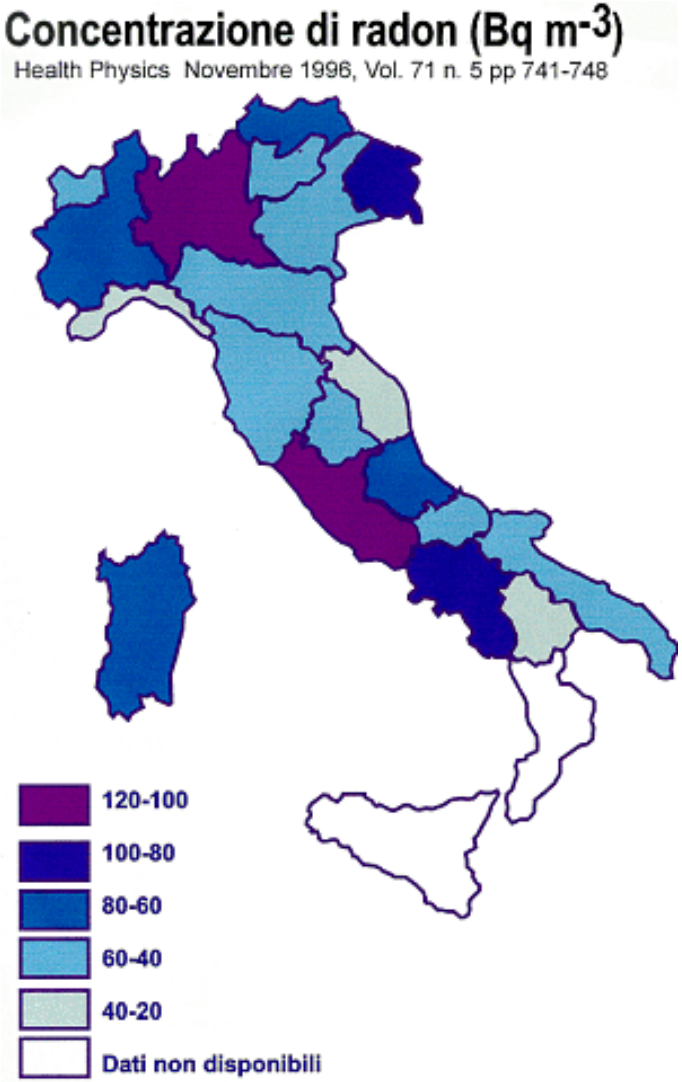
Hanno partecipato 17 regioni e 2 province autonome.

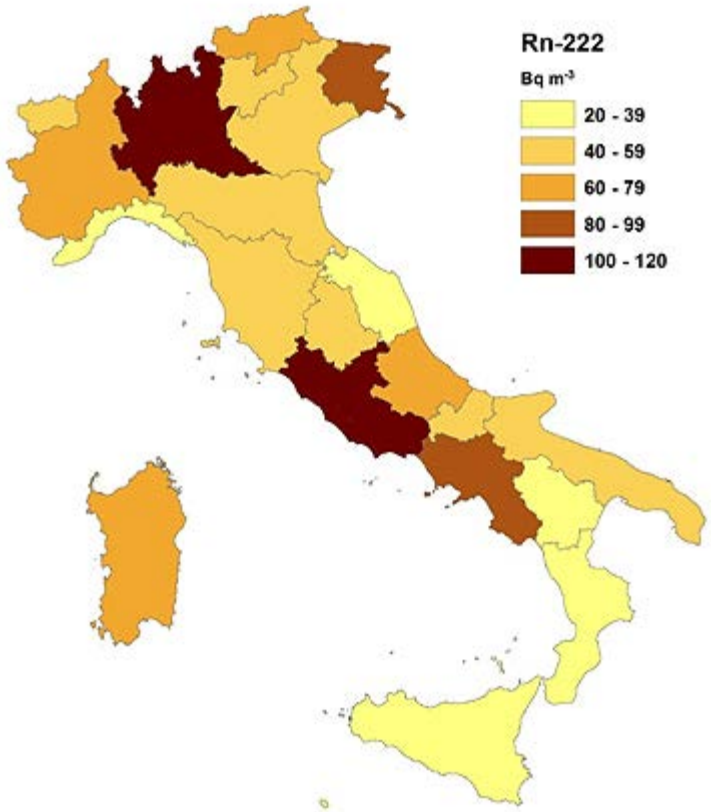
In ogni casa si sono collocati due dosimetri per un totale di quattro rivelatori: tre LR115 e un CR-39.

In più si è collocato un TLD al LiF per determinare il contributo della dose assorbita dovuta a radiazione gamma.

