



Codice ID: 13877322 Radical Radon

# **Il Radon: risultati e prospettive maturate nel contesto del Progetto Interreg RADICAL**

## **GIORNATA DI STUDIO**

### **30 aprile 2014**

### **Teatro Regina Margherita Piedicavallo (BI)**

## **Esperienze di bonifica del radon**

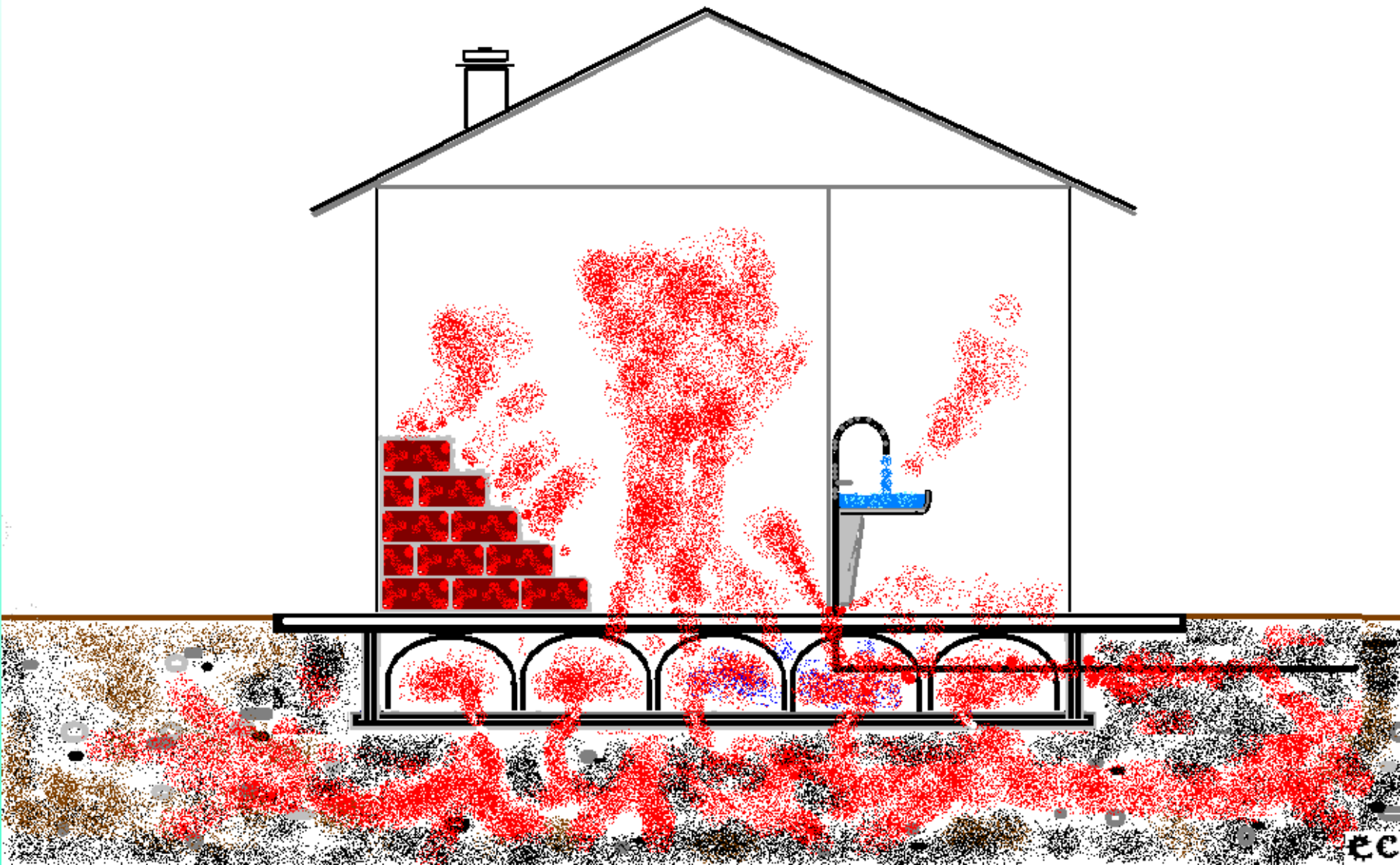
Enrico Chiaberto ARPA Piemonte

Nell'ambito del progetto RADICAL  
sono state effettuate numerose  
misure di radon in edifici in cui si è  
evidenziata la  
**presenza del radon**

Da qui la necessità di approfondire e  
sviluppare appropriate metodologie  
per intraprendere le  
**azioni di bonifica**

# Perché abbiamo il radon in casa?

sorgenti di radon





*Il radon non crea  
una contaminazione permanente:*

*se elimino il radon scompare per  
decadimento anche la radioattività che  
esso stesso produce ...*

