



**REMTECH EXPO**

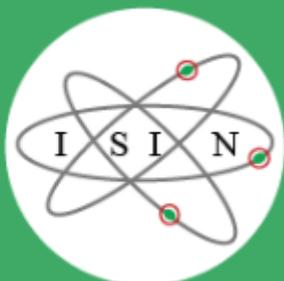


Giornata di studio Seminario di radioprotezione  
19 settembre 2019

Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: risanamenti e  
bonifiche tra novità normative e sviluppo tecnologico

**Il radon in Italia: dalla mappatura alle bonifiche. Il punto  
di vista dell'autorità di controllo**

**G.Torri**



**Ispettorato Nazionale per la  
Sicurezza Nucleare e la  
Radioprotezione**



# ***Il radon***



**Cosa è**

**Come arriva all'uomo**

**Effetti sanitari**

# **Radon**

**Metodi di misura**

**Legislazione**

**La situazione in Italia**

**Bonifiche**

***Intanto....***

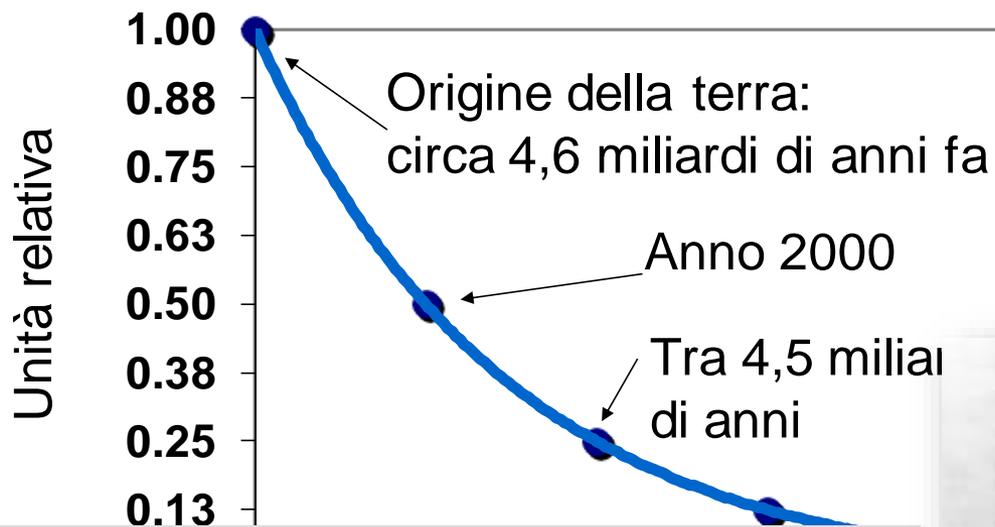
**Il radon è un problema ambientale (indoor) con serie e importanti conseguenze sanitarie, ma con soluzioni (spesso semplici)**



