



RESPIRE

Radon real time
monitoring system



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA



LIFE Project
RESPIRE – LIFE 16 EN/it/000553

Webinar RESPIRE sul rischio da radon indoor
9 Aprile 2019

Il problema del radon nelle zone vulcaniche

Alessandra Sciarra e Tullio Ricci

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Video registrazione del webinar: <https://www.youtube.com/watch?v=W9LMmg-2W9I>

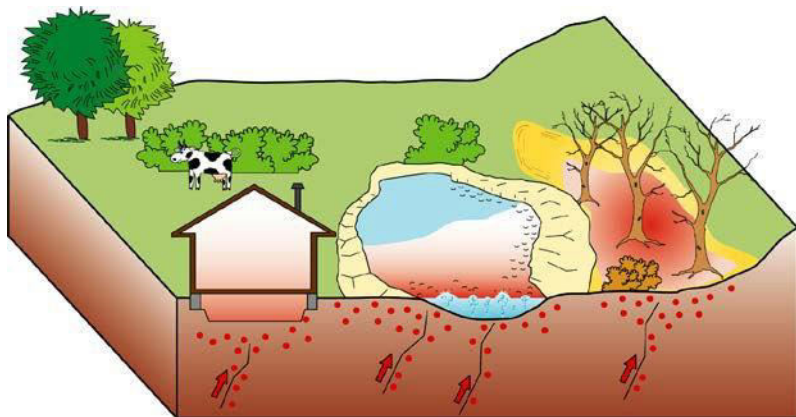
- *Il radon*
- *Tecniche di misura*
- *Il radon nelle acque*
- *Il radon nei suoli*
- *Il radon indoor*
- *Mitigazione del rischio da radon*

Il radon (Rn) è un gas radioattivo inodore, incolore e insapore, 8 volte più pesante dell'aria. Si concentra nelle falde acquifere e nei luoghi chiusi a contatto col terreno. La concentrazione di radon in un'area è molto variabile e dipende sia dalla quantità di uranio contenuto nelle rocce (da cui si genera il radon), sia dalla presenza di altri gas, come la CO₂ che lo trascina con sé verso la superficie. Il rischio da radon si manifesta a lungo termine. Se respirato a lungo per concentrazioni elevate può provocare il tumore polmonare del quale rappresenta, a scala mondiale, la causa principale dopo il fumo.

Effetti a lungo termine

Il radon, prodotto all'interno delle rocce, in presenza di fessure o aperture può diffondere all'interno di un edificio. Negli ambienti confinati tende a concentrarsi; è considerato quindi un **inquinante tipicamente indoor**.

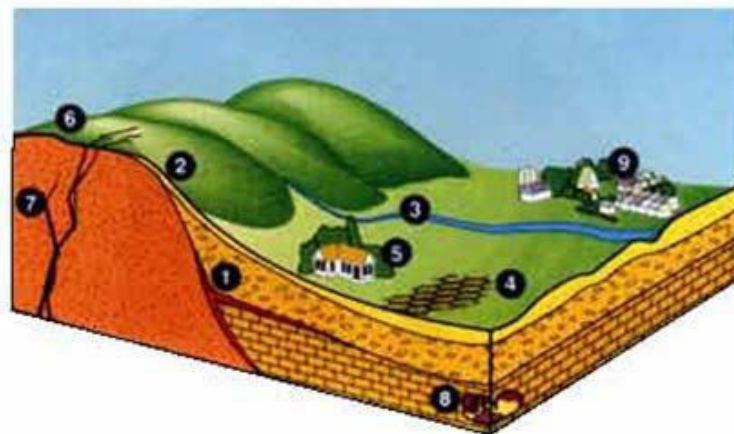
Fattori geologici che influenzano la pericolosità da radon



**Fratture e
Faglie**

**Fratture e
Faglie**

Effetti nocivi delle emissioni di gas naturale sull'ambiente e sull'uomo. I gas profondi raggiungono la superficie attraverso fratture e sistemi di faglia locali e regionali.



- rocce ricche di uranio
- elevata permeabilità dei suoli
- basamento roccioso fratturato
- basamento roccioso ricco di cavità e caverne anche carsiche
- elevati livelli di radon sono noti in abitazioni vicine
- presenza di emissioni di CO₂ e/o di acque di falda ricche in radon e CO₂