# Azioni di rimedio

**In linea generale tutti i  
metodi più efficaci di bonifica  
sono basati su principi meno  
“distruttivi”:**

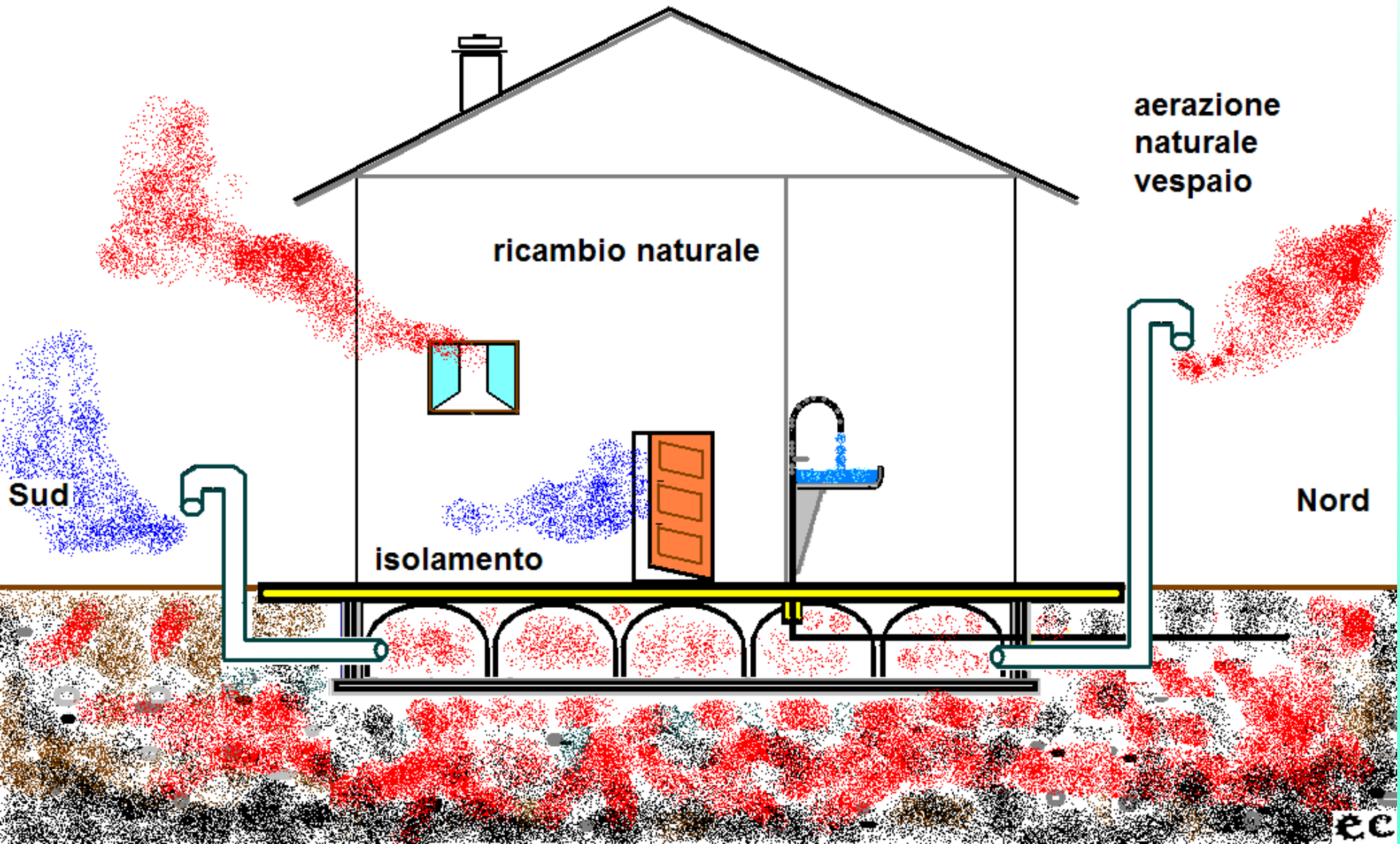


**Evitare l'accumulo**

**Impedire l'ingresso**

# Rimedi passivi

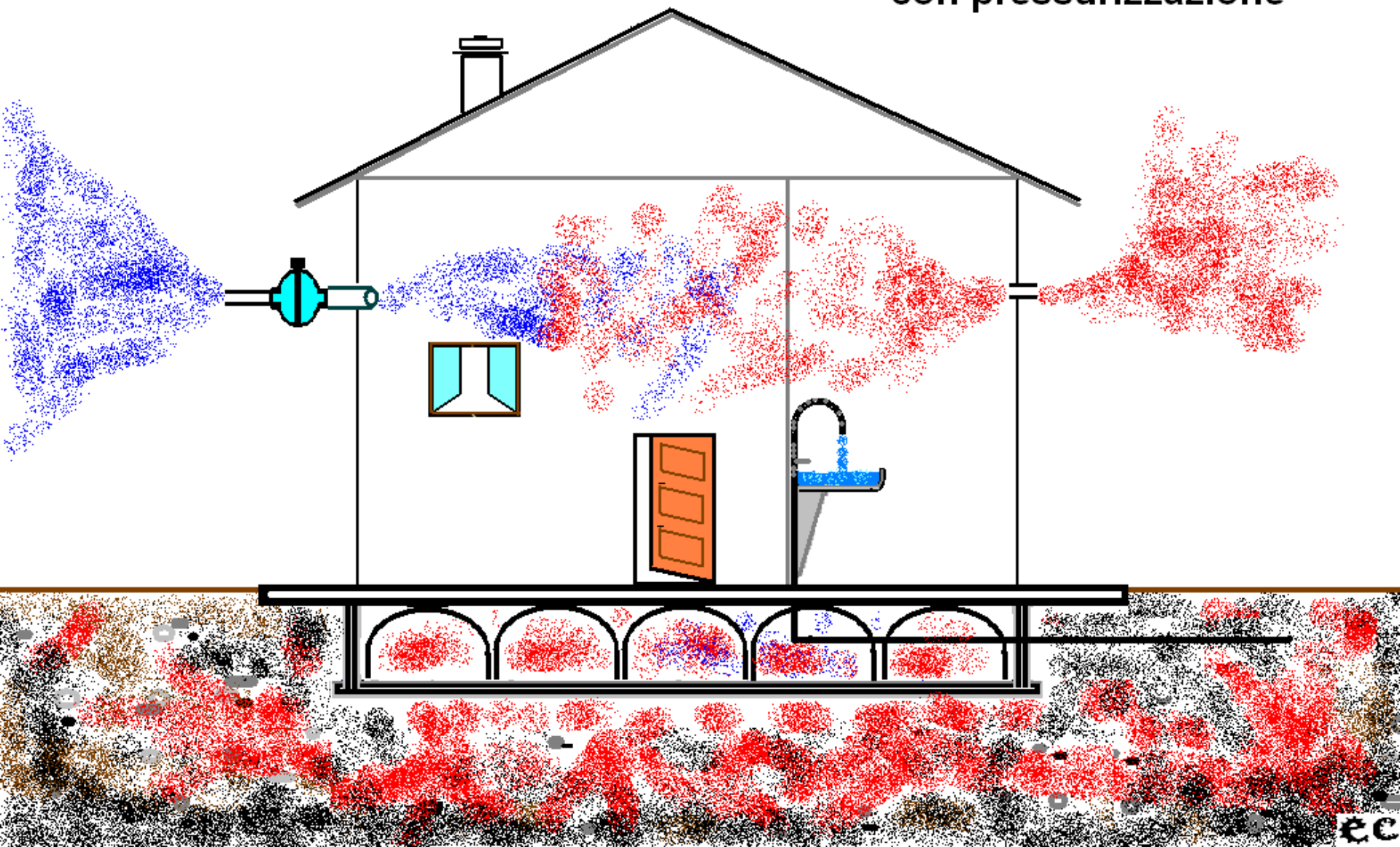
rimedi passivi





# Rimedi attivi

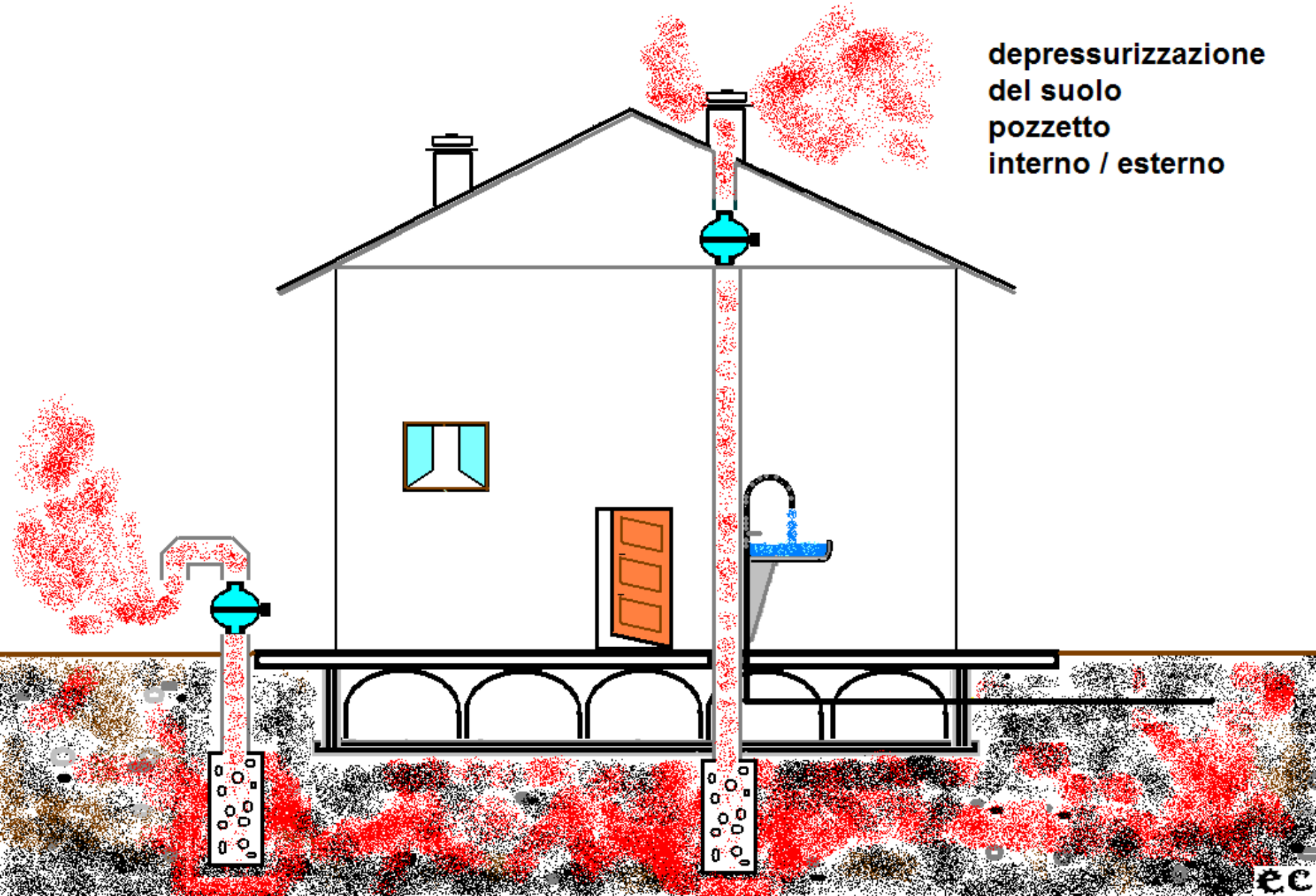
ricambio d'aria  
con pressurizzazione





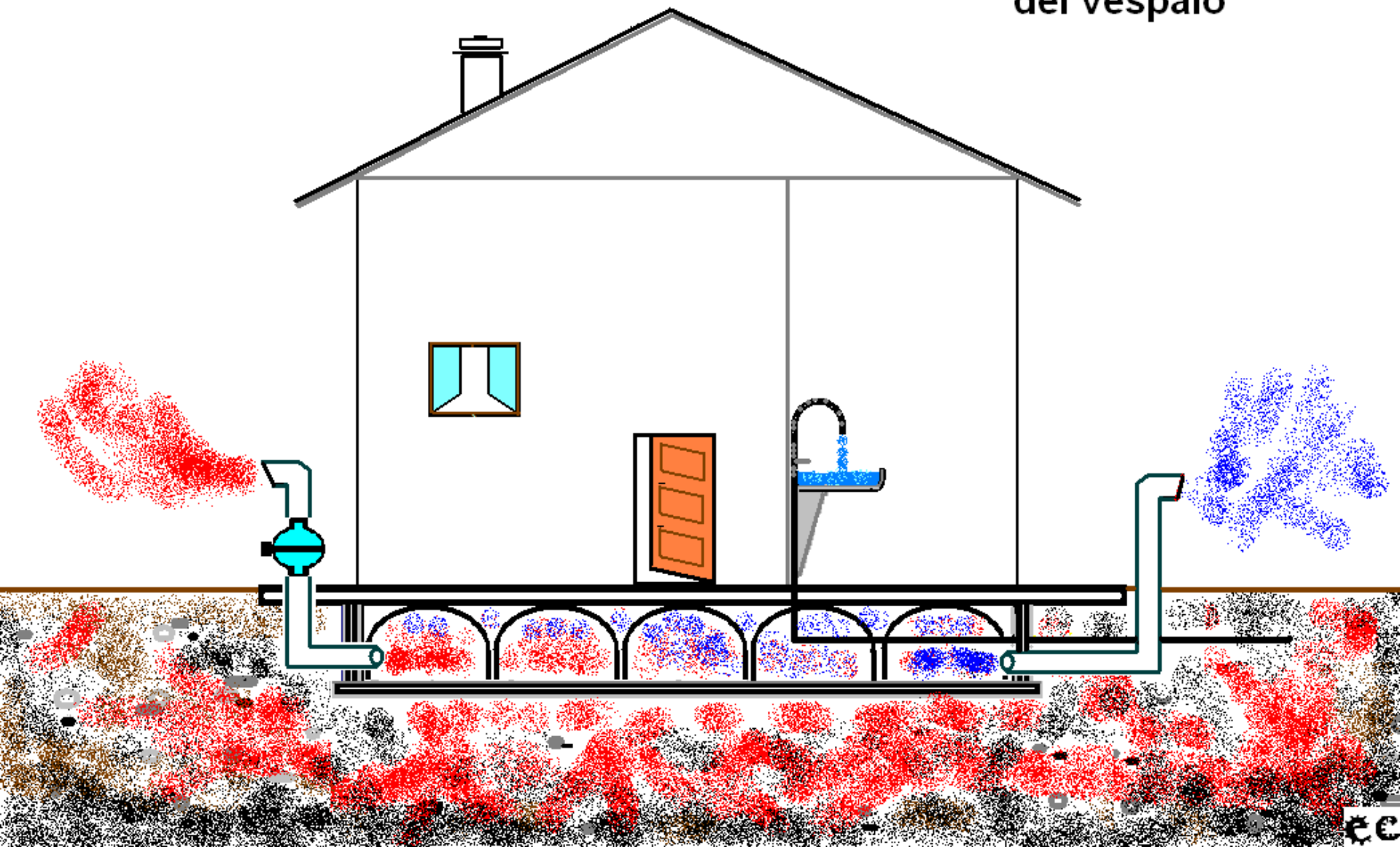
# Rimedi attivi

depressurizzazione  
del suolo  
pozzetto  
interno / esterno



# Rimedi attivi

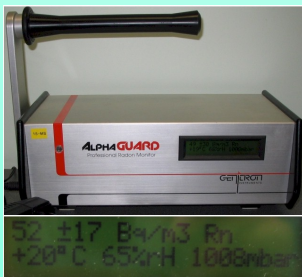
aerazione forzata  
del vespaio



# Strumentazione

*Per le azioni di rimedio si utilizzano strumenti di misura attivi che misurano in continuo le fluttuazioni del radon negli ambienti*

Camere a ionizzazione



Camere a scintillazione

celle di Lucas



silicio



*Esempi su abitazioni,  
luoghi di lavoro, scuole*

1)

