

**SUPSI**

# Gas radon: corrette tecniche di costruzione e misure di risanamento

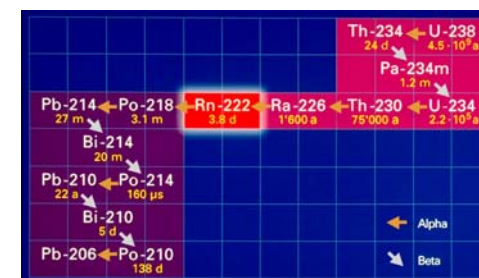
Bolzano, 13.05.2017

Luca Pampuri, responsabile CCR

# Introduzione

## Introduzione

- Il radon è un gas **radioattivo** di origine naturale, prodotto dal decadimento dell'uranio-238 presente in tracce nel terreno. È incolore e inodore e penetra negli edifici dal sottosuolo attraverso parti non stagne dell'involucro degli edifici.
- Dal 1984 il radon è riconosciuto dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) come «**Cancerogeno sicuro**»
- È la seconda causa di **cancro al polmone** dopo il fumo.

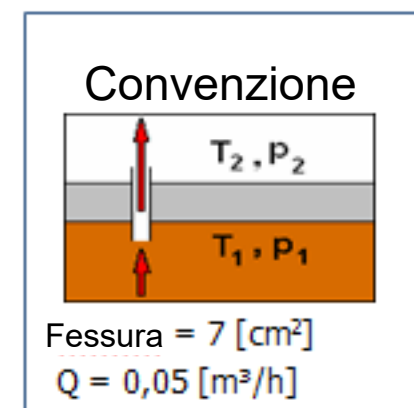
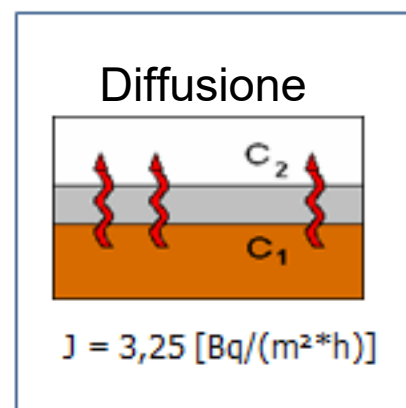


## Dinamica di penetrazione del radon

- Il radon si **forma nel terreno**
- Il radon **penetra in casa**
- Una **casa riscaldata aspira radon**
- Il radon penetra attraverso parti non stagne dell'involucro principalmente per convezione e non per diffusione

### Situazione:

Spessore soletta:	$d = 20 \text{ cm}$
Superficie soletta:	$A = 20 \text{ m}^2$
Volume locale:	$V = 50 \text{ m}^3$
Conc. radon nel suolo:	$C_B = 40.000 \text{ Bq/m}^3$
Temperatura indoor:	$T_2 = 20^\circ\text{C}$
Temperatura nel suolo:	$T_1 = 12^\circ\text{C}$



Estrapolazione concentrazione radon indoor

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

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

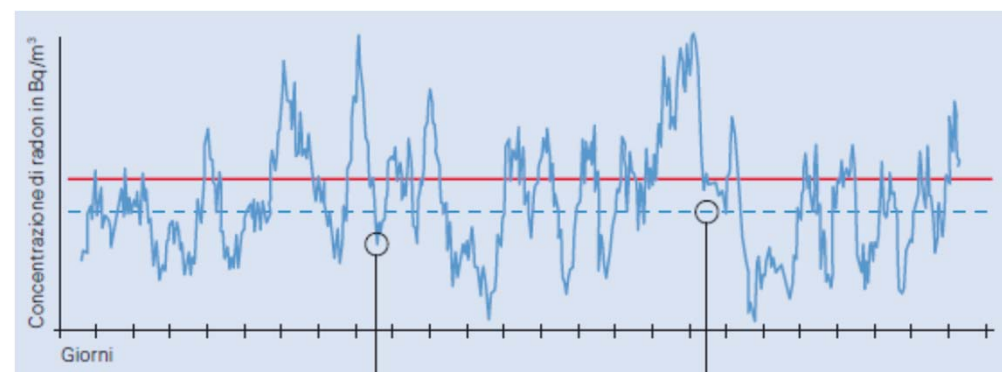
## Misurazione

- **Rilevatori passivi**

Dispositivi che non necessitano di alimentazione elettrica, dopo un tempo di permanenza vengono rimossi e sottoposti in laboratorio a procedure di tipo chimico-fisico per la determinazione della **concentrazione media nel periodo di misura**

