

**MONITORAGGIO E RISANAMENTO RADON  
IN UNA SITUAZIONE REALE COMPLESSA  
NEL COMUNE DI CELLENO**

***Paola Tuccimei***

*Università «Roma Tre»*

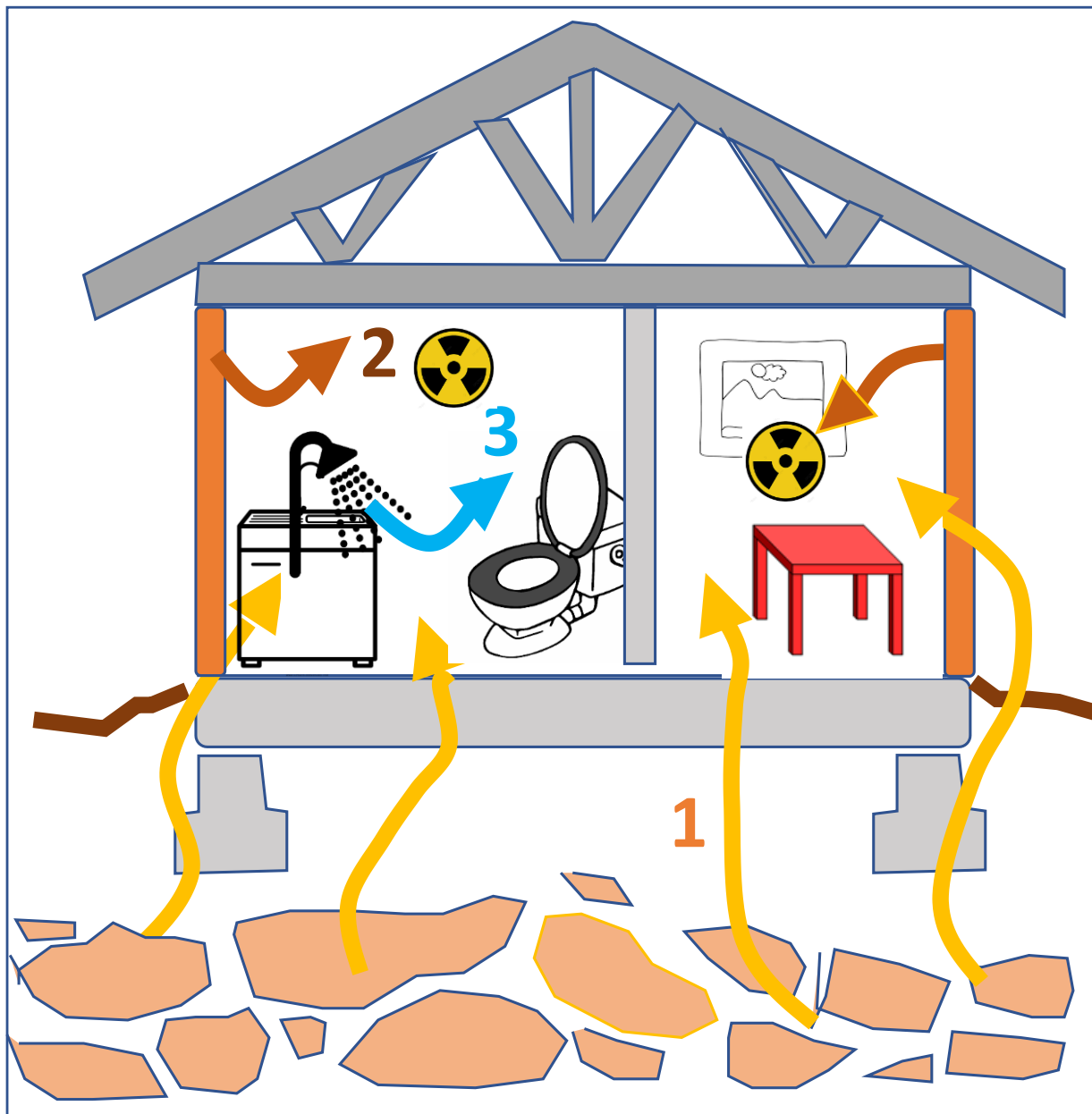
Questo non vuole essere un intervento esaustivo sulle tecniche di mitigazione del rischio radon, ma vuole trasmettere alcune riflessioni sulle nostre esperienze

Vuole sottolineare la complessità dei sistemi naturali e la difficoltà di applicare quanto appreso da studi e ricerche a situazioni reali

- ❖ QUESTO STUDIO E' STATO SVOLTO NELL' AMBITO DI UNA COLLABORAZIONE TRA L'UNIVERSITA' «ROMA TRE» E LA MAPEI S.P.A.
- ❖ FA PARTE DI UN PROGETTO DI DOTTORATO IN CORSO (**MANUELA PORTARO**) CHE VEDE IL COINVOLGIMENTO DI RICERCATORI DELL'INGV E DEL CNR-IGAG.
- ❖ HA COME OBIETTIVI LA CARATTERIZZAZIONE E LO SVILUPPO DI BARRIERE ANTI-RADON E LA VALIDAZIONE DELLA LORO EFFICACIA IN CASI REALI.

## INDICE

- INTRODUZIONE**
- CARATTERIZZAZIONE DELLE BARRIERE ANTI RADON CON L'APPROCCIO DELLA MODEL ROOM**
- APPLICAZIONE DI UNO DEI PRODOTTI TESTATI AL CASO STUDIO**
- MONITORAGGIO**
- INTERVENTI**
- RISULTATI**
- PROBLEMI**
- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**