## CASO DI UN'ABITAZIONE PRIVATA

Concentrazioni radon

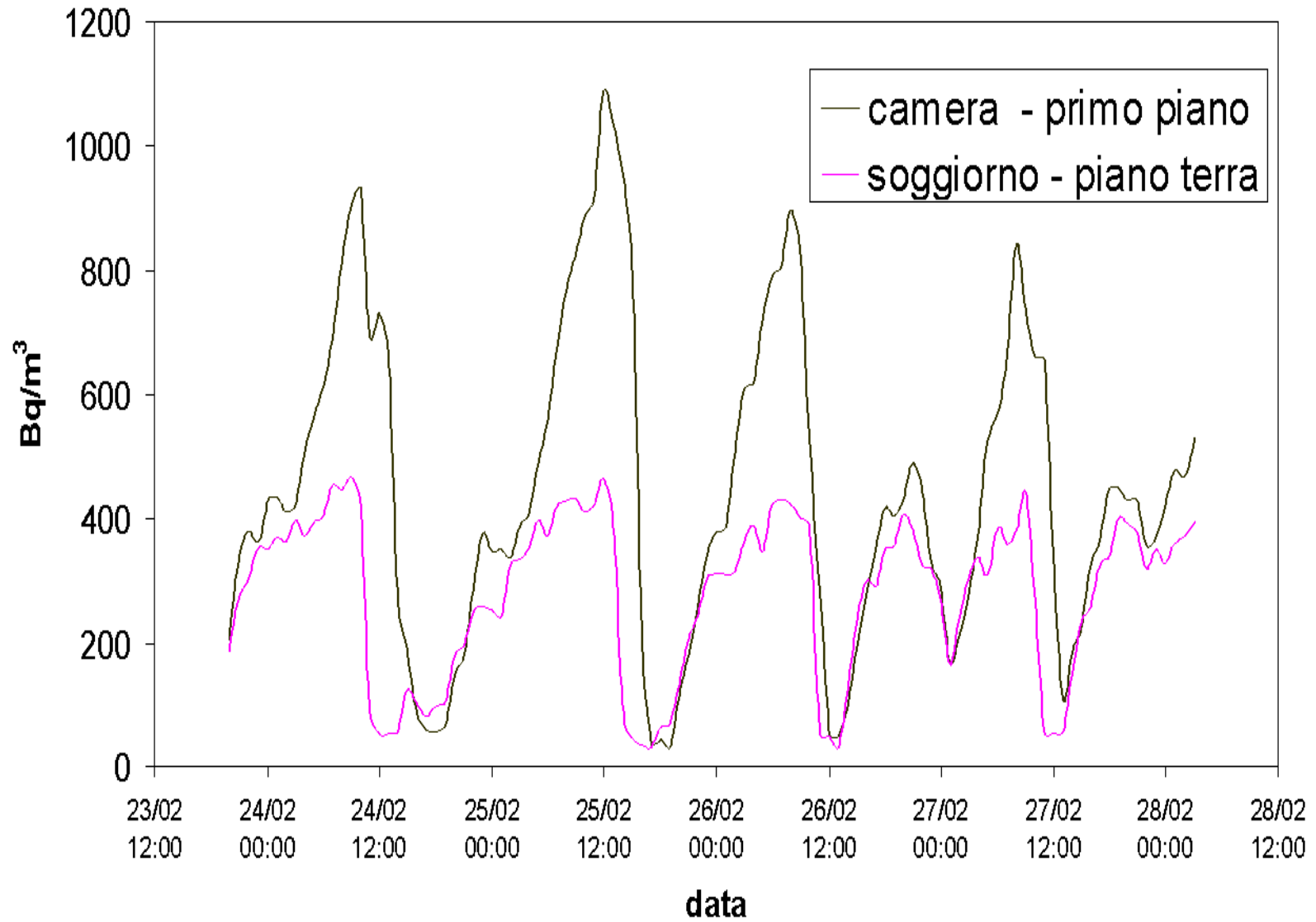
**1126** Bq/m<sup>3</sup> (inverno)

**289** Bq/m<sup>3</sup> (estate)

Grande volumetria degli ambienti



# Concentrazione Radon



# Azione di rimedio

## “pozzetto radon”

**Sfruttando un pozzo dell'acqua esistente e  
profondo qualche metro**

**ABITAZIONE**

**ESTERNO**

ventilatore

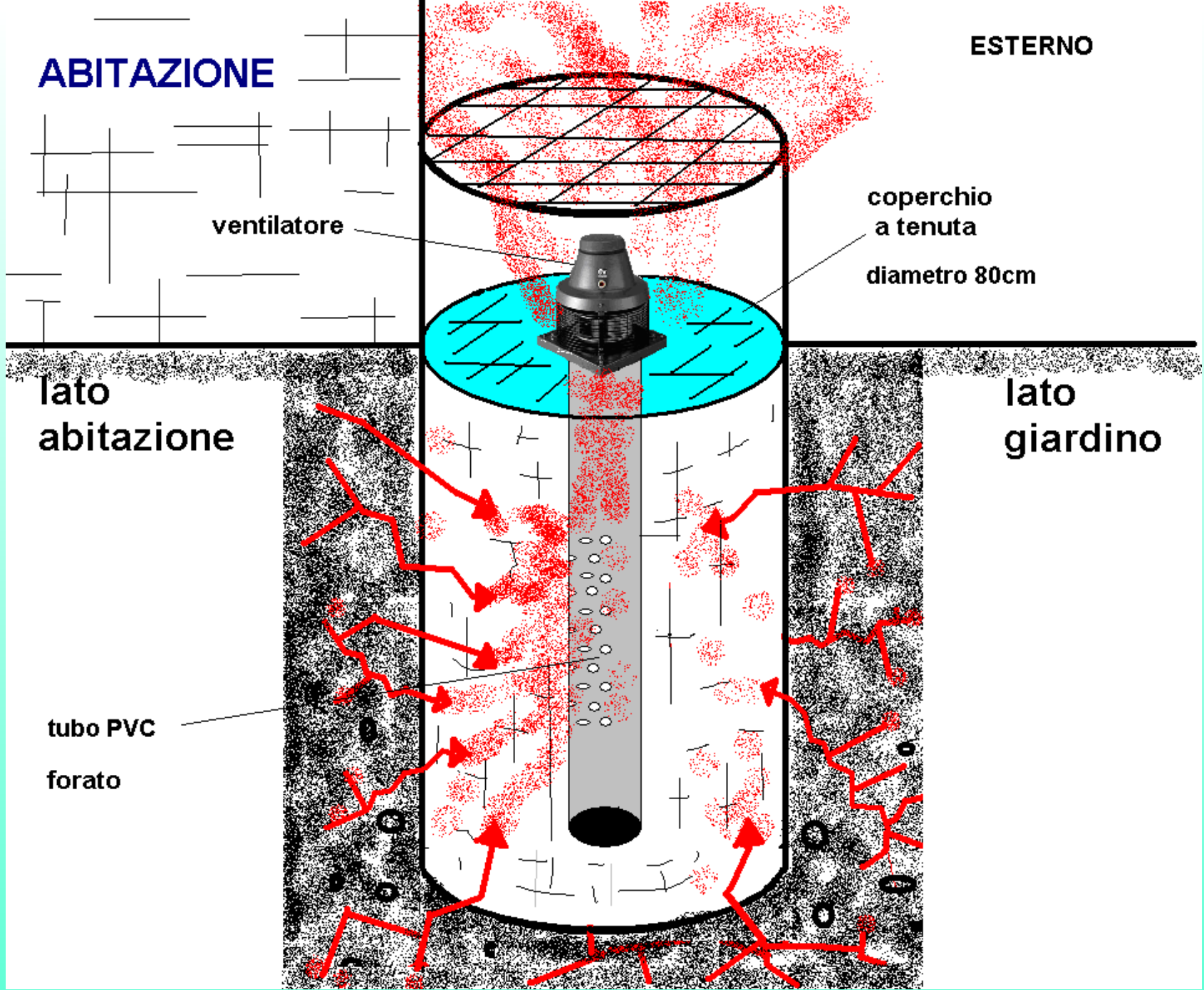
coperchio  
a tenuta

diametro 80cm

lato  
abitazione

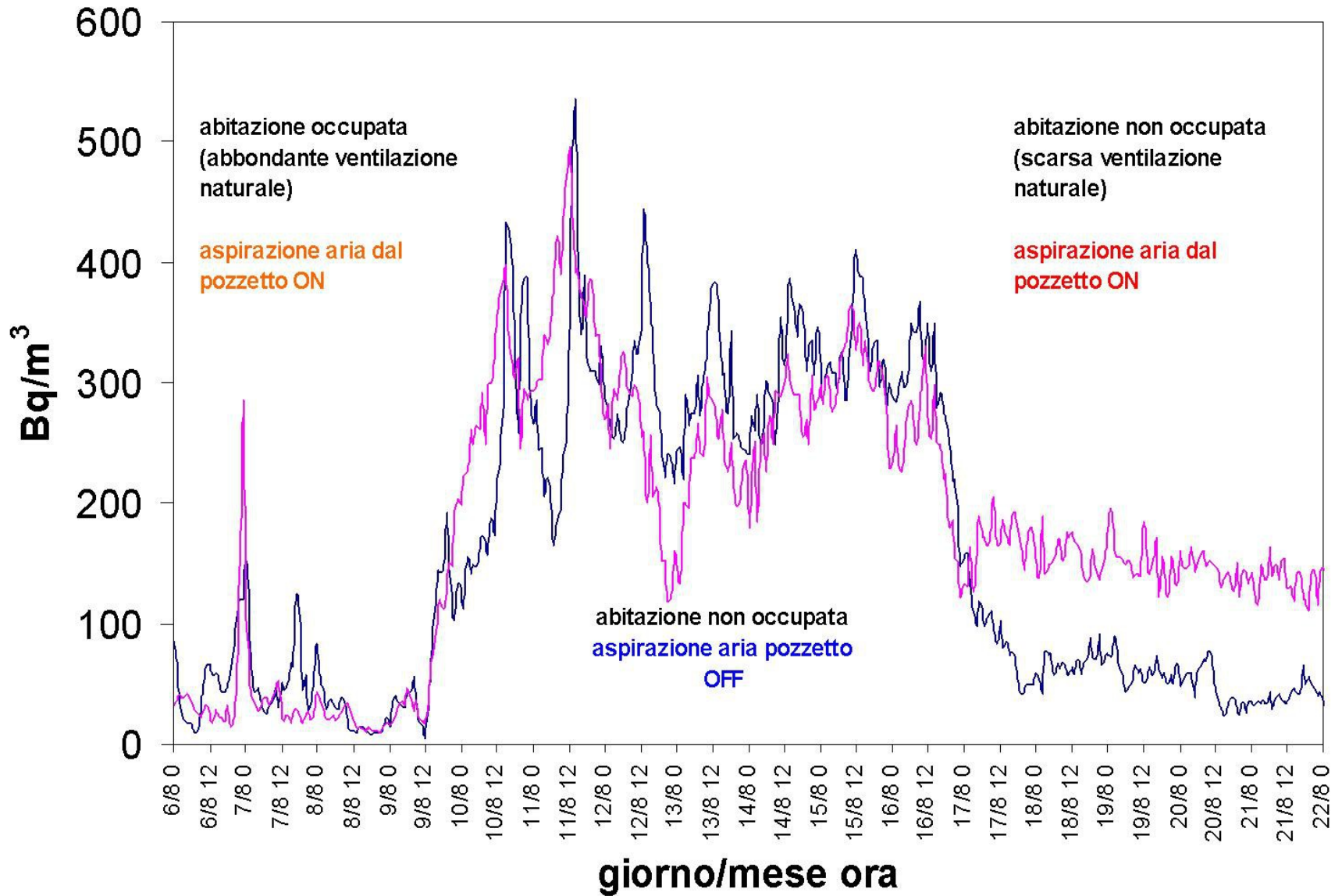
lato  
giardino

tubo PVC  
forato



# Concentrazione radon

— piano terra — primo piano



# Risultati ottenuti

**riduzione 82%** al piano terra

**riduzione 47%** al primo piano



2)