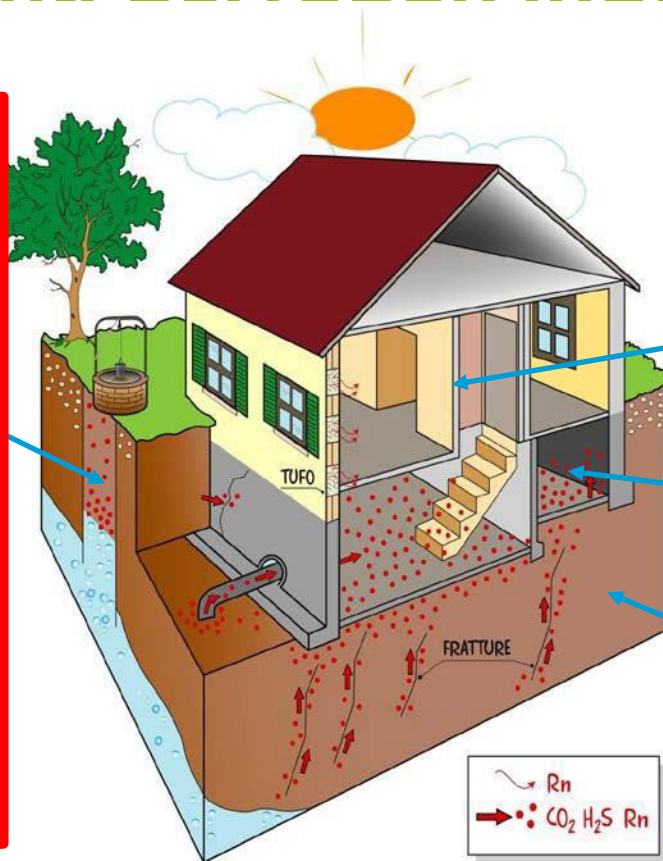
Sorgenti del radon indoor



IL LIVELLO DEL RADON
NELLE ABITAZIONI
QUINDI DIPENDE:

1) dalla concentrazione
di radon nei suoli e nel
sottosuolo

2) Dalla possibilità di
migrazione del Rn nelle
abitazioni (permeabilità
dei suoli; fratture e
microfratture nelle case,
ecc.)

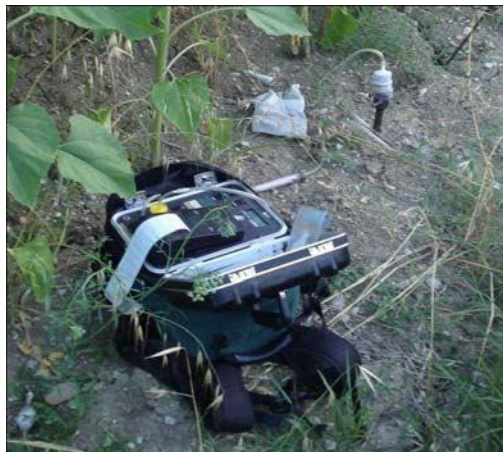


Radon: materiali
edilizi 2-5%

Radon:
diffusione 1-4%

Radon: gas dal
suolo 90-95%

Grafica a cura di Daniela Riposati (INGV)



In situ:

- ❖ Misure di concentrazione di Radon (Bq/m^3)
- ❖ Misure del flusso di CO_2 and CH_4 (ppm/sec)
- ❖ Radon disciolto nelle acque

Rivelatori ATTIVI

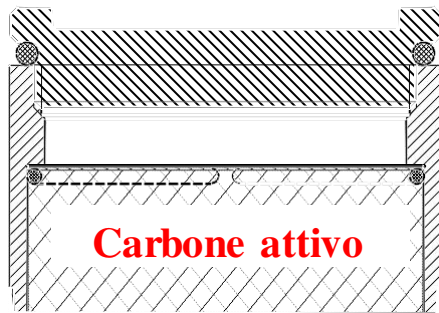
Sensori che rivelano decadimenti α (INGV, Algade, Airthings, ecc.)



Tecniche di misura per il radon indoor



Rivelatori PASSIVI



Canestrini a carboni attivi. Esposizione per periodi limitati (**48h**), misura successiva in laboratorio tramite spettrometria γ .



Track-etch. Esposizione per periodi prolungati (**mesi**). Indicati per ottemperare alla Direttiva Europea 2013/59 Euratom del 5/12/2013. Gli stati membri dovevano attuare la direttiva entro il 6/2/2018.



Misura di radon indoor mediante track-etch

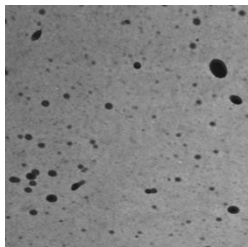


1 - Esposizione del track-etch nell'ambiente indoor per un tempo prolungato

2 - Sviluppo delle tracce
imprese dai decadimenti α
dei figli del radon sul
polimero plastico (CR-39)
tramite bagno a 90°C in
soluzione al 30% di NaOH



3 - Analisi computerizzata del
CR-39 mediante microscopio
elettronico per la rilevazione
automatica delle tracce ed
ottenimento della concentrazione
di radon indoor media nel periodo
di esposizione



Il radon nelle abitazioni tende ad accumularsi nelle cantine o nei seminterrati e, a seconda della ventilazione, anche nei piani abitati.

L'aerazione dei locali costituisce la soluzione immediata più efficace.

Il radon è poco dannoso dal punto di vista radiologico, mentre è dai suoi sottoprodotti di decadimento che proviene circa il 70% della dose annua.

