



# QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

“Progettare, gestire e migliorare la qualità dell'aria nelle scuole”

## Il Centro competenze radon della SUPSI

Luca Pampuri, Responsabile CCR SUPSI



Programma di Cooperazione Interreg V A “Italia – Svizzera 2014-2020”  
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)

## Le attività

È il primo centro di competenza fondato in Svizzera con il sostegno dell'UFSP nel 2008.

### Formazione di base

- Architettura / Ingegneria civile

### Formazione continua

- Corsi per consulenti radon
- Formazione nell'ambito dei corsi di formazione continua lunga
- Corsi di formazione per terzi

### Ricerca applicata

### Servizi

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana  
Dipartimento ambiente costruzioni e design

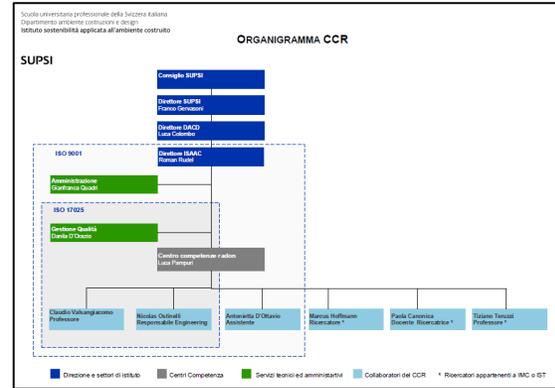
## SUPSI Centro competenze radon



Il radon:  
un problema  
di salute  
legato  
all'edificio

Formazione	Ricerca	Prestazioni
Corsi di formazione di base e di formazione continua per professionisti del settore edile	Ricerca applicata volta a identificare soluzioni per la prevenzione e il risanamento radon	Misurazioni con dosimetria passiva Misurazioni diagnostiche volte al risanamento Perizie e consulenze

# Il team



Collaboratore	Istituto	Formazione	Formazione specifica
Luca Pampuri (Delegato radon UFSP per la Svizzera italiana)	ISAAC	Ingegnere ambientale, Dipl. sc. nat. e amb. ETH Zurigo	Consulente radon, USI
Claudio Valsangiacomo	ISAAC	Biologo, Dr. sc. nat. ETH Zurigo	Perito federale in materia di radon
Tiziano Teruzzi	IMC	Fisico, Dr. sc. nat. ETH Zurigo	Consulente radon, SUPSI
Paola Canonica	IMC	Architetto SUP, Lugano	Consulente radon, SUPSI
Nicolas Ostinelli	ISAAC	Tecnico in automazione SSST	Consulente radon, SUPSI
Chiara Bottani	ISAAC	Architetto SUP	Formazione interna

## Formazione di base

- **Chi:** corsi di laurea (Bachelor) in Architettura e Ingegneria civile
- **Durata:** 2-4 ore (radon / qualità dell'aria interna)
- **Contenuto:** salute pubblica, basi legali, principi di penetrazione del radon all'interno dell'edificio, prevenzione e risanamento, raccomandazione UFSP
- **Extra:** misura con dosimetro passivo/attivo

## Formazione per professionisti (architetti, ingegneri)

- **Durata:** uno / due giorni
- **Contenuto:** nozioni di base di fisica e chimica, aspetti sanitari legati al radon, procedure di misurazione, basi legali, prevenzione e risanamento, analisi di casi studio e visita di edifici risanati



## Formazione per consulenti in materia di radon

- **Chi:** professionisti del settore edile, architetti, ingegneri, geologi
- **Durata:** 4-5 giorni
- **Edizioni:** 2006, 2007, 2013, 2019
- **Contenuto:** informazioni di base sulla radioprotezione, basi di radioattività e misurazione, rilevanza sanitaria, principi di prevenzione e risanamento radon, aspetti legali, ventilatori, analisi casi pratici, visite impianti risanati, lavori pratici e esame finale
- **Obiettivo:** acquisire le tecniche di risanamento e di prevenzione del radon nell'edilizia



## Formazione continua lunga (CAS/DAS/MAS)

- CAS Risanamento e Gestione Immobiliare
- CAS Norme SIA
- DAS Energy manager

## Altri momenti di sensibilizzazione / formazione

- Serate dedicate ai consulenti radon
- Corsi (1-2 giorni) per delle associazioni (SIA, SSIC, istituti bancari, etc.)
- Conferenze sulla tematica
- Momenti di sensibilizzazione, etc.

# Ricerca applicata

## Progetti terminati

- **SUVA 2008**: Radon negli acquedotti ticinesi
- **DACH 2009**: organizzazione Workshop (50 partecipanti istituzionali, 13 Paesi)
- **SNF, SCOPES 2010-2011**: Radon in Slovenia e Azerbaijan
- **INTERREG (call 2009)**: RADon: Integrating Capabilities of Associated Labs
- **UFSP (2010-2013)**: Radon e risanamenti energetici, Radon e Minergie
- **UFSP (2015)**: Radon Big Buildings, radon nei grandi edifici
- **ERA Radon Week (2018)**: ERA radon course and ROOMS conference

# Ricerca applicata

## Progetti in corso

- **INTERREG V**: Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici (QAES, <https://front-interreg.devel.demotestwip.it/it/b/78/qualitadellarianegliedificiscolastici>)
- **UFSP (2019-2020)**: RAdon Mitigation Efficiency (RAME, <https://radonmitigation.ch/>)

## Prestazioni di servizio

- **Obiettivo:** acquisire le competenze specifiche direttamente sul terreno, a contatto con i professionisti del settore e con i cittadini confrontati con la problematica radon.

• PRESTAZIONE	TARIFFA <sup>(1-3)</sup>
• Prima consulenza informativa: sopralluogo preliminare della durata di circa 1 ora.	120.00 CHF
• Misurazione del radon: screening, misurazione in continuo per 5-10gg, interpretazione dei dati, suggerimenti preliminari per la prevenzione e il risanamento, consegna di un rapporto completo. Raccomandato per privati <sup>1)</sup> . Eventuali misurazioni ulteriori vengono scontate del 25%.	1'500.00 CHF
• Misurazione del radon: screening, misurazione in continuo per 5-10gg, solamente consegna dei dati grezzi. Consigliato per consulenti in materia di radon <sup>1)</sup> .	600.00 CHF
• Misurazione del radon con dosimetria passiva <sup>2) 3)</sup> .	100.00 CHF
• Perizia su misure preventive per il radon in una nuova costruzione presso la nostra sede (è utile disporre dei piani di costruzione).	150.00 CHF
• Perizia su misure preventive per il radon in occasione di ristrutturazione (è utile disporre dei piani di ristrutturazione).	150.00 CHF
• Consulenze e perizie per professionisti del settore e per privati.	Su richiesta
• Corsi di formazione.	Su richiesta

## Prestazioni di servizio

- **Attività:**

- Misurazioni con dosimetria attiva per conto di cittadini, enti pubblici e privati;
- Misurazioni con dosimetria attiva per consulenti;
- Misurazioni con dosimetria passiva;
- Perizie e consulenze su progettazioni di edifici nuovi e su ristrutturazioni;
- Second opinion su interventi di risanamento in materia di radon.

# Prestazioni di servizio

- **Garanzia della qualità:**

- Riconoscimento come servizio di misurazione da parte dell'Ufficio federale della salute pubblica per le seguenti competenze:

- Locali di abitazione, scuole/scuole d'infanzia, posti di lavoro, posti di lavoro esposti al radon

- Accreditemento da parte del Servizio di accreditamento svizzero SAS (Norma EN ISO/IEC 17025).

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Bundesamt für Gesundheit BAG  
Dieditorbereich Verbraucherschutz

**Anerkannte Radonmessstellen**  
**Services de mesures agréés pour le radon**  
**Servizi di misurazione riconosciuti**

Für die anerkannte Radonmessung ist in der Regel eine Expositionszeit von 1 Jahr, mindestens aber von 90 Tagen während der Heizperiode (Oktober-März) vorgeschrieben. Für radonexponierte Arbeitsplätze gelten andere Anforderungen.

Une mesure agréée de radon requiert en règle générale un temps d'exposition d'une année. Une durée minimale de 90 jours pendant la période de chauffage (octobre-mars) est toutefois prescrite. D'autres exigences de mesure sont en vigueur pour les postes de travail exposés au radon.

Una misurazione riconosciuta richiede generalmente un periodo di esposizione di un anno. Viene tuttavia prescritta una durata minima pari a 90 giorni da eseguirsi durante il periodo di riscaldamento (da ottobre a marzo). Altri requisiti sono in vigore per misurazioni eseguite in posti di lavoro esposti al radon.

<b>Messstelle:</b>	Zme Consulting SA Salwegasse 17, 2503 Bleiblieue (BE)
<b>Kontaktperson:</b>	Jonathan Toumi, Tel. 032 322 22 19, <a href="mailto:info@zme-consulting.ch">info@zme-consulting.ch</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Radtrak (ehem. Gammadata), Radonova
<b>Service de mesure:</b>	AARadon - Analyses et Assainissements Radon Les Pâtes 3, 2127 Les Bâylards (NE)
<b>Contact:</b>	Ch. des Emmanes 16B, 1429 Glaz (VD) Patrick Weber, tel. 079 959 32 17, <a href="mailto:info@aaradon.ch">info@aaradon.ch</a>
<b>Compétence:</b>	Locaux d'habitation, écoles/jardins d'enfants, postes de travail
<b>Système de mesure:</b>	Radtrak (anciennement Gammadata), Radonova
<b>Messstelle:</b>	Albrecht Claudius F. Höslimattstrasse 41, 4132 Muttenz (BL)
<b>Kontaktperson:</b>	Hornbachstrasse 66, 8008 Zürich (ZH) Claudius F. Albrecht, Tel. 079 333 51 11, <a href="mailto:albrecht@radon-sanierungen.ch">albrecht@radon-sanierungen.ch</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze, radonexponierte Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Radtrak (ehem. Gammadata), Radonova
<b>Messstelle:</b>	Amstein + Walther AG Andreasstrasse 5, 8050 Zürich (ZH)
<b>Kontaktperson:</b>	David Gillen, Tel. 044 305 91 11, <a href="mailto:radon@amstein-walther.ch">radon@amstein-walther.ch</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Alfrac Typ LD
<b>Messstelle:</b>	ANS Architekten und Planer SIA AG Hauptstrasse 14, Postfach 672, 3076 Worb (BE)
<b>Kontaktperson:</b>	Martin Vogt, Tel. 031 638 80 80, <a href="mailto:info@ans-architekten.ch">info@ans-architekten.ch</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Radtrak (ehem. Gammadata), Radonova
<b>Messstelle:</b>	Arcadis Schweiz AG Rangstrasse 11, 8952 Schlieren (ZH)
<b>Kontaktperson:</b>	Küng Simon, Tel. 044 732 92 69, <a href="mailto:simon.kueng@arcadis.com">simon.kueng@arcadis.com</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Radtrak (ehem. Gammadata), Radonova
<b>Messstelle:</b>	ArchitekturHandwerk Rosenstrasse 12, 8400 Winterthur (ZH)
<b>Kontaktperson:</b>	Ruedi Loosli, Tel. 052 212 25 25, <a href="mailto:loosli@architekturhandwerk.ch">loosli@architekturhandwerk.ch</a>
<b>Messkompetenz:</b>	Wohnräume, Schulen/Kindergärten, Arbeitsplätze
<b>Messsystem:</b>	Radtrak (ehem. Gammadata), Radonova

007g bo / visible/urs/w/28.02.2023 18



# Grazie per l'attenzione

[radon@supsi.ch](mailto:radon@supsi.ch)  
[www.radon.supsi.ch](http://www.radon.supsi.ch)



# QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

“Progettare, gestire e migliorare la qualità dell'aria nelle scuole”

## Introduzione alla prevenzione e al risanamento

Luca Pampuri, Responsabile CCR SUPSI



Programma di Cooperazione Interreg V A “Italia – Svizzera 2014-2020”  
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)

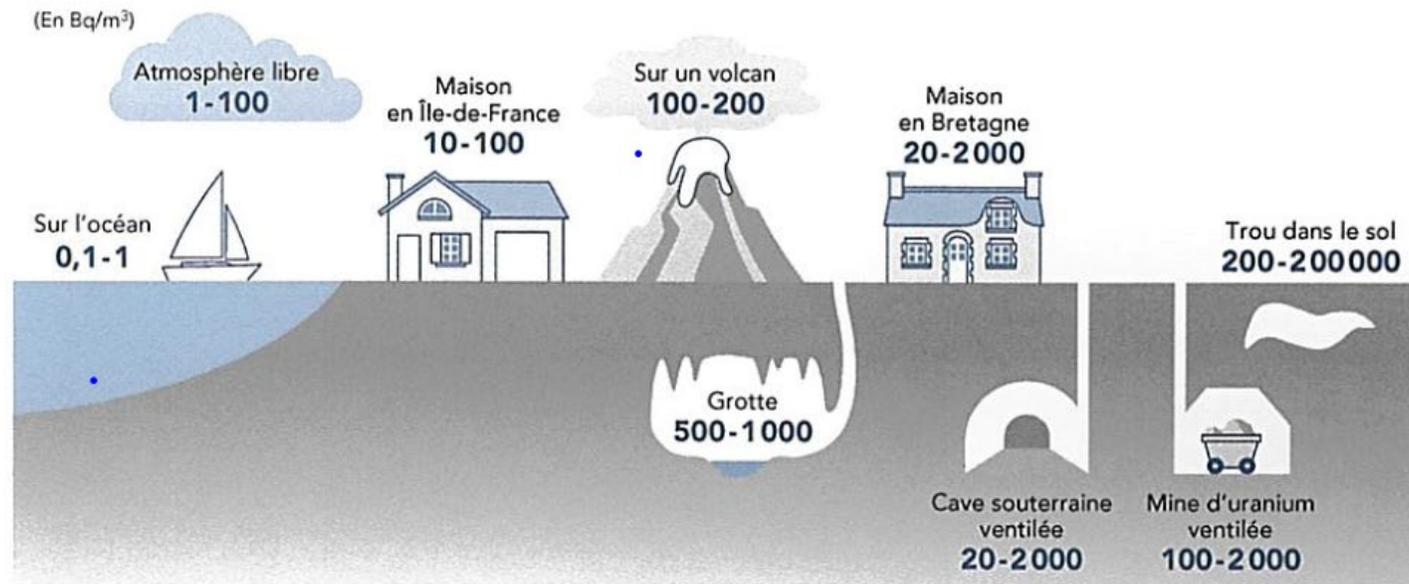
# Introduzione alla prevenzione e al risanamento

- Il radon negli edifici
- Il processo pianificatorio
- Concetto di protezione radon
- Prevenzione
- Risanamenti
- Gli inquilini
- La messa in opera
- Il monitoraggio



## Il radon

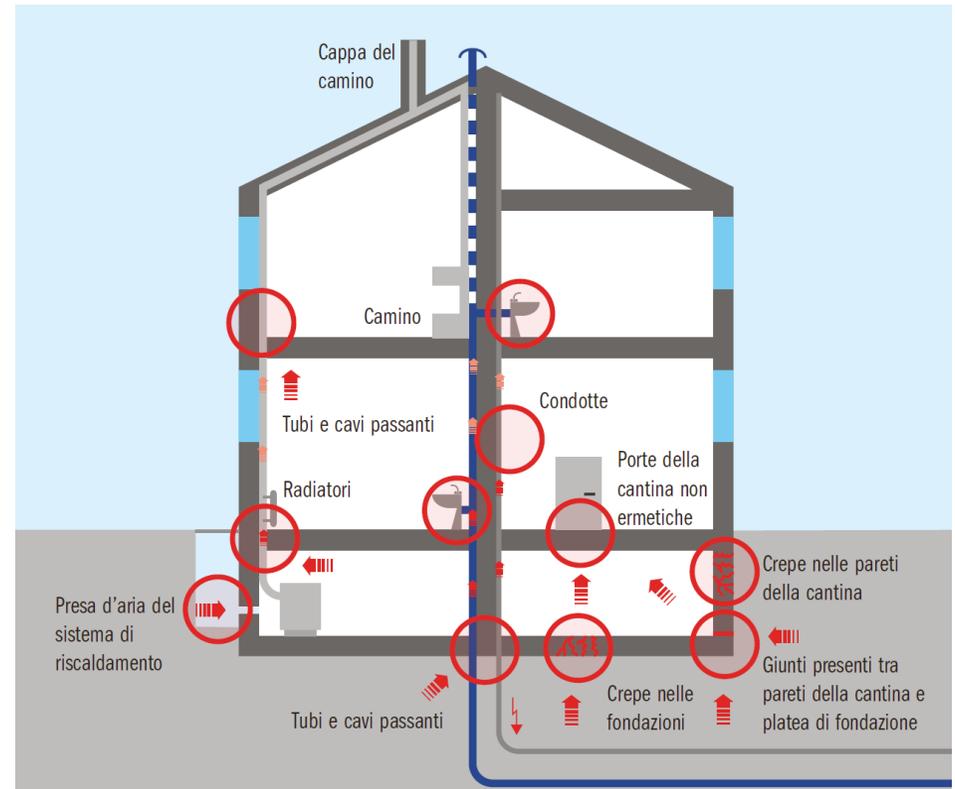
Il radon è un gas radioattivo di origine naturale **inodore e incolore** presente ovunque sulla superficie terrestre a **concentrazioni variabili**.