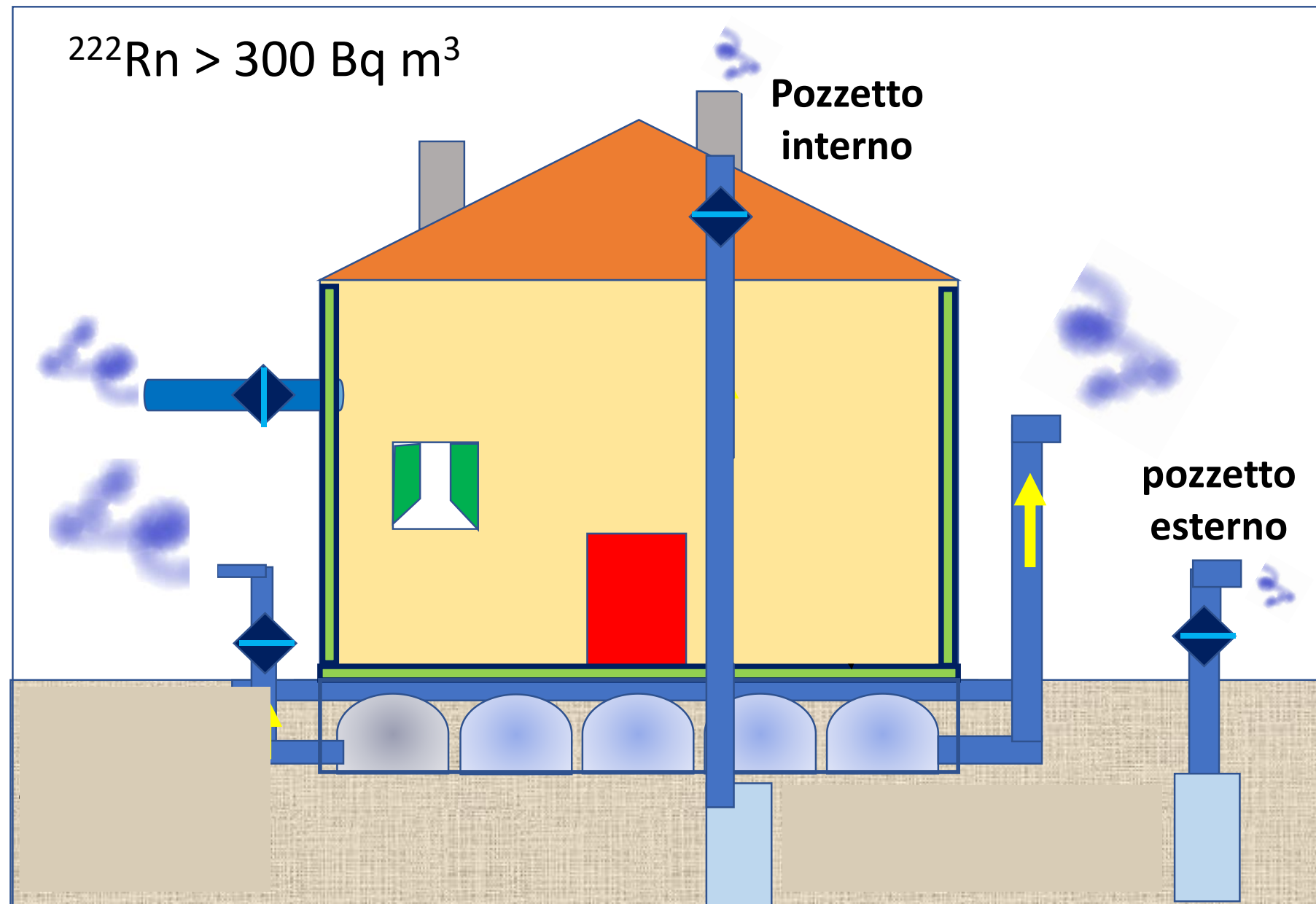
## Sorgenti del **radon indoor**

- 1 Substrato geologico
- 2 Materiali da costruzione
- 3 Acque ad uso domestico

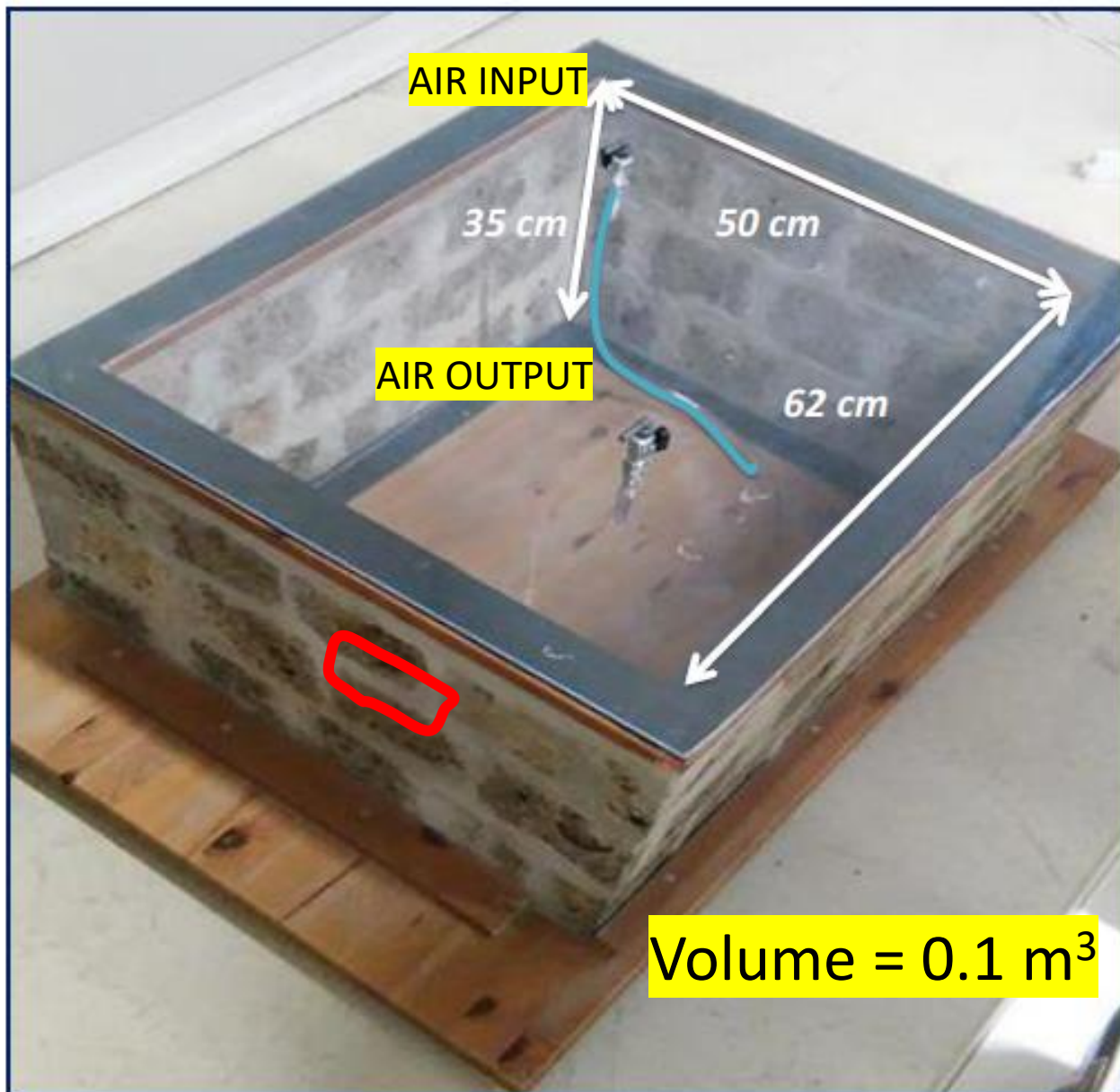
L'interno dell'edificio è in depressione rispetto al substrato e richiama aria (e radon) dal suolo

## Mitigazione del rischio

Nel caso di edifici con livelli elevati di radon, si debbono effettuare appropriati interventi di mitigazione







## LA SCALE MODEL ROOM

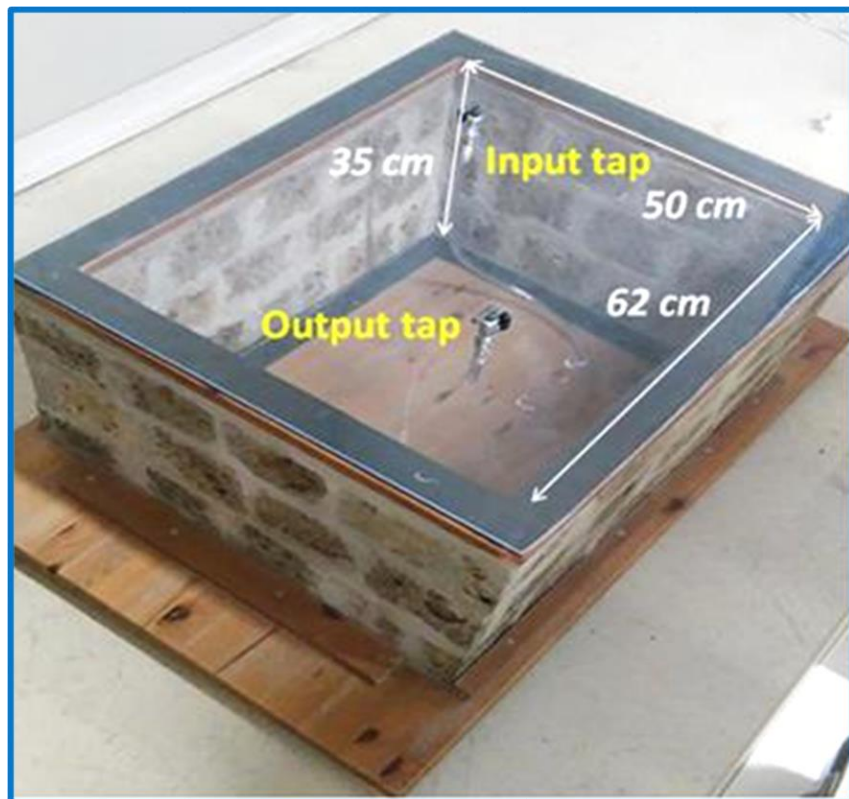
*standard model room of 56 m<sup>3</sup> (EC, 1999)*



**Ignimbrite con:**

- Alti tassi di esalazione radon**
- Elevata porosità (43%)**

## Esperimenti con la Scale Model Room



*Scale Model Room*  
**Fase sperimentale 1**

*Supporto  
rimovibile in  
cartongesso*

*Materiale impermeabile  
applicato sul cartongesso*

**Fase sperimentale 2**



## Materiali

- **Supporto di cartongesso (11 mm)**
- **Vari prodotti disponibili sul mercato e applicati sul cartongesso**