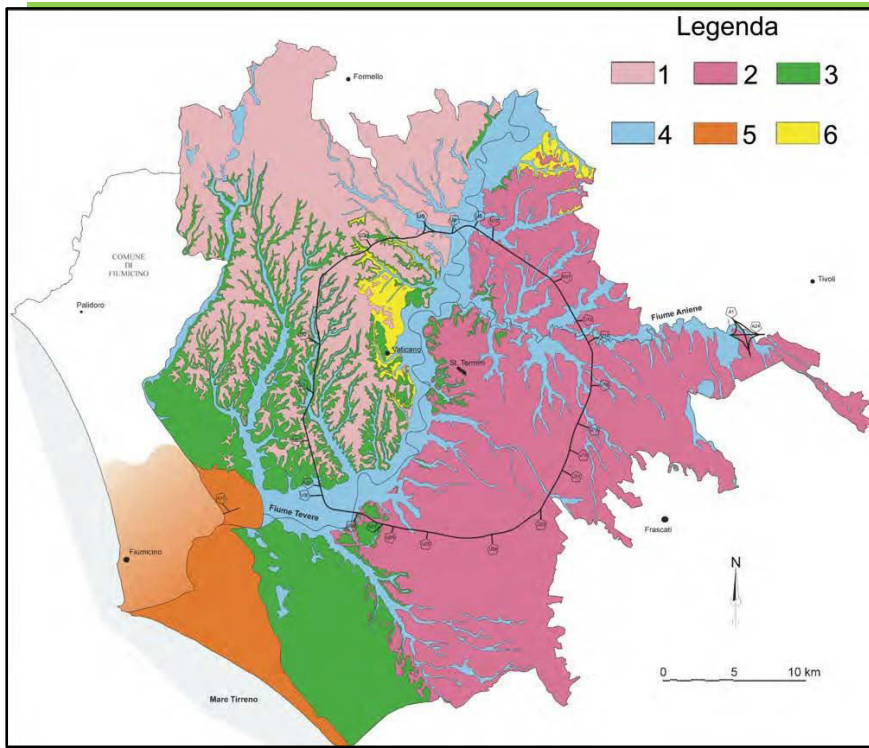
Nuovi limiti:

- **Luoghi di lavoro (art. 54):** **300 Bq/m³** di concentrazione di attività di radon media in un anno;
- **Ambienti chiusi (art. 74):** **300 Bq/m³** di concentrazione di attività di radon media in un anno. Recenti risultati epidemiologici ottenuti da studi residenziali dimostrano un aumento statisticamente significativo del rischio di carcinoma polmonare correlato all'esposizione prolungata al radon in ambienti chiusi a livelli dell'ordine di ~~100 Bq/m³~~.

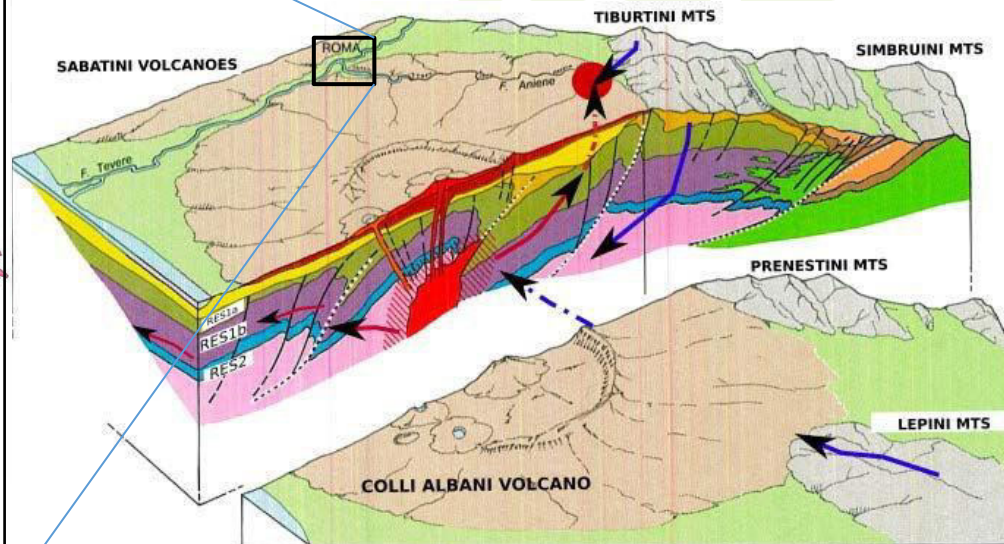
Radon nelle acque:

Esempio dell'area urbana di Roma

Studio delle acque sotterranee dell'area urbana di Roma



Complesso vulcanico dei Colli Albani e sua influenza sulla geologia della città di Roma



(Giordano et al., 2014)