- **Rilevatori attivi**

I rilevatori attivi sono costituiti da strumenti dotati di sensori “elettronici” sensibili alla radiazione alfa. Permettono una **risoluzione temporale delle misure**. Vanno usati per misure di approfondimento in genere laddove i rilevatori passivi hanno determinato concentrazioni di Radon oltre la soglia critica.



— Esempio delle oscillazioni di radon in un soggiorno  
— Valore legale  
- - Valore medio nel soggiorno



Apparecchio di misurazione in continuo



Dosimetri passivi per valori medi

# Prevenzione

## Prevenzione

- Le misure preventive sono molto **più semplici, più efficaci e più economiche** di un risanamento radon effettuato su un edificio esistente.
- Vale il principio: quanto più l'edificio è isolato dal terreno, tanto minore è il rischio radon.
- Le misure di prevenzione radon dovrebbero sempre essere pianificate in collaborazione con consulenti in materia di radon, periti edili e studi d'ingegneria.
- Il ruolo della **Direzione lavori** durante l'esecuzione della soletta di fondazione è importantissimo.

## Prevenzione

- Le condotte per la corrente elettrica, l'acqua, l'acqua di scarico ecc. che attraversano parti dell'edificio a **contatto col terreno devono essere stagne** (per esempio mediante appositi manicotti).



## Prevenzione – Tubi per la messa in depressione

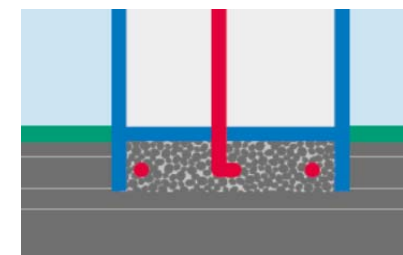
- **Annegamento dei tubi in ghiaia** (30-40 cm) e distanza minima dai muri esterni di 1 - 2 m.
- Impedire che possa penetrarvi dell'aria proveniente dal sistema di **drenaggio dell'acqua**, separazione dei sistemi
- **2 uscite**: una con chiusura ermetica (aprire nel caso di spurgo)
- Non è generalmente (per abitazioni mono/bi-familiari) necessario concepire dei sistemi di messa in depressione complicati.
- **Evitare la vicinanza di finestre!!**



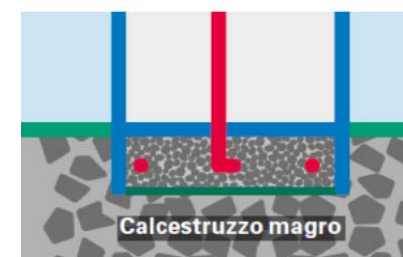
## Prevenzione – Tubi per la messa in depressione

### Due sistemi:

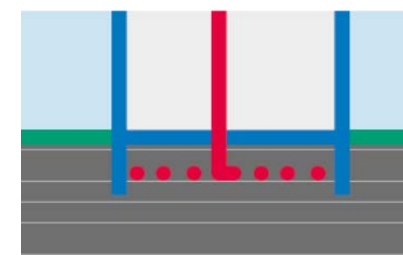
- **Passivo:** portare il tubo pieno con un diametro di almeno 16 cm **a tetto**. Con questa esecuzione viene sfruttata la **depressione che si crea per l'effetto camino nel tubo ascendente**. Vantaggio: depressione passiva, nessun costo d'esercizio.
- **Attivo:** per la promozione di una **depressione attiva col ventilatore** viene fatto penetrare un tubo pieno sotto la platea di fondazione, chiuso ermeticamente e contrassegnato come tubo di aspirazione del radon.