Fonte: Radon et sols pollués: protection des bâtiments, CSTB éditions, 2021

## Il radon negli edifici

- Migrazione del radon **attraverso le rocce** e il terreno e penetrazione all'interno dell'edificio da **punti non stagni**.
- Più il terreno risulta essere permeabile più il radon risale verso la superficie e più ha la possibilità di penetrare all'interno dell'edificio.



Fonte: Radon – Manuale operativo, faktor Verlag, 2018

## Il processo pianificatorio

- È necessario inserire la problematica radon all'**interno del processo pianificatorio**.
- Le **misure preventive** risultano generalmente essere molto **più economiche** rispetto ad interventi eseguiti in edifici esistenti.
- **Necessità di implementare un approccio integrale che dialoghi con gli altri elementi del sistema edificio.**

### Protezione radon: provvedimenti

#### Concetto di protezione radon

##### Capitolo 3

- Scelta della localizzazione
- Pianificazione della destinazione dei locali
- Pianificazione dell'involucro dell'edificio e della struttura dell'edificio
- Concetto di ermeticità

#### Protezione radon grazie alla realizzazione di barriere

##### Capitolo 4

- Barriere superficiali contro terreno
- Resa ermetica dei passaggi
- Resa ermetica dall'interno

#### Protezione radon grazie alla gestione dei flussi d'aria

##### Capitolo 5

- Evitare situazioni di depressione
- Generare una sovrappressione
- Favorire il ricambio dell'aria
- Ventilare la parte sottostante l'edificio

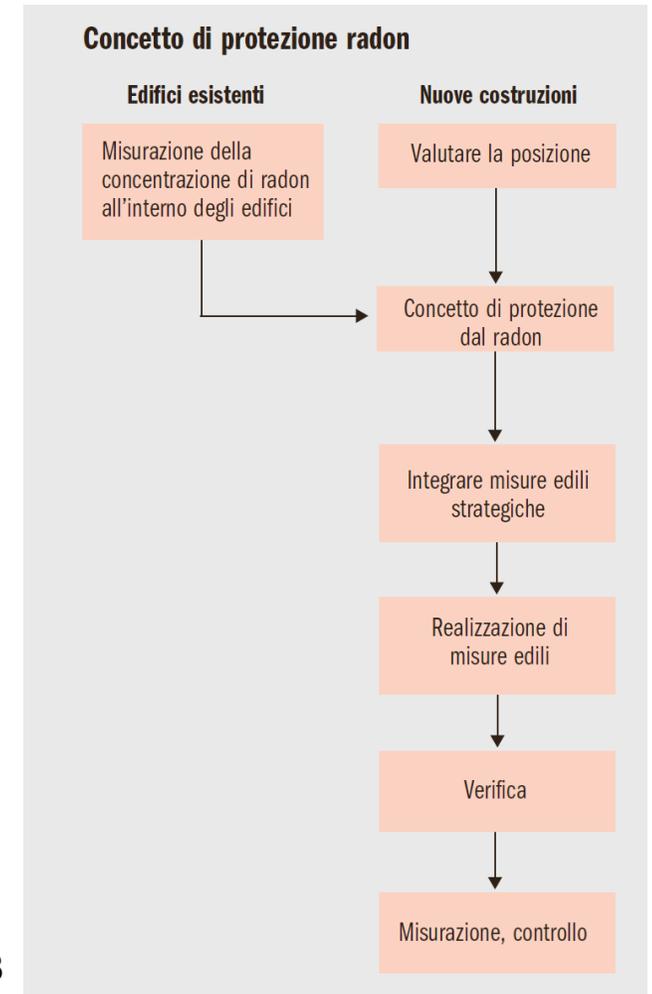
Fonte: Radon – Manuale operativo, faktor Verlag, 2018

# Concetto di protezione radon

Parametri che influenzano la presenza di radon all'interno dell'edificio:

- Localizzazione dell'edificio (geologia)
- Involucro e struttura dell'edificio (architettura)
- Destinazione dei locali (tipologie di utilizzo)

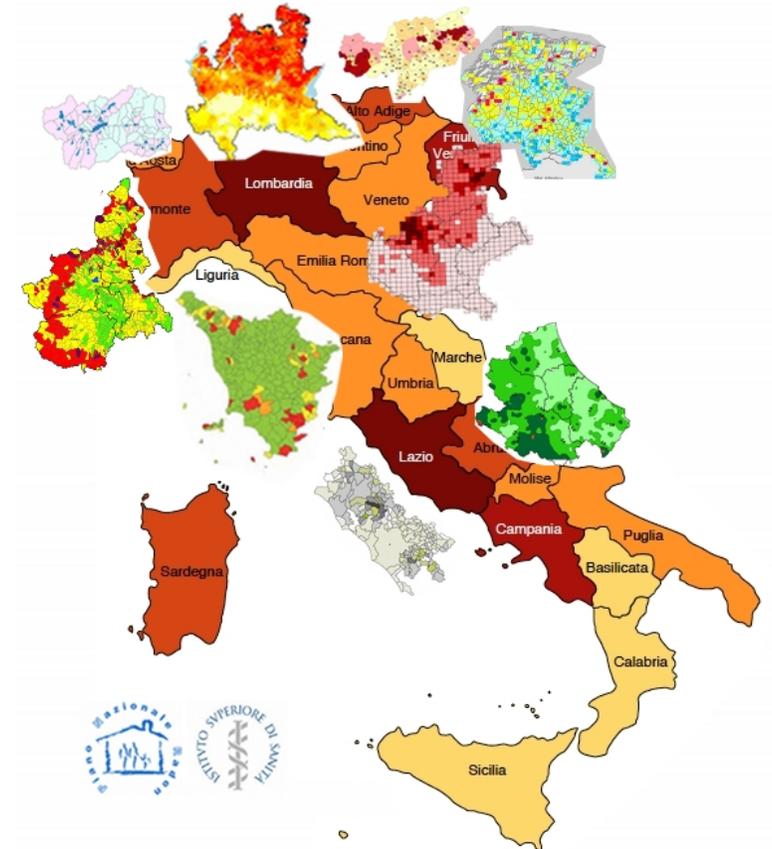
Fonte: Radon – Manuale operativo, faktor Verlag, 2018



# Concetto di protezione radon

## Localizzazione dell'edificio (geologia)

- **Variazioni molto importanti da un luogo all'altro**, anche a poca distanza.
- Le mappe radon devono essere utilizzate quale **spunto di valutazione** e non possono fornire informazioni di dettaglio.

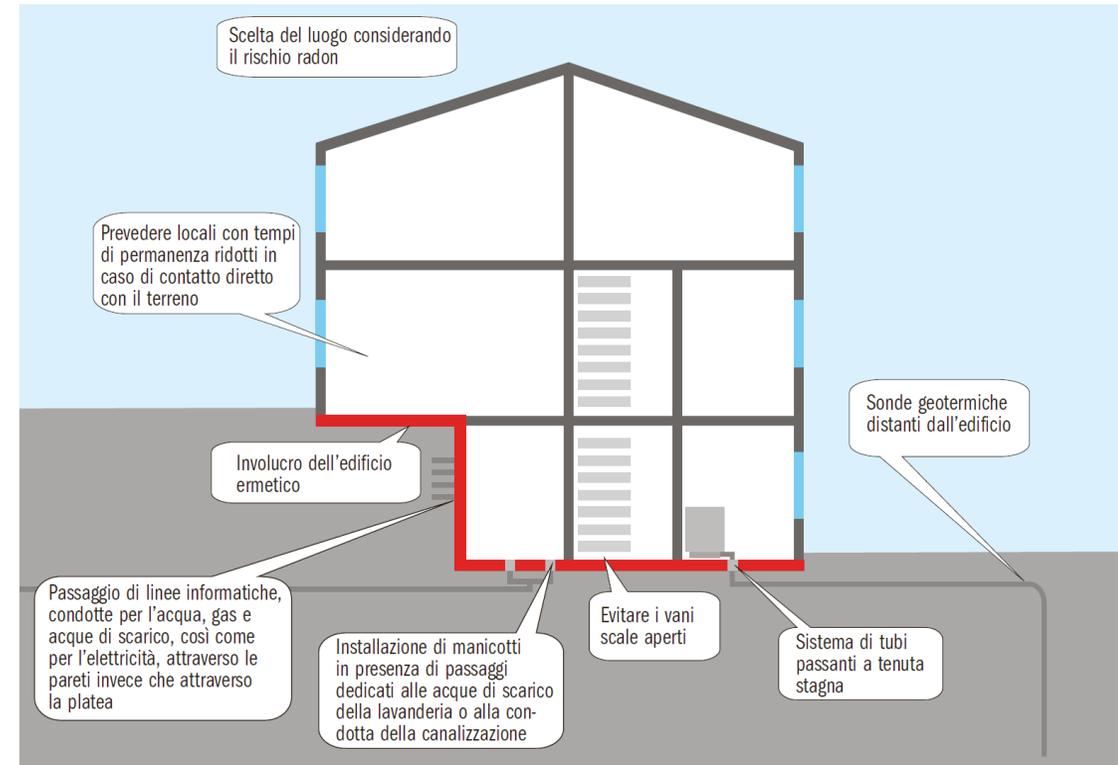


ATTENZIONE: Il valore di concentrazione media in una regione o in un'area non fornisce un'indicazione affidabile riguardo al livello di radon della propria abitazione, per conoscere il quale è necessario effettuare una misura con dispositivi e protocolli adeguati. Maggiori informazioni alla pagina "Come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

# Concetto di protezione radon

## Involucro e struttura dell'edificio (architettura)

- Necessità di avere un'**ermeticità continua** tra gli elementi costruttivi (tubi, cavi, raccordi, etc.).
- La barriera vapore, può fungere anche da barriera anti-radon.
- Evitare la possibilità di diffusione all'interno dell'edificio (scale aperte, etc.).

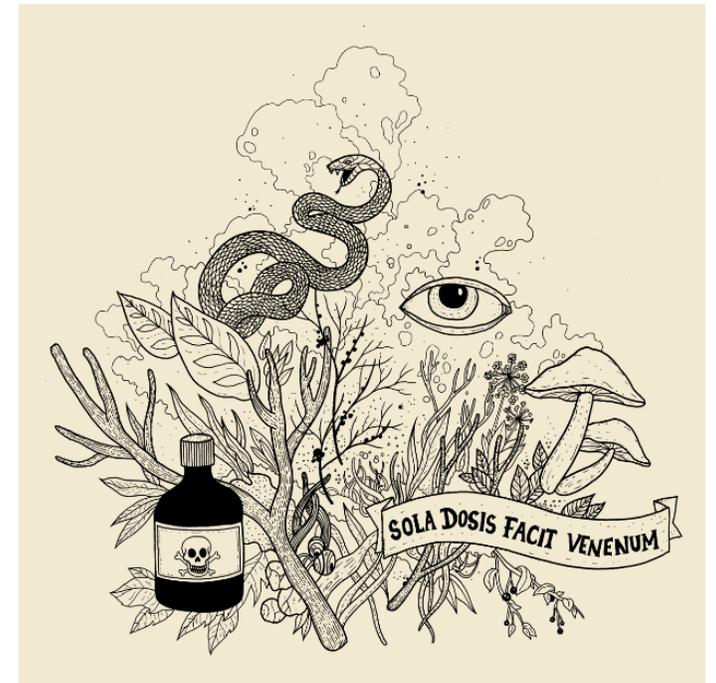


Fonte: Radon – Manuale operativo, faktor Verlag, 2018

# Concetto di protezione radon

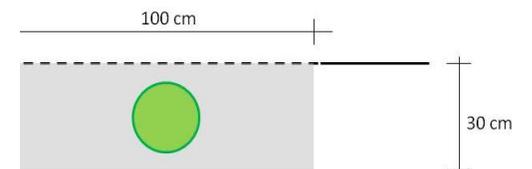
## Destinazione dei locali (tipologie di utilizzo)

- Locali vicini al terreno generalmente più problematici.
- Necessità di correlare tra loro **intensità di utilizzo** (tempi di permanenza) e rischio radon.
- Problematica ridotta o aggirata grazie ad un'attenta organizzazione dei locali.



## Prevenzione: pianificare correttamente

- Le misure preventive **sono semplici e poco costose**.
- I sistemi preventivi per la messa in depressione del terreno permettono un **intervento facilmente attuabile** in caso di concentrazioni troppo elevate.
- Per piccole abitazioni sistemi di prevenzione semplici.

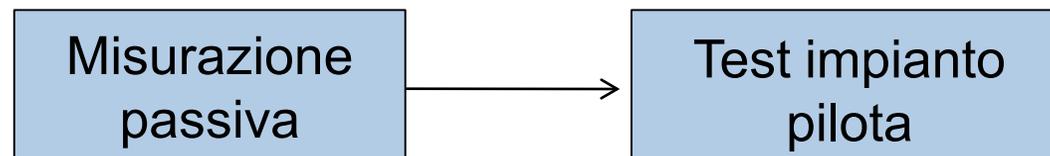


## Prevenzione: interventi principali

- A seconda della gravità della situazione si dividono in misure di base, misure complementari e misure supplementari, ma in caso di superamento **un semplice sistema di drenaggio del radon è la base di ogni sistema di prevenzione.**
- **Drenaggio passivo:** portare il tubo a parete piena a tetto. Con questa esecuzione viene sfruttato l'effetto camino presente nel tubo ascendente (necessario isolamento termico del tubo ascendente nel solaio).
- **Drenaggio attivo:** per la promozione di una depressione attiva con il ventilatore viene fatto penetrare un tubo a parete piena attraverso la platea di fondazione, chiuso ermeticamente e contrassegnato come tubo di aspirazione del radon. Se possibile posizionare il ventilatore all'esterno dell'edificio.

## Risanamenti: l'importanza dell'esperienza

- L'esperienza permette nella maggior parte dei casi di individuare il punto debole dell'edificio grazie ad un semplice esame visivo.
- La soluzione può apparire subito evidente. Non sempre occorre quindi effettuare una misurazione attiva ma è anche possibile eseguire direttamente un test di un impianto pilota.



## Risanamenti: interventi principali

Gli interventi di risanamento si dividono in due gruppi principali:

- 1. Sistemi di risanamento passivo:** non necessitano di un intervento meccanico. Esempio: sigillature, drenaggio passivo.
- 2. Sistemi di risanamento attivo:** necessitano di un intervento meccanico (ventilatore). Esempio: pozzo radon, drenaggio attivo.

## Gli inquilini: informazioni importanti

La sensibilità di una singola persona varia in modo considerevole:

- Non sempre ciò che riduce maggiormente le concentrazioni radon è la soluzione più «accettata»;
- Le diverse sensibilità portano a ponderare in modo diverso aspetti sanitari, economici e di comfort.

La conoscenza pluriennale acquisita dagli abitanti è una miniera di informazioni che deve essere sfruttata!!

## La messa in opera: fondamentale!

- I lavori di risanamento devono essere seguiti in modo **costante!**
- I professionisti del settore non sono abituati a lavorare con la problematica radon, una piccola inattenzione può perciò compromettere la buona riuscita del risanamento.



## Il monitoraggio: essenziale

- Necessità di effettuare delle **misurazioni regolari** delle concentrazioni radon per verificare il buon funzionamento dell'impianto nel tempo.
- Un risanamento energetico può incrementare le concentrazioni radon!
- Un sistema di risanamento deve essere **monitorato e verificato regolarmente**.