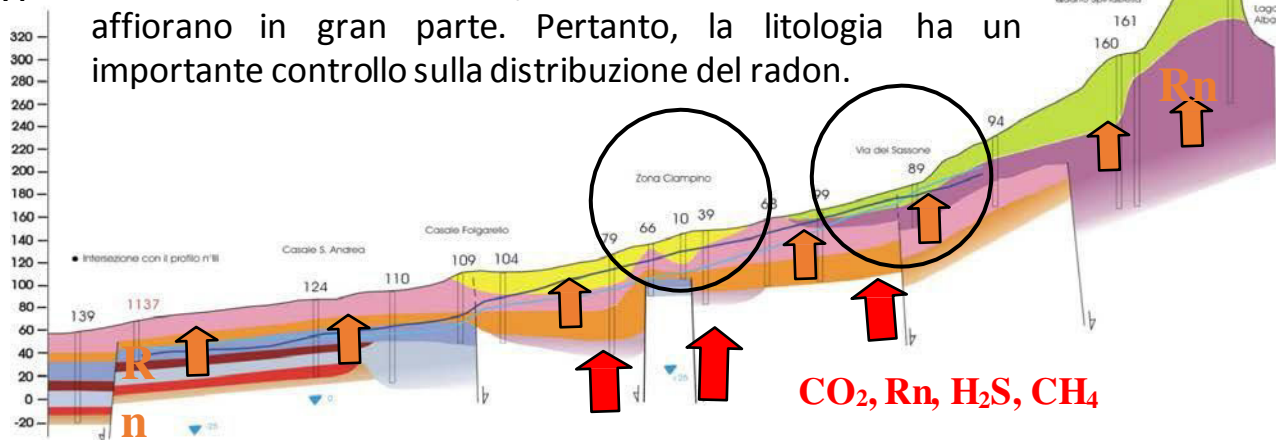
Profilo geologico e idrogeologico (Roma SE - Lago di Albano)



I gas risalgono lungo i sistemi di faglia e/o frattura

Le acque ricche in radon mostrano una distribuzione dei valori molto simile a quelle ricche in CO₂. Le concentrazioni maggiori sono disposte principalmente nei settori meridionali di Roma, dove i prodotti vulcanici dei Colli Albani affiorano in gran parte. Pertanto, la litologia ha un importante controllo sulla distribuzione del radon.

NW



Legenda

- Unità idiomorfiche finali di Albano
- Deposito rimaneggiato
- Depositi delle Faete
- Tufo di Villa Senni
- Tufo Lionato
- Pozzolane Nere
- Lava di Valleranello
- Pozzolane Rosse
- Lava dell'Acquacetosa
- Lave
- Tufo Pisciotti
- Substrato: argille
gialle
- Substrato: argille
grigie
- Faglie
- Quota assoluta del substrato da sondaggio elettrico (Enel, 1985)
- 94 Numero di riferimento da Servizio Geologico
- 1160 Numero di riferimento da Ventiglia
- Intersezione con altri profili
- A: Folds del 197C
- B: Folds del 200C