### Polimeri

Membrane ed emulsioni bituminose

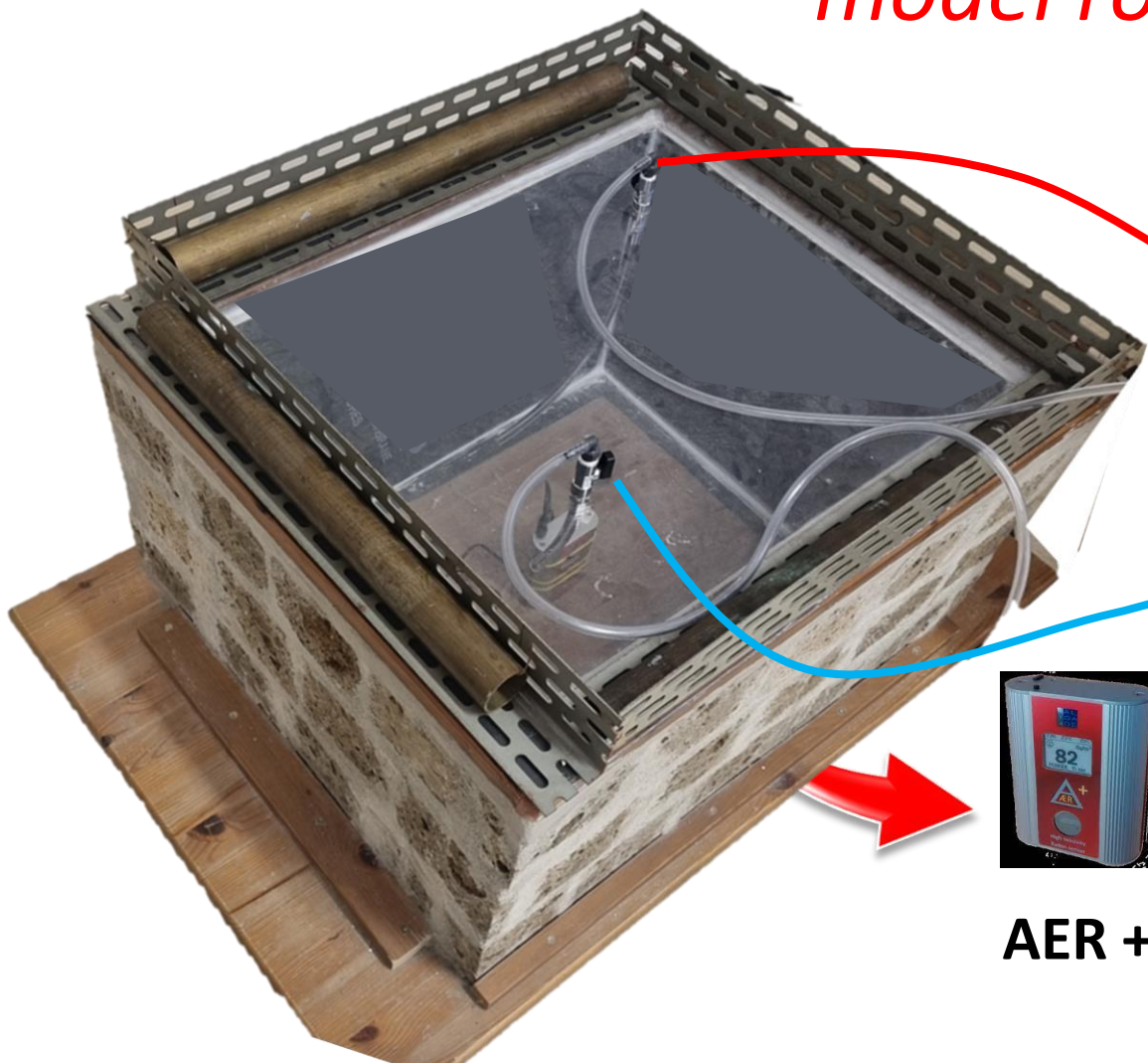
Resine epossidiche

Polietilene ad alta densità

.....

*Per motivi di riservatezza, non saranno fornite maggiori informazioni sui materiali*

*Introduzione dell'aria nella model room*



*Estrazione dell'aria model room*



AER +

Configurazione sperimentale 1  
**senza pressurizzazione della camera**

Introduzione

Model Room

Caso studio

Risultati

Problemi

Conclusioni

FLUSSIMETRO DI CONTROLLO



FLUSSIMETRO DI MISURA

FASI SPERIMENTALI 3 e 4

APERTO

CHIUSO

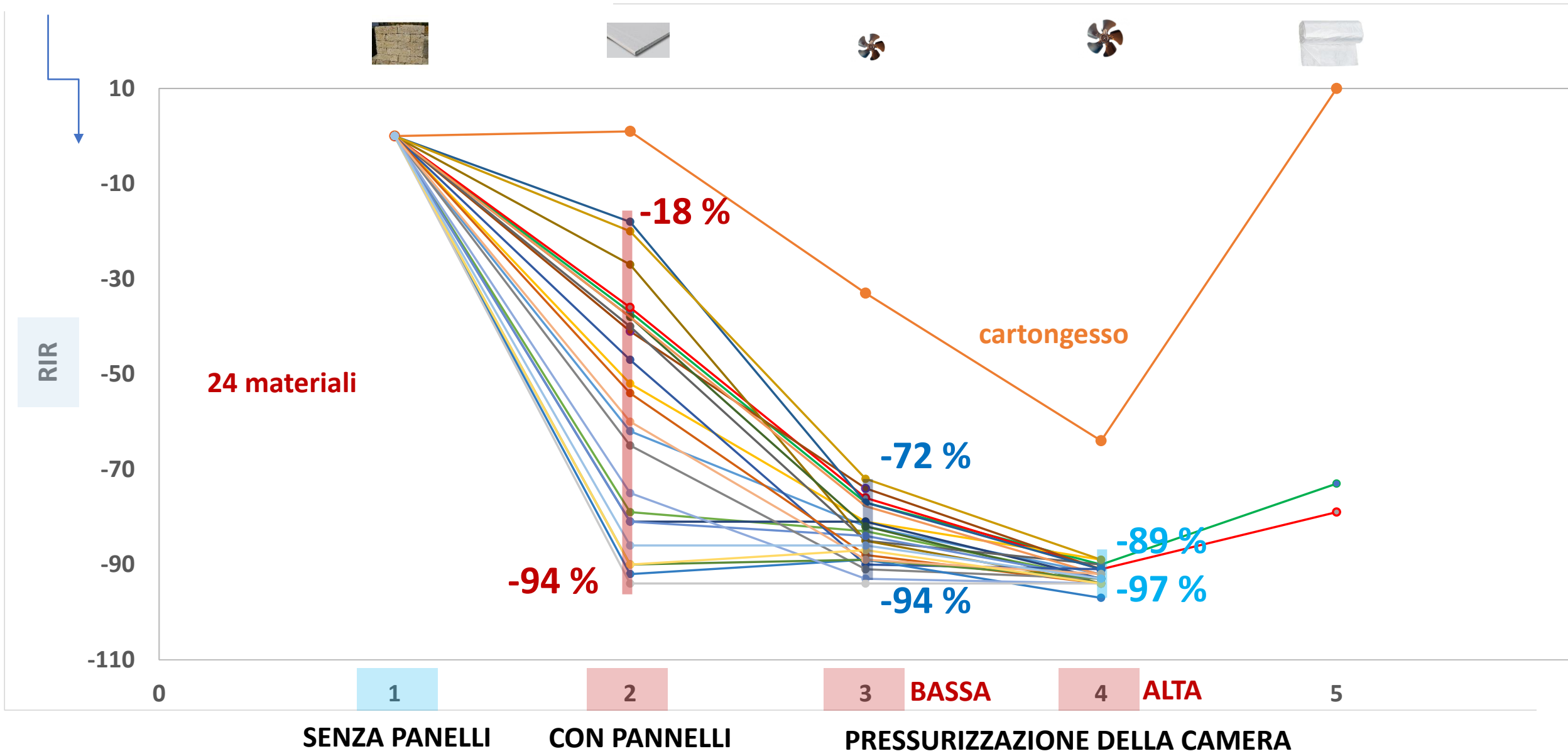
*Introduzione dell'aria  
a diversi flussi  
(0.2 e 0.8 L/min)*