### IMPIANTO PER LA RIDUZIONE DI RADON NELL'ARIA

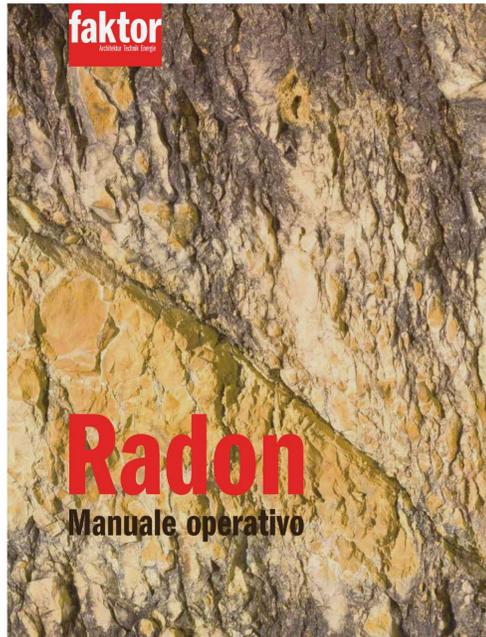
Questo impianto non deve essere disattivato o modificato se non con l'accordo della persona responsabile.

#### Responsabile

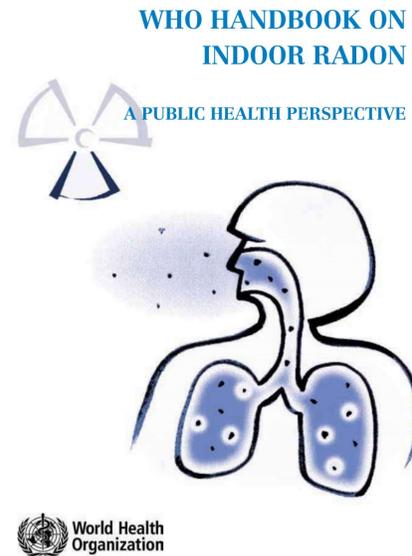
Nome: \_\_\_\_\_  
Indirizzo: \_\_\_\_\_  
Tel.: \_\_\_\_\_  
Fax: \_\_\_\_\_  
E-mail: \_\_\_\_\_  
Data di controllo: \_\_\_\_\_

La concentrazione di radon in questo edificio deve essere controllata ogni 5 anni.  
Ufficio federale della sanità pubblica, Servizio radon e scorie, Berna

# Fonti



Radon – Manuale operativo, faktor Verlag, 2018



WHO handbook on indoor radon,  
A public health perspective,  
World Health Organization



Radon et sols pollués: protection des  
bâtiments, CSTB éditions, 2021

## Fonti

- [www.radon.supsi.ch](http://www.radon.supsi.ch): sito Centro competenze radon SUPSI
- [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch): sito Ufficio federale della sanità pubblica CH
- [www.casaradon.ch](http://www.casaradon.ch): visita virtuale di una serie di misure preventive
- [www.jurad-bat.net/](http://www.jurad-bat.net/): cassetta degli attrezzi radon
- [www.aarst.org/](http://www.aarst.org/): associazione consulenti radon USA
- [www.carst.ca/](http://www.carst.ca/): associazione consulenti radon Canada

# Grazie per l'attenzione

[radon@supsi.ch](mailto:radon@supsi.ch)  
[www.radon.supsi.ch](http://www.radon.supsi.ch)

# QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

“Progettare, gestire e migliorare la qualità dell'aria nelle scuole”

## Casi studio

Luca Pampuri, Responsabile CCR SUPSI



Programma di Cooperazione Interreg V A “Italia – Svizzera 2014-2020”  
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)

## Caso studio 1: situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

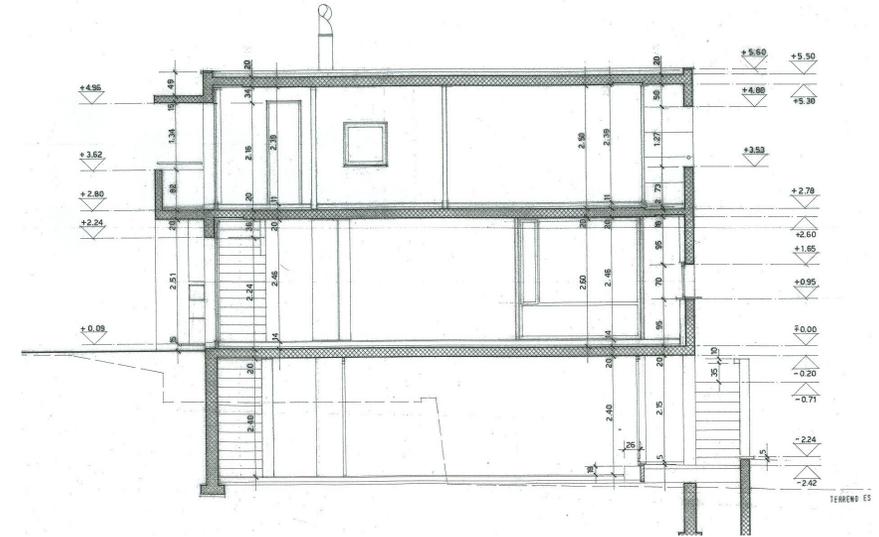
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0	Cucina	671
0	Cucina	822

- Concentrazioni medio-elevate misurate nella cucina situata al piano terreno (livello strada).
- Possibili alte concentrazioni in altre camere.
- Concentrazioni molto basse misurate nelle case vicine.



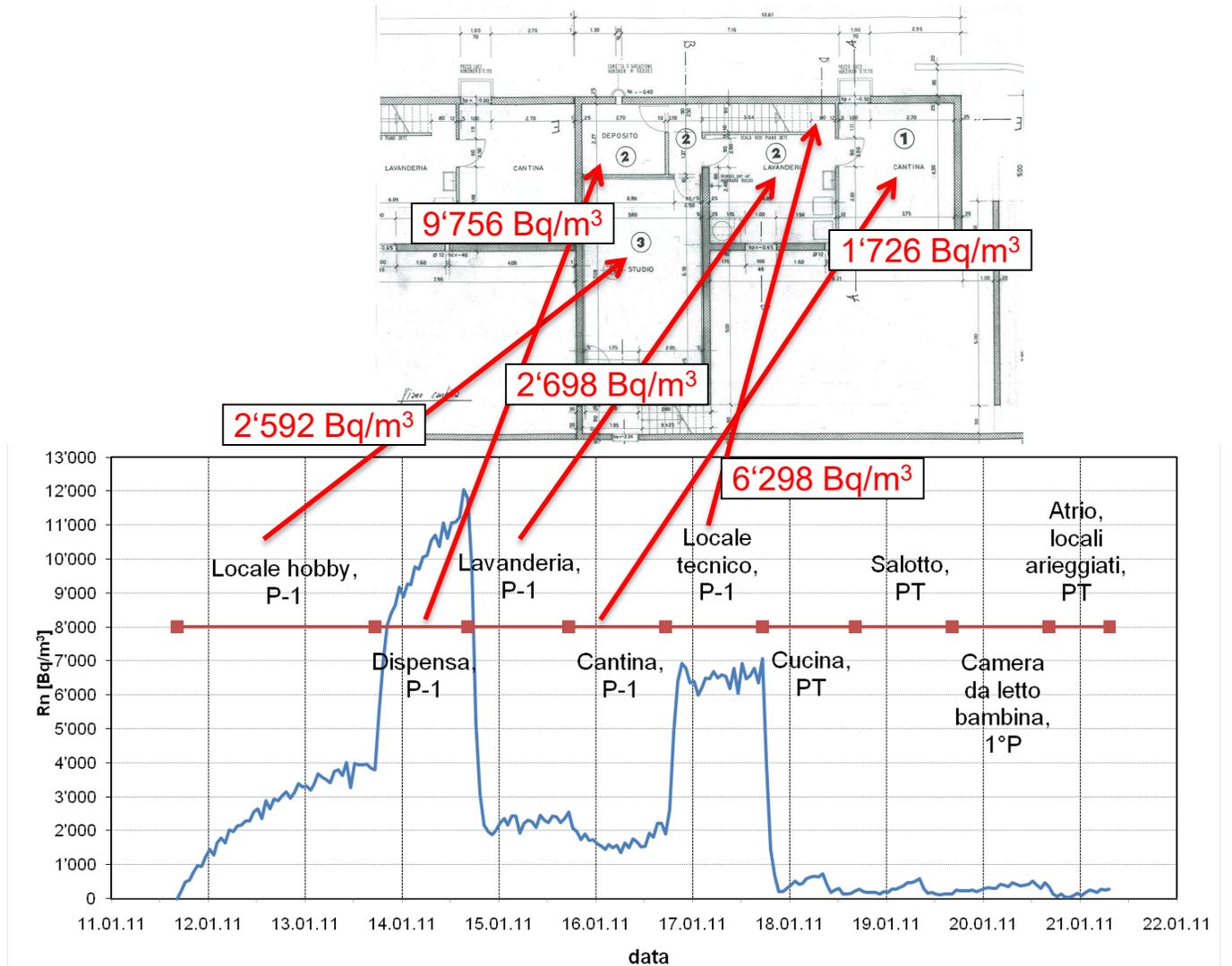
# Descrizione edificio

- Casa a schiera costruita negli anni 90.
- Piano semi-interrato:
  - Locali abitati: locale hobby.
  - Locali non abitati: dispensa, locale tecnico, lavanderia, cantina.
- Piano terra :
  - Locali abitati: soggiorno, cucina (dos. pass.), servizi.
- Primo piano:
  - Locali abitati: 2 camere da letto, servizi.
- Tutti i piani sono collegati da scale interne. Il passaggio tra il piano semi-interrato ed il piano terreno può essere interrotto grazie ad una porta interna.
- **La pavimentazione del piano semi-interrato consiste in una soletta di 8 cm gettata sopra alla massicciata.**



# Misurazione con dosimetria attiva

- Protocollo di 10 giorni  
11.01.2011 – 22.01.2011



## Soluzioni proposte

- **Pozzo radon interno.** A causa della possibile penetrazione del radon attraverso molteplici punti non stagni della pavimentazione si consiglia la costruzione di un pozzo radon che vada a mettere in depressione il suolo presente al di sotto dell'abitazione. Si consiglia la costruzione del pozzo all'interno dell'abitazione (nella dispensa con evacuazione del gas verso l'esterno).
- **Pozzo radon esterno.** Lo stesso risultato può essere raggiunto grazie alla costruzione di un pozzo radon esterno. Il pozzo deve raggiungere il suolo sottostante la casa così da metterlo in depressione.



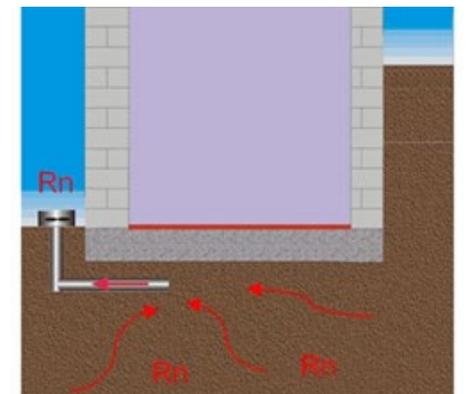
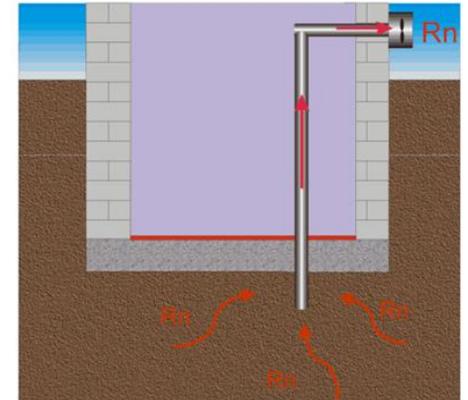
Ventilatore scelto:

*Nome:* HELIOS Type RR 100 C

*Tipo:* ventilatore radiale

*Potenza:* 70 Watt

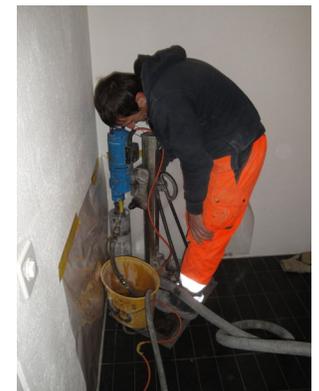
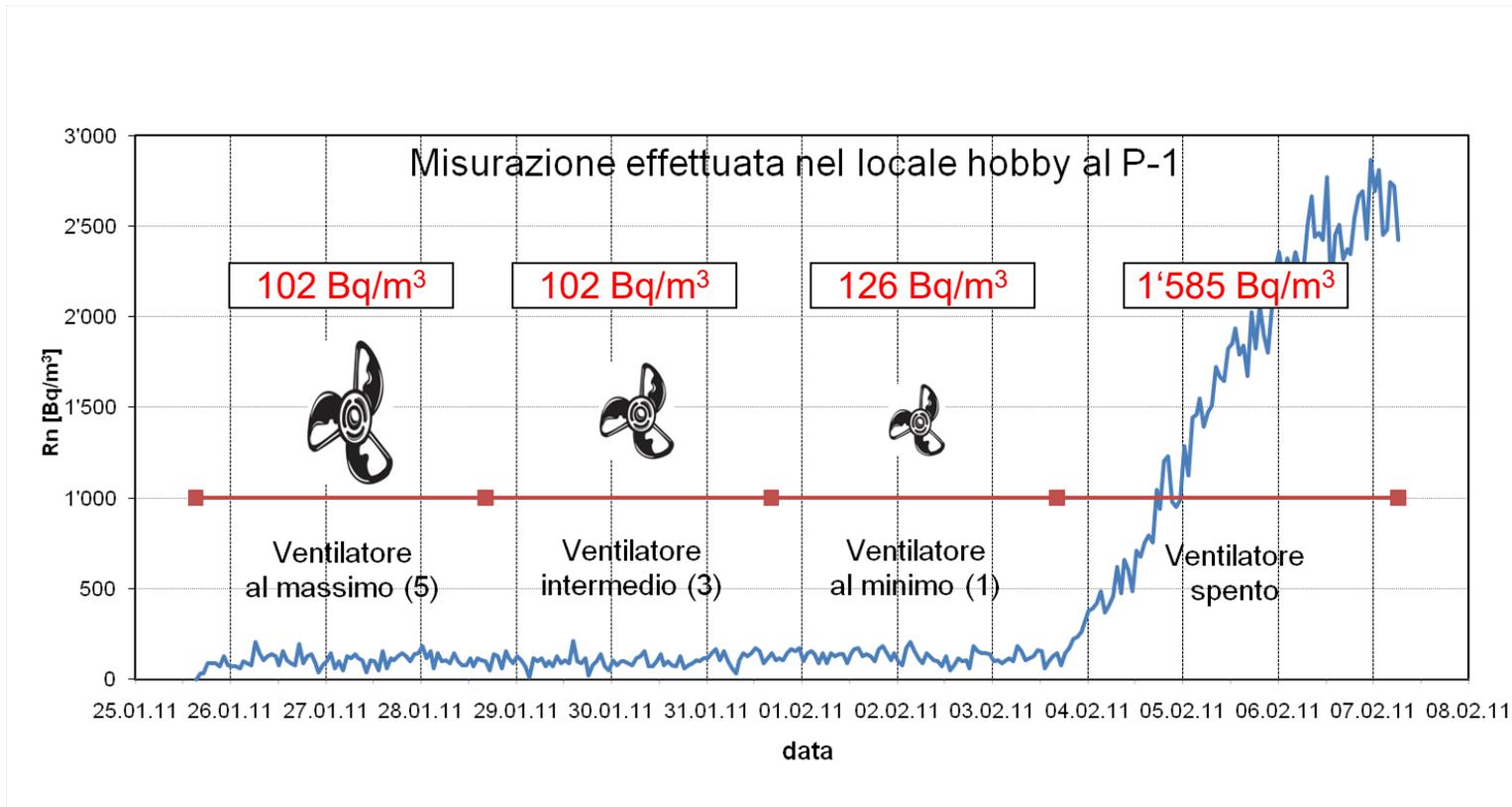
*Ricambio aria:* 240 m<sup>3</sup>/h



## Soluzioni proposte: vantaggi / svantaggi

	<b>Vantaggi</b>	<b>Svantaggi</b>
<b>Pozzo radon interno</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacia probabilmente più elevata</li><li>• Minor rumore per le abitazioni adiacenti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Si va a toccare la struttura della casa</li><li>• Possibile rumore interno all'abitazione</li></ul>
<b>Pozzo radon esterno</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nessuna modifica della struttura della casa</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacia probabilmente più bassa</li><li>• Possibile rumore per le abitazioni adiacenti</li></ul>

## Soluzione testata: pozzo radon interno



- Costi approssimativi: ca. 2'500 CHF (escluso costi test impianto pilota)

## Considerazioni finali

- Rispetto ai valori misurati precedentemente (misurazione di screening) l'impianto pilota ha permesso una **riduzione considerevole** delle concentrazioni nel locale hobby (piano semi-interrato) e nella cucina (piano terreno).
- Le concentrazioni di radon raggiungono i livelli precedentemente misurati (dosimetria passiva) quando il **ventilatore** viene spento.
- L'installazione **deve restare accesa per tutto il giorno (24 h) durante la stagione invernale**. Se durante la stagione estiva l'abitazione non è costantemente ventilata il ventilatore può essere acceso durante le ore notturne.
- Un'**ulteriore misurazione con dosimetria passiva** è necessaria al fine di certificare l'avvenuto risanamento (durante la stagione invernale).