# Che vuol dire radioattivo?

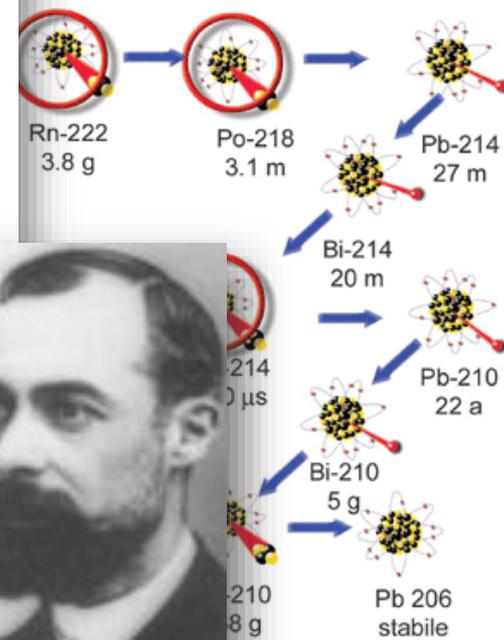


## Decadimento dell'U-238

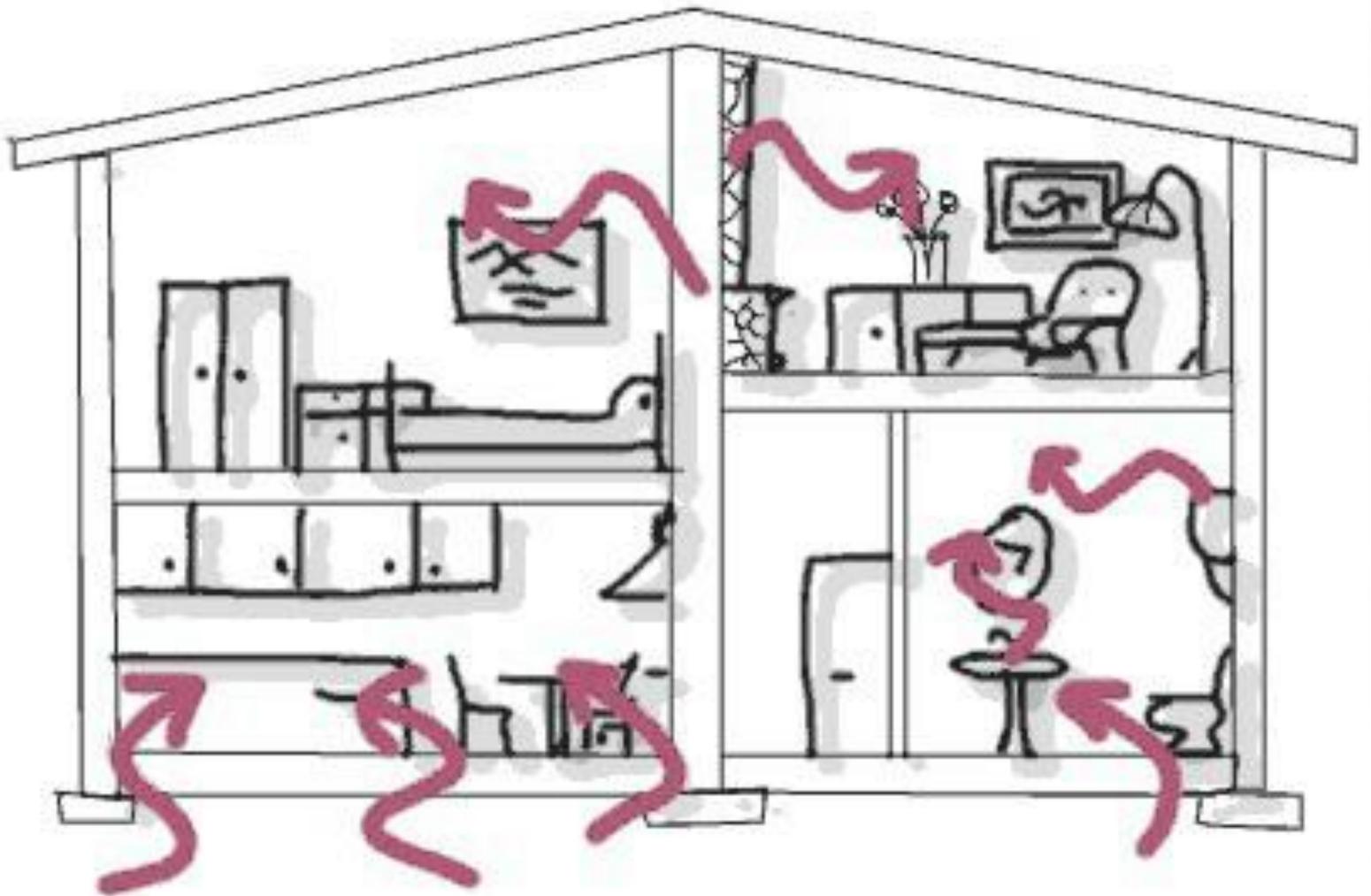


Unità di misura della concentrazione in aria  
(SI)