Configurazione sperimentale 2  
con pressurizzazione della camera



# RISULTATI

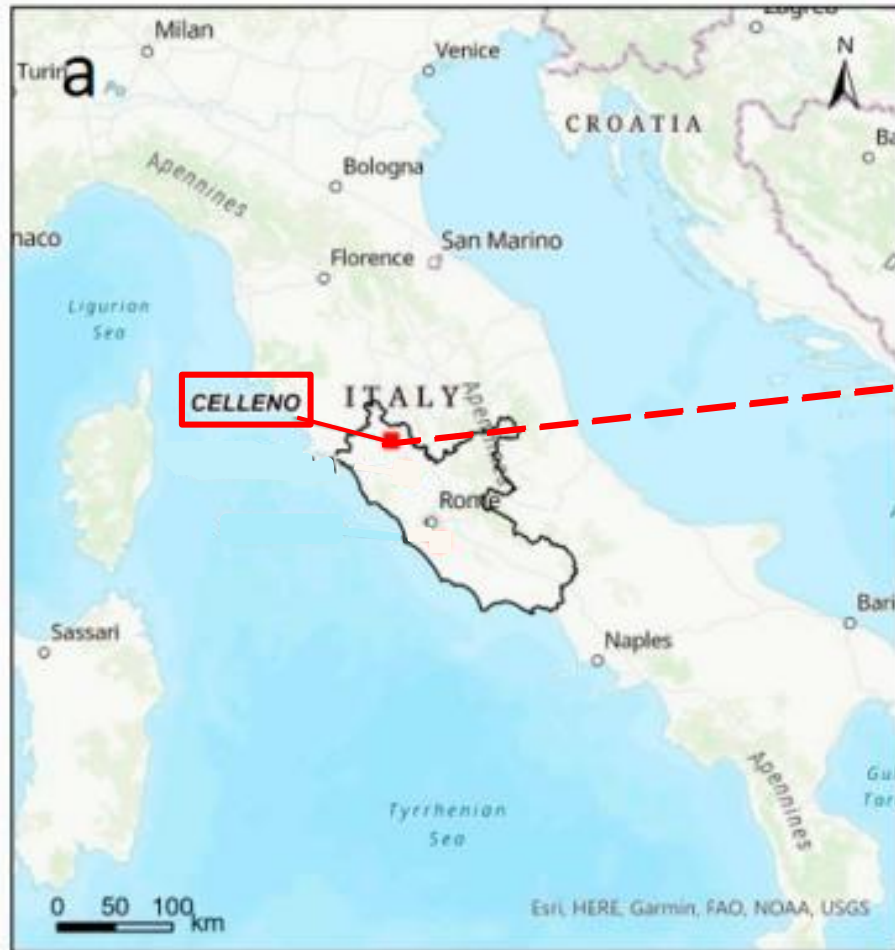




## ALCUNE CONSIDERAZIONI...

- ❑ Il cartongesso è un supporto idoneo per i materiali da testare perchè non trattiene il radon.
- ❑ Le riduzioni di radon osservate vanno dal 18 al 94%.
- ❑ L'introduzione della pressurizzazione della camera tende a migliorare le prestazioni dei materiali, specialmente con ventilazione maggiore. In queste condizioni, le differenze tra i materiali si riducono.
- ❑ I materiali con le prestazioni migliori non richiedono l'uso (costoso) della ventilazione.

# Caso-studio: Celleno (VT)



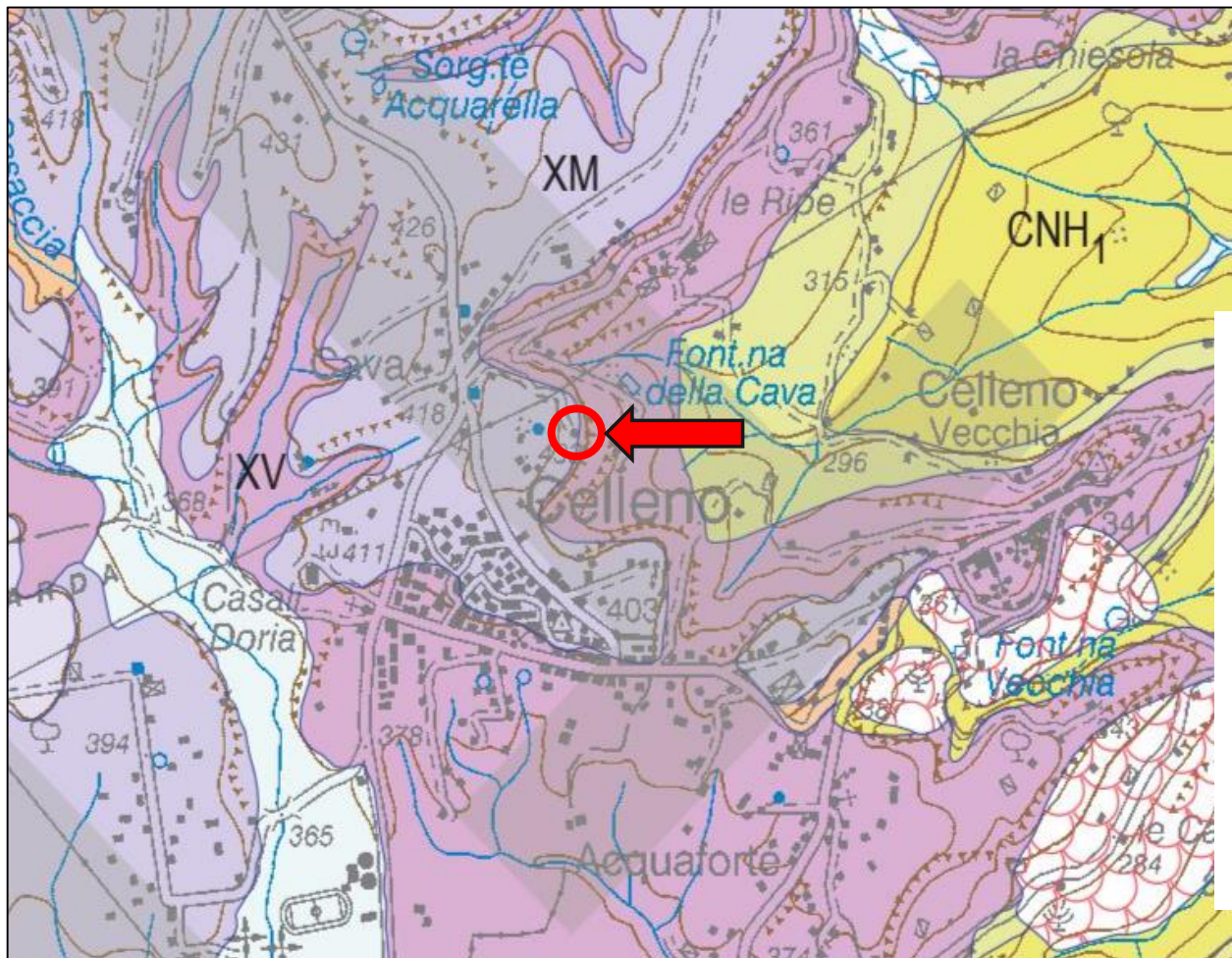
*Giustini et al., 2022*



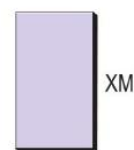
*Case study location (From Google Earth Pro).*



# Inquadramento geologico

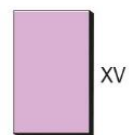


Area è caratterizzata dall'affioramento di rocce appartenenti al complesso vulcanico vulsino.