## Caso studio 2: situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

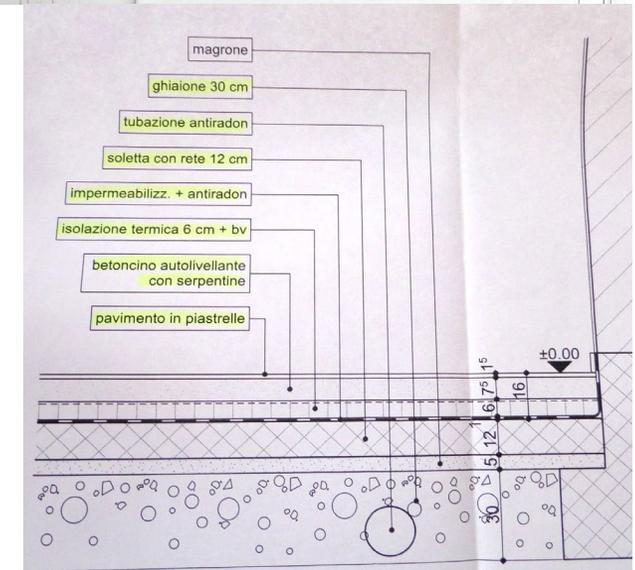
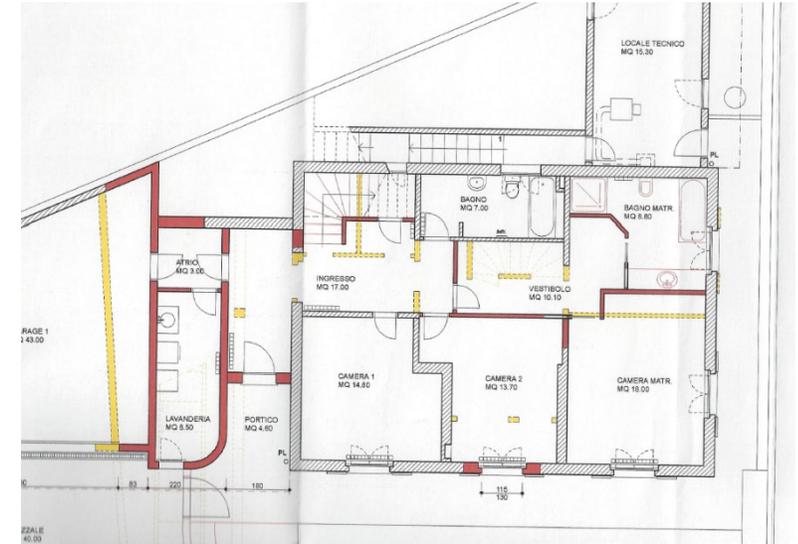
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0	Camera da letto 1	1'295
0	Camera da letto 2	464
0	Camera da letto 3	521



- Concentrazioni medio-elevate misurate nella camera da letto situata al piano terreno.
- Prima misurazione (inverno 2006-07) effettuata prima di un risanamento parziale dello stabile.
- A seguito di questa prima misurazione sono state implementate delle misure anti-radon.
  - Posa di una barriera antiradon;
  - Posa di un tubo drenante con lo scopo di permettere la messa in depressione del sottosuolo.

# Descrizione edificio

- Casa unifamiliare risanata nel 2008.
- Piano terra:
  - Locali non abitati: Lavanderia e locale tecnico
  - Locali abitati: 3 camere e due bagni.
- Primo piano:
  - Locali abitati: ampia zona pranzo-soggiorno, un locale studio e un locale wc.
- I piani sono collegati da scale interne (passaggio costantemente aperto).
- Nel corso del recente risanamento è stato posato un tubo drenante nella massicciata dello stabile.



## Soluzione proposta

- **Pozzo radon esterno.** Un buon risultato può essere raggiunto grazie alla costruzione di un pozzo radon esterno. Il pozzo deve raggiungere il suolo sottostante la casa così da metterlo in depressione.



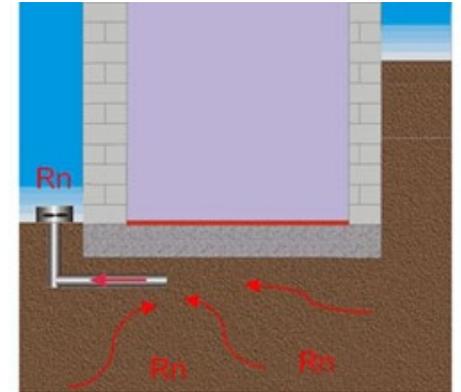
Ventilatore scelto:

*Nome:* HELIOS Type RR 100 C

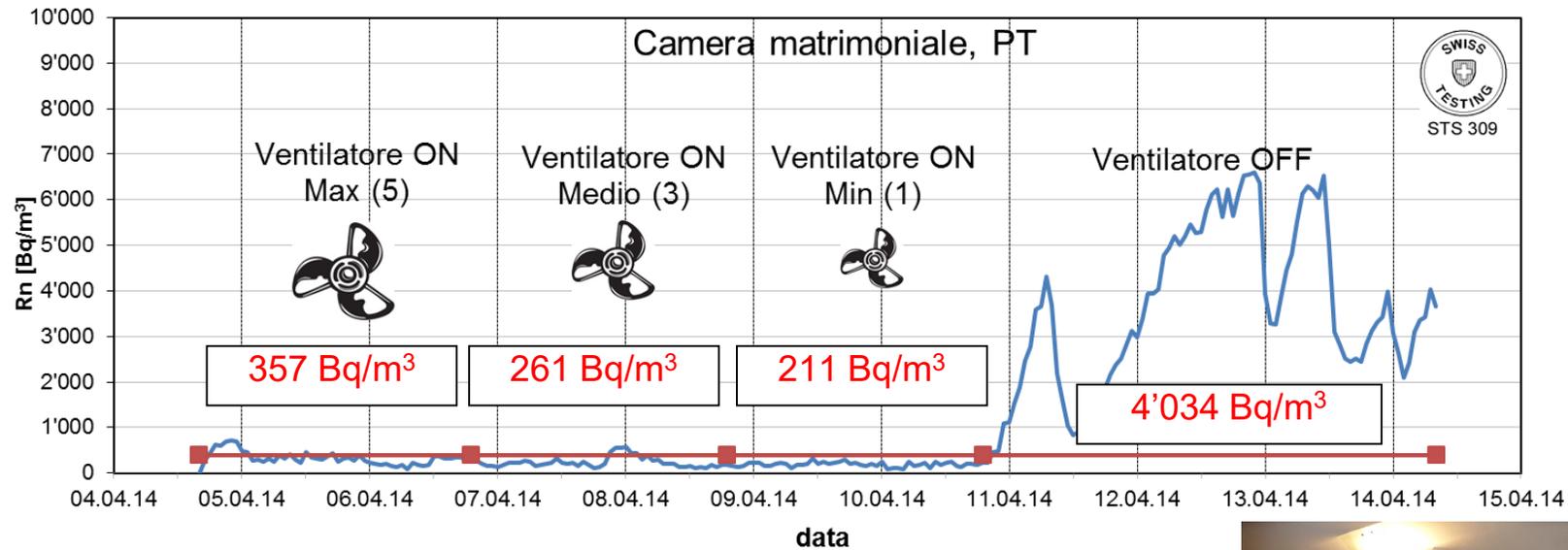
*Tipo:* ventilatore radiale

*Potenza:* 70 Watt

*Ricambio aria:* 240 m<sup>3</sup>/h



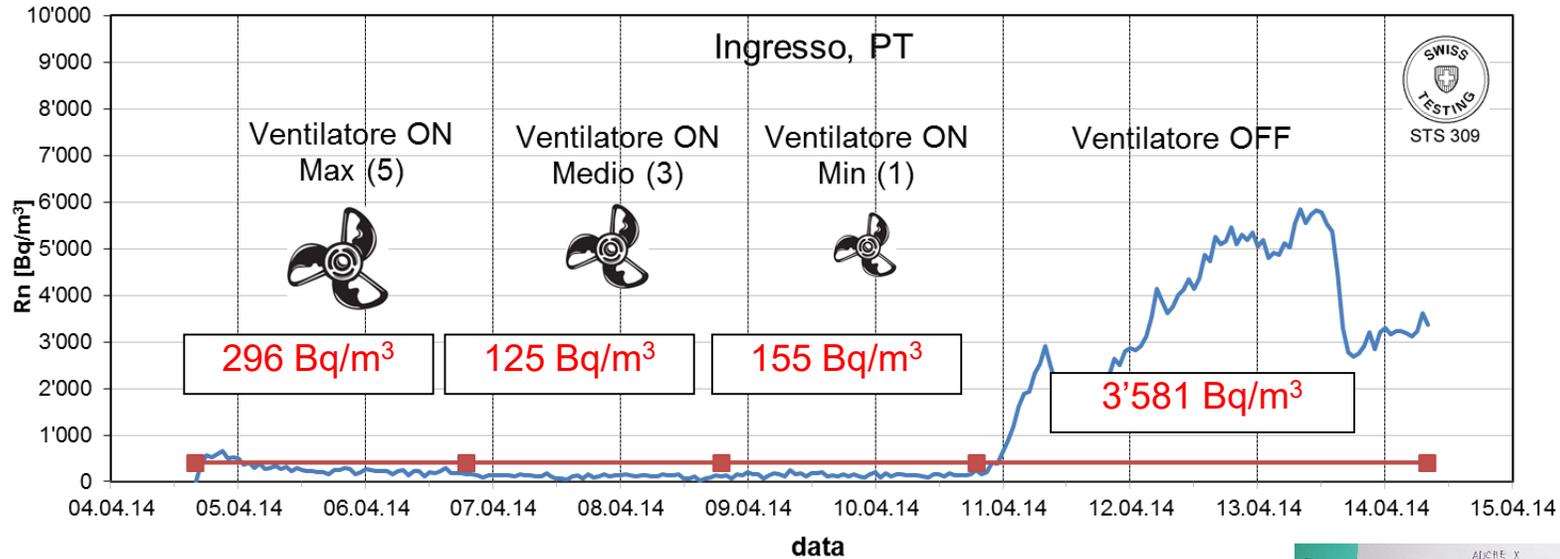
# Soluzione testata: pozzo radon esterno



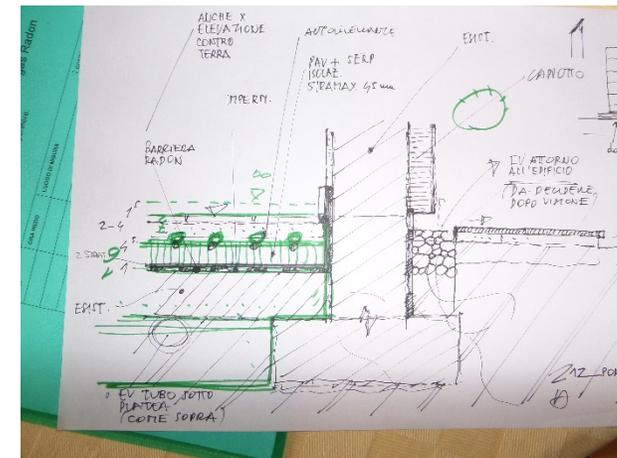
- Durata di 10 giorni  
04.04.2014 – 14.04.2014



# Soluzione testata: pozzo radon esterno



- Durata di 10 giorni  
04.04.2014 – 14.04.2014



## Considerazioni finali

- Valori registrati con ventilatore spento molto superiori a quelli misurati con dosimetria passiva nel corso dell'inverno 2009-10 in quanto sono state mantenute delle condizioni peggiorative durante la misurazione.
- Rispetto ai valori misurati con ventilazione spenta **l'impianto pilota ha permesso una riduzione considerevole delle concentrazioni nei in tutti i locali monitorati.**
- L'installazione deve restare **accesa per tutto il giorno (24 h) durante tutto l'anno a velocità minima (1).**
- Un'**ulteriore misurazione con dosimetria passiva** è necessaria al fine di certificare l'avvenuto risanamento (durante la stagione invernale).
- **La posa di un tubo drenante (misura preventiva) sotto l'edificio al momento del risanamento dello stabile ha permesso un intervento veloce, efficace e poco costoso!**

## Caso studio 3: situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

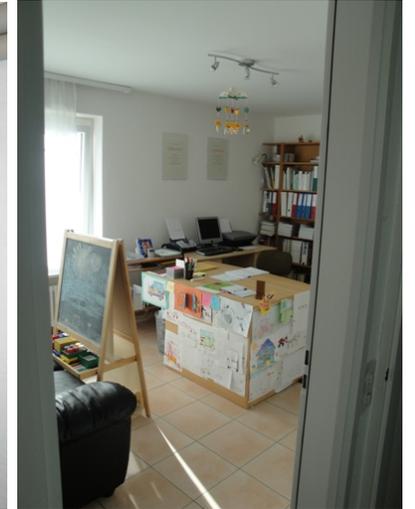
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0	Ufficio	2'527

- Alte concentrazioni rilevate in un ufficio situato al piano terra.
- Il tipo di utilizzo della camera è stato cambiato recentemente: spazio non abitato → spazio abitato.