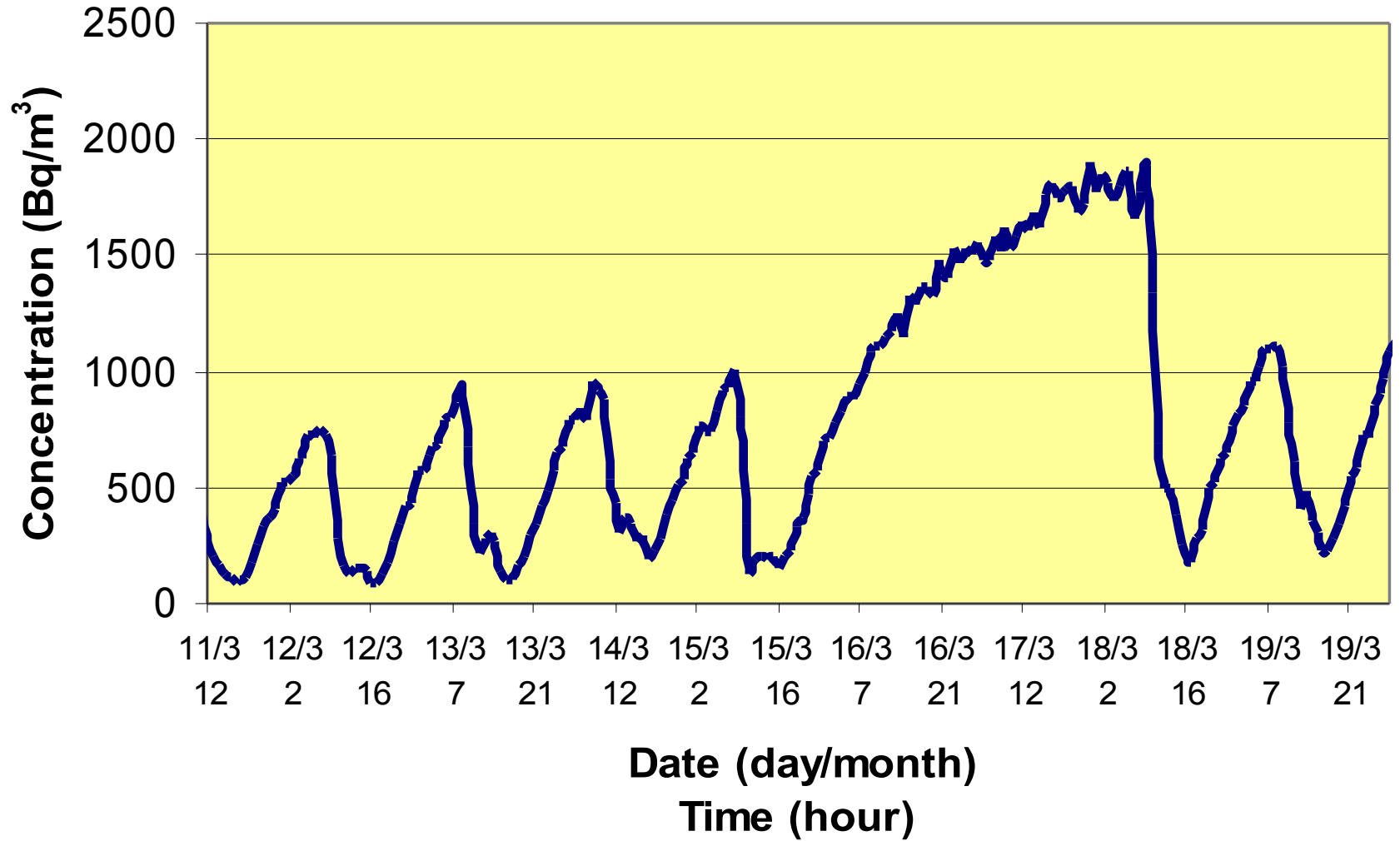
## LUOGO DI LAVORO

**seminterrato** (per l'80%)

**Concentrazione radon**

**>> 500 Bq/m<sup>3</sup>**

# Radon in basement workplace



Concentrazione media asintotica di radon = **1788 Bq/m<sup>3</sup>**

# L'azione di rimedio

**Ventilatore:**

**250 W**

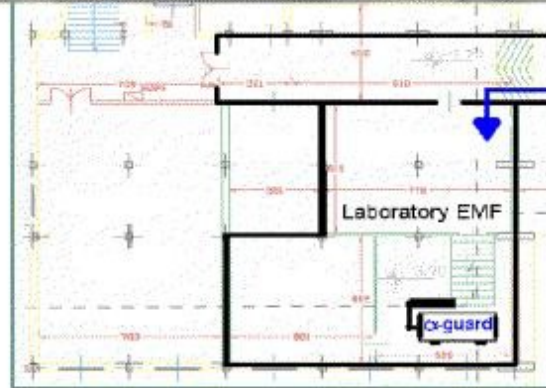
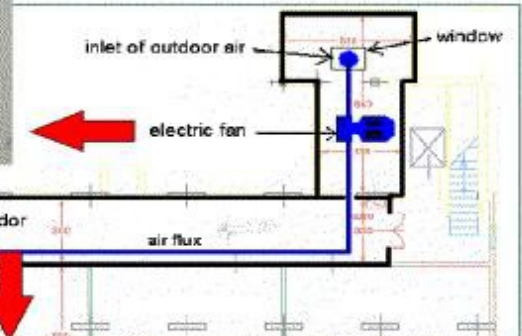
**220 V 50 Hz**

**Flusso di aria  
immessa:**

**0.152 m<sup>3</sup>/s**

**Ricambio  
d'aria:**

**1.08 h<sup>-1</sup>**



# equazioni utili per il dimensionamento dell'azione di rimedio

$$\frac{dN}{dt} = -(\lambda + \lambda^*)N + \frac{E}{V} \quad (1)$$

ventilazione naturale

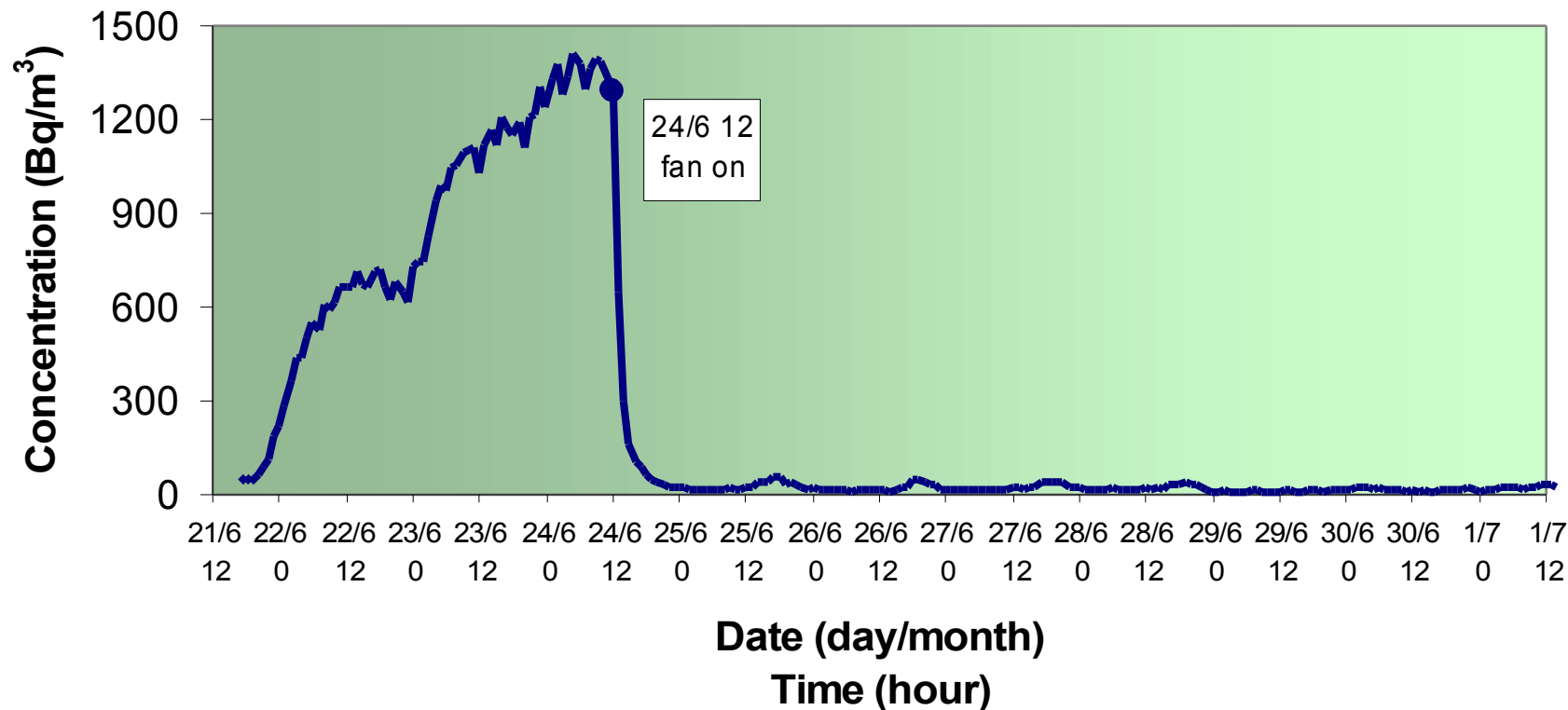
$$C(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda^*} \frac{E}{V} \left( 1 - e^{-(\lambda + \lambda^*)t} \right) \quad (2)$$

$$\left( \frac{dC}{dt} \right)_0 = \lambda \frac{E}{V} \quad (3)$$

$$\frac{dN}{dt} = -(\lambda + \lambda_{forced}^*)N + \frac{e_{total}}{\lambda V} \quad (4)$$

ventilazione forzata

## remedial action: room's pressurisation



**Concentrazione  
Radon teorica  
con ventilazione  
forzata:  
73 Bq/m<sup>3</sup>**

**Porta chiusa  
Concentrazione Radon sperimentale:**

**16 Bq/m<sup>3</sup><sub>23</sub>**

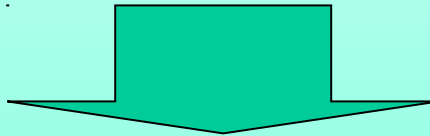


# Risultato

valore teorico ( $73 \text{ Bq/m}^3$ )