#### GRUPPO DI FASTELLO

Successione piroclastica stratificata costituita da banconi metrici massivi di cineriti grigio-chiare, sciolte o litoidi, ricche di lapilli accrezionali, di origine prevalentemente idromagmatica; cineriti a struttura planare in alternanze cicliche, da *pyroclastic surge*, costituiscono la base del deposito. La parte superiore è formata da livelli cineritici a struttura planare e massiva e cineriti a lapilli accrezionali. L'unità presenta uno spessore complessivo di 30 m. Al di sopra del gruppo è presente il livello *marker* di "Ospedaletto" (età K/Ar: 246,75±2,9 ka in NAPPI *et alii*, 1995).  
PLEISTOCENE MEDIO *p.p.*

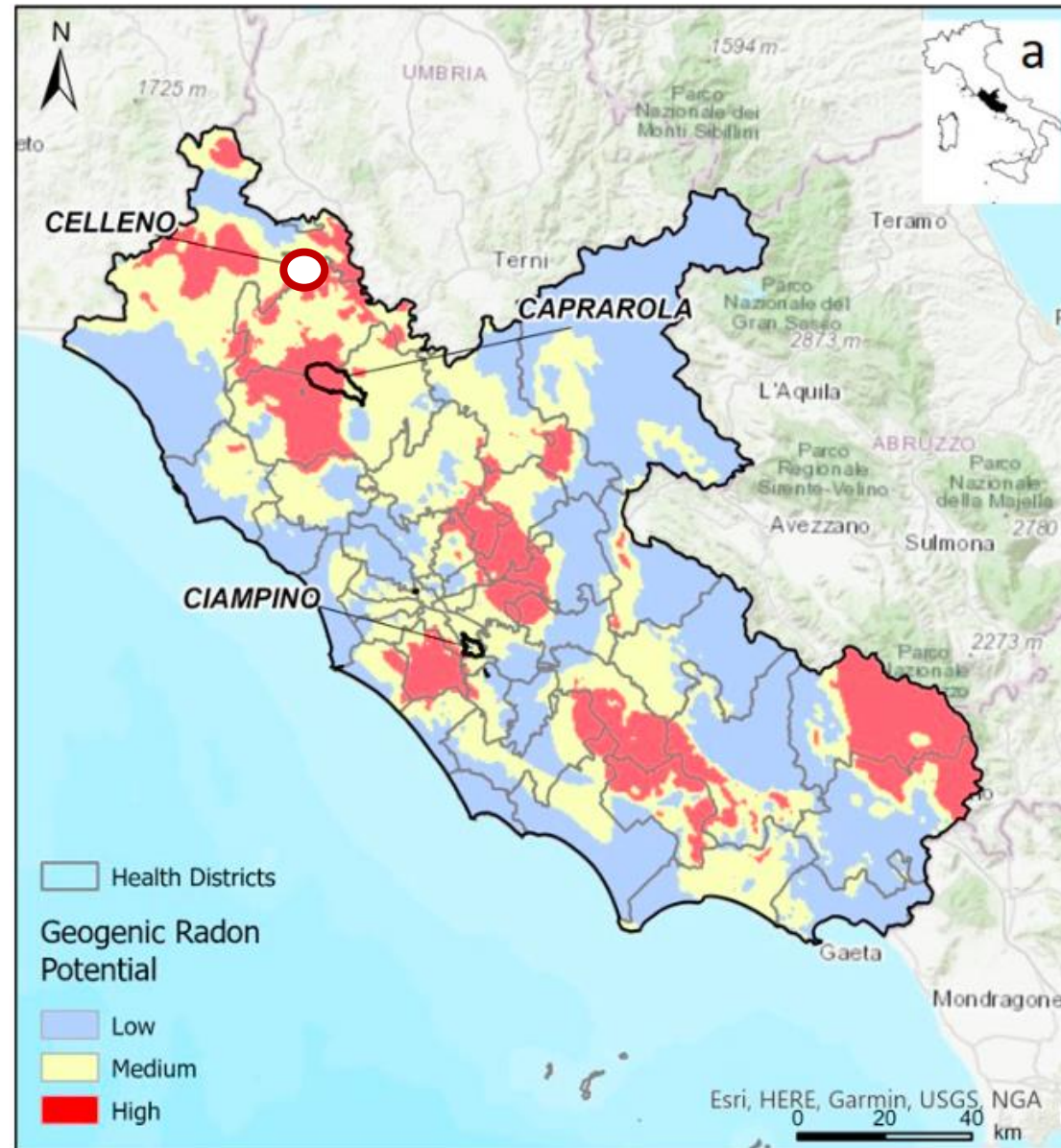


#### GRUPPO DI CIVITA DI BAGNOREGIO (cfr. GBL- unità della Gabelletta *p.p.* F 344 Tuscania)

Successione formata da un'alternanza di banconi di pomici bianche, strati di scorie, livelli di ceneri grossolane bianche o marroni, strati di ceneri grigie ricche di litici, ceneri grigie lapidee e banconi metrici compatti a matrice micropomicea, mal classificati e mal gradati, a stratificazione suborizzontale. Questi livelli sono separati da paleosuoli neri o marroni, più raramente da superfici di erosione. Localmente sono presenti livelli piroclastici risedimentati, laminati o sottilmente stratificati, per lo più cineritici, di colore grigio chiaro o biancastro e livelli diatomitici; talvolta si intercalano livelli pomiceo primari di provenienza vicina afferenti a XFP. La composizione delle pomici è trachifonolitica; quella delle scorie varia da tefritica a leucitica. Lo spessore dei livelli varia da alcuni metri nei settori prossimali ai centri di emissione a pochi decimetri nei settori distali. Il gruppo affiora in tutto il settore sud-orientale del Distretto Vulsino con spessori decrescenti verso E e verso S; gli spessori massimi osservati non superano i 50 m. Età K/Ar: 576,1±6,5 ka (livello pliniano di pomici basale) e 351,7±4 ka (eruzione *marker* di "Ponticello") da NAPPI *et alii*, 1995; <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar: 589±8 ka (BARBERI *et alii*, 1994).  
PLEISTOCENE MEDIO *p.p.*



Il sito ricade in un'area caratterizzata da Potenziale Geogenico del Radon (GRP) = medio - alto



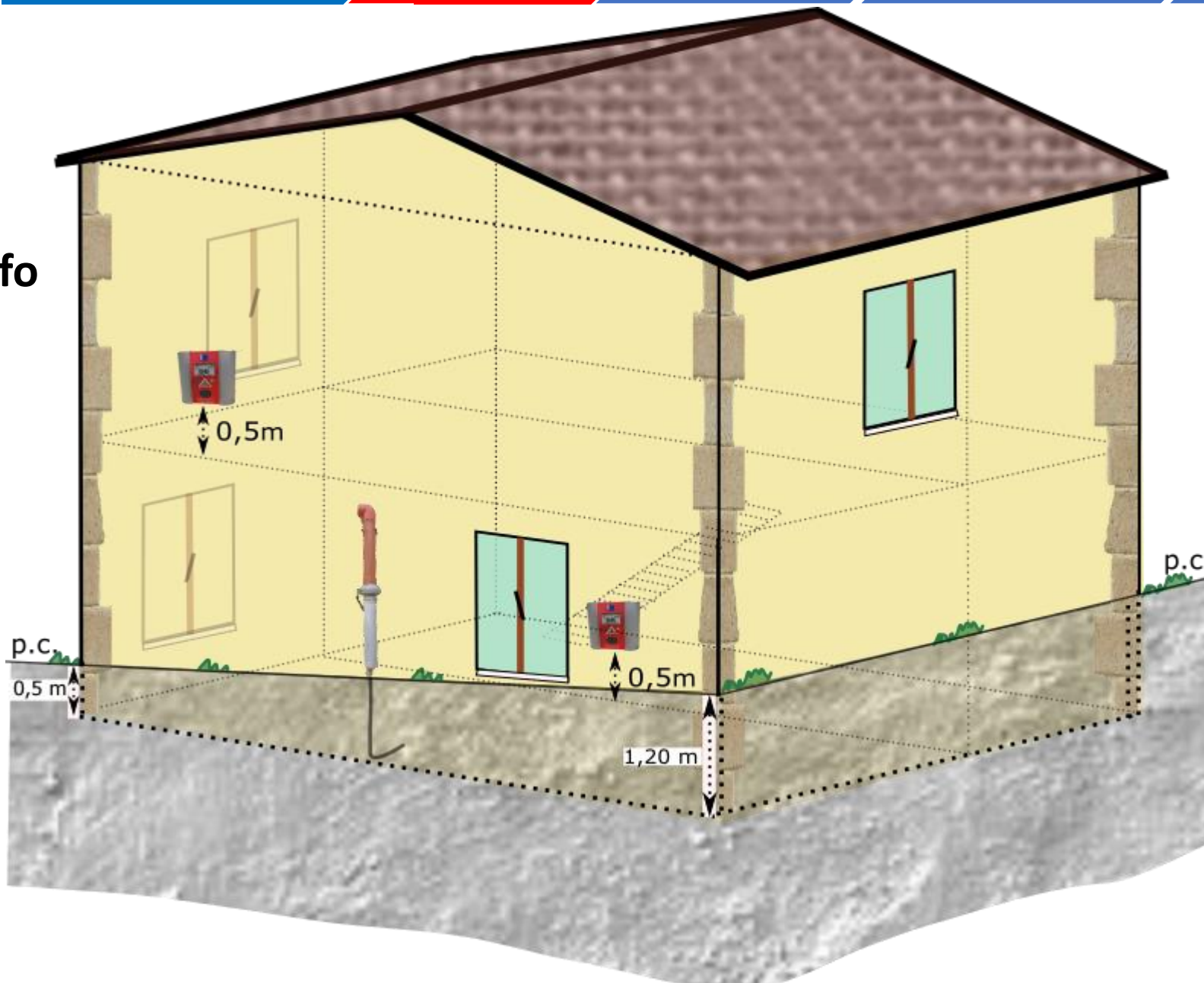
GRP :