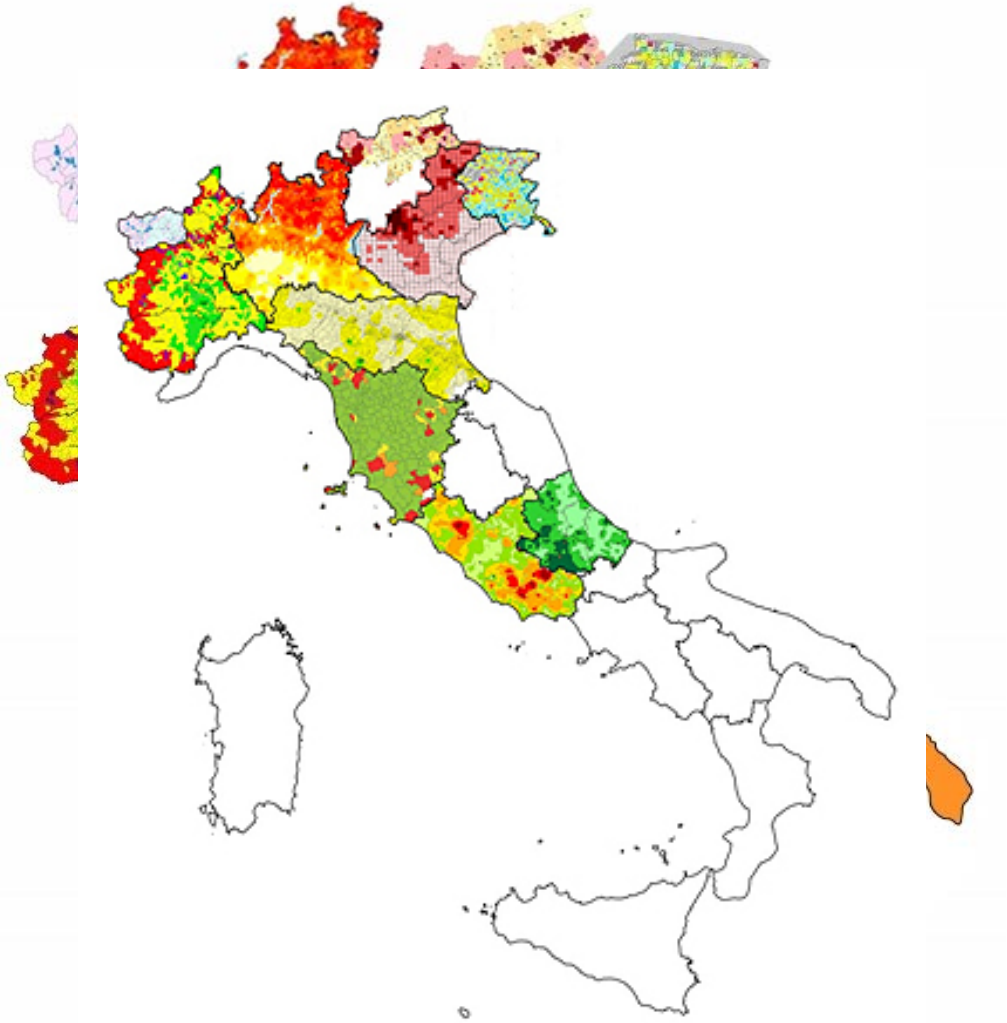
Il valore medio nazionale è risultato di **77 Bq/m$^3$**

# Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni



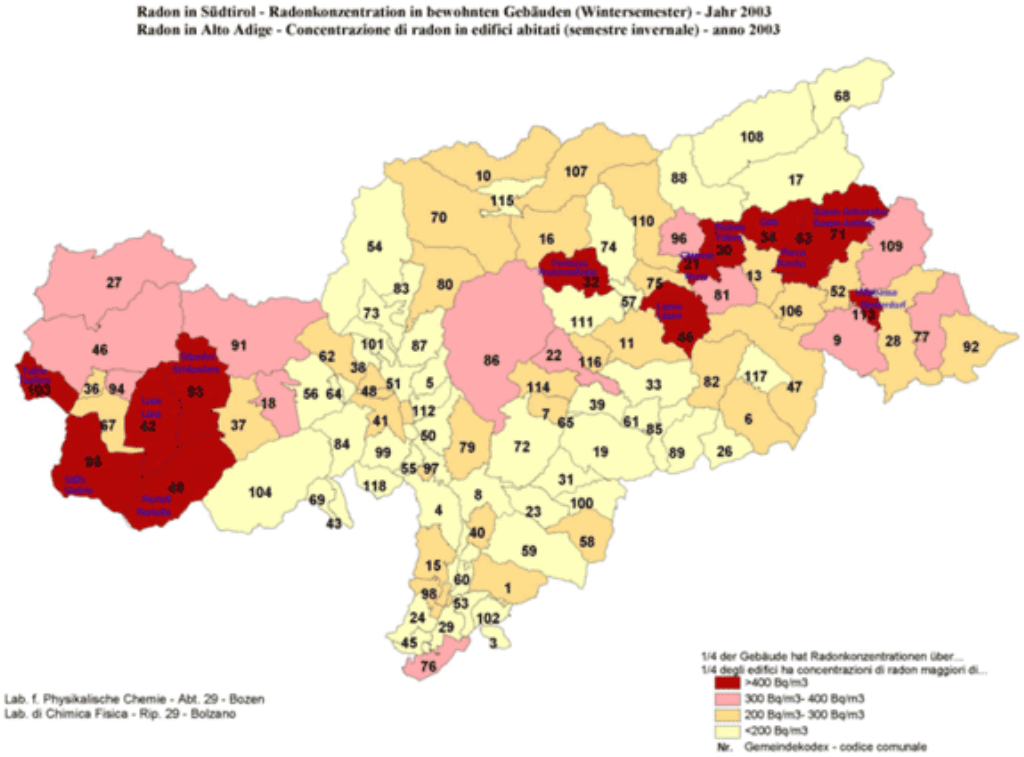




www.isprambiente.gov.it



Indagini regionali per l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon
Fonte ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
2014