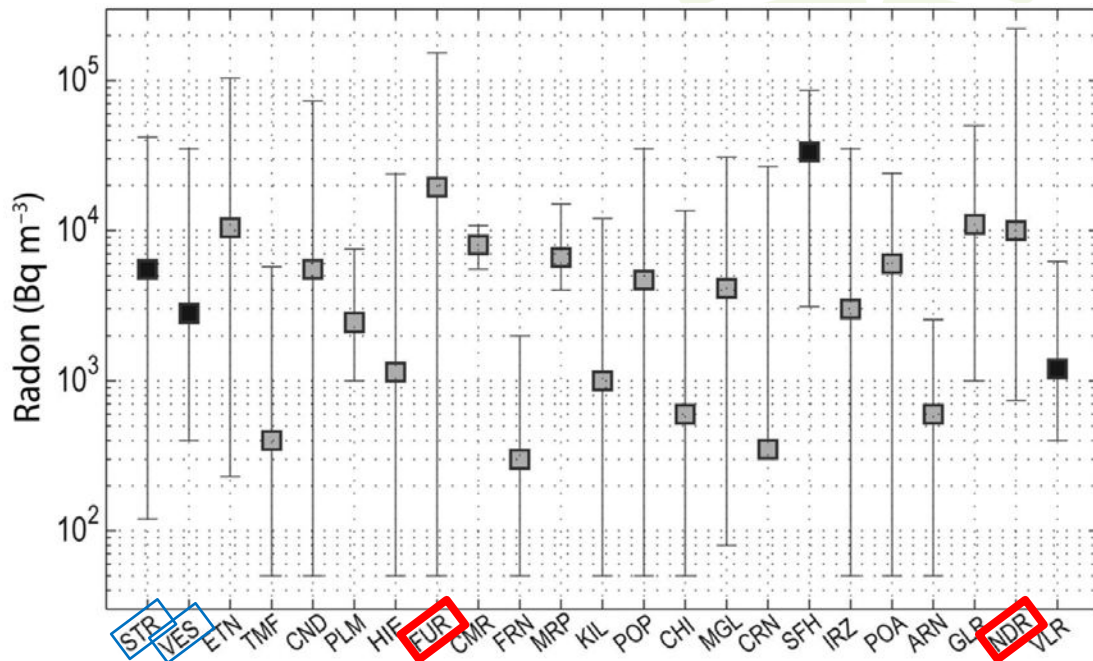
CO₂, Rn, H₂S, CH₄

CO₂, Rn, H₂S, CH₄

Radon nei suoli

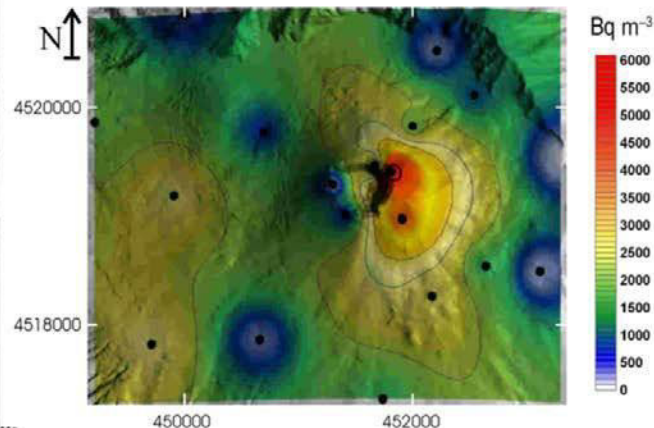
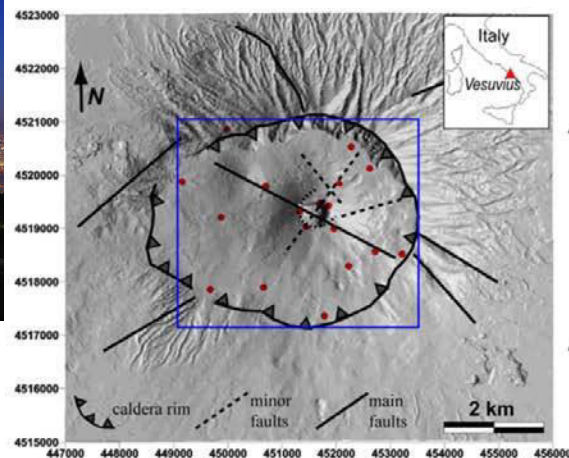
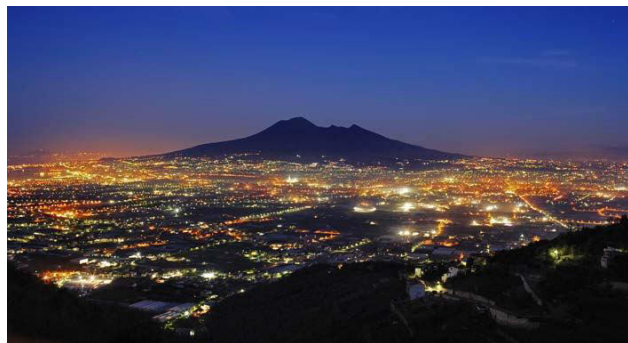
Il monitoraggio del radon sui vulcani attivi

I valori vanno da poche decine di Bq/m^3 fino a 153.000 Bq/m^3 a Furnas (isola di S. Miguel, Azzorre) e 222.000 Bq/m^3 al Nevado del Ruiz (Colombia).



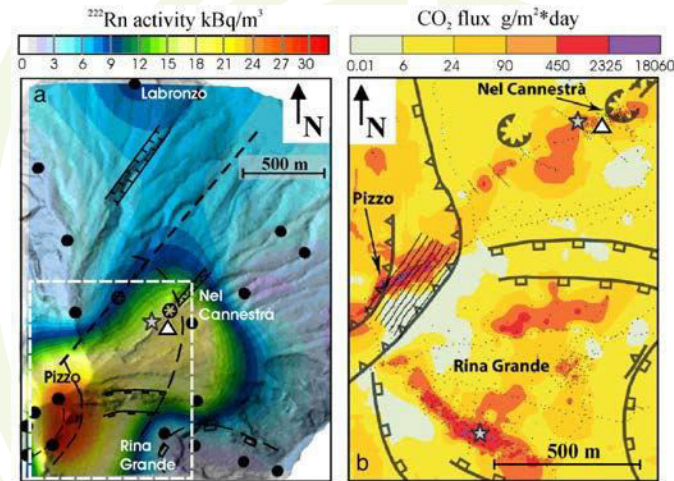
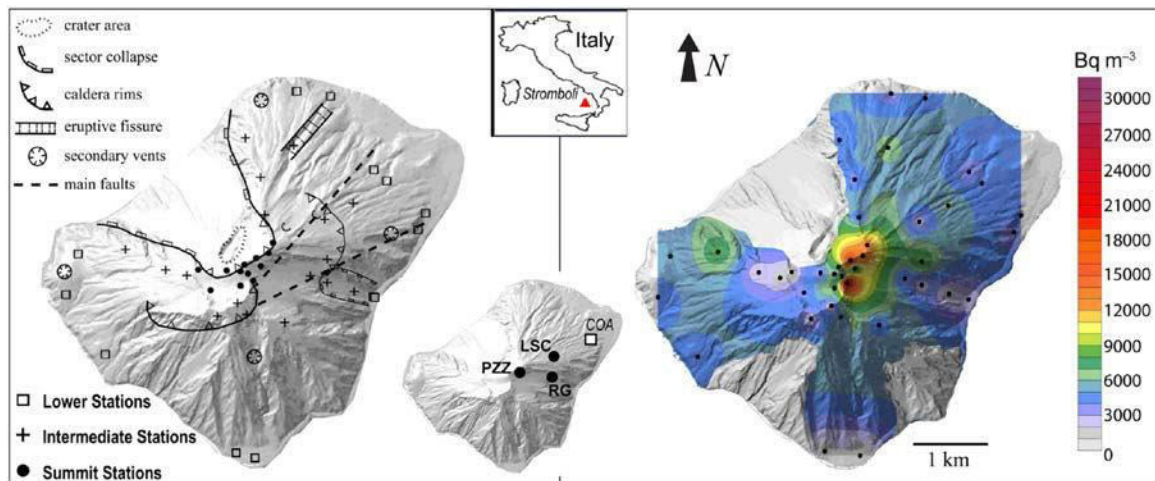
(Cigolini et al., 2018)