- Concentrazione di radon nel suolo in condizioni di equilibrio
- Permeabilità del suolo ai gas



**Materiale da  
costruzione: tufo**

**Substrato  
geologico:  
tufo**



**Radon  
indoor >  
1000 Bq / m<sup>3</sup>**

# Interventi sull'abitazione

Precedenti

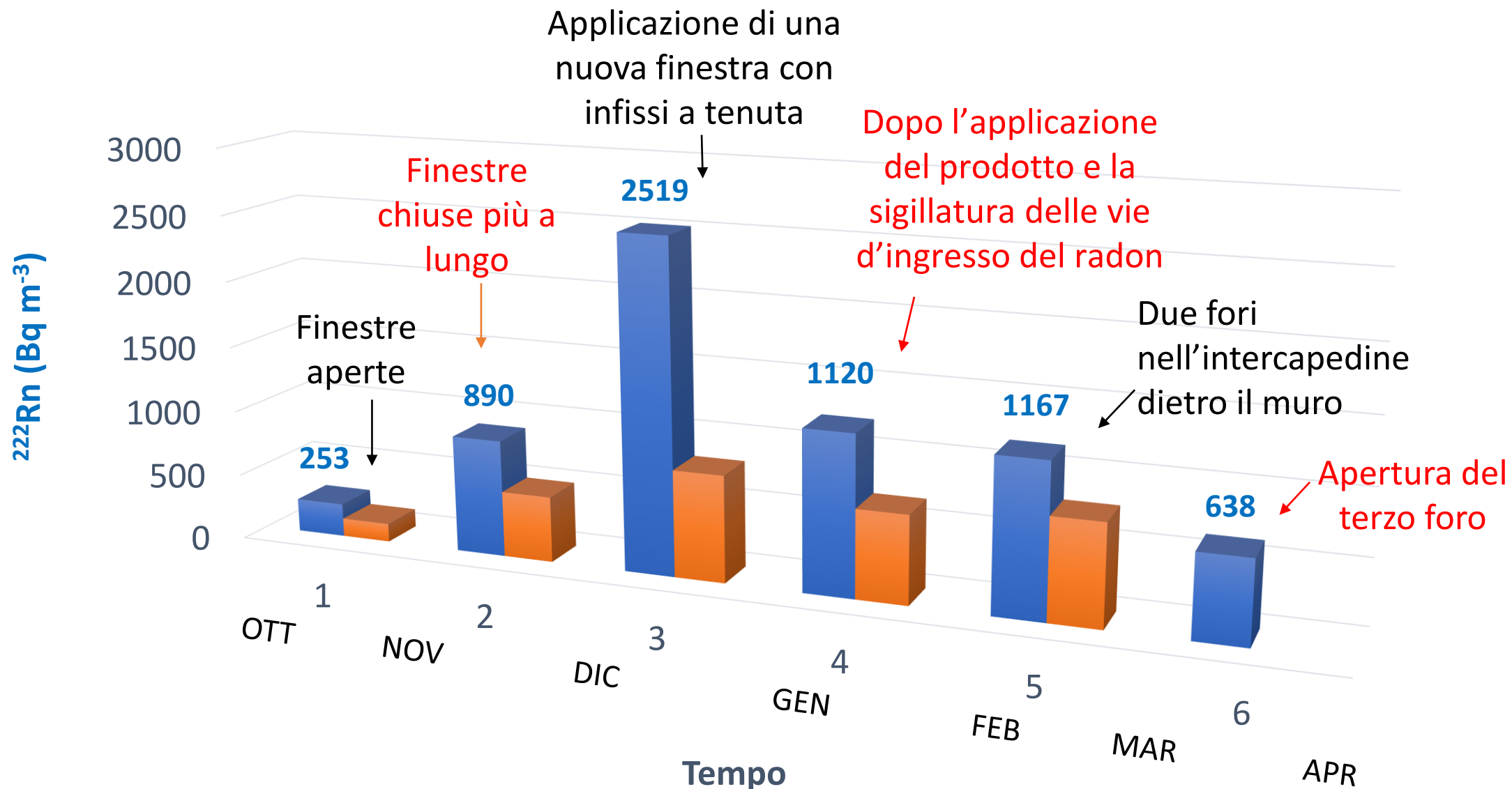


PRESENZA DI UN  
VESPAIO  
VENTILATO,  
ISOLATO DA UNA  
MEMBRANA  
BITUMINOSA

Durante questo studio



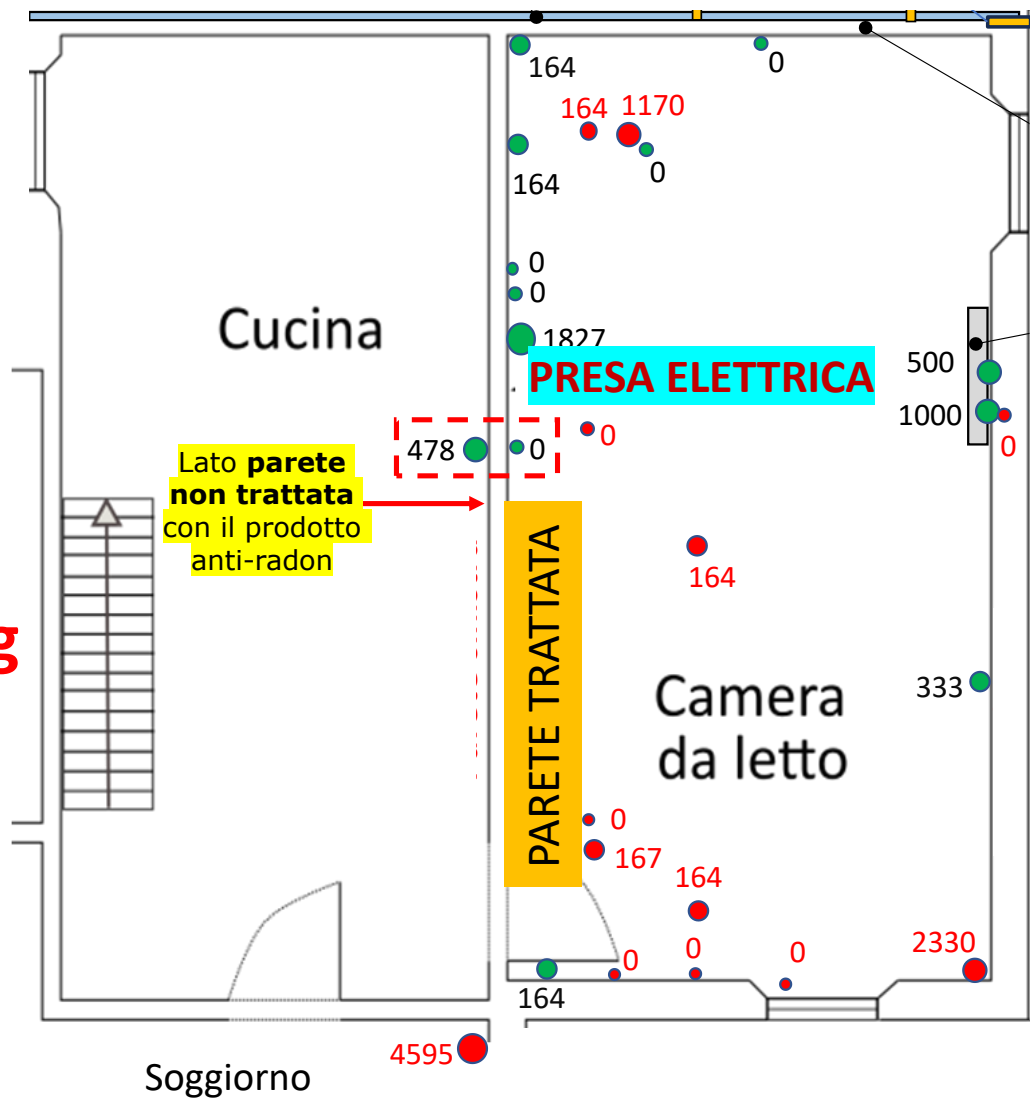
- APPLICAZIONE DI UN PRODOTTO ANTI-RADON
- CHIUSURA DELLE VIE D'INGRESSO DEL GAS
- APERTURA DI TRE FORI PER LA VENTILAZIONE NATURALE DI UN'INTERCAPEDINE SULLA PARETE DI FONDO