ATTENZIONE: Il valore di concentrazione media in una regione o in un'area non fornisce un'indicazione affidabile riguardo al livello di radon della propria abitazione, per conoscere il quale è necessario effettuare una misura con dispositivi e protocolli adeguati. Maggiori informazioni alla pagina "Come si misura il radon" sul sito www.iss.it/radon


Radon in Südtirol - Radonkonzentration in bewohnten Gebäuden (Wintersemester) - Jahr 2003
Radon in Alto Adige - Concentrazione di radon in edifici abitati (semestre invernale) - anno 2003
Lab. f. Physikalische Chemie - Abt. 29 - Bozen
Lab. di Chimica Fisica - Rip. 29 - Bolzano
1/4 der Gebäude hat Radonkonzentrationen über...
1/4 degli edifici ha concentrazioni di radon maggiori di...
>400 Bq/m3
300 Bq/m3- 400 Bq/m3
200 Bq/m3- 300 Bq/m3
<200 Bq/m3
Nr. Gemeindekodex - codice comunale

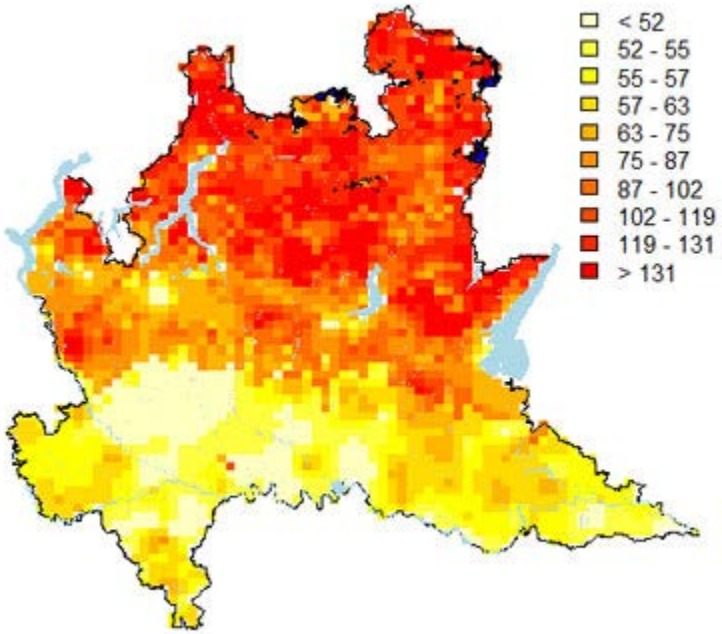
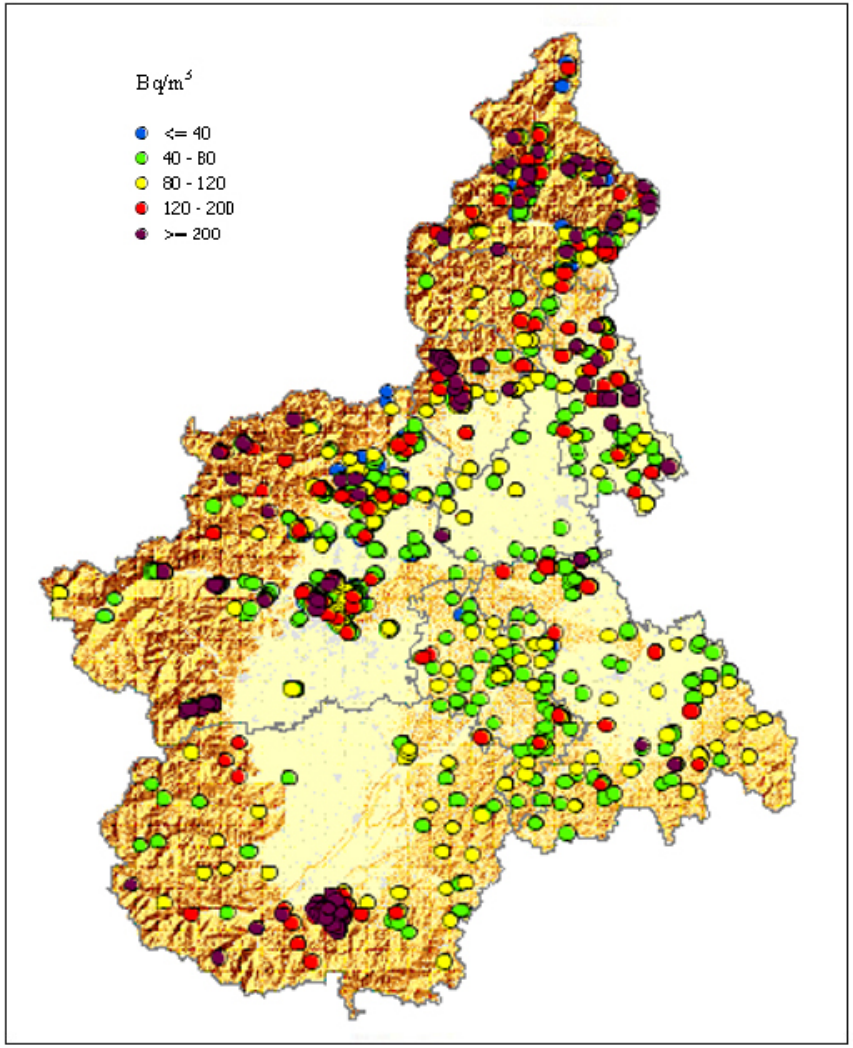
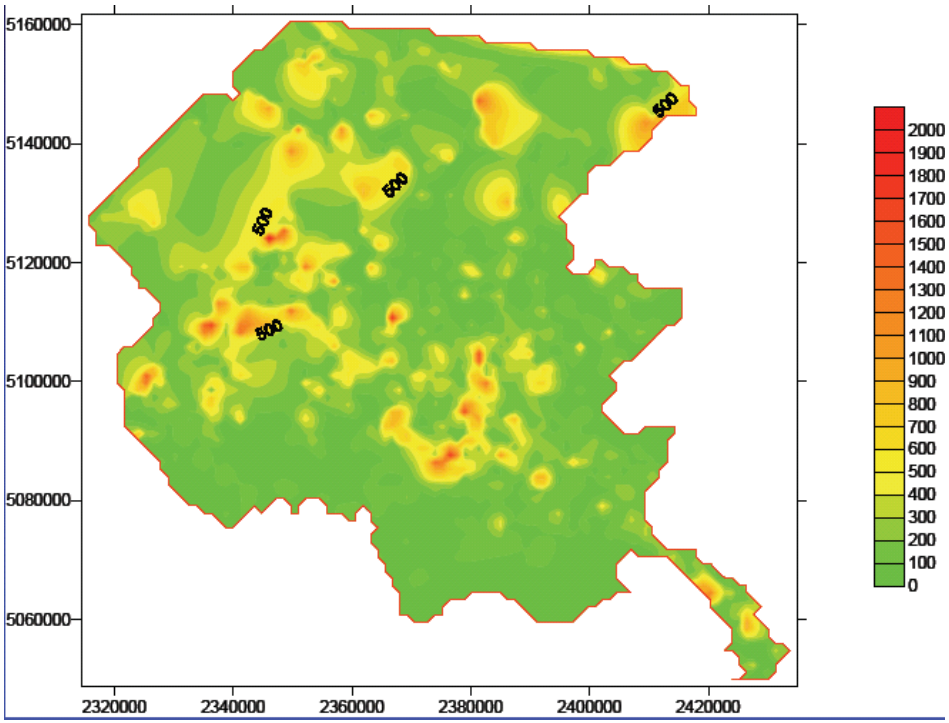