Impianto in un letto di ghiaietta e ghiaia (distanza dei tubi fino a 8 m)



Calcestruzzo magro in terreni molto permeabili



Impianto nel terreno (distanza dei tubi da 1 a 3 m)

## Prevenzione – Tubi per la messa in depressione

### Dimensionamento:



	<b>Sistema passivo</b>	<b>Sistema attivo</b>
Tubo di drenaggio	160 - 200 mm	100-160 mm
Tubo di risalita	> 200 mm	100-160 mm

## Prevenzione - Isolamento dell'edificio e ventilazione passiva/controllata della parte abitata

- Negli edifici nuovi, una **ventilazione controllata dei locali abitativi potrebbe essere una misura preventiva insufficiente** contro il radon, se non è accompagnata da un corrispondente isolamento dell'involucro dell'edificio.
- L'impianto di ventilazione deve funzionare a **pressione neutra o con una leggera sovrappressione** (pochi *Pascal*).
- La presa d'aria fresca all'aperto dev'essere collocata ad almeno **70 cm dal suolo** (nessuna presa d'aria per esempio da pozzetti per finestre di una cantina o altri pozzi luce).



# Risanamento

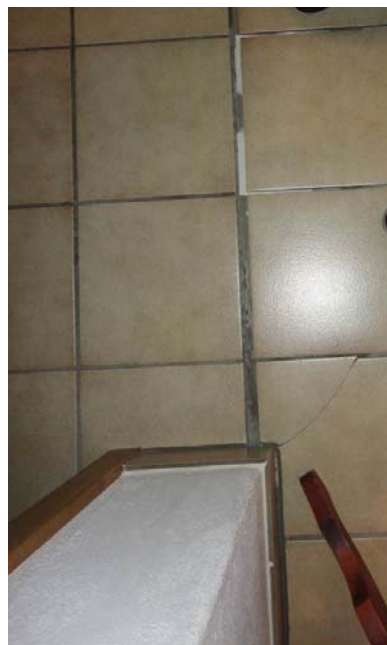
## Risanamento

- Un risanamento radon **non costa generalmente più di 5'000 EURO** (nel 90% dei casi).
- L'utilizzo di **sistemi di ventilazione** (messa in depressione del terreno con un pozzo radon interno/esterno) risulta essere, **nell'80% dei casi, necessario**.
- L'utilizzo di una rete di specialisti risulta essere fondamentale!
- **L'esperienza è fondamentale** nella scelta della tipologia di intervento e della sua implementazione!!!
- Devono quindi essere formati degli **specialisti** che siano in grado di trovare delle soluzioni sostenibili, devono essere informati gli **addetti ai lavori** (architetti, ingegneri, agenti immobiliari, avvocati...) così come devono essere informati i **proprietari immobiliari**.