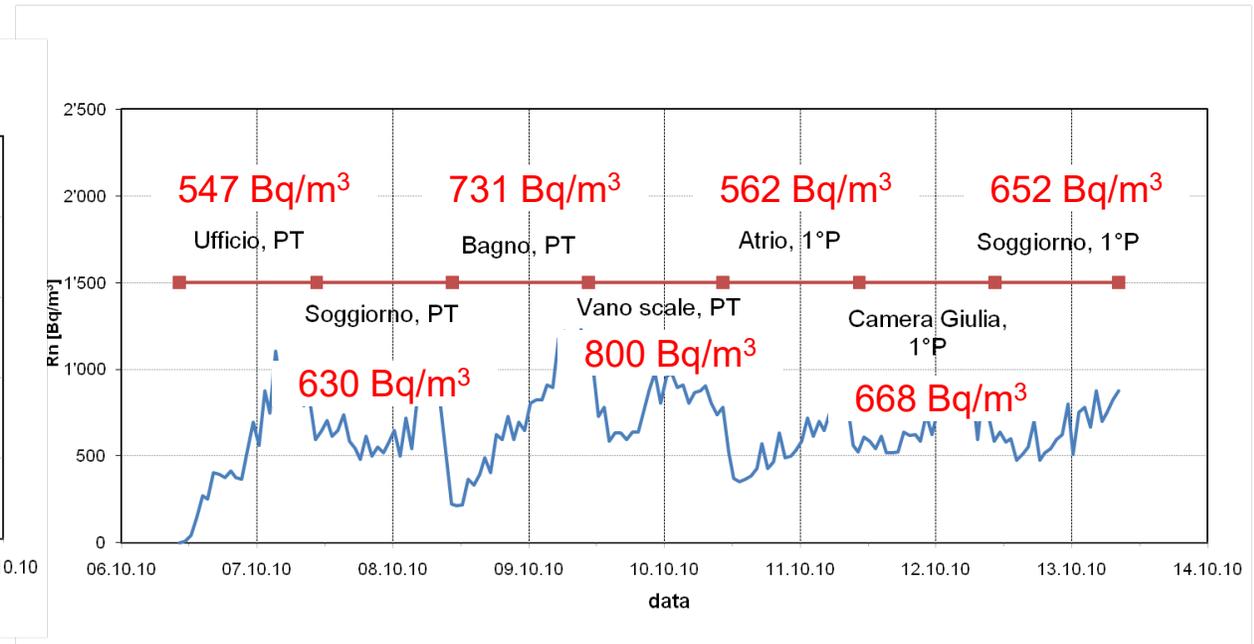
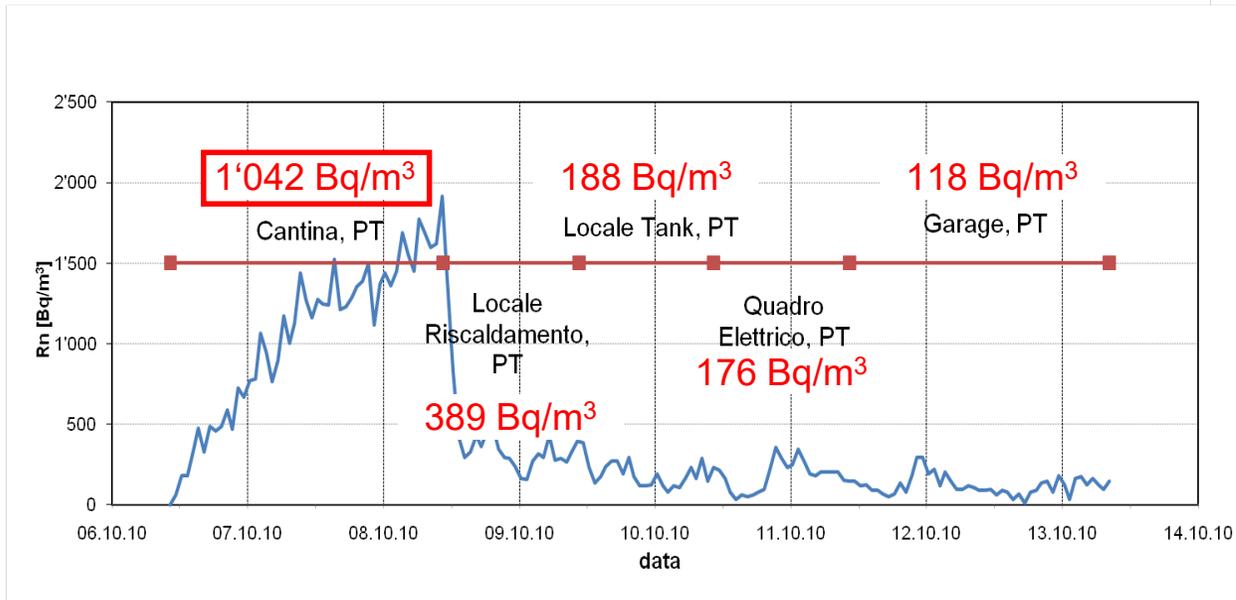
# Descrizione edificio

- Casa unifamiliare costruita negli anni '60.
- Piano terreno in parte seminterrato:
  - Locali abitati: ufficio (dos.pass.), stanza hobby, servizi
  - Locali non abitati: garage, locali tecnici, cantina
- Primo piano:
  - Locali abitati: soggiorno, cucina, servizi, camere da letto
- I piani sono collegati da scale interne.
- Presenza di una canna fumaria attualmente chiusa che collega i due piani.
- **Pavimento della cantina in ghiaia.**



# Misurazione con dosimetria attiva

- Protocollo di 7 giorni  
06.10.2010 – 13.10.2010



## Soluzioni proposte

- **Ventilazione della cantina.** In ragione della probabile infiltrazione di radon attraverso la pavimentazione della cantina (ghiaia) si consiglia l'installazione di un ventilatore all'interno della cantina che metta in depressione il suolo sottostante l'edificio.



Ventilatore scelto:

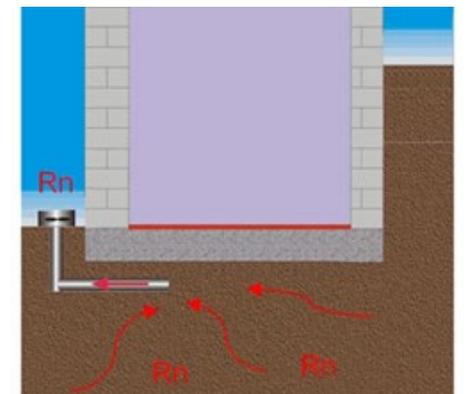
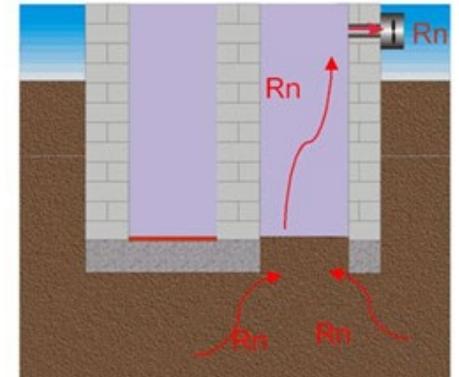
*Nome:* Elicent Vitro 9/230 A

*Tipo:* ventilatore assiale

*Potenza:* 24 Watt

*Ricambio aria:* 200 m<sup>3</sup>/h

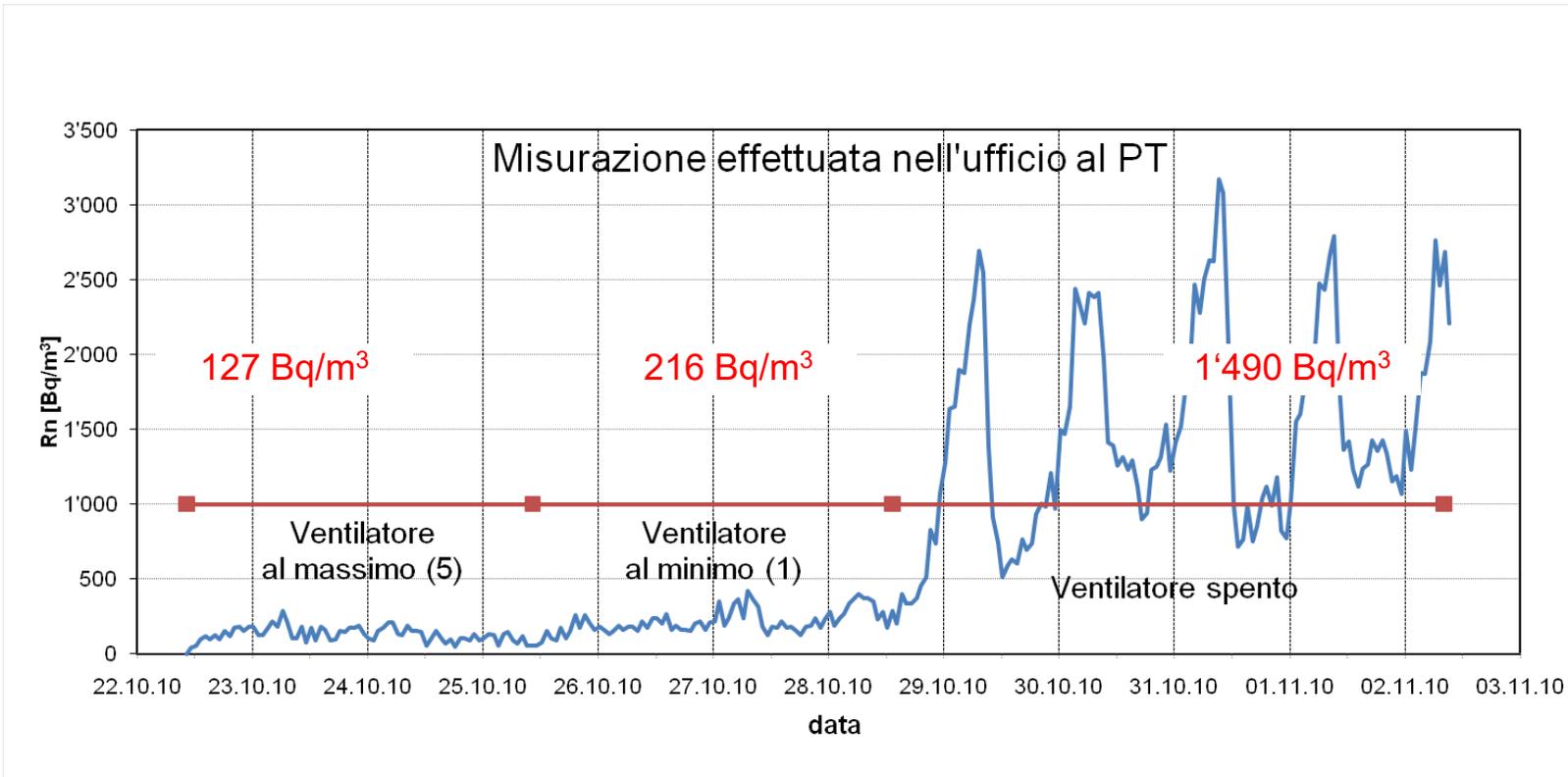
- **Pozzo radon esterno/interno.** Costruzione di un pozzo radon che vada a mettere in depressione il suolo sottostante l'edificio.



## Soluzioni proposte: vantaggi / svantaggi

	<b>Vantaggi</b>	<b>Svantaggi</b>
<b>Ventilazione della cantina</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi più bassi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Possibile rumore interno</li><li>• Possibile potenza insufficiente</li></ul>
<b>Pozzo radon interno/esterno</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacia più elevata</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi più alti</li><li>• Possibile rumore per abitazioni vicine</li></ul>

# Soluzione testata: ventilazione della cantina



- Durata di 10 giorni  
22.10.2010 – 02.11.2010

## Considerazioni finali

- Rispetto ai valori misurati precedentemente (misurazione di screening) l'impianto pilota ha permesso una **riduzione considerevole delle concentrazioni** nell'ufficio (piano terreno) e nella stanza da letto (primo piano).
- Le concentrazioni di radon raggiungono i livelli precedentemente misurati (dosimetria passiva) quando il **ventilatore** viene spento.
- L'installazione deve **restare accesa per tutto il giorno (24 h) durante la stagione invernale** (la potenza può essere regolata). La **porta della cantina deve essere chiusa ermeticamente** così da accrescere la messa in depressione del suolo sottostante.
- Un'**ulteriore misurazione con dosimetria passiva** è necessaria al fine di certificare l'avvenuto risanamento (durante la stagione invernale).

## Caso studio 4: situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

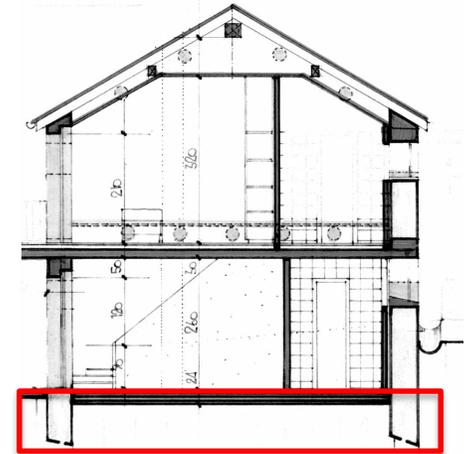
Edificio	Piano	Tipo locale	Rn[Bq/m3]
Edificio 1	0	Soggiorno	1'623
Edificio 2	0	Soggiorno	2'965

- Concentrazioni elevate misurate in entrambe le case nel locale soggiorno situato al piano terreno;
- Possibilità di risanare entrambe le case grazie ad un solo intervento.



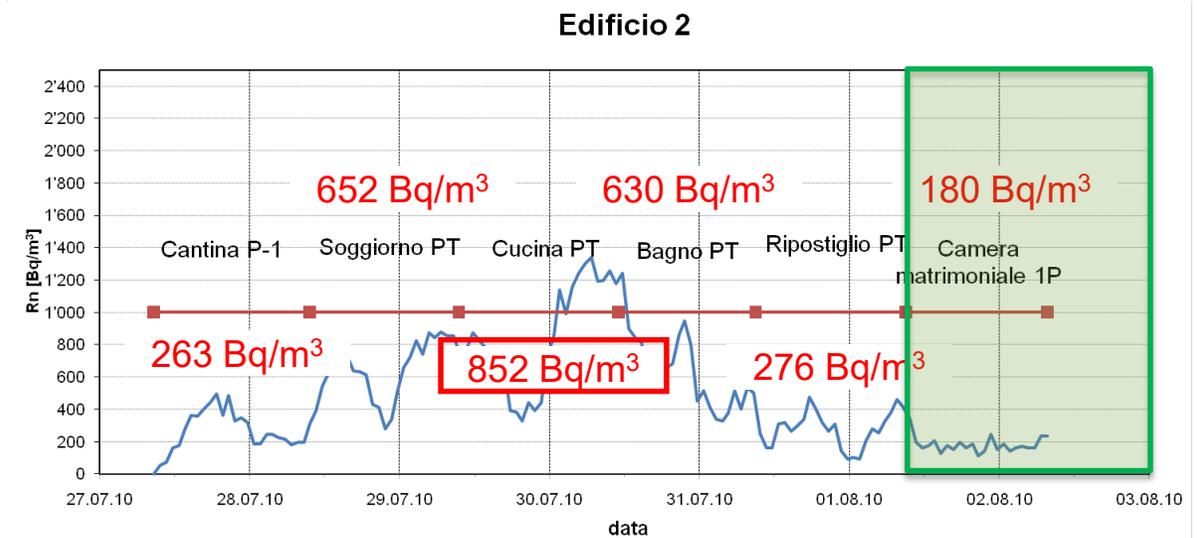
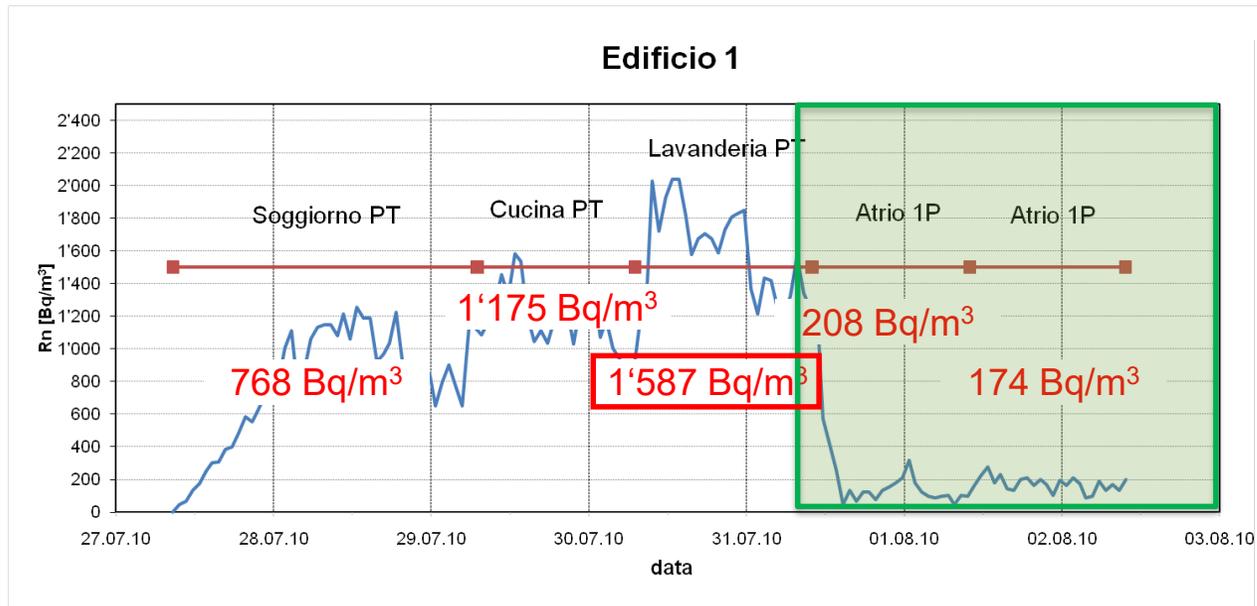
# Descrizione edificio

- 2 case unifamiliari con muri in pietra rinnovate recentemente.
- Piano terreno:
  - Locali abitati: soggiorno (dos. pass.), cucina, servizi, (lavanderia o dispensa).
- Primo piano:
  - Locali abitati: camere da letto.
- Piani collegati da scale interne.
- Presenza di un vespaio al di sotto dell'edificio 1.
- Presenza di una cantina con pavimentazione in ghiaia al di sotto dell'edificio 2.