>

valore sperimentale ( $16.5 \text{ Bq/m}^3$ )

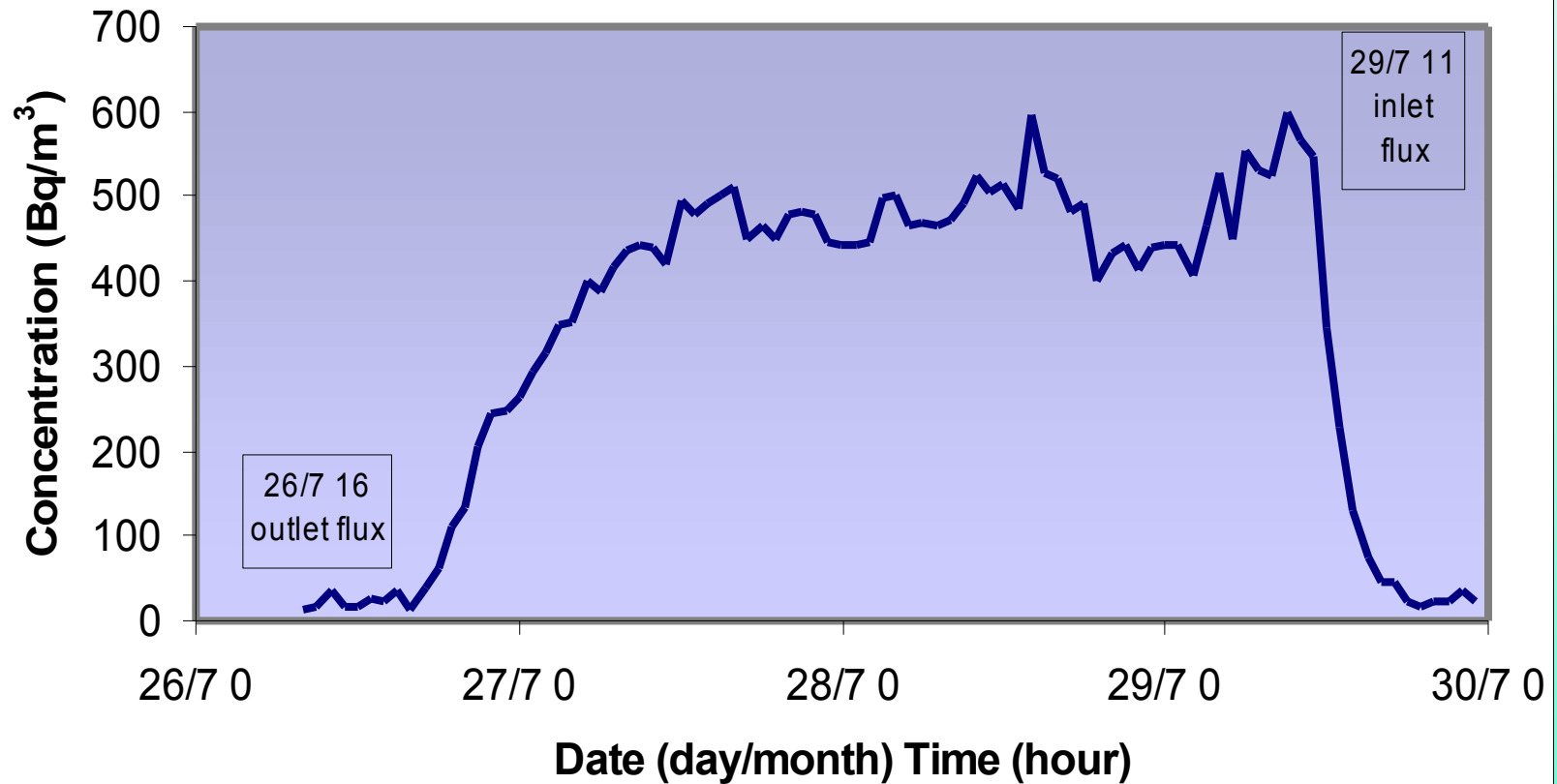


Il sistema adottato

non agisce soltanto mediante ricambio d'aria  
ma limita l'ingresso del radon dal suolo nel locale

# Stesse condizioni di ventilazione invertendo il flusso d'aria

## room's depressurisation



3)

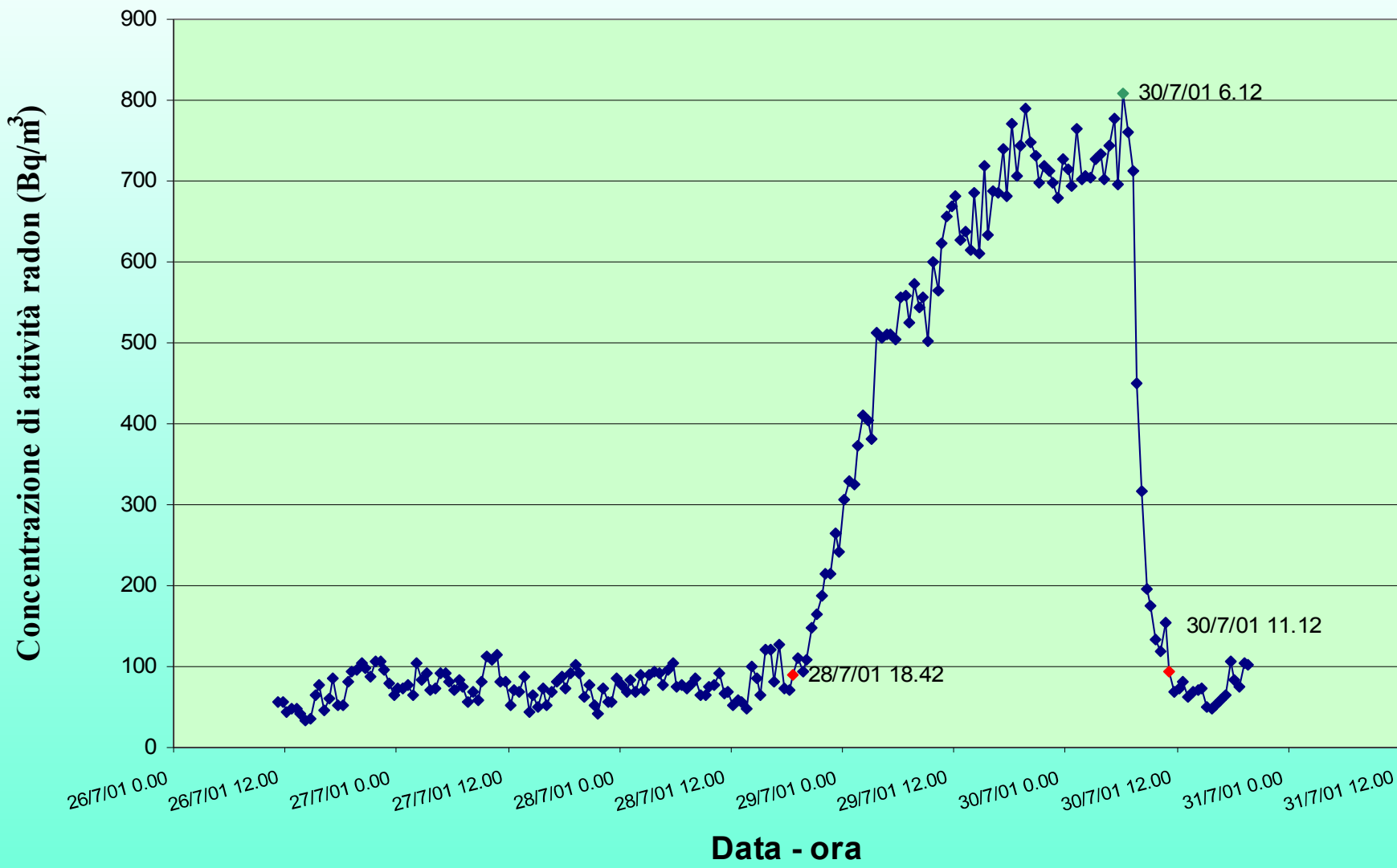
## **LUOGO DI LAVORO**

**interrato**

**Gallerie dotate di impianto di aerazione  
non attivo nel fine settimana**

Radon medio 800 Bq/m<sup>3</sup>

È già presente un sistema di ventilazione  
per scopi diversi dalla mitigazione del  
radon



# Risultato

Il sistema adottato già funziona:  
è stato soltanto sufficiente anticipare  
l'accensione dell'impianto a qualche ora prima  
dell'ingresso del personale

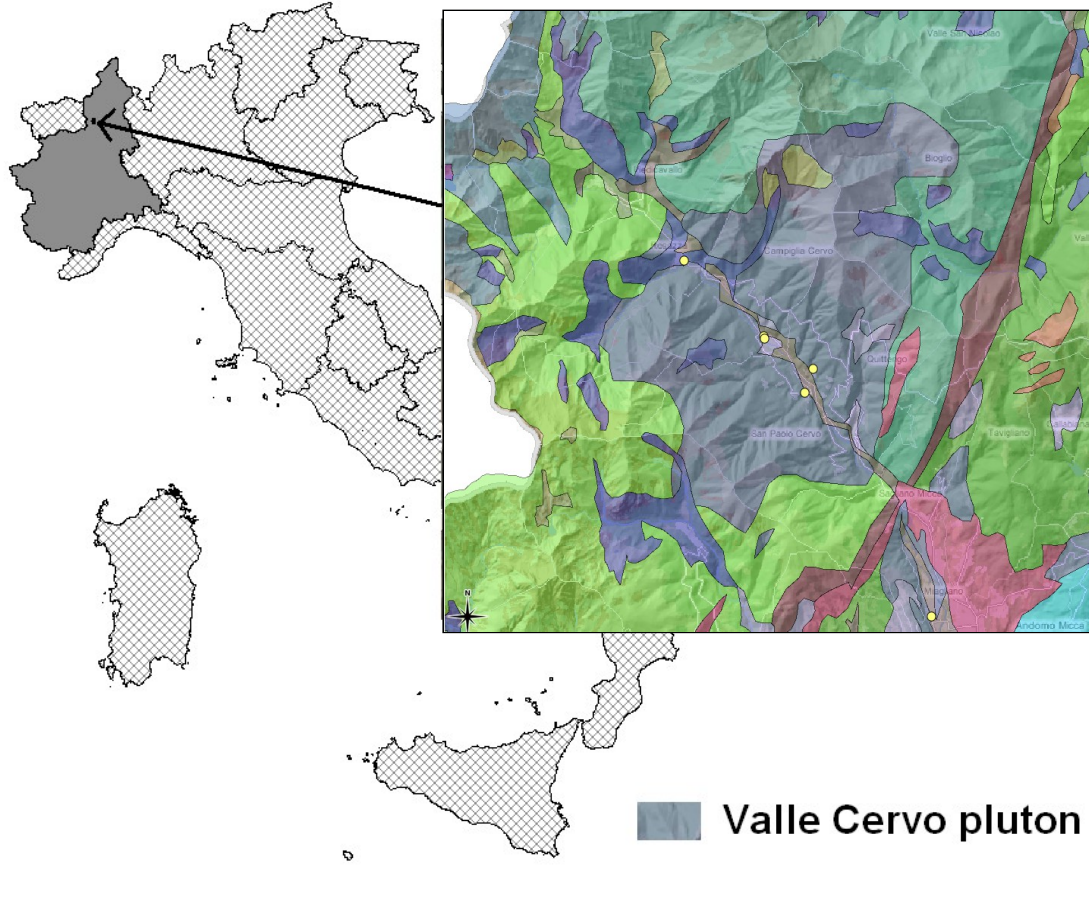
4)