**Becquerel per metro cubo**  
(Bq/m<sup>3</sup>)



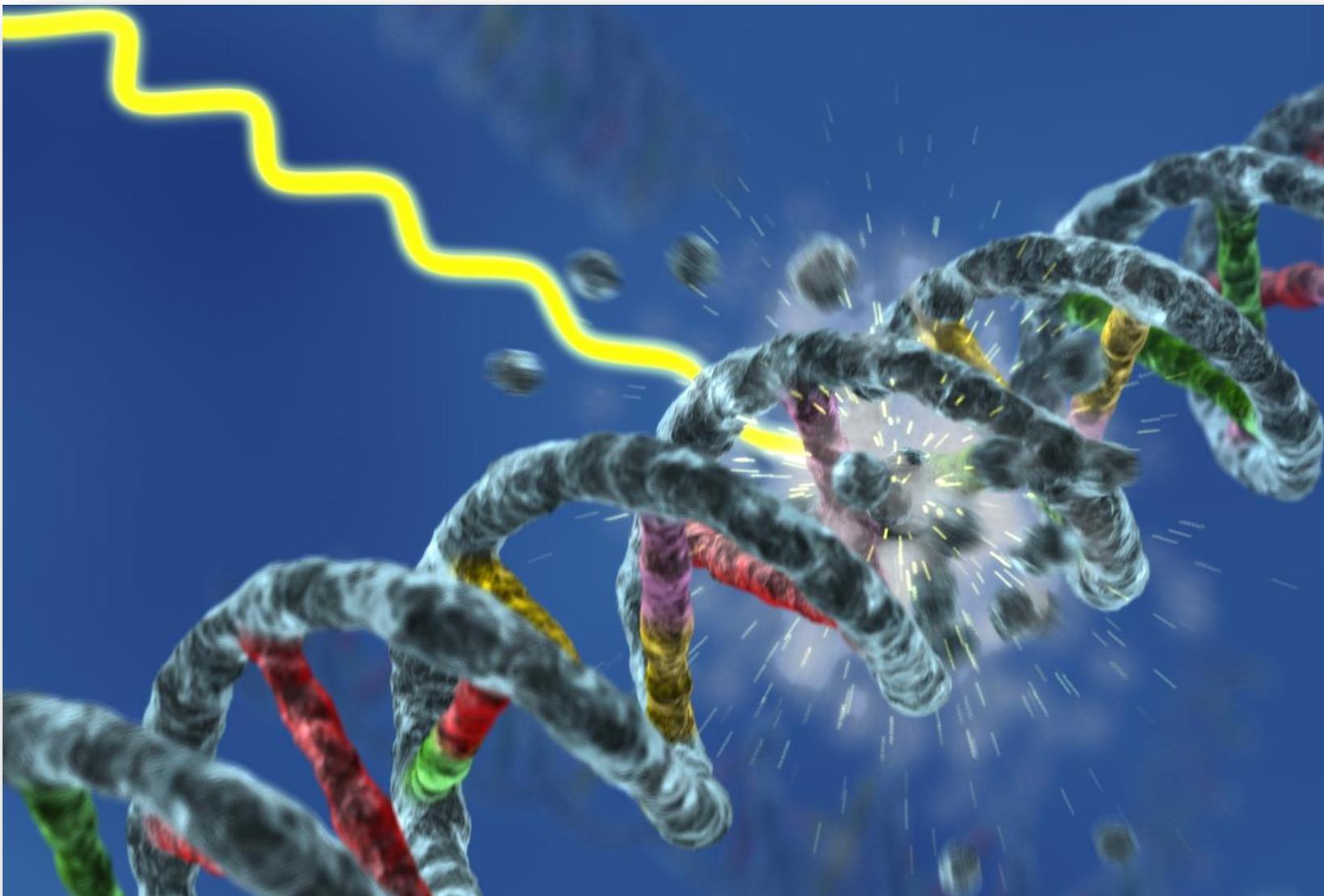
# Come e dove si forma



granuli fini



# ***Come si è esposti al radon***



# Quali conseguenze?

WHO

Organizzazione  
Mondiale della  
Sanità

IARC

International  
Agency for  
Research on  
Cancer

Valutazioni sul radon (Monografia 78) 1988

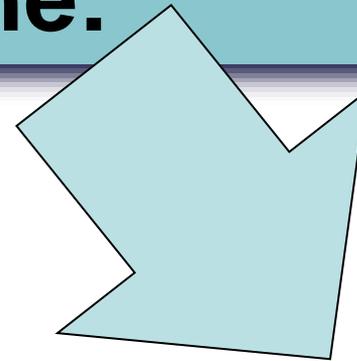
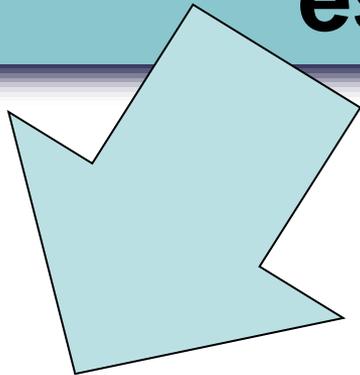
- Sufficiente evidenza di cancerogenicità da studi su animali
- Sufficiente evidenza di cancerogenicità da studi sull'uomo

## Conclusioni

Il radon è cancerogeno per **GRUPPO 1: 120** (sigarette)<sup>1)</sup>

# **ESPOSIZIONE AL RADON**

**Il rischio è funzione della esposizione:**



**Concentrazione  
(Bequerel / metro cubo)**

**X**

**Tempo di esposizione  
(ore trascorse in  
presenza di radon)**

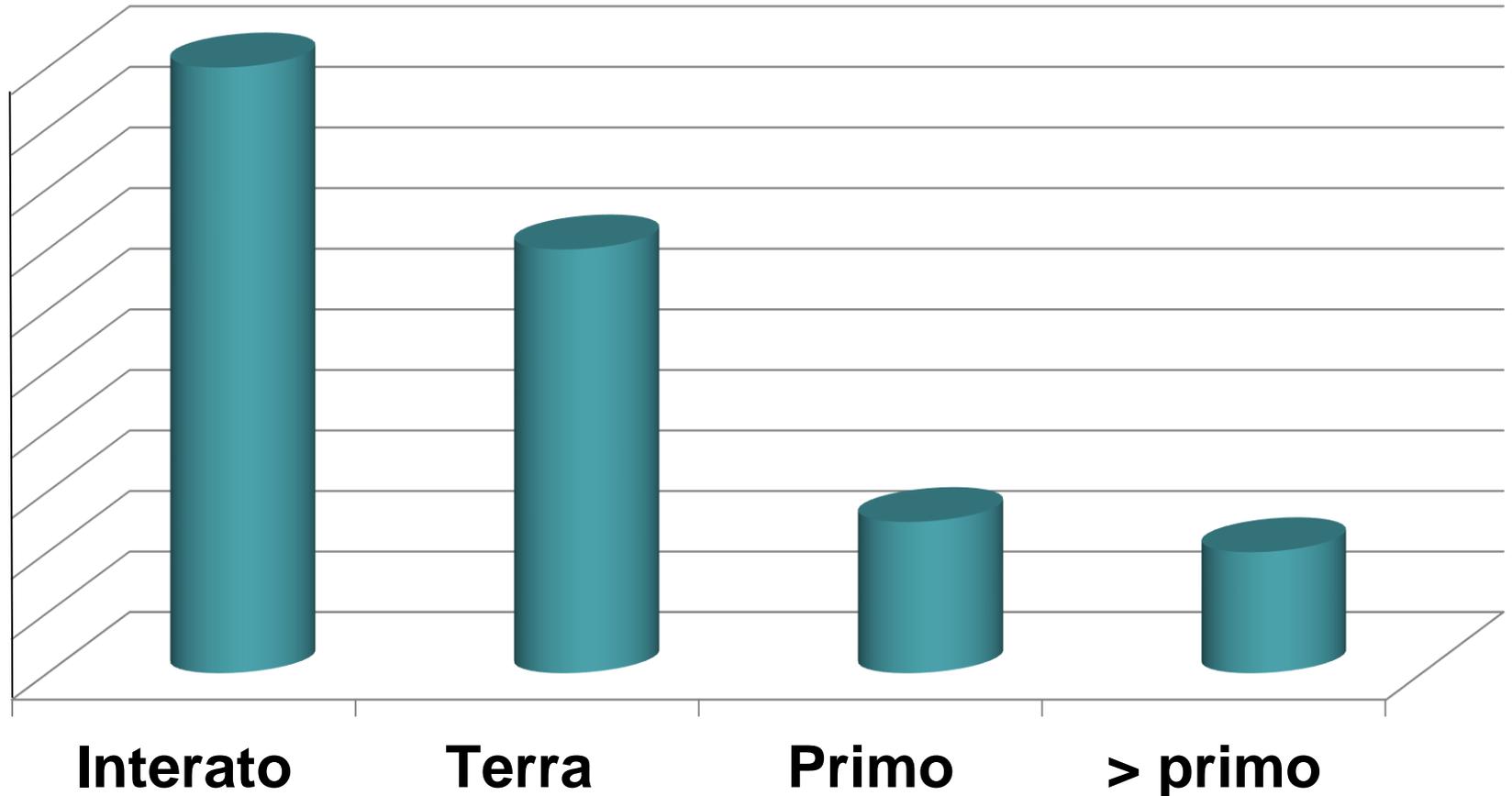
# ... ALCUNI NUMERI

<b>10</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> concentrazione all'aperto</b>
<b>59</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> concentrazione media in Europa</b>
<b>70</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> concentrazione media in Italia</b>
<b>300</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> livello di riferimento nuova Direttiva europea (dal 2018)</b>
<b>500</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> livello di azione in vigore (ambienti di lavoro)</b>
<b>Migliaia e oltre</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup> sono le concentrazioni più alte misurate</b>
<b>800.000 (~1/25)</b>	<b>le abitazioni stimate (in Italia) con concentrazioni superiori a 200 Bq/m<sup>3</sup></b>