< 52
52 - 55
55 - 57
57 - 63
63 - 75
75 - 87
87 - 102
102 - 119
119 - 131
> 131

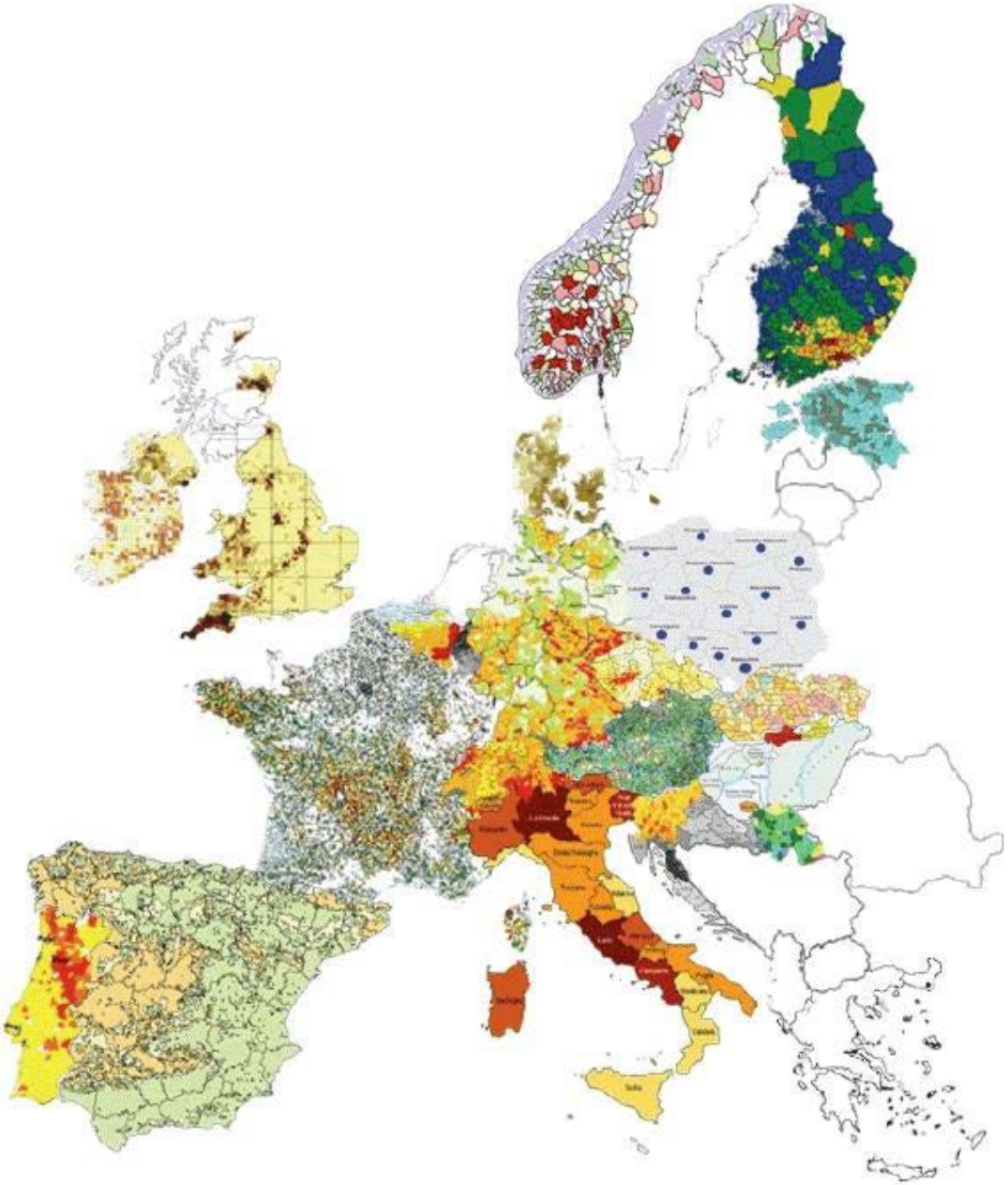
**Figura 12.19 - Misura della concentrazione di attività radon in abitazioni e scuole - anno 2007**