## EDIFICIO COMUNALE

Ufficio del sindaco valore medio

8000 Bq/m<sup>3</sup>

# siamo in Valle Cervo

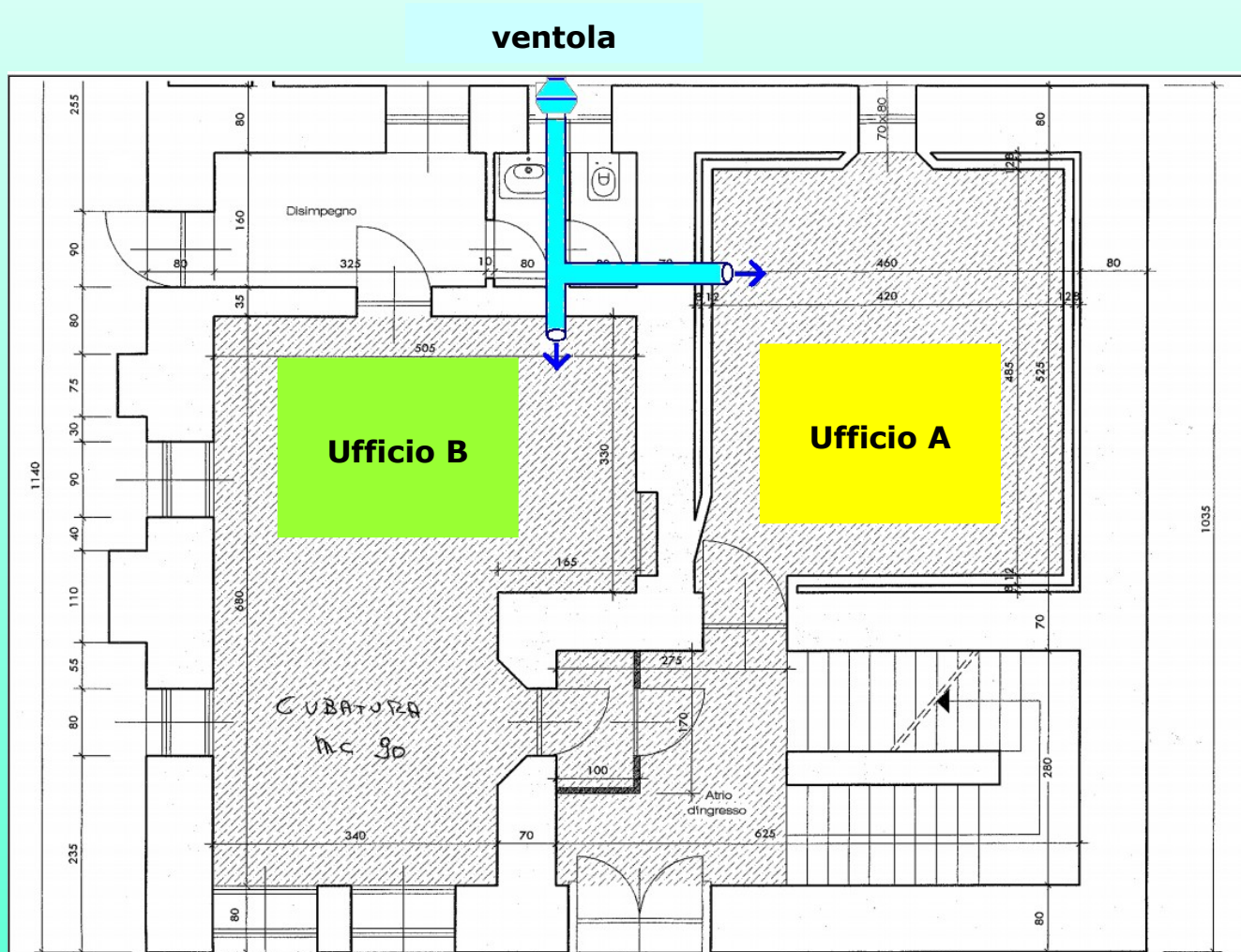


- Valle Cervo
- plutone Sienite della Balma
  - $^{238}\text{U}$  = 346-764 Bq/kg
  - $^{232}\text{Th}$  = 202-478 Bq/kg
- Concentrazioni medie 500 - 1500 Bqm<sup>-3</sup>.



# Azione di rimedio proposta

## Sistema di immissione di aria dall'esterno



# Prima e dopo

<b>stagione</b>	<b>Flow [m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>]</b>	<b>Locale</b>	<b>Radon attuale [Bqm<sup>-3</sup>]</b>	<b>Radon previsto [Bqm<sup>-3</sup>]</b>
<b>estate</b>	<b>90</b>	Locale A	<b>6610</b>	<b>324</b>
		Locale B	<b>1277</b>	<b>235</b>
<b>inverno</b>	<b>135</b>	Locale A	<b>9334</b>	<b>313</b>
		Locale B	<b>6108</b>	<b>265</b>

# 5)

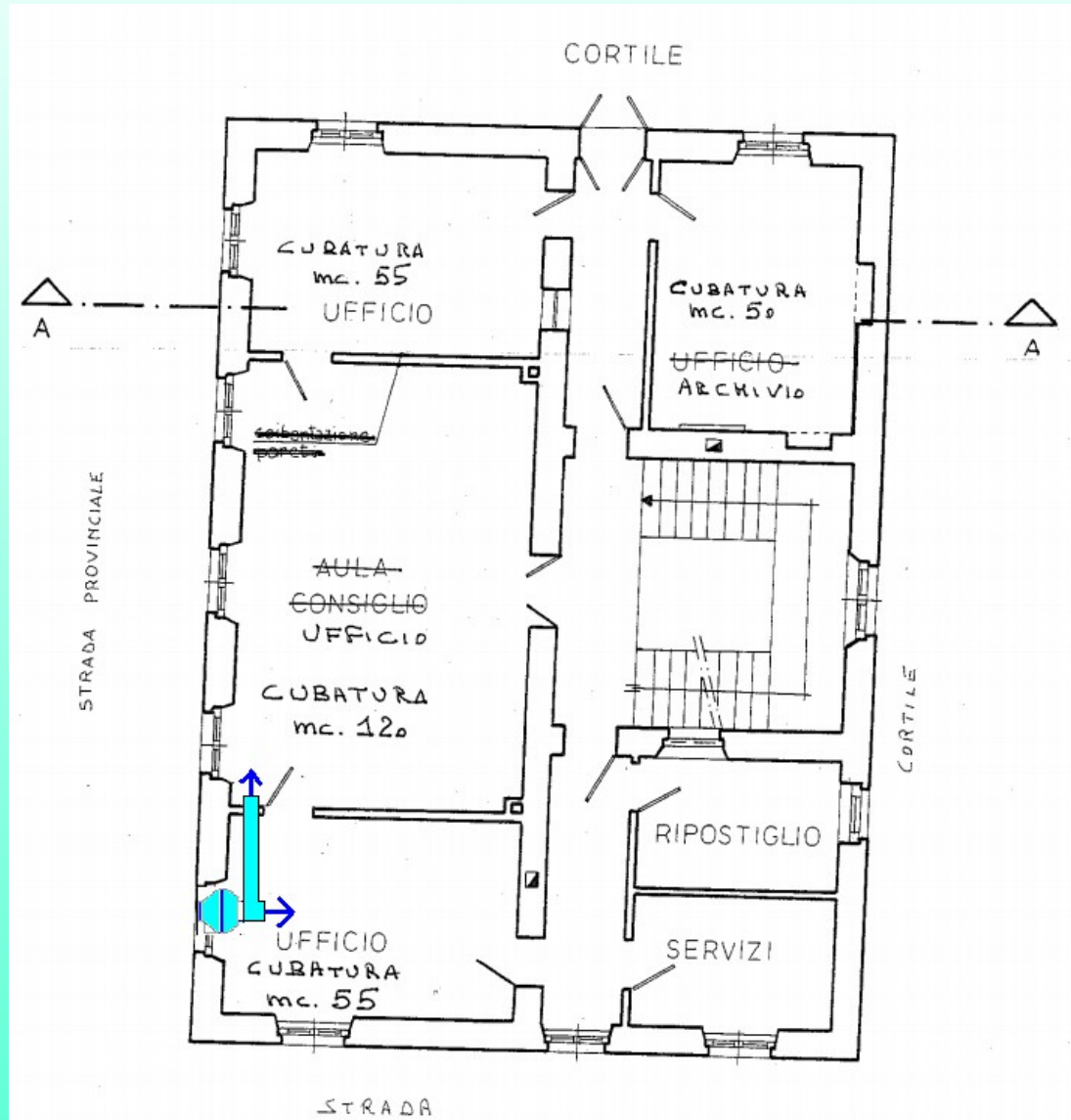
## EDIFICIO COMUNALE

Valori riscontrati in un ufficio 1° piano in inverno

<b>CRn<sub>media</sub></b> <b>(Bq/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CRn<sub>min</sub></b> <b>(Bq/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CRn<sub>max</sub></b> <b>(Bq/m<sup>3</sup>)</b>
1149	508	1910

# Azione di rimedio proposta

Sistema di immissione di aria dall'esterno



Il sistema è stato implementato con  
accensione manuale...