IL PERIODO DI STUDIO E' STATO SUDDIVISO IN 6 FASI SULLA BASE DEGLI INTERVENTI

**Individuazione delle vie d'ingresso del radon con il Thoron-sniffing**

1 m



TERMOSIFONE

PRESA ELETTRICA

Lato parete non trattata con il prodotto anti-radon

PARETE TRATTATA

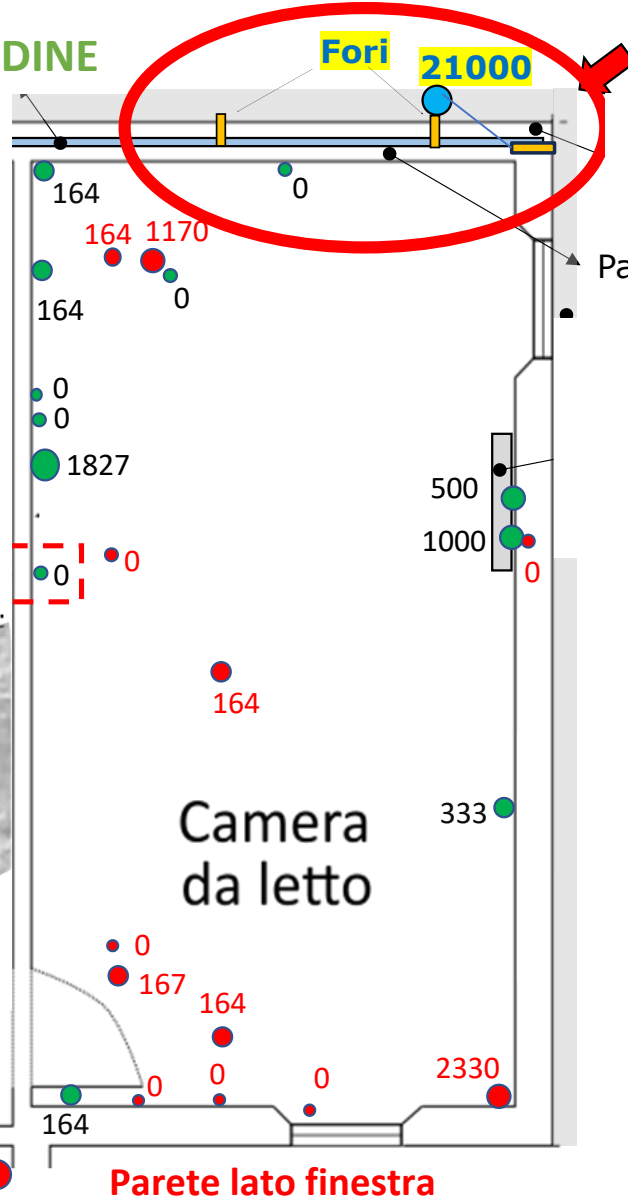
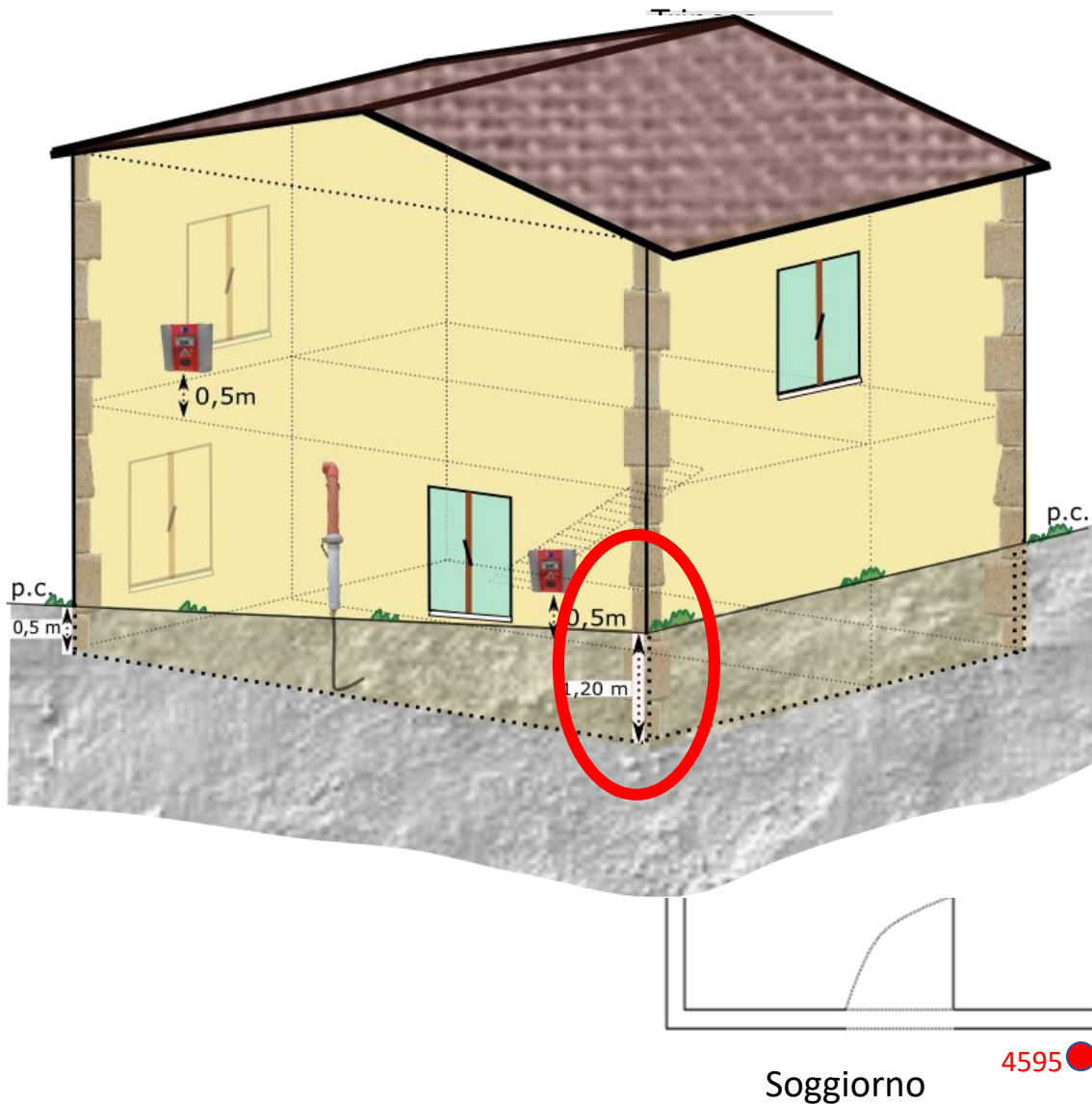
$$T_{1/2} \text{ } ^{220}\text{Rn} < 1 \text{ minuto}$$