# Misurazione con dosimetria attiva

- Misurazione di 7 giorni  
27.07-02.08.2010



## Soluzioni proposte

- **Ventilazione del vespaio.** In ragione della probabile infiltrazione di radon attraverso l'involucro dell'edificio si consiglia la ventilazione del vespaio così da permettere la messa in depressione del suolo sottostante l'edificio.



Ventilatore scelto:

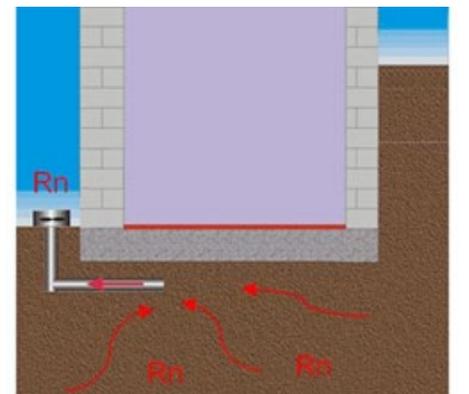
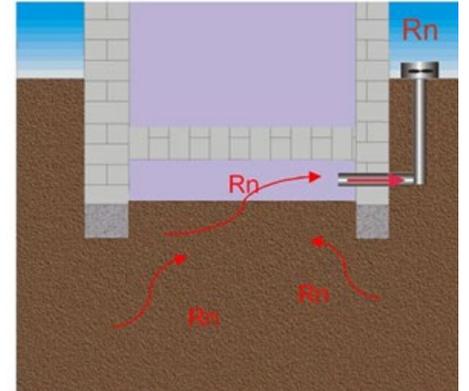
*Nome:* Merox

*Tipo:* ventilatore assiale

*Potenza:* 12 Watt

*Ricambio aria:* 90 m<sup>3</sup>/h

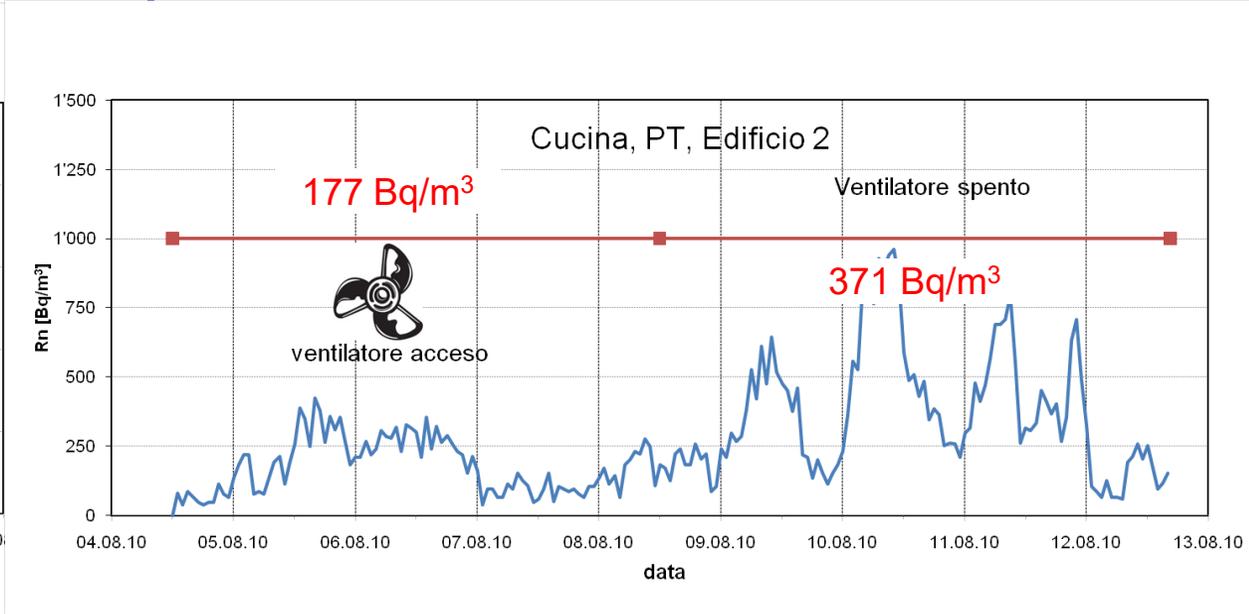
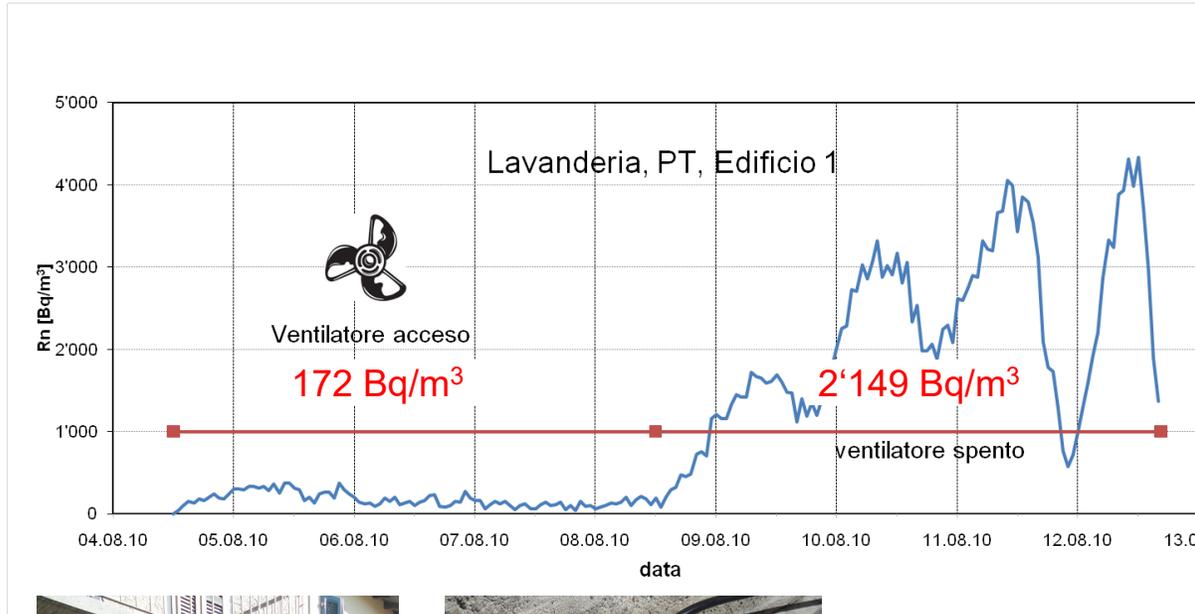
- **Pozzo radon esterno/interno.** Costruzione di un pozzo radon che vada a mettere in depressione il suolo sottostante l'edificio.



## Soluzioni proposte: vantaggi / svantaggi

	Vantaggi	Svantaggi
<b>Ventilazione del vespaio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi molto bassi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacia su entrambi gli edifici non certa</li></ul>
<b>Pozzo radon interno</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il pozzo può essere costruito dove maggiormente necessario → intervento puntuale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi più elevati</li><li>• Possibile rumore per le abitazioni adiacenti</li></ul>

# Soluzione testata: ventilazione del vespaio



Costi approssimativi: ca. 300CHF  
(escluso costi test impianto pilota)

## Caso studio 5: situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

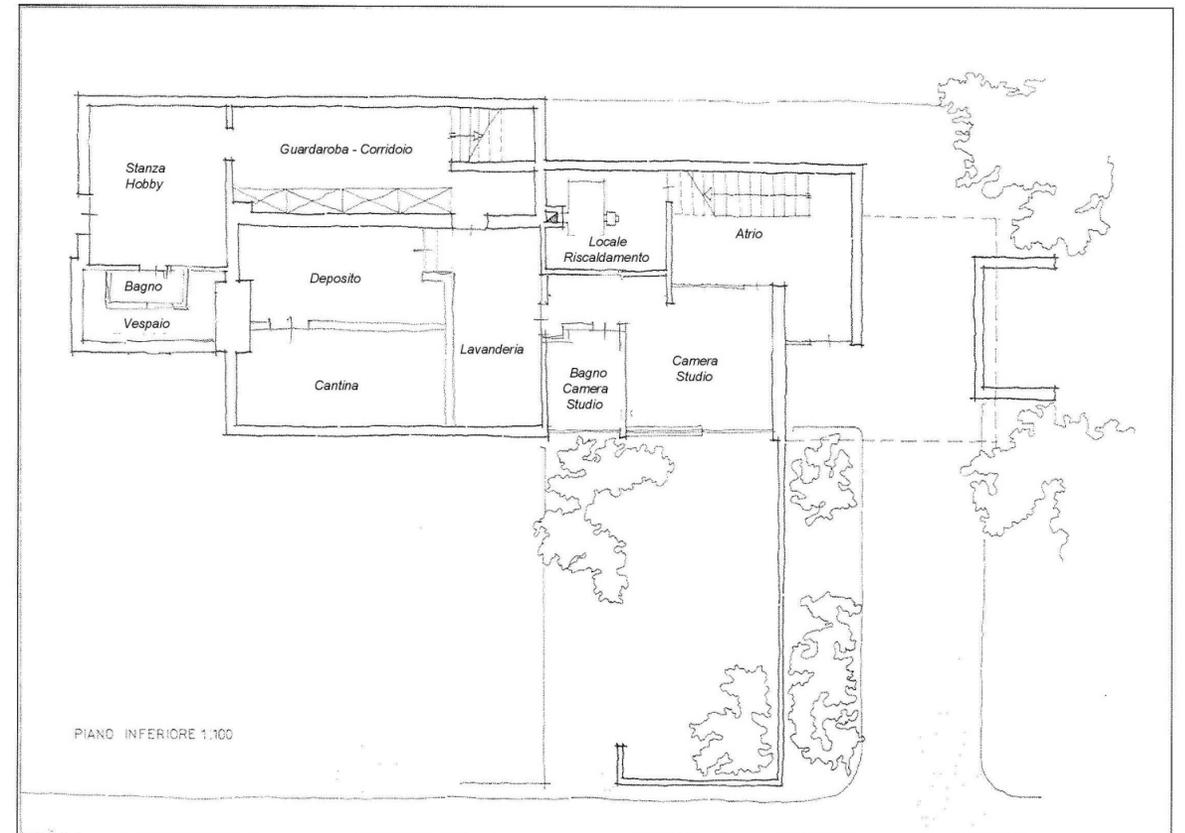
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
1	Soggiorno	1'880

- Concentrazioni medie rilevate nel soggiorno-cucina-biblioteca situato al primo piano.
- Concentrazioni più elevate sono probabili nei locali abitati situati nel piano terreno (parzialmente interrato).



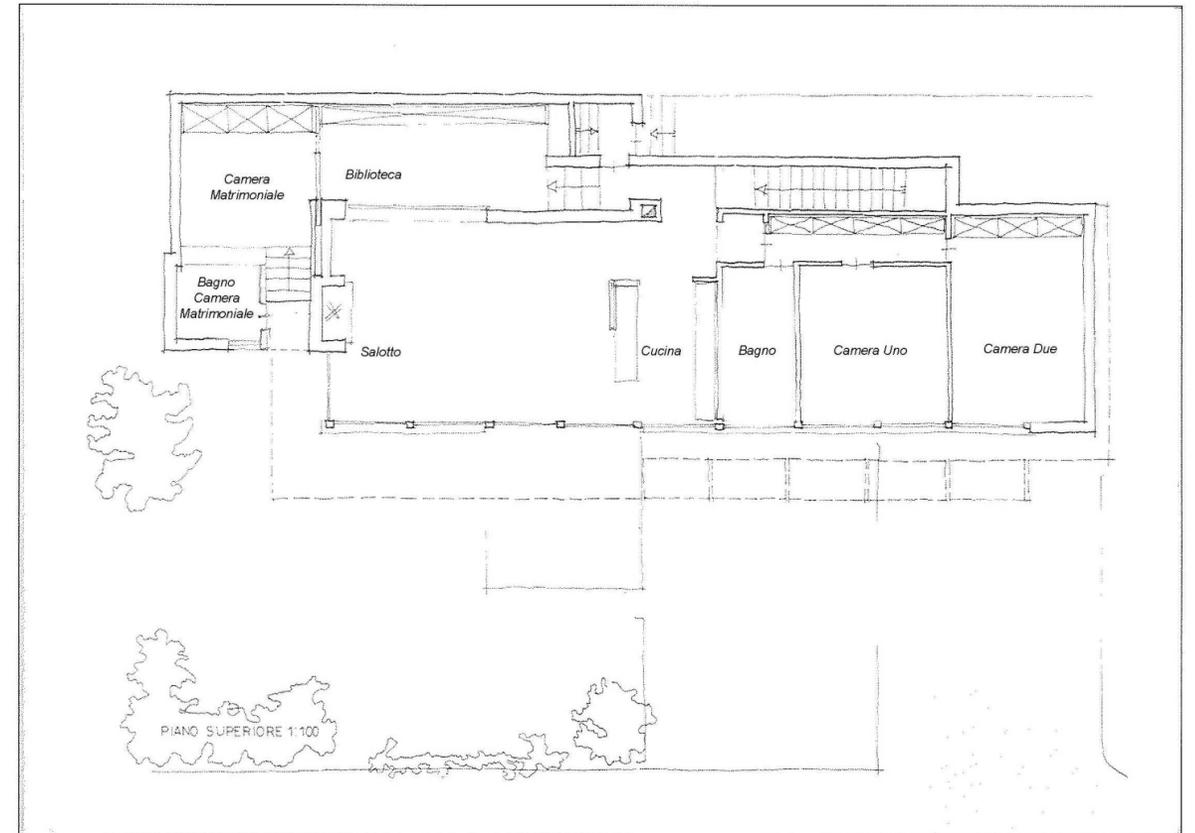
# Descrizione edificio

- Casa unifamiliare costruita durante la seconda metà dell'ultimo secolo (costruzione della prima parte nel 1956, ampliamento nel 1959).
- Piano terreno
  - Locali abitati: atrio, camera di studio, servizi, stanza hobby.
  - Locali non abitati: cantina, locale deposito, lavanderia, vespaio.
- Piano parzialmente interrato.
- Soletta di ca. 20 cm, muri piano terreno in cemento armato e muri primo piano in cotto.



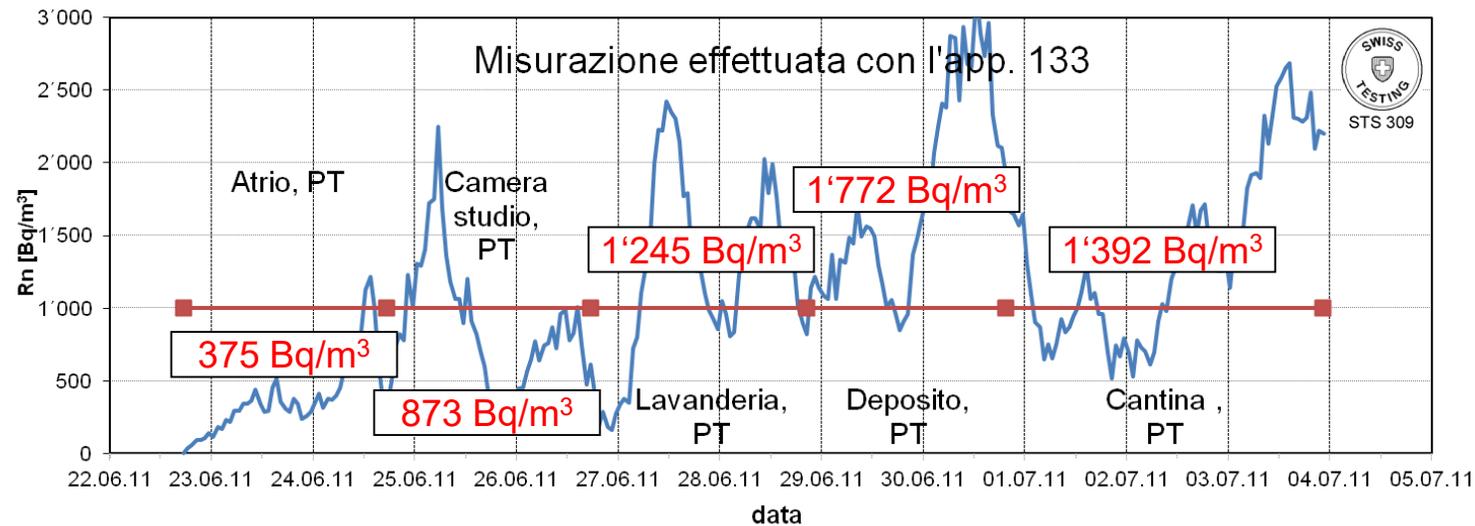
# Descrizione edificio

- Piano terreno:
  - Locali abitati:  
soggiorno-cucina-bibl.(dos. pas), servizi, 2 stanze da letto, camera matrimoniale.
- Presenza di due scale interne che collegano il primo piano con il piano terreno.