# Dipendenza dal piano (suolo)

Concentrazione di radon

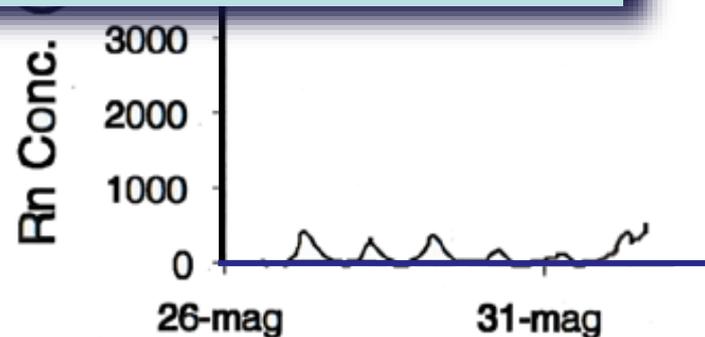
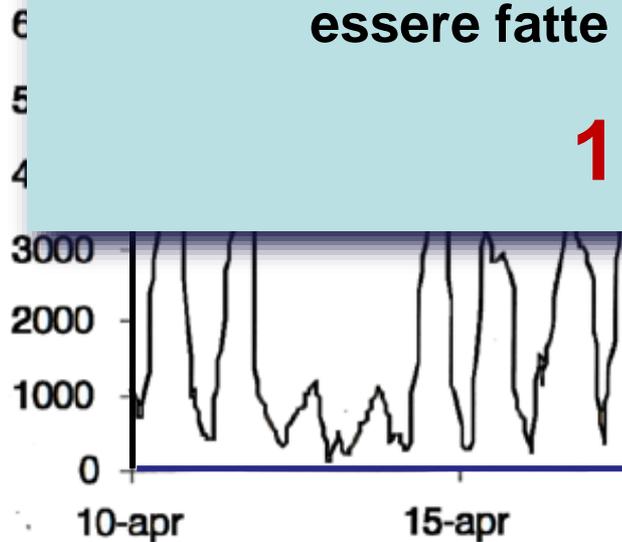


# Variabilità temporale

## Andamento della concentrazione di radon in differenti periodi (edificio UD-PA-002)

Le misurazioni (rappresentative, affidabili) devono essere fatte per un periodo lungo

**1 anno**



28

# *Rivelatori passivi*



# Variabilità spaziale

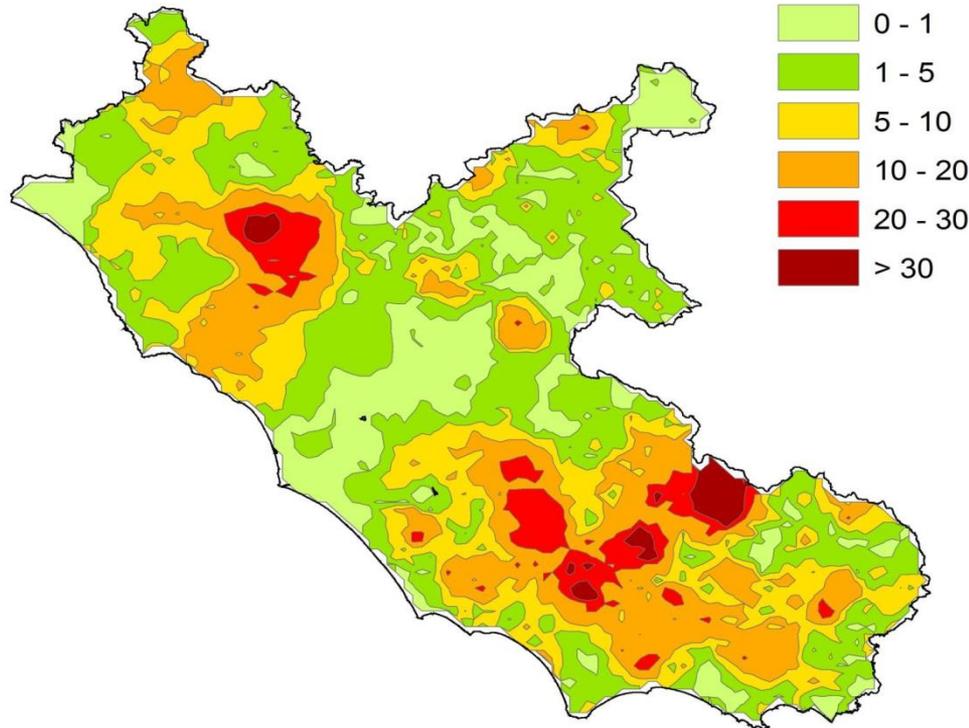
Stima della probabilità di eccedere il livello di riferimento  
300 Bq m<sup>-3</sup>

1500

Non

la

Se



100 Bq/m<sup>3</sup>

certezza

vicine”.

nella

unico

# Mappatura del territorio

**Individuazione delle “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”**

**( art.103 Direttiva del Consiglio 2013/59)**

# Normativa

## Oggi

### D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i.

- Ambienti lavoro
- Mappature (*Obbligo - art. 10 sexies*)
- Responsabilità:  
Regioni/Stato

### Come? ... Criteri...

- Sezione Speciale  
(14 Istituzioni: Ministeri, Enti, ecc)