LEGENDA: <sup>220</sup>Rn

- 2331-21000 (Bq/m<sup>3</sup>)
- 334-2330 (Bq/m<sup>3</sup>)
- 1-333 (Bq/m<sup>3</sup>)
- 0 (Bq/m<sup>3</sup>)

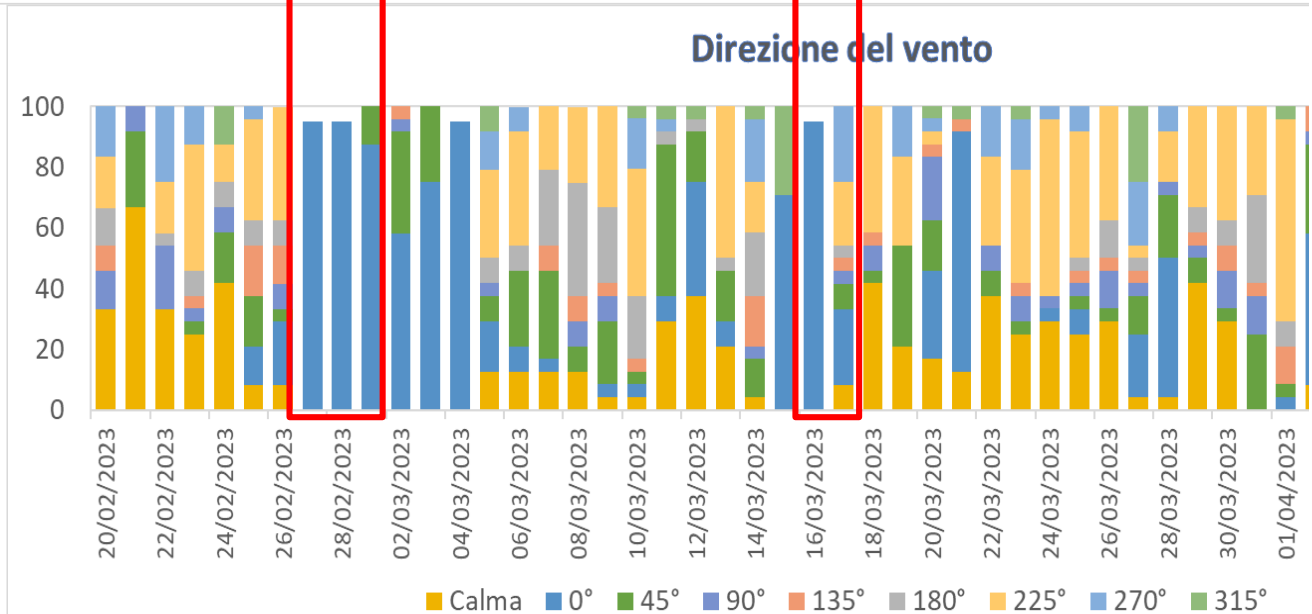
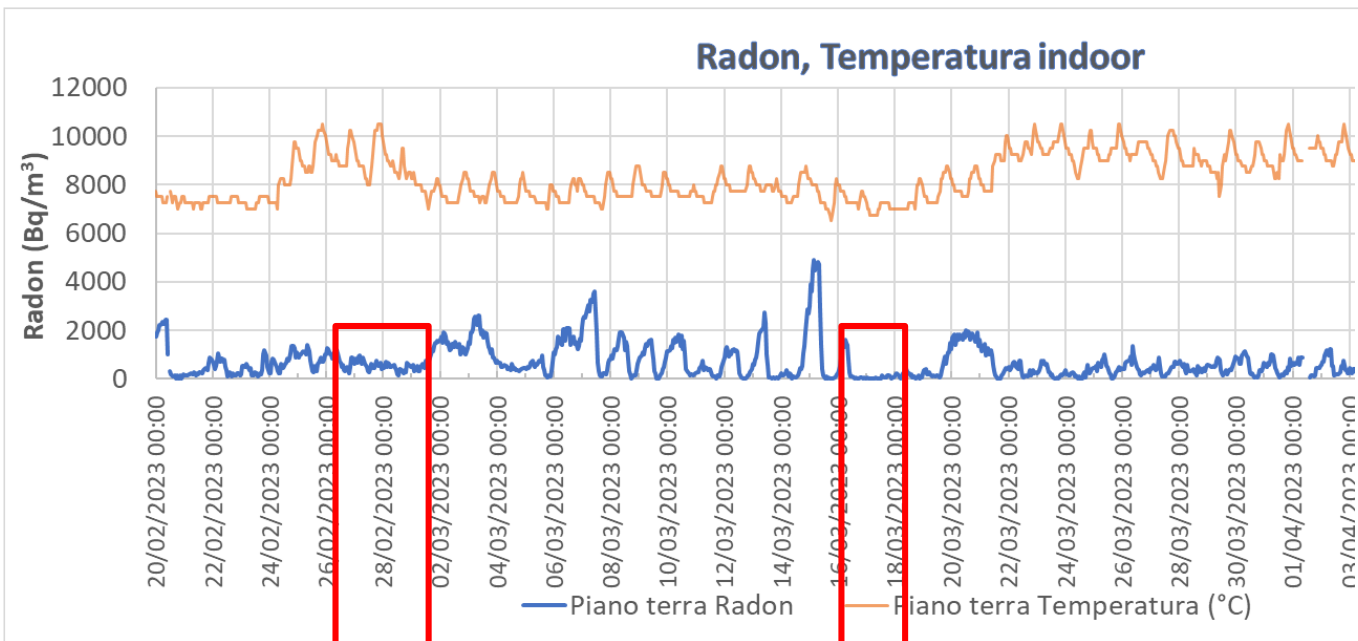


INTERCAPEDINE



Pannelli di cartongesso



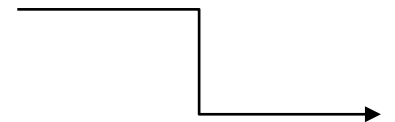


Effetto del vento da N – NE che rimuove il radon che tende ad accumularsi nell'intercapedine dietro la parete verticale, riducendo il radon indoor

Ad un contesto di riferimento definito da:

- Assetto geologico del sito
- Caratteristiche costruttive dell'edificio (tipo di fondazioni, materiali da costruzione, tipologia muraria, coibentazione termica)

si vanno a sovrapporre altri elementi che complicano il quadro



Elementi ulteriori che complicano il sistema e la sua comprensione:

## **Abitudini dei residenti:**

- Ventilazione dei locali
- Accensione del riscaldamento/aria condizionata
- Attivazione della ventilazione forzata del vespaio

## **Variazioni meteo-climatiche**

- Effetto del vento
- Effetto della pressione e temperatura (gradienti)
- Effetto delle precipitazioni



- La sperimentazione in laboratorio, con un «setting» semplice, ha permesso di caratterizzare i materiali anti-radon e di selezionare quelli con le migliori prestazioni.
- Uno dei prodotti testati è stato scelto ed utilizzato in una situazione reale complessa dove le sorgenti radon sono il terreno e i materiali da costruzione.
- L'applicazione del prodotto sulle pareti della camera da letto e sulle vie d'ingresso del *soil gas* hanno ridotto sensibilmente i livelli di radon indoor, che comunque in inverno sono ancora superiori ai 300 Bq m<sup>-3</sup>.
- Gli effetti indotti dall'accensione del riscaldamento, dallo spegnimento della ventilazione forzata del vespaio e dalla chiusura delle finestre vanno monitorati ulteriormente.
- Si suggerisce di ventilare l'intercapedine forata sul fondo della camera da letto per simulare l'effetto del vento da N e da NE e di trattare anche il pavimento con un prodotto anti-radon.

In conclusione, si vuole sottolineare l'importanza degli studi scientifici e della sperimentazione, ma ribadire al contempo la necessità di applicare quanto acquisito a situazioni reali, favorendo così il «dialogo» tra due approcci diversi, ma complementari.

La comprensione e la soluzione di un problema traggono vantaggio dalla sinergia tra la teoria e la pratica e dall'ascolto di punti di vista diversi.

**Grazie dell'  
attenzione**