*Fonte: Arpa Piemonte*

# Friuli Venezia-Giulia





# Curiosità

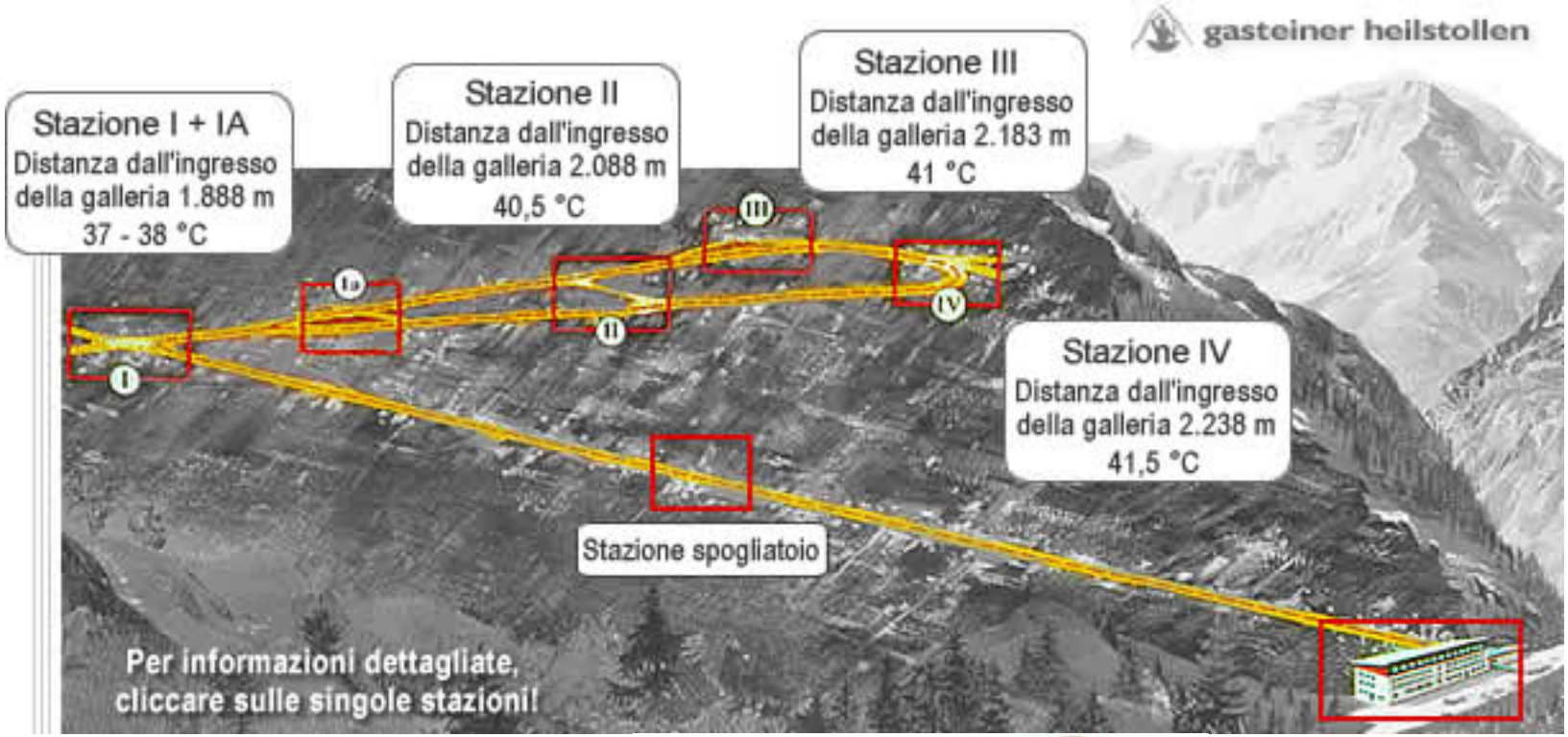
http://www.gasteiner-heilstollen.com/

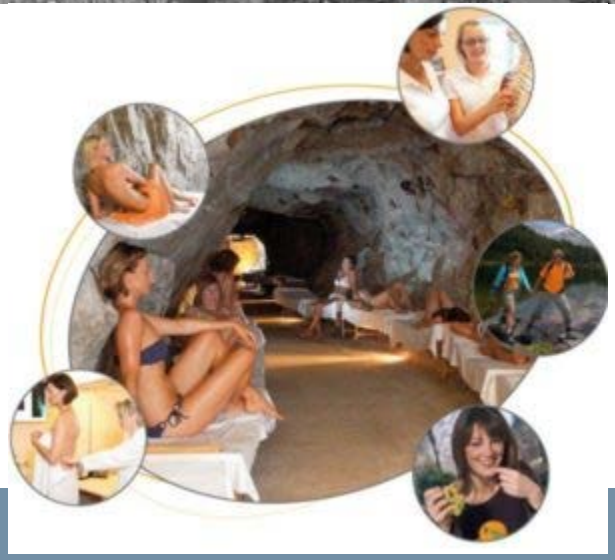
Vivere senza dolori e in maniera naturale – unica al mondo

La galleria curativa di Gastein è un centro salute di radonterapia situato nella valle austriaca di Gastein. La cura all'interno della galleria è basata su ingressi terapeutici all'interno della galleria naturale ricca di radon e lunga 2,5 km.

La combinazione di elevata umidità dell'aria, calore e radon all'interno della montagna del Radhaus a Bad Gastein rende questa galleria curativa una forma terapeutica unica al mondo. Gli effetti scientificamente provati della radonterapia all'interno di questa galleria curativa austriaca sono un duraturo lenimento dei dolori, un risparmio sul costo dei medicinali e una stabilizzazione del sistema immunitario che permane fino a un anno.

La galleria curativa di Gastein è di aiuto in caso di malattie reumatiche e infiammatori dell'apparato motorio, delle vie respiratorie e della pelle. I medici consigliano una durata di trattamento compresa fra le 2 e le 4 settimane. Ogni settimana vengono eseguiti dai 3 ai 4 ingressi all'interno della galleria curativa.


gasteiner heilstollen
Stazione I + IA
Distanza dall'ingresso della galleria 1.888 m
37 - 38 °C
Stazione II
Distanza dall'ingresso della galleria 2.088 m
40,5 °C
Stazione III
Distanza dall'ingresso della galleria 2.183 m
41 °C
Stazione IV
Distanza dall'ingresso della galleria 2.238 m
41,5 °C
Stazione spogliatoio
Per informazioni dettagliate, cliccare sulle singole stazioni!



# Uniqe worldwide - Heilstollen therapy in Gastein

| STATION I | STATION Ia | STATION II | STATION III | STATION IV |
|---|---|---|---|---|
| Distance from tunnel entrance 1.888 m | Distance from tunnel entrance 1.988 m | Distance from tunnel entrance 2.088 m | Distance from tunnel entrance 2.183 m | Distance from tunnel entrance 2.238 m |
| Temperature +37° C (98,6° F) | Temperature +39° C (102,0° F) | Temperature +40,5° C (104,9° F) | Temperature +41° C (105,8° F) | Temperature +41,5° C (106,7° F) |