1400

# Prima e dopo

<b>Stagione</b>	<b>Locale</b>	<b>Radon prima [Bqm<sup>-3</sup>]</b>	<b>Radon dopo [Bqm<sup>-3</sup>]</b>
<b>inverno</b>	Ufficio	<b>1149</b>	<b>684</b>

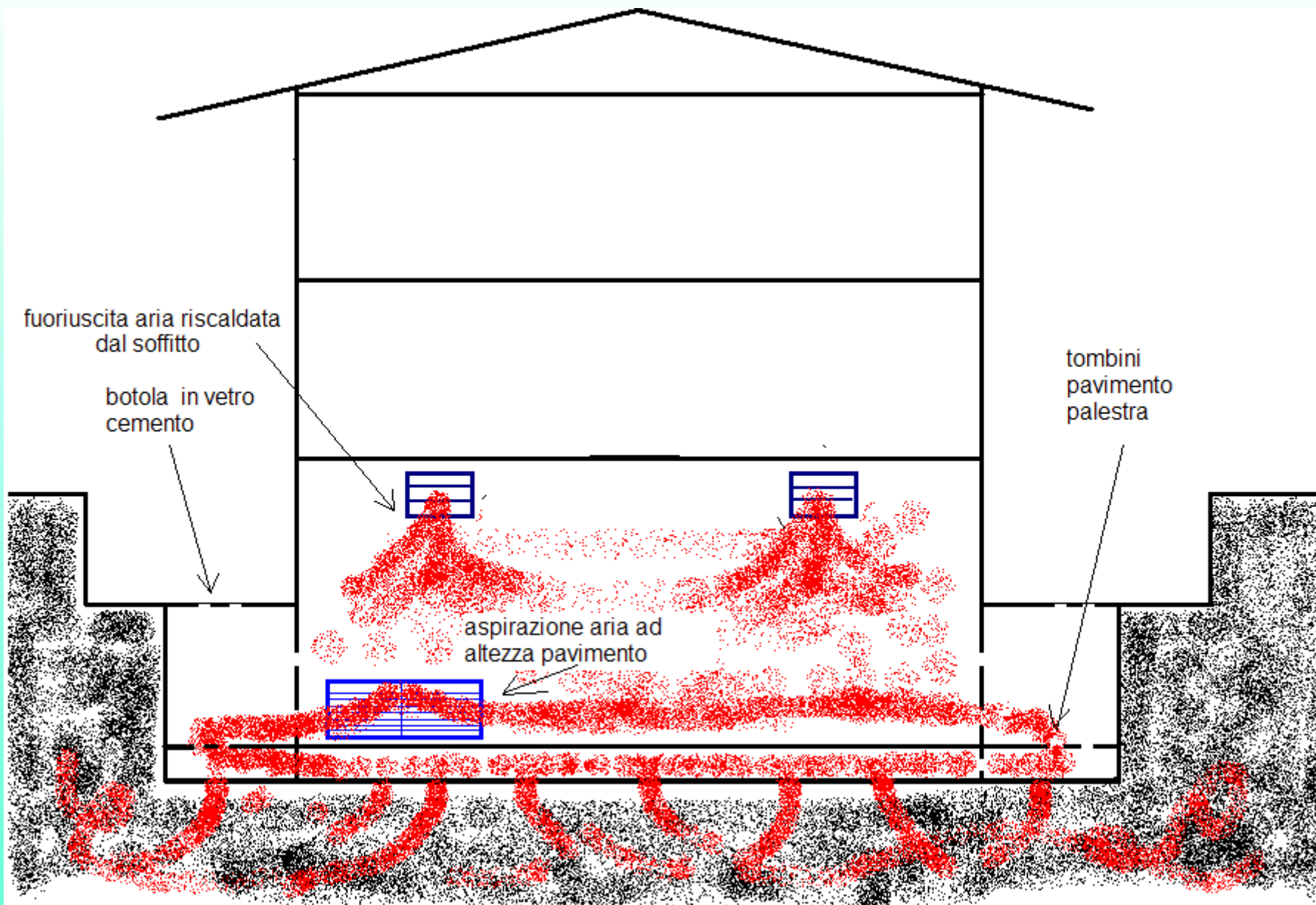
Con una maggior continuità nel funzionamento della ventola si prevede un ulteriore miglioramento



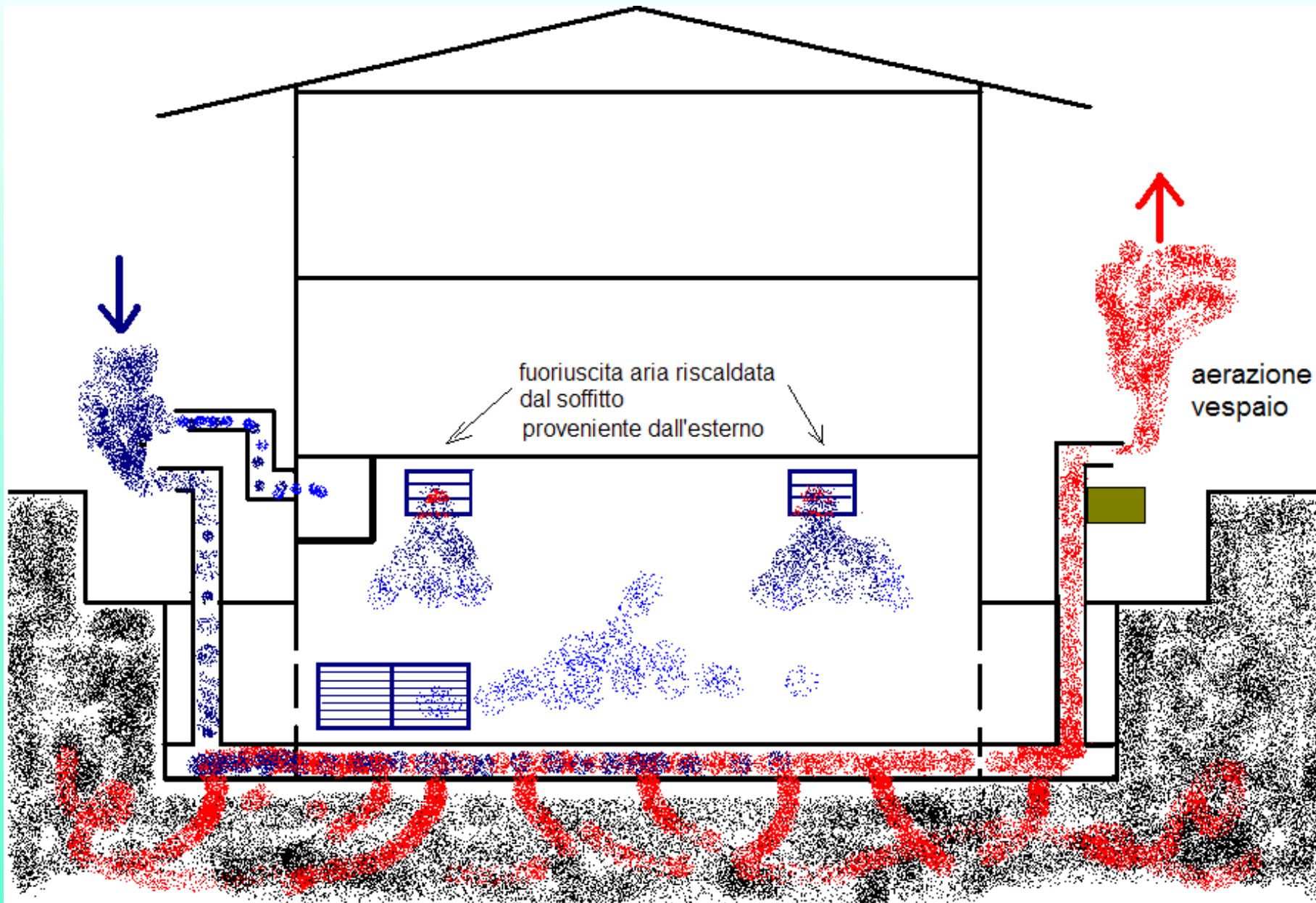
6)

## **EDIFICIO SCOLASTICO**

La palestra era dotata di un singolare impianto di aerazione



# Intervento proposto



# Risultato

Il solo dirottare all'esterno l'aria del vespaio  
anziché internamente ha portato ad una  
sensibile riduzione

7)

## **EDIFICIO SCOLASTICO**

Palestra

# Azione di rimedio:

aspiratore per immissione di  
aria dall'esterno

Si è rivelata utile per  
ottimizzare il sistema e  
ridurre i costi la  
combinazione di:

- ventola
- timer
- variatore di velocità





<b>PUNTO DI MISURA</b>		<b>Conc.Rn Bq/m<sup>3</sup></b>		<b>Conc.Rn Bq/m<sup>3</sup></b>
Palestra seminterrato	<b>PRIMA</b>	<b>1383 ± 95</b>	<b>DOPO</b>	<b>318 ± 31</b>
rampa scale		<b>958 ± 61</b>		<b>368 ± 33</b>
Atrio Piano Terra		<b>158 ± 12</b>		<b>142 ± 23</b>
Aula Piano Terra		<b>196 ± 14</b>		<b>189 ± 27</b>
Aula PT		<b>101 ± 8</b>		<b>110 ± 21</b>
Aula Piano Terra		<b>86 ± 8</b>		<b>172 ± 34</b>
Aula Piano Terra		<b>423 ± 33</b>		<b>184 ± 38</b>
Dormitorio Piano Terra		<b>376 ± 25</b>		<b>167 ± 24</b>

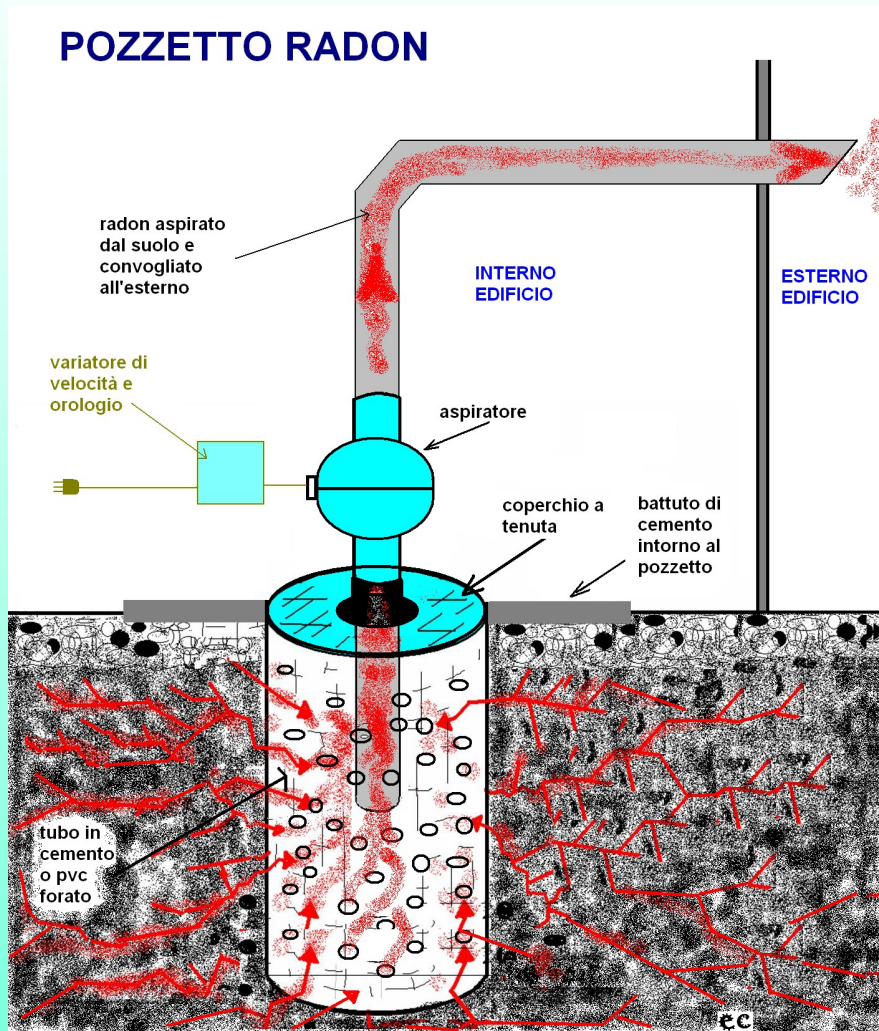
8)