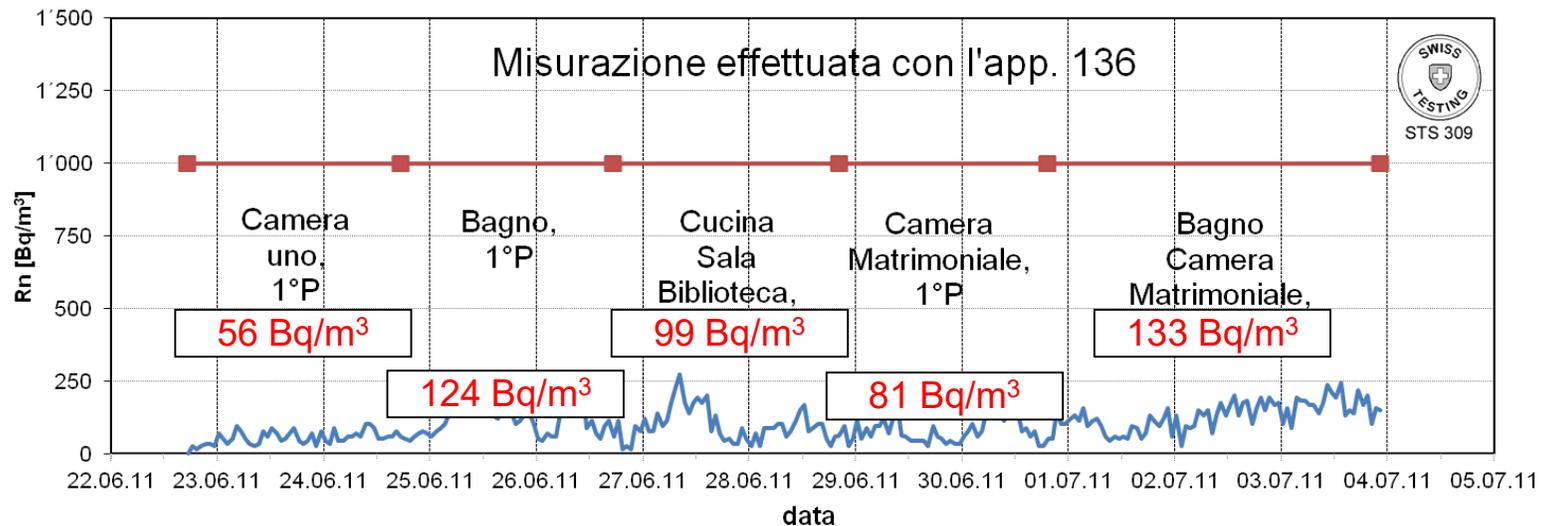
# Misurazione con dosimetria attiva

- Misurazione di 12 giorni  
22.06.2011 - 04.07.2011



# Misurazione con dosimetria attiva

- Misurazione di 12 giorni  
22.06.2011 - 04.07.2011



## Soluzioni proposte

- **Ventilazione del vespaio.** In ragione della probabile infiltrazione di radon attraverso l'involucro dell'edificio si consiglia la ventilazione del vespaio così da permettere la messa in depressione del suolo sottostante l'edificio.



Ventilatore scelto:

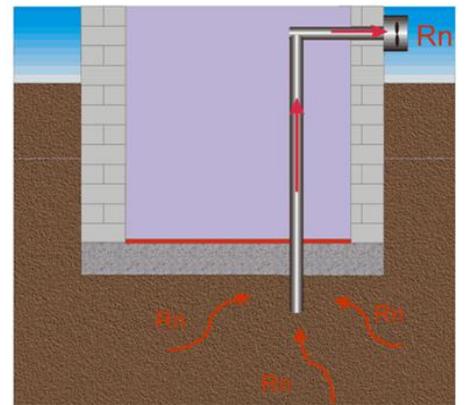
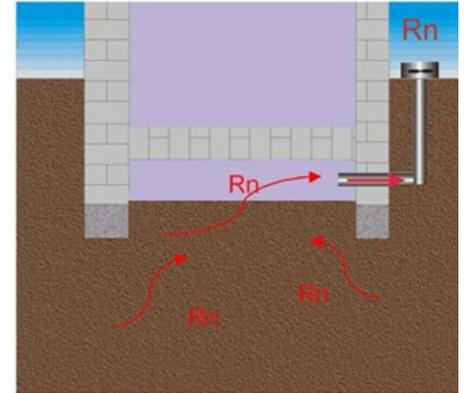
*Nome:* HELIOS Type RR 100 C

*Tipo:* ventilatore radiale

*Potenza:* 70 Watt

*Ricambio aria:* 240 m<sup>3</sup>/h

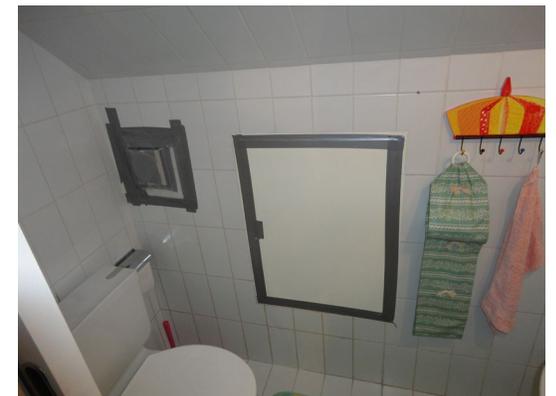
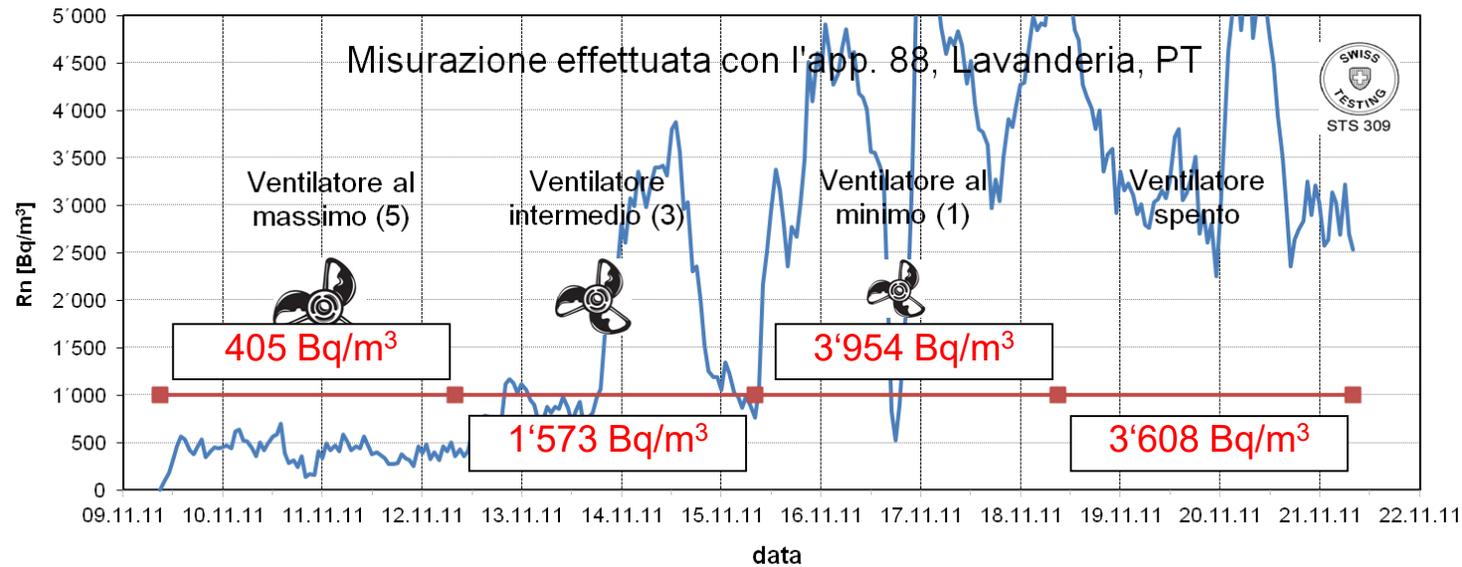
- **Pozzo radon interno.** A causa della possibile penetrazione del radon attraverso molteplici punti non stagni della pavimentazione si consiglia la costruzione di un pozzo radon che vada a mettere in depressione il suolo presente al di sotto dell'abitazione. Si consiglia la costruzione del pozzo all'interno dell'abitazione (nella lavanderia con evacuazione del gas verso l'esterno).



## Soluzioni proposte: vantaggi / svantaggi

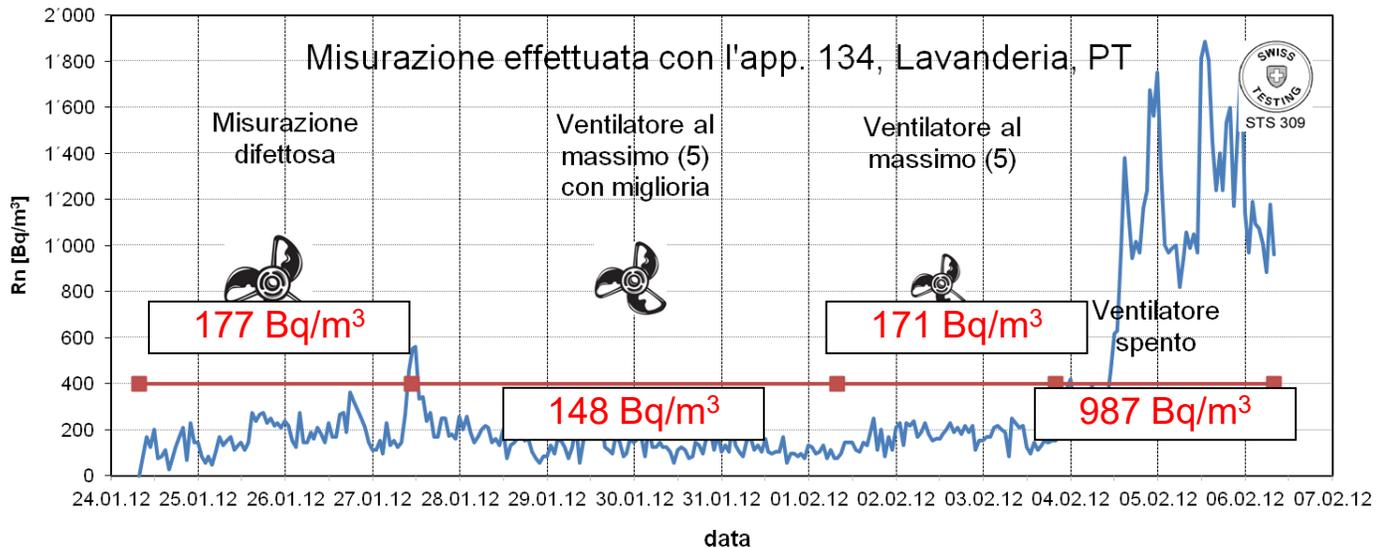
	<b>Vantaggi</b>	<b>Svantaggi</b>
<b>Ventilazione del vespaio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacia generale probabilmente più elevata</li><li>• Costi più bassi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Possibile rumore per le abitazioni adiacenti</li></ul>
<b>Pozzo radon interno</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il pozzo può essere costruito dove maggiormente necessario → intervento puntuale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Costi più alti</li><li>• Rumore interno possibile</li></ul>

# Soluzione testata: ventilazione del vespaio

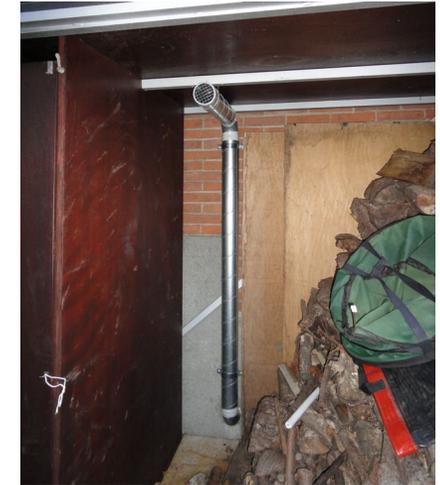


- Durata di 13 giorni  
09.11.2011 – 21.11.2011

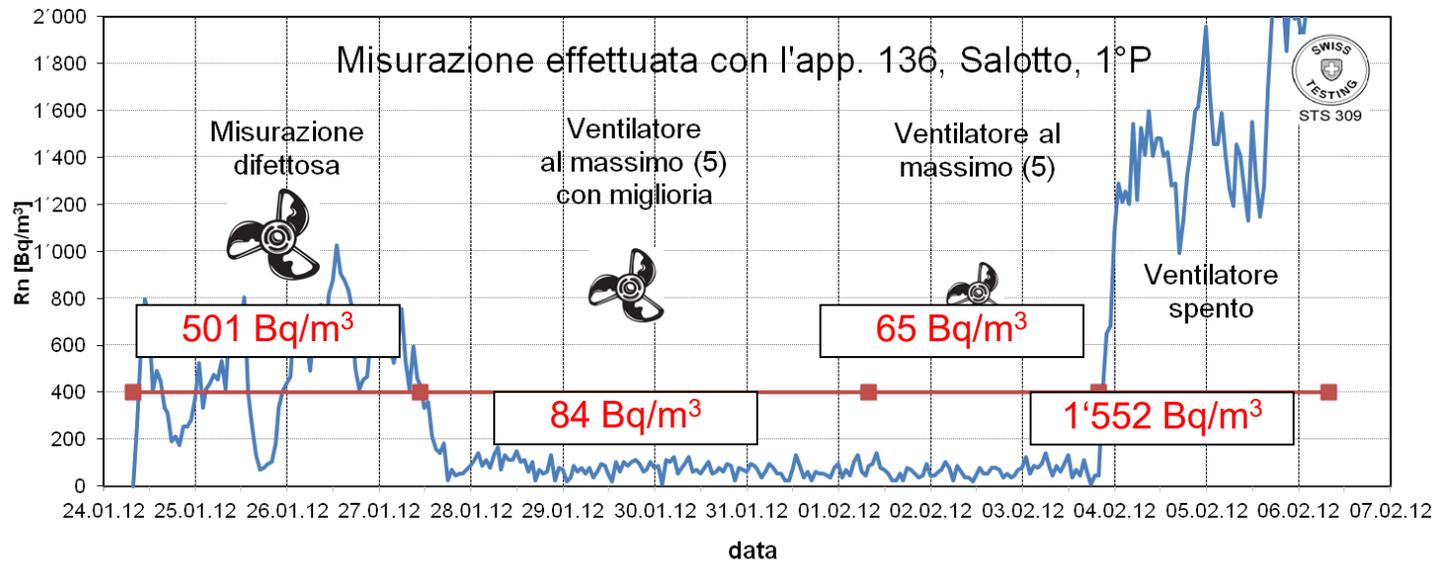
# Soluzione testata: ventilazione del vespaio



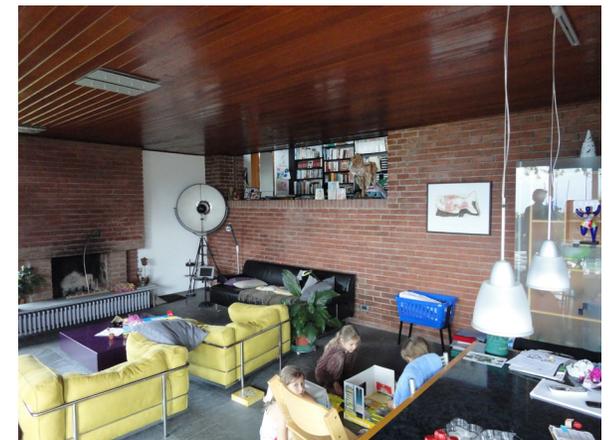
- Costi approssimativi: ca. 2'000 CHF (escluso il costo del test dell'impianto pilota)



# Soluzioni testata: ventilazione del vespaio



- Ogni caso ha le sue particolarità!