## Domani...

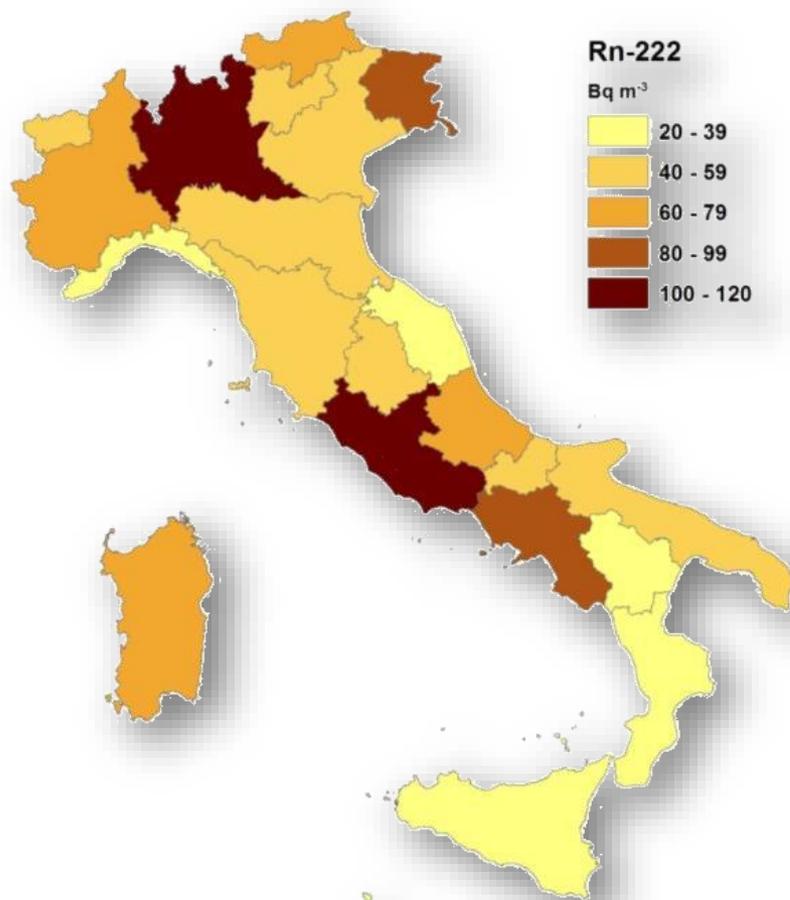
### Direttiva 2013/59/Euratom

- Ambienti di lavoro e residenziali (abitazioni)
- Mappature (*Art. 103 p.to 3*)
- Resp.: da definire

- Piano d'azione nazionale  
(*All. XVIII p.to 2*)



# Stato post indagine nazionale (1989/97)



A partire dalla metà degli  
anni '90, a seguito  
dell'indagine nazionale sono  
state avviate iniziative  
regionali per l'individuazione  
delle zone a "RISCHIO"  
radon

**Dati e criteri...**

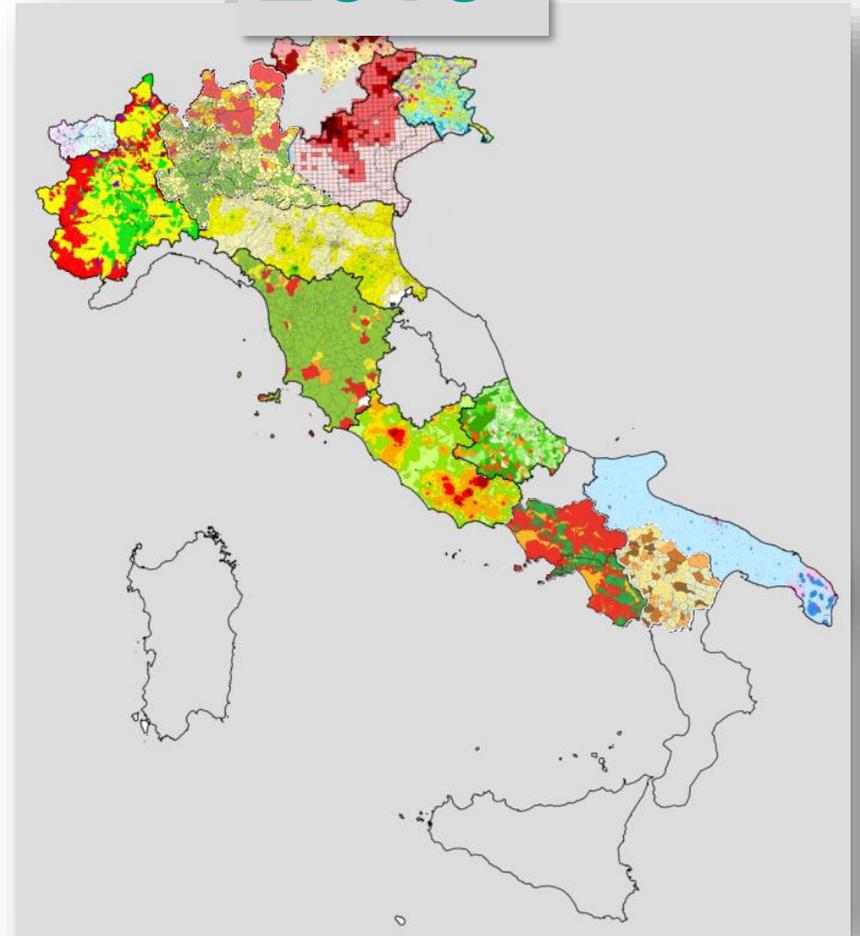
Tutti ragionati, ...

ma molto eterogenei

# ***Criteria e scelte possibili***

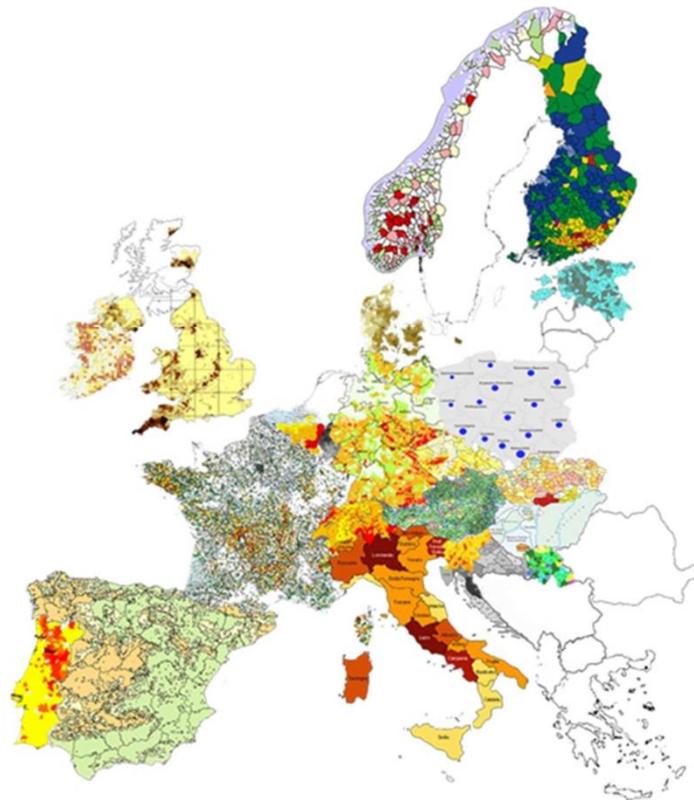
- ✓ **Dati di base**  
(geologici, radon indoor)
- ✓ **Unità territoriali**  
(campionamento e reporting)
- ✓ **Punti di misura**  
(tipologia e selezione)
- ✓ **Trattamento dei dati**
  - **indicatore**
  - **metodologia di analisi**
- ✓ **Rappresentazione**  
(colori, intervalli)