| Humidity 75 % | Humidity 80 % | Humidity 85 % | Humidity 95 % | Humidity 100 % |
| Treatment Beds 80 | Treatment Beds 22* | Treatment Beds 20 | Treatment Beds 20* | Treatment Beds 36 |
| | *Possible for bed-bound patients | | *Possible for bed-bound patients | |

The healing climate of the Gastein Heilstollen galleries is **unique worldwide**.
Due to their high success rate, the healing galleries are considered the most effective form of therapy and spa treatment in Gastein valley. The exceptional effect is attributed to the naturally occurring combination of the following three **healing factors** or active agents:

- **Natural radon content** of 44 kBq/m³ in the Heilstollen air (on average)
- **Warmth** with an air temperature of 37.0 to 41.5° Celsius
- **Relative humidity** of 70 to almost 100 %

# Terme di Merano

## Curativa, fonte di benessere, efficace

L'**acqua termale di Terme Merano** proviene da Monte San Vigilio a Lana e viene utilizzata dal 1966. Si tratta di acqua minerale controllata clinicamente (come da Decreto Medico Provinciale Bolzano n. 2677 dd 30.06.1966 su base nulla osta Ministero della Sanità di Roma dd 23.06.1966), con **effetti curativi** certificati.

Nei dintorni di Monte San Vigilio abbonda il granito, che arricchisce l'acqua piovana all'interno della montagna con radon, fluoro e metalli rari. L'acqua è raccolta in una galleria lunga 1.200 m a un altitudine tra i 1.503 und 1.483 m s.l.m. e da lì è poi convogliata a Terme Merano. L'effetto benefico dell'acqua termale di Monte San Vigilio non è dovuto solamente dal suo contenuto di radon, ma anche alla sua ionizzazione, il contenuto di sali minerali e alla presenza di gas e metalli rari.

Grazie a queste caratteristiche ed elementi i benefici dell'acqua termale sono particolarmente visibili nel trattamento di malattie croniche delle vie respiratorie e malattie reumatiche delle articolazioni. A Terme Merano l'acqua termale è utilizzata per inalazioni termali e bagni termali.