## Considerazioni finali

- Rispetto ai valori misurati precedentemente (misurazione di screening) **l'impianto pilota ha permesso una riduzione considerevole delle concentrazioni** nel salotto-cucina-biblioteca (primo piano), nella lavanderia così come nella camera studio (piano terreno).
- Le concentrazioni di radon raggiungono i livelli precedentemente misurati (dosimetria passiva) quando il **ventilatore** viene spento (durante la misurazione effettuata nel periodo invernale).
- Il ventilatore dovrà essere messo **in funzione 24h/g durante la stagione invernale** (a potenza media).
- Al fine di incrementare l'efficacia della misura e la depressione al di sotto dello stabile sarà **necessario sigillare ermeticamente le prese d'aria interne (porta vespaio) ed esterne del vespaio**.
- L'installazione di un **silenziatore** al fine di ridurre il rumore esterno provocato dal ventilatore non sembra necessaria.
- Un'**ulteriore misurazione con dosimetria passiva** è necessaria al fine di certificare l'avvenuto risanamento (durante la stagione invernale).

# Grazie per l'attenzione

[radon@supsi.ch](mailto:radon@supsi.ch)  
[www.radon.supsi.ch](http://www.radon.supsi.ch)



# QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

“Progettare, gestire e migliorare la qualità dell'aria nelle scuole”

## Manutenzione e monitoraggio

Luca Pampuri, Responsabile CCR SUPSI



Programma di Cooperazione Interreg V A “Italia – Svizzera 2014-2020”  
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)

# Manutenzione e monitoraggio

- Manutenzione, perché?
- Il progetto RAME in breve
- Spunti di riflessione

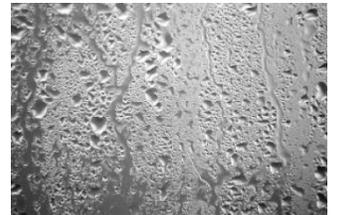
## Manutenzione, perché?

- **Il risanamento non è un intervento che rimane valido per sempre** se non viene curato.
- Si rende quindi necessario programmare delle **misure di controllo periodiche**.
- È quindi molto importante **coinvolgere** i proprietari e i professionisti del settore al fine di **sensibilizzarli alla problematica**.

## Manutenzione, il ventilatore

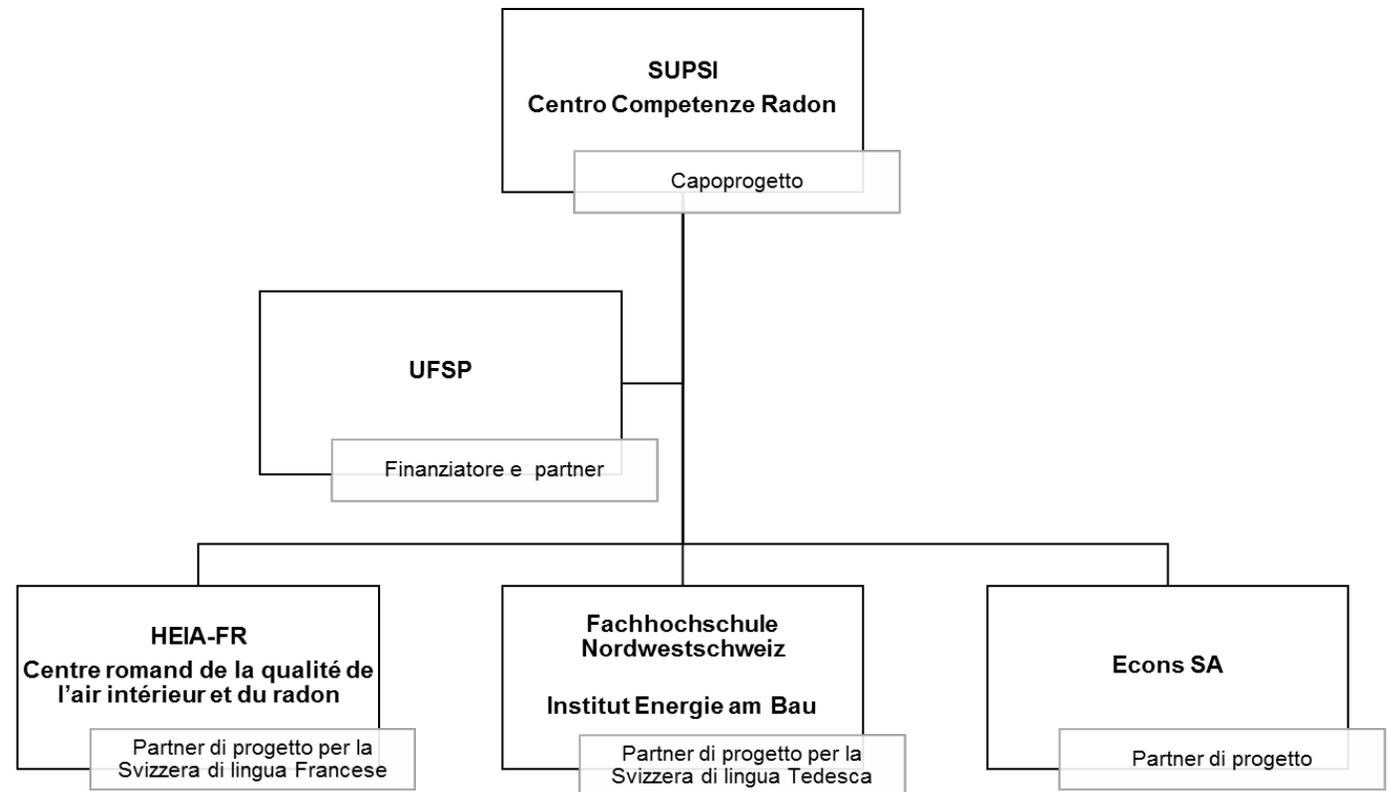
Il **ventilatore** è l'**elemento chiave** di (quasi) ogni sistema di risanamento. Ciò nonostante alcuni aspetti sono critici e devono essere considerati con attenzione:

- Smaltimento **acqua di condensa**;
- Necessità di **sistemi ermetici** e senza perdite;
- **Dimensionamento e posa** dell'impianto devono essere fatti da specialisti.



## Il progetto RAME - Obiettivi

1. Creazione di un'unica BD con tutte le informazioni disponibili relative ai risanamenti radon eseguiti;
2. Verificare l'efficacia dei risanamenti eseguiti negli ultimi 30 anni, determinando le ragioni di malfunzionamenti;
3. Proporre interventi di adeguamento e verificare la relativa efficacia;



## Il progetto RAME – Domande di ricerca

- **Quanti edifici sono stati risanati** in Svizzera (documentabili) e quali sono le principali metodologie di risanamento impiegate?
- Quale è la **variabilità nel tempo delle concentrazioni radon** negli edifici risanati?
- Quali sono i **criteri che ne influenzano la variabilità**?
- Quali sono le **cause principali dell'aumento** nel tempo delle concentrazioni radon?
- A cosa **occorre prestare attenzione per evitare questi aumenti**?

# Il progetto RAME – Analisi statistiche

- **In 62 dei 158 casi monitorati (40%), il valore di riferimento è stato superato** nonostante l'implementazione di un sistema di risanamento.
- In 17 casi è stato superato anche il vecchio livello di riferimento (1'000 Bq/m<sup>3</sup>).
- Nessuna differenza significativa tra le regioni

## Il progetto RAME – Analisi statistiche

- Gli impianti di risanamento di **tipo attivo sono risultati più efficienti** di quelli di tipo passivo.
- Gli **interventi di tipo attivo realizzati più recentemente sono risultati essere i più efficienti** grazie alla minor vetustà dell'impianto e all'aumento di conoscenza della tecnica nel corso degli anni.
- I risanamenti di **tipo passivo mostrano un'efficienza costante** negli anni, indipendente quindi dall'anno del risanamento.

## Il progetto RAME – Analisi statistiche

- Effettuare **misurazioni passive dopo il risanamento non influisce significativamente sull'efficienza del risanamento stesso**, ma questo non esclude assolutamente la necessità di una misurazione post-risanamento al fine di **certificare la buona riuscita dell'intervento**. La maggior parte dei risanamenti a cui non è seguita una misurazione passiva ha comunque subito un controllo grazie ad una misurazione attiva.
- Le concentrazioni radon **variano nel tempo a causa di numerosi fattori** tra cui la **mancaanza di manutenzione** degli impianti stessi.

# Il progetto RAME – Esempi

- **Problema riscontrato:** installazione espulsione non corretta.
- **Consiglio:** fare manutenzione sull'impianto esistente e successiva misura.



Sistema non ermetico che causa perdite interne importanti



Perdita di portata nel sistema di ventilazione (curve, condensa, etc)

# Il progetto RAME – Esempi

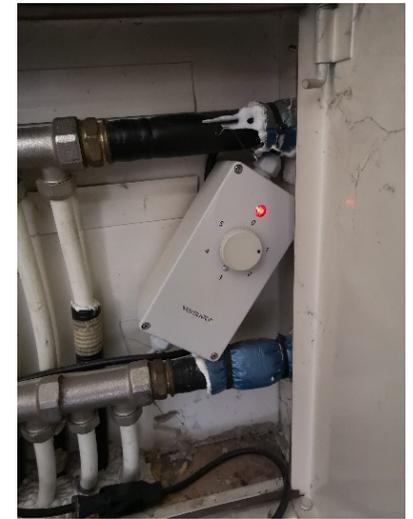
- **Problema riscontrato:** ventilatore con aspirazione insufficiente/non adeguato o spento/rotto.
- **Consiglio:** aumentare la velocità del ventilatore, accenderlo o sostituirlo in caso di rottura. Fare successiva misurazione.



Regime troppo basso



Regime troppo basso



Ventilatore rotto

# Il progetto RAME – Esempi

- **Problema riscontrato:** concezione sistema carente. Il gas estratto viene espulso a livello della strada, in prossimità dell'ingresso all'edificio.
- **Consiglio:** valutare la possibilità di spostare il punto di espulsione in luogo più sicuro



# Il progetto RAME – Esempi

- **Problema riscontrato:** Sistema di drenaggio passivo con predisposizione per l'installazione del ventilatore. Aspirazione insufficiente a causa della mancanza del ventilatore.
- **Consiglio:** Installare ventilatore e rifare la misura.



Assenza del ventilatore

# Il progetto RAME – Esempi

- **Problema riscontrato:** bocchette di aerazione e/o ventilatori ostruiti parzialmente o completamente. L'espulsione del radon viene quindi limitata o addirittura impedita.
- **Consiglio:** periodica pulizia e manutenzione di bocchette e ventilatori.



Bocchetta



Ventilatore

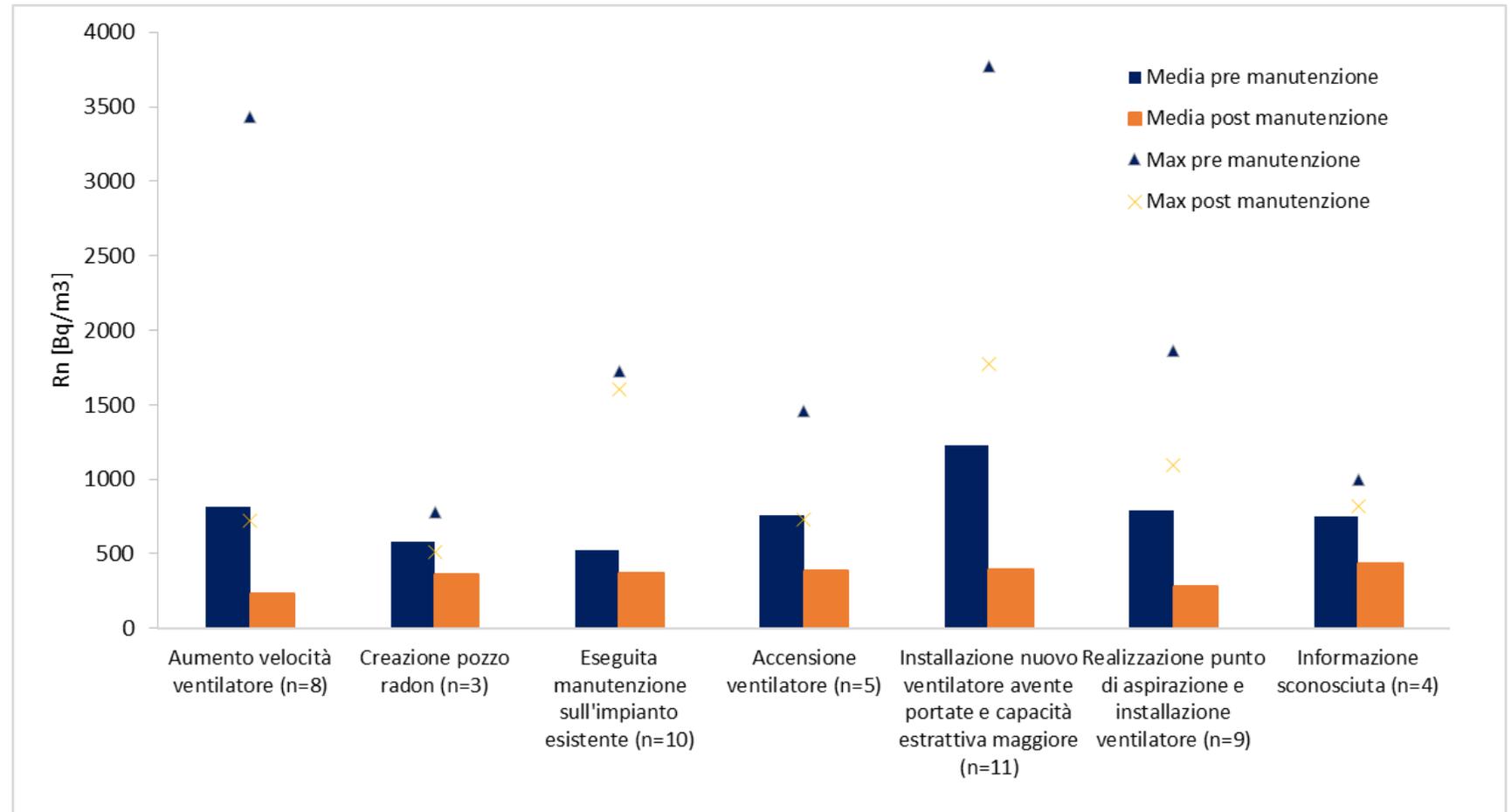
## Il progetto RAME – Soluzioni proposte

- Aumento velocità ventilatore
- Creazione pozzo radon
- Manutenzione sull'impianto esistente e successiva misura
- Accensione ventilatore
- Installazione di un nuovo ventilatore avente portata e capacità estrattiva maggiore
- Realizzazione punto di aspirazione e installazione di un ventilatore

# Il progetto RAME – Misure 2020/2021

**Obiettivo:** verificare l'efficacia o meno degli interventi di manutenzione del sistema.

Valore medio e massimo della concentrazione di radon in funzione della tipologia di intervento implementato prima e dopo gli interventi di manutenzione proposti (misura passiva 2019/2020 blu, misura passiva 2020/2021 arancione)



## Conclusioni e spunti di riflessione

- Necessità di un **censimento costante** di tutti i dati inerenti le misure e i risanamenti radon;
- Necessità di avere un **interlocutore unico** (risanamento e misurazioni);
- Definire una **validità nel tempo delle misurazioni eseguite**;
- **Misura di controllo necessaria**. In generale la misurazione di controllo non viene fatta e i controlli periodici non sono presenti;

## Conclusioni e spunti di riflessione

- La **manutenzione dell'impianto** di risanamento nel tempo è **fondamentale**. È necessario **spiegare la problematica coinvolgendo** i proprietari.
- Utilizzare un **sistema unico** e non più sistemi di ventilazione.
- Far funzionare il sistema **tutto l'anno al massimo del suo potenziale**.
- Funzionamento dei **sistemi di ventilazione intermittenti non ideale**.

# Grazie per l'attenzione

## Domande?

[radon@supsi.ch](mailto:radon@supsi.ch)  
[www.radon.supsi.ch](http://www.radon.supsi.ch)