**2019**

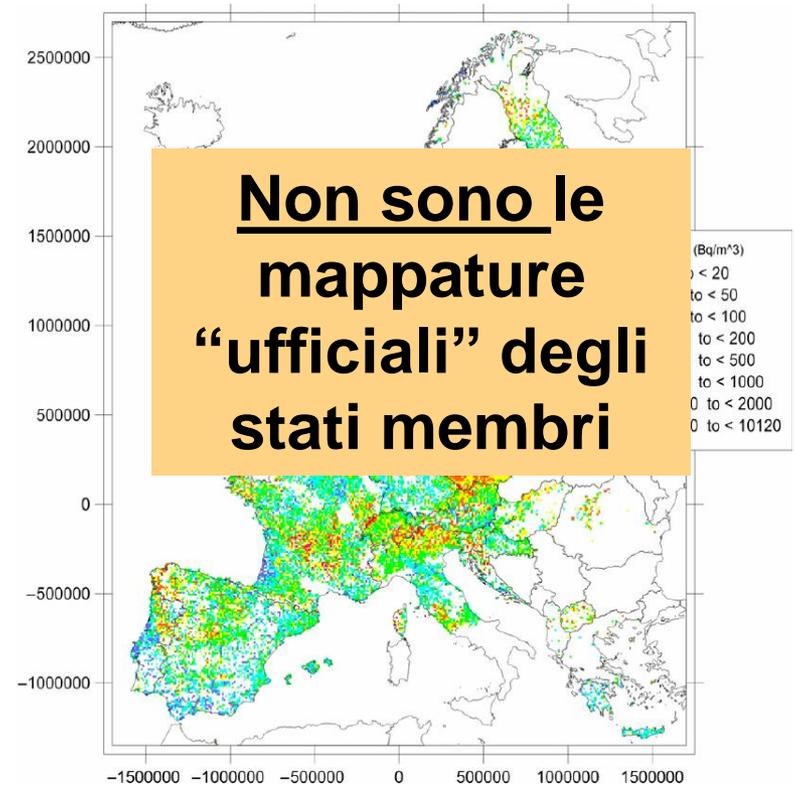


# Anche nella UE

## 2005



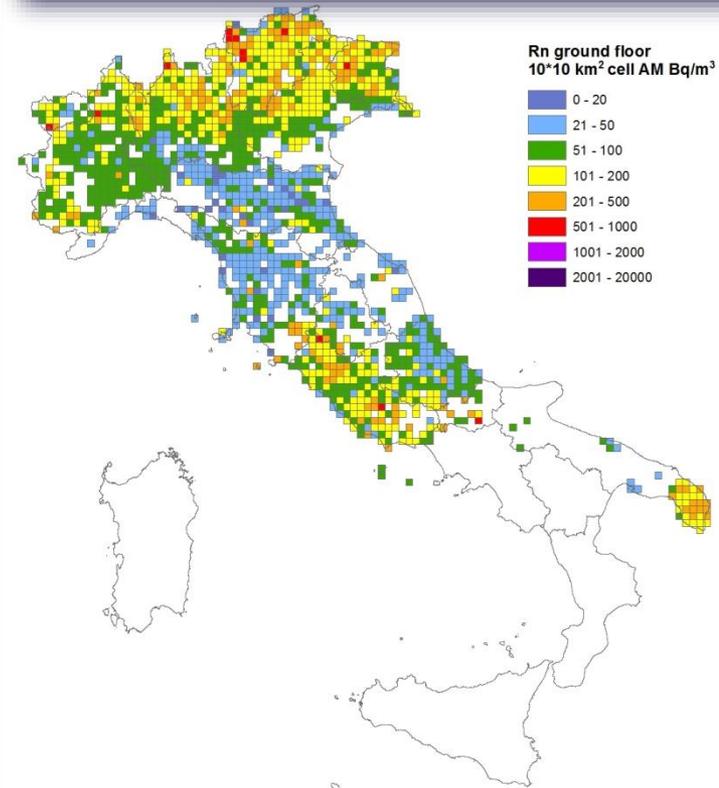
## 2018



Nel rispetto della presente e futura normativa:

- coordinamento/armonizzazione delle attività delle regioni (ARPA APPA)
- raccolta di dati validati prodotti a livello nazionale;
- condivisione dei criteri con i soggetti competenti per territorio (regioni/ARPA APPA);
- promozione di nuove indagini;
- elaborazione di una mappa nazionale;
- continuo aggiornamento della mappa;