Le **caratteristiche terapeutiche** sono:

Azione sedativa ed analgesica sul sistema nervoso centrale e periferico

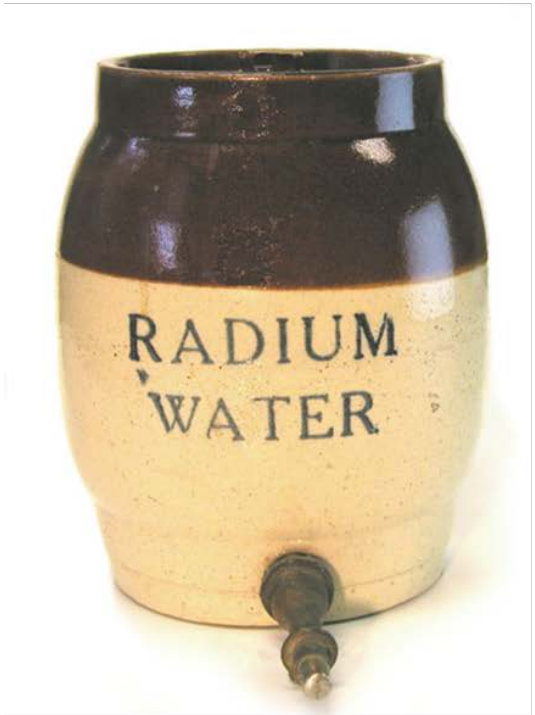
Azione vasodilatatrice periferica e ipotensiva

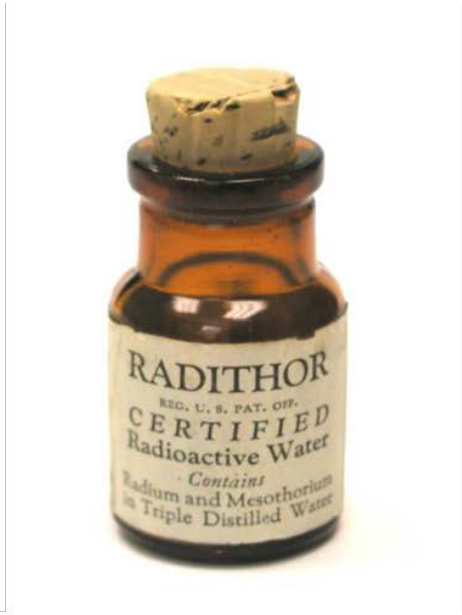
Rafforzamento del sistema immunitario delle vie respiratorie

Miglioramento in caso di allergie

http://www.orau.org/ptp/collection/quackcures/quackcures.htm

**Cliccate sulle singole immagini per avere la descrizione e divertitevi!**



# Eben M. Byers: The Effect of Gamma Rays on Amateur Golf, Modern Medicine and the FDA

*by C. Prentiss Orr, Editor*

One of the more colorful stories of the many celebrities, athletes and prominent industrialists interred at Allegheny Cemetery is that of Eben M. Byers. A one-time U.S. Amateur Golf Champion and son of Alexander

Byers whose steel manufactory produced much of the black pipe still warming many Pittsburgh homes, Eben's death in 1932 launched one of the country's largest investigations into medical quackery, promoted the responsibilities of the Federal Trade Commission and forever established the sure promise of nuclear medicine.

The story goes that, a graduate of St. Paul's School and Yale University, Eben Byers was known by his friends to be something of a "ladies man." In 1906, at the age of 27, he competed against George Lyon in the U.S. Mens Amateur and won by two strokes. Engaged in his father's business, he rose to the position of Chairman of the Girard Iron Works, of Girard, Ohio, to which he was returning by chartered train from the annual Yale Harvard game when a sudden lurch caused him to fall from his berth and injure his arm. Byers complained of persistent pain and a Pittsburgh doctor, by the name of C.C. Moyar, suggested that he take Radithor, a patent medicine new to the market. Manufactured by William J. A. Bailey, a Harvard College dropout who falsely claimed to be a doctor of medicine, the new tonic, advertised as "Pure Sunshine in a Bottle," was made by dissolving radium in water to high concentrations, and which Bailey held could cure many ailments by stimulating the endocrine glands. He offered physicians a 17% rebate on the prescription of each dose of Radithor.

*Like many products available to the ill or infirm, the Cosmos Radioactive Pad (ca. 1928) was a quilted sack containing low-grade uranium ore. Despite the intergalactic brand, the inventor's real name was Henry Cosmos.*

Byers was known to have consumed enormous doses of Radithor, as much as three bottles a day, which in addition to restoring the mobility of his arm and shoulder, offered the added benefit of libidinous power. This, of course, is conjecture, but even the briefest of biographies always notes his "way with the women." By posthumous assessment, Byers likely subjected himself to more than three times the lethal radiation dose.

*Eben M. Byers, the 1906 U.S. Men's Amateur, was the heir to A.M. Byers, a prominent manufacturer of pig iron and wrought iron pipe. Their rolling mills were located in Pittsburgh and Girard, Ohio. In 1925, the company acquired the Orient Coal & Coke Company and later merged into General Tire and Rubber Company in 1970.*

When he stopped taking the remedy in 1930, he had accumulated significant amounts of radium in his bones, leading to fractures, lesions, and eventually the loss of most of his jaw, owing to the appearance of holes in his skull. He died in 1932.