Vesuvio: monitoraggio discreto



(Cigolini et al., 2018)

Stromboli: monitoraggio discreto e in continuo

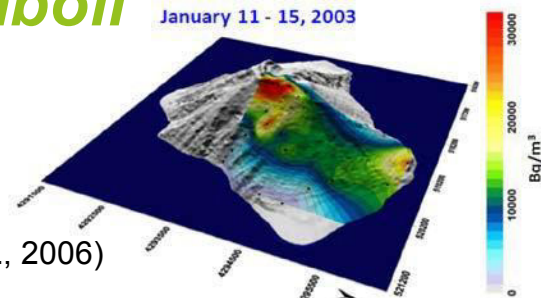


(Cigolini et al., 2018)

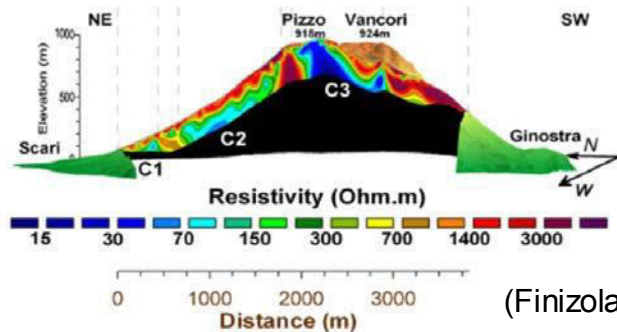
(Carapezza et al., 2018)

Stromboli

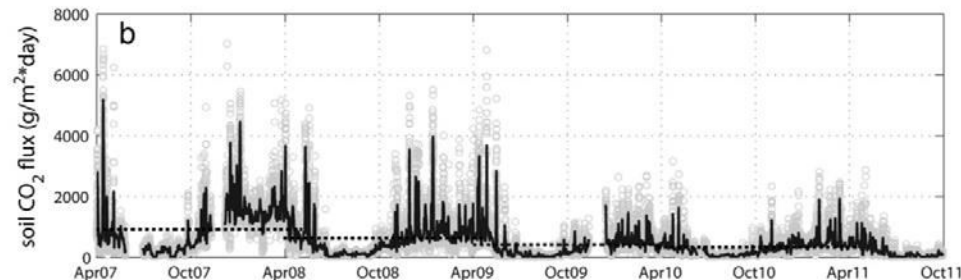
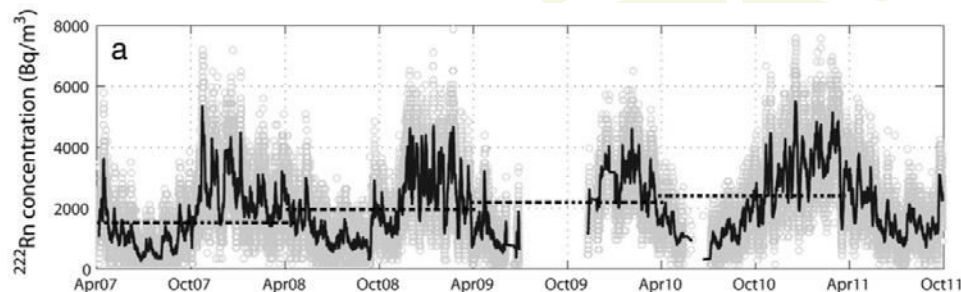
January 11 - 15, 2003



(Cigolini et al., 2006)