## Europea Radon Atlas Project 2018



# Bonifiche: sorgenti di radon

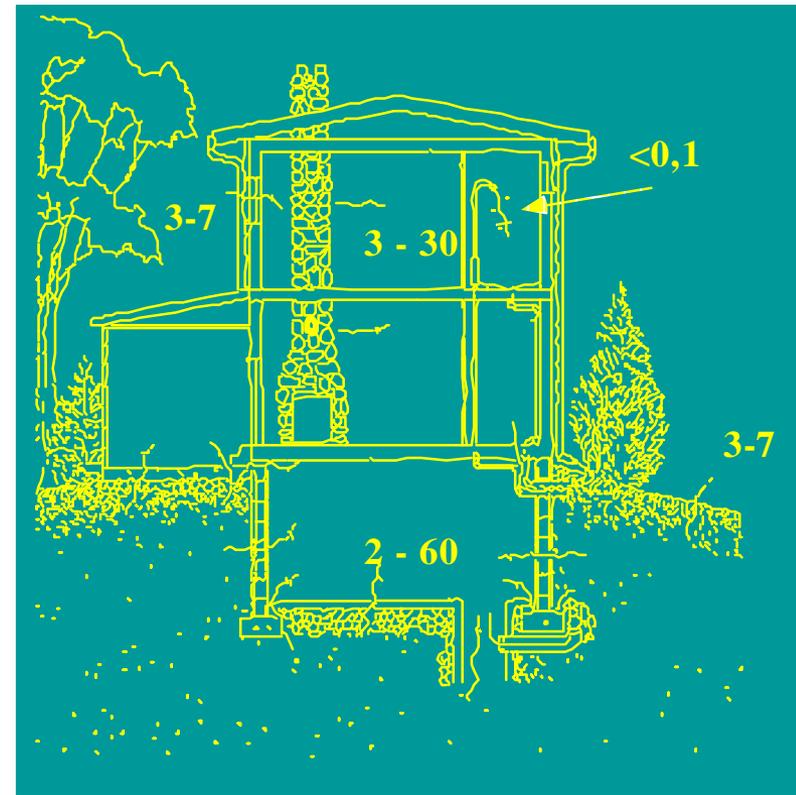
**Suolo:** 2-60 Bq/m<sup>3</sup>

**Materiali da costruzione:** 3-30 Bq/m<sup>3</sup>

**Esterno:** 3-7 Bq/m<sup>3</sup>

**Acqua:** <0,1 Bq/m<sup>3</sup>

**Altro:** <0,1 Bq/m<sup>3</sup>



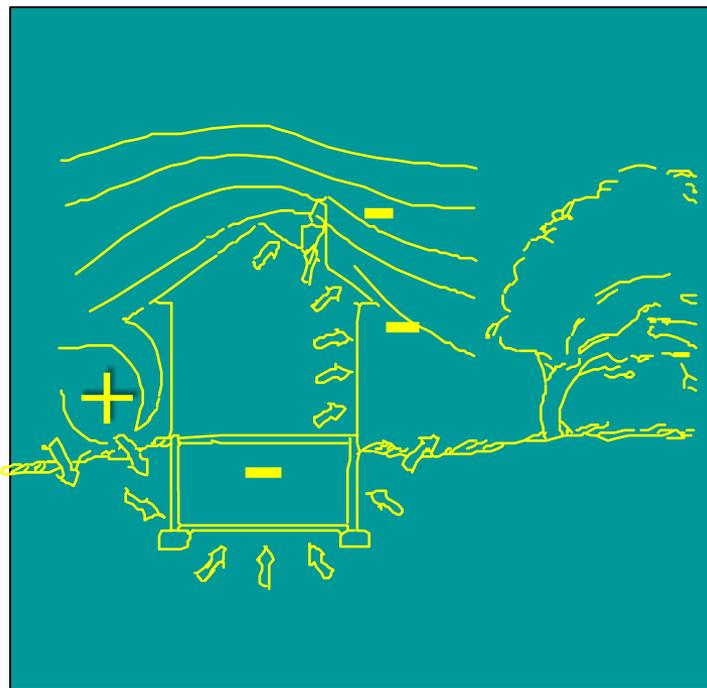
# Meccanismi di ingresso

## Effetto camino



$$t_{\text{int}} > t_{\text{ext}}$$

## Effetto vento



$$V_{\text{ext}} > V_{\text{int}}$$

# Meccanismi di ingresso

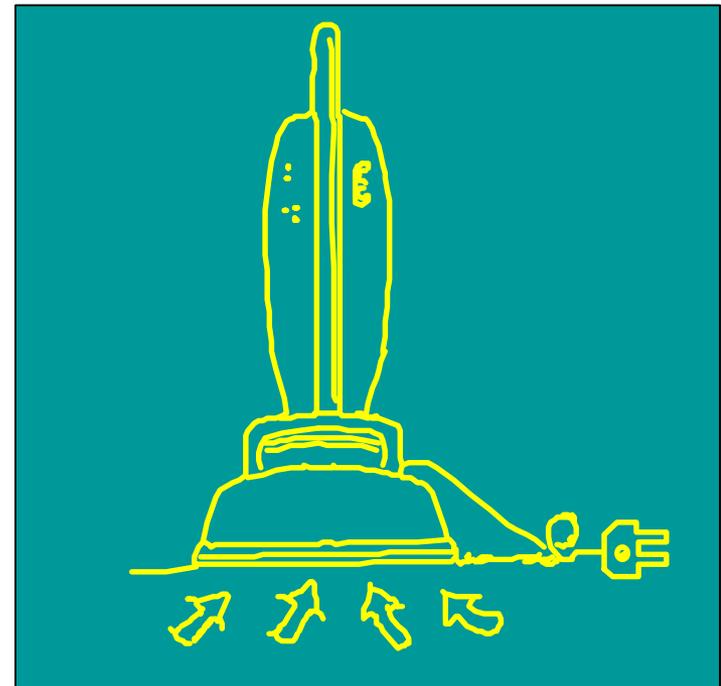
Pressione interna < Pressione esterna



$$\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = 5 \text{ Pa}$$

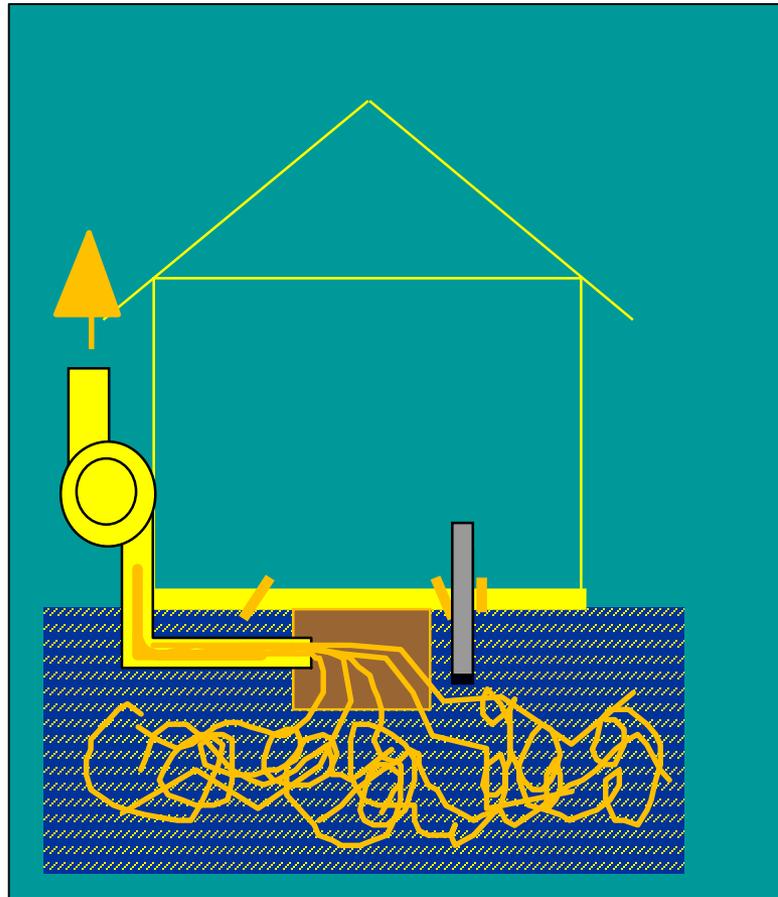