Whether due to his industrial prominence or the horrific condition of his body, Byers' death received a lot of publicity. Were he a patient of lesser social status, the effects of Radithor may have been overlooked. Fortunately for many, Byers death incited immediate action to remedy the availability of Radium to the commercial trade.

Knowing what we do today about the effects of radiation, why would anyone in the early half of the 20th Century have thought to drink radioactive water?

The answer is quite simple: Hot Spring, Arkansas. In 1903, owing to ever-increasing transcontinental transportation, these popular "health springs" became the first nationally protected land, predating the National Park System. About the same time, the discoverer of the electron, J.J. Thompson, wrote a letter to the journal *Nature* in which he described another remarkable discovery of his, the presence of radioactivity in well water. Quickly, health-conscious Americans lauded the certainty that the curative properties of the Arkansas' health springs were purely owed to radioactivity. Stated Surgeon General Dr. George H. Torney, in 1910, "Relief may be reasonably expected at the Hot Springs in . . . various forms of gout and rheumatism, neuralgia; metallic or malarial poisoning, chronic Brights disease, gastric dyspepsia, chronic diarrhea, chronic skin lesions, etc."

Further details were provided by Dr. C.G. Davis, who noted in the *American Journal of Clinical Medicine* that "Radioactivity prevents insanity, rouses noble emotions, retards old age, and creates a splendid youthful joyous life." Other noted professors exclaimed that radioactivity carried "electrical energy into the depths of the body and there subject[ed] the juices, protoplasm, and nuclei of the cells to an immediate bombardment by explosions of electrical atoms... causing the system to throw off waste products." In fact, before Marie Curie could captivate the world with her more scientific assessments, radioactivity was believed to be so important to water that, without it, water was dead. "Radium was to water what oxygen was to air."

Radithor might have been produced in East Orange, New Jersey, but Pittsburgh must take some responsibility for its availability to the public domain. It was here that in 1921, Marie Curie, in fact, visited the Standard Chemical Corporation in Oakland which was one of only two facilities in the U.S. which had helped to establish empirical standards for the quality of Radium. By the way, to make a gram of Radium required up to 500 tons of milling ore, 500 tons of chemicals, 10,000 tons of purified and distilled water, and 100 tons of coal.

By 1921, Radium had increased in value to about $125,000 per gram, and, as it was difficult to measure, owing to its extraction from small trace elements, there was a serious problem with fraudulent suppliers. Thus, one of the chief responsibilities of the Bureau of Standards in Washington, D.C., in regulating the commercial use of Radium, was to assay purported radium preparations to assure buyers that samples contained "the stated amounts – and nothing less."

Bailey Radium Laboratories of East Orange, New Jersey, offered $1,000 to anyone who could prove the product contained *less* than the stated amount. Apparently, no one ever did.

A Los Angeles company, Zimmer Laboratories, manufactured the Zimmer Radium Emanator, a bell shaped device which, when submerged in a gallon bucket of water, created "radio-active" water for "safe consumption." In 1928, the Danville Virginia Bee published an article promoting the Emanator, "Declaring that radium will add fifteen years to anybody's life,' Capt. H.R. Zimmer, Los Angeles inventor, declared that 'Radio-active' water makes old men feel young – peps em up,' said Zimmer. 'It tones up the system, reduces high blood pressure, and softens harding [sic] arteries.'"

For whatever reason, Los Angeles was the main breeding ground for companies producing radium-containing cure-alls. In fact, the large number of such companies in its jurisdiction prompted the Los Angeles County Health Department to first investigate the matter when the shock wave from Eben Byers' death reached the west coast.

*In 1921, refusing to patent her clinical findings, Madame Curie visited Pittsburgh en route to Washington D.C. to receive a gift of one gram of Radium, then valued at more than $125,000.*

Coincidentally – or perhaps, serendipitously – a graduate candidate of CalTech had advanced a recent study to understand the means by which radium might be leeched from human bones. His name was Evan Robley and, while not a household name today, his early investigations into the radioactive death of Eben Byers led him to understand the safe tolerance levels of radium exposure. Robley set the standard for radium dial painters, aided the U.S. military in WWII deployment of atomic energy and became one of the founding fathers of nuclear medicine.

William Bailey was never tried for Byers's death, but his business was shut down by the Federal Trade Commission. Their findings empowered the Federal Food & Drug Administration (once primarily an agricultural regulatory commission) greater authority to investigate quackery and claims of cure-all health benefits in all matters of marketing. Henceforth, the FDA assumed sweeping powers to regulate the drug industry and pharmacological practices.

*Eben Byers is interred in a lead-lined coffin in the Byer Mausoleum, Section 13, Lot 67. Several years ago his body was exhumed temporarily by the Federal government for radioactive testing.*

## Twenty-first Century Products

Wellrich Health Card

Well Aqua Bar

Well Aqua Bottle

Well Aqua Plate

Elbow Supporter

Tamagawa Onsen-no Hana

Well Aqua Ion Coaster

Stayer's Wrist Band

Radic Hot Spring Ware

Kometatsukun

Eco Power Minus Ion

Radon Egg

*If you have any corrections that you would like to make to the information presented here, the grammar, spelling, or anything else, please contact Paul Frame at Paul.Frame@orau.org*

**Museum Directory**

Last updated: 5/28/98

Copyright 1998, Oak Ridge Associated Universities

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

luisella.garlati@polimi.it