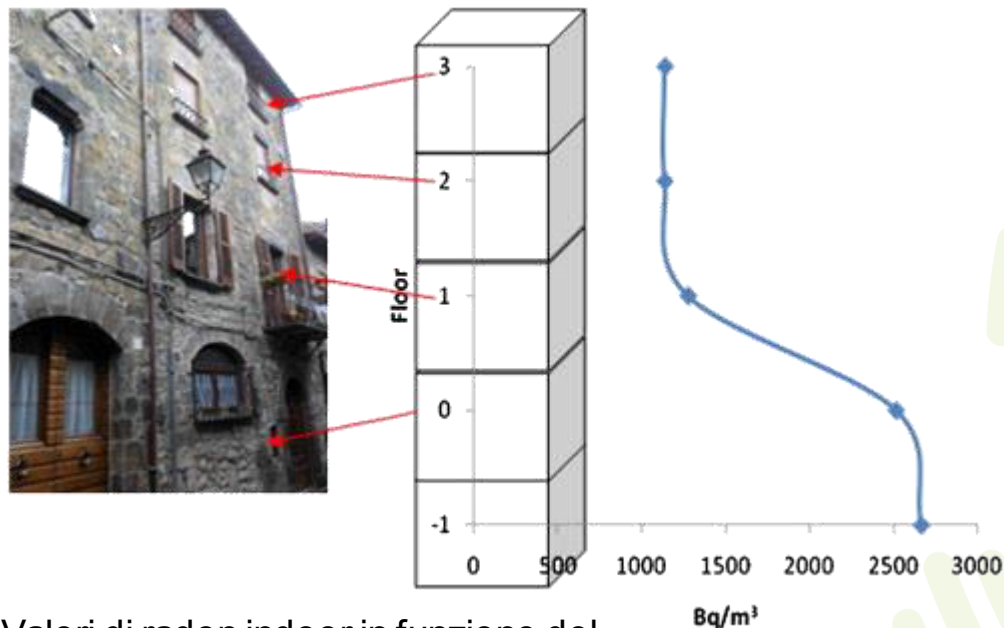
(Finizola et al., 2006)



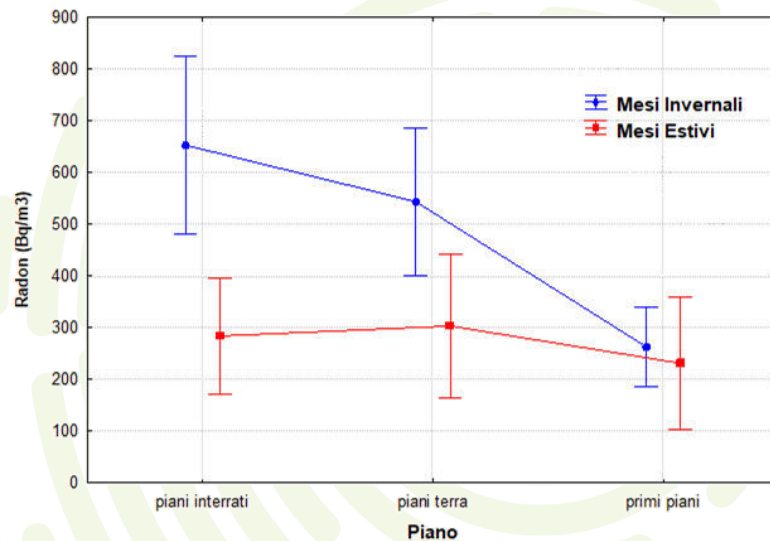
(Laiolo et al., 2016)

Radon indoor nel Lazio

Radon indoor nel Lazio



Valori di radon indoor in funzione del livello dell'abitazione



Effetto stagionale del radon indoor in base al piano dell'abitazione

MISURE PRECAUZIONALI

- ✓ **Areare** sempre i locali, soprattutto se chiusi da tempo, prima di accedervi (cantine, garage, etc).
- ✓ **Non utilizzare** locali interrati e seminterrati per attività abitative, lavorative, ricreative e soprattutto per ricovero notturno; vietare l'accesso negli scantinati ai bambini, se non accompagnati da adulti.
- ✓ **Dotare** i locali interrati e seminterrati di un impianto di ventilazione forzata, per garantire un'adeguata circolazione dell'aria e impedire pericolosi accumuli di gas tossici negli ambienti chiusi.
- ✓ **Evitare** la permanenza prolungata in strutture depresse, eventualmente presenti all'esterno delle abitazioni (piscine vuote, canali di raccolta delle acque, cisterne interrate, pozzi, etc.) e accedervi con grande prudenza, avendo l'accortezza che all'esterno della struttura vi sia qualcuno in grado di portare soccorso.
- ✓ **Segnalare** con la massima urgenza al comune di appartenenza situazioni potenzialmente pericolose per la salute pubblica, come presenza di animali morti senza motivi apparenti, ingiallimento e repentino appassimento di alberi e piante, o impossibilità di attecchimento e crescita di erba, colture e piante in giardino o in terreni agricoli, fuoriuscita di gas da pozzi o scavi.