# Tipologie di bonifiche



- Eliminazione dall'aria interna**
- Diluizione con aria esterna**
- Riduzione dell'ingresso di radon**

# Depressurizzazione del suolo





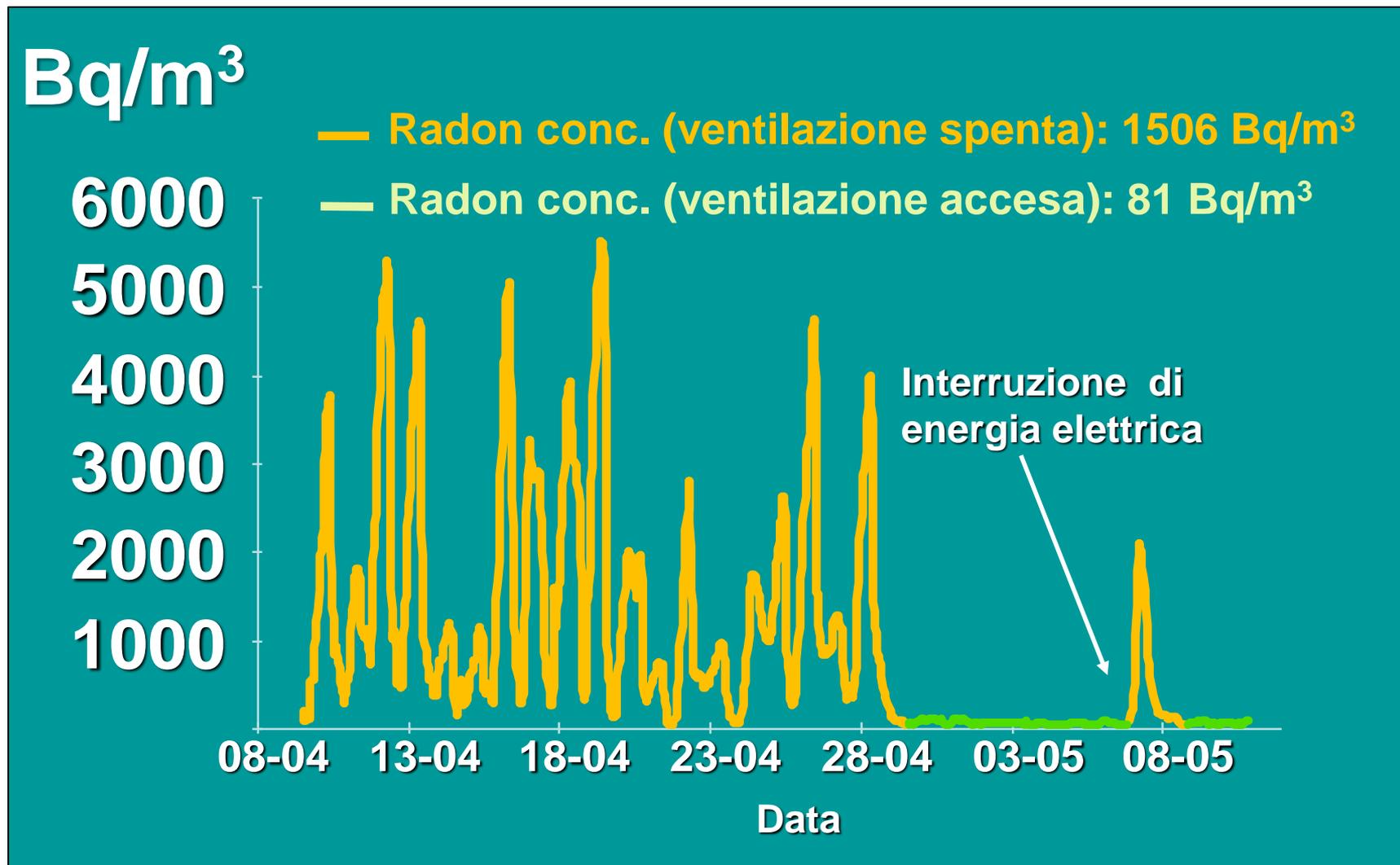






# Depressurizzazione del suolo (50Pa)

(codice edificio: FR-BE-001)



# Ricapitoliamo

- Il radon è un **problema ambientale** con serie **conseguenze sanitarie**
- L'esposizione al radon **aumenta il rischio di tumore polmonare**
- Concentrazioni elevate portano a un **rischio inaccettabile**
- Chi **fuma rischia 20-25 volte più** di chi non fuma
- Misurare la concentrazione di radon è **semplice e non costoso**
- **È possibile ridurre** la concentrazione di radon
- Chi fuma cerchi di **smettere di fumare**