## EDIFICIO SCOLASTICO

Palestra con a fianco uno scantinato interrato: si è proposto un pozzetto interno

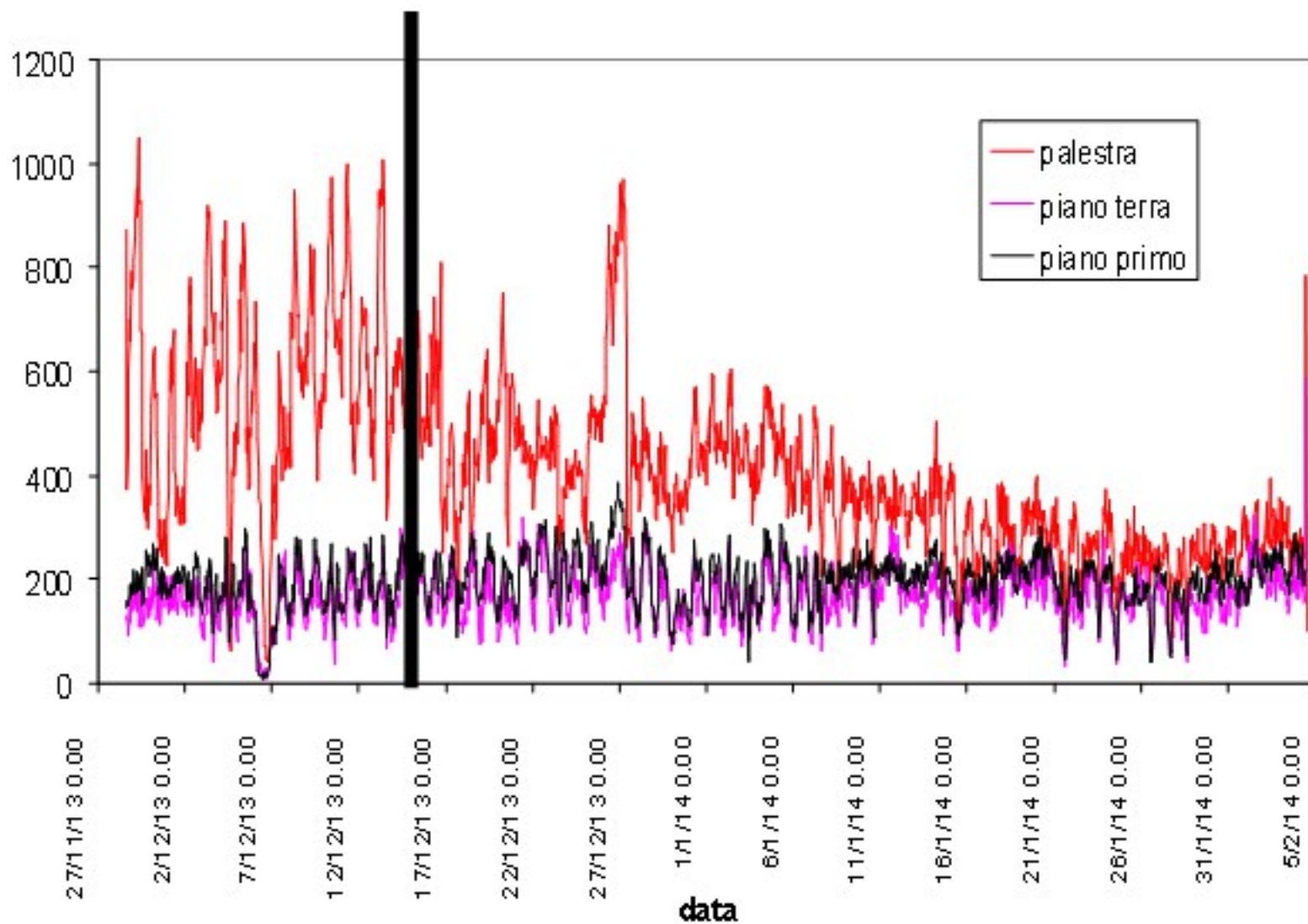
detto

fatto



La pompa aspirante ha una potenza di 47 W con flusso d'aria massimo 285 m<sup>3</sup>/h

### edificio scolastico confronto piani



La diminuzione  
 conduce a regime  
 a concentrazioni  
 medie nella palestra  
 pari a 260 a fronte  
 di 567 Bq/m<sup>3</sup>  
 presenti durante il  
 periodo precedente  
 all'accensione  
 (46% di riduzione)

Aumentando la  
 potenza o il numero  
 di pozzetti può  
 migliorare  
 l'efficacia

Locale	Concentrazione di attività radon media (Bq/m <sup>3</sup> )	
	Monitoraggio dal 30/1/2012 al 21/02/2012	Monitoraggio durante la messa in funzione del pozzetto radon dal 28/11/14 al 04/02/14
Cantina Sotterraneo	901	808
Palestra	1420	370 (in coda 260)
Piano Terra	292	164
1°Piano	349	205



9)

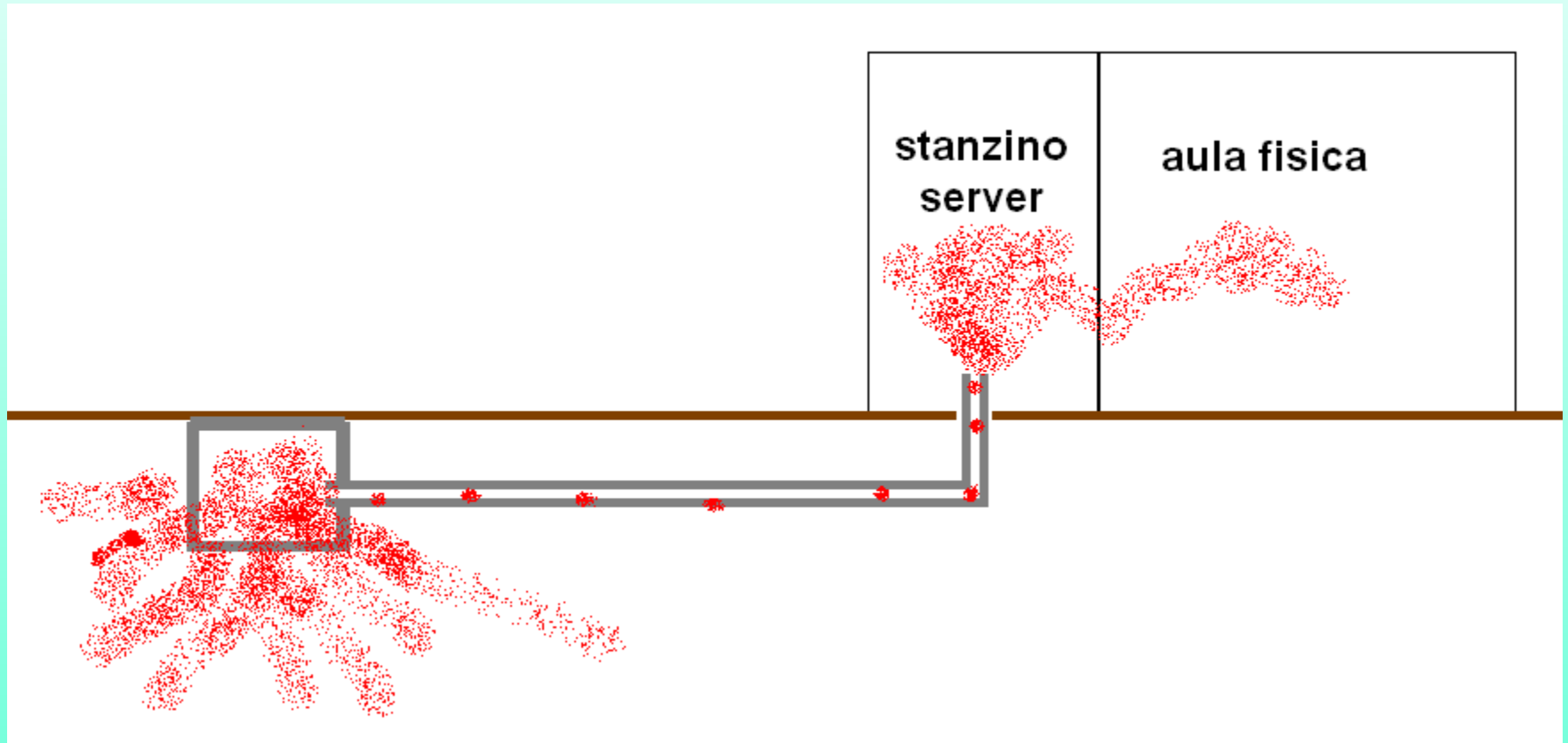
## **EDIFICIO SCOLASTICO**

Edificio nuovo e interamente al piano terra

Nell'aula di fisica media radon  $800 \text{ Bq/m}^3$



il radon proveniva da una cabina di  
cablaggio elettrico (interrata)



Rimedio: sigillatura canaline porta cavi

# schiuma di poliuretano per sigillare le canaline passa cavi

Locale	Concentrazione Radon Bq/m <sup>3</sup>	Concentrazione Radon Bq/m <sup>3</sup>
	<b>PRIMA</b> Vie d'accesso libere	<b>DOPO</b> Vie d'accesso sigillate
stanzino server	931	222
aula fisica adiacente	478	33

10)

## EDIFICIO SCOLASTICO

Stanzino magazzino con alte concentrazioni

Poco frequentato

# Rimedio: “il più economico”





+ in generale

Qual'è la strategia con miglior  
rapporto costi e benefici?

occorre inserire negli strumenti urbanistici (piani regolatori, regolamenti edilizi...) la prescrizione di adottare semplici e economici accorgimenti preventivi (Raccomandazioni Piano Nazionale Radon)





**Codice ID: 13877322 Radical Radon**

Grazie