Obiettivi del LIFE-RESPIRE

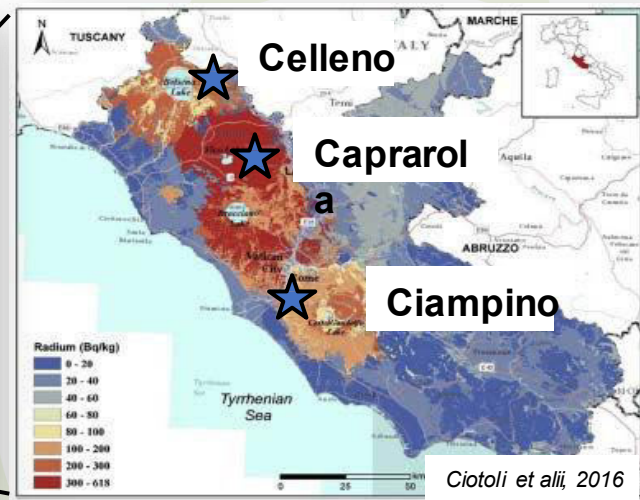


Il progetto riguarda 4 aree caratterizzate da differenti livelli di emanazione di gas radon in Italia e in Belgio. Il fine è quello di sviluppare soluzioni efficienti per la misura in continuo del radon indoor e abbatterne i livelli **al di sotto di 300 Bq/m³ e, se possibile di 100 Bq/m³**, come indicato nella Direttiva Europea 2013/59/EURATOM.



Area del Belgio

- Ardenne



Comuni del Lazio

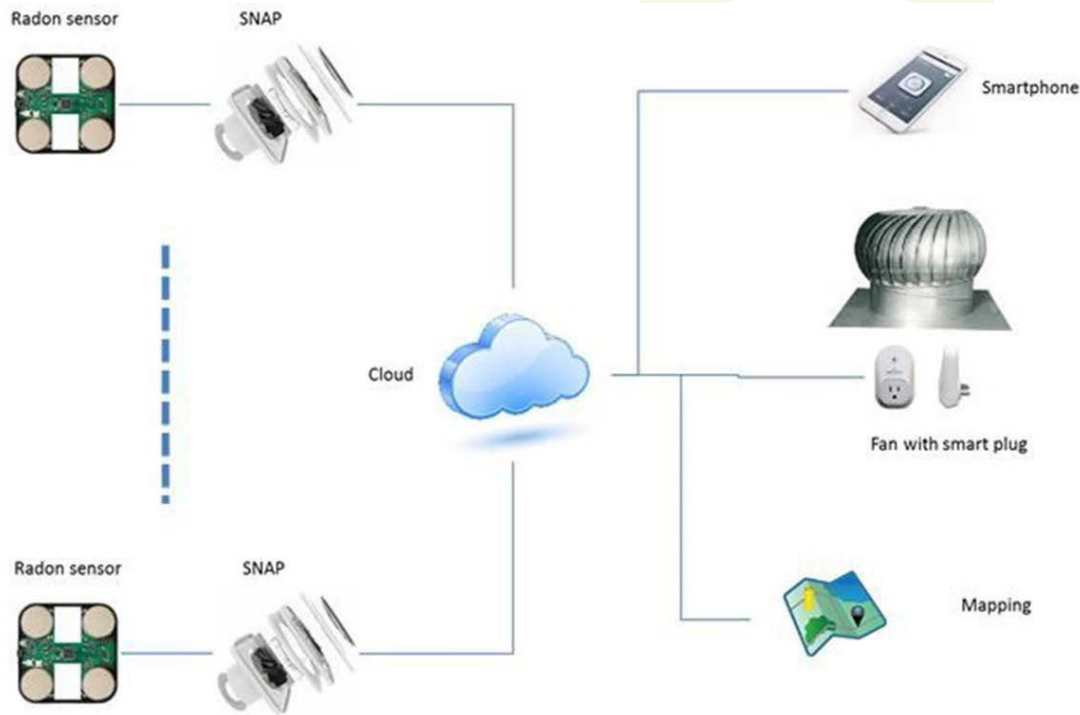
- Celleno
- Caprarola
- Ciampino

Obiettivi del LIFE-RESPIRE



Nell'ambito del progetto RESPIRE sarà realizzato e installato un sistema di mitigazione del radon intelligente e versatile composto da sensori, SNAP (Air Quality Balancer) e un sistema di ventilazione esterno alimentato elettricamente o da energia eolica che opera mandando in sovrappressione l'ambiente.

1. Network integrato di sensori di radon e ventole adattabili implementati da ventole esterne (hybrid eolic snap)
2. Sistema in sovrappressione che include uno scambiatore passivo di calore
3. Flusso d'aria elevato e basso consumo di energia





RESPIRE

Radon real time
monitoring system

LIFE Project
RESPIRE – LIFE 16 EN/it/000553



Grazie per l'attenzione