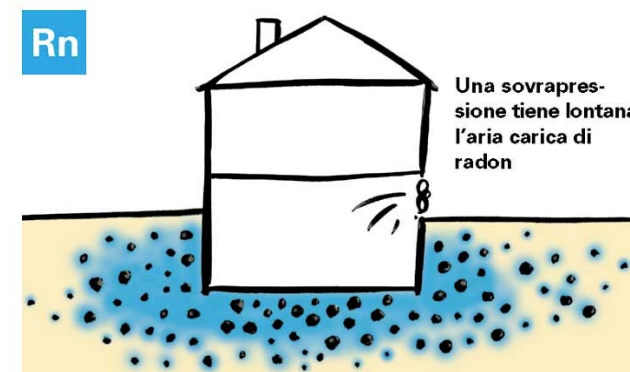
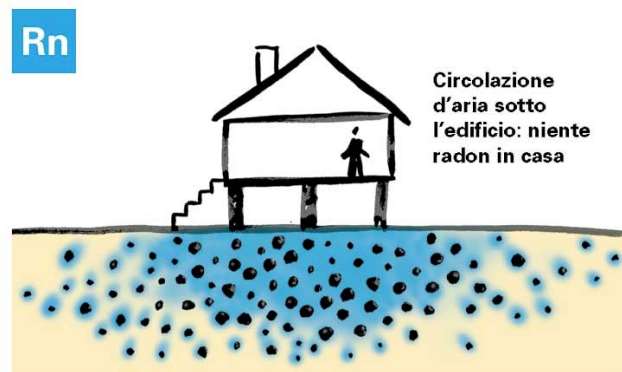
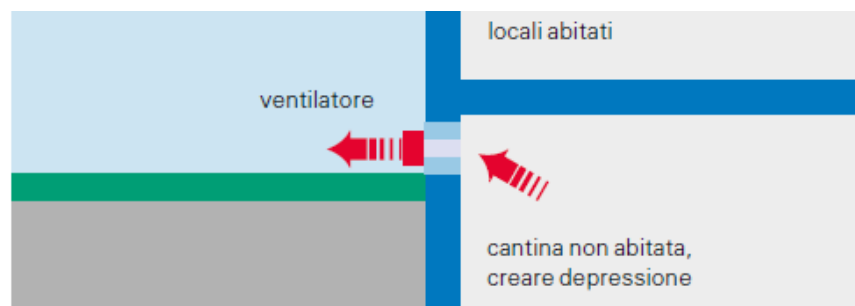
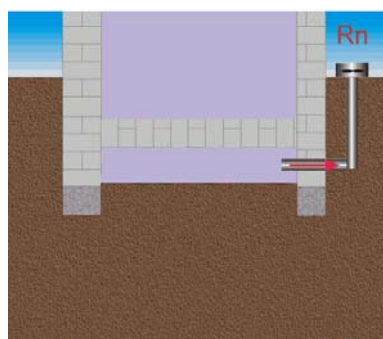
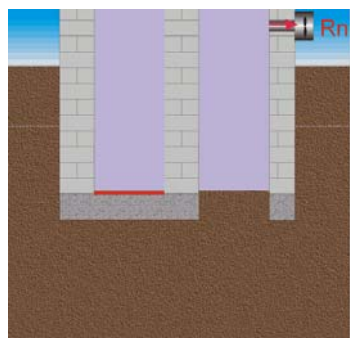
## Risanamento - Chiusura ermetica dei fori visibili, fessure...

- Obiettivo: **ridurre la diffusione** del radon dal terreno alla zona abitativa dell'edificio
- Esempi: sigillatura di fessure nelle parti dell'edificio a contatto col terreno



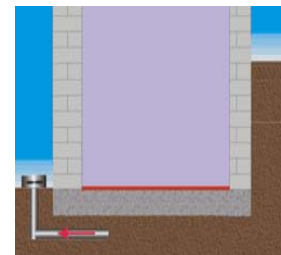
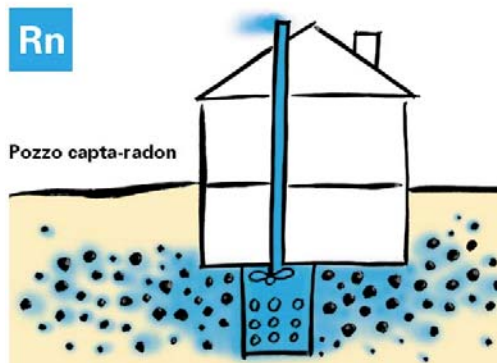
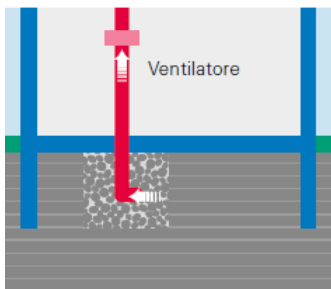
## Risanamento - Generazione depressione/sovrapressione scantinato-vespaio

- Obiettivo: creazione nello scantinato/vespaio di una depressione/sovrapressione rispetto alla zona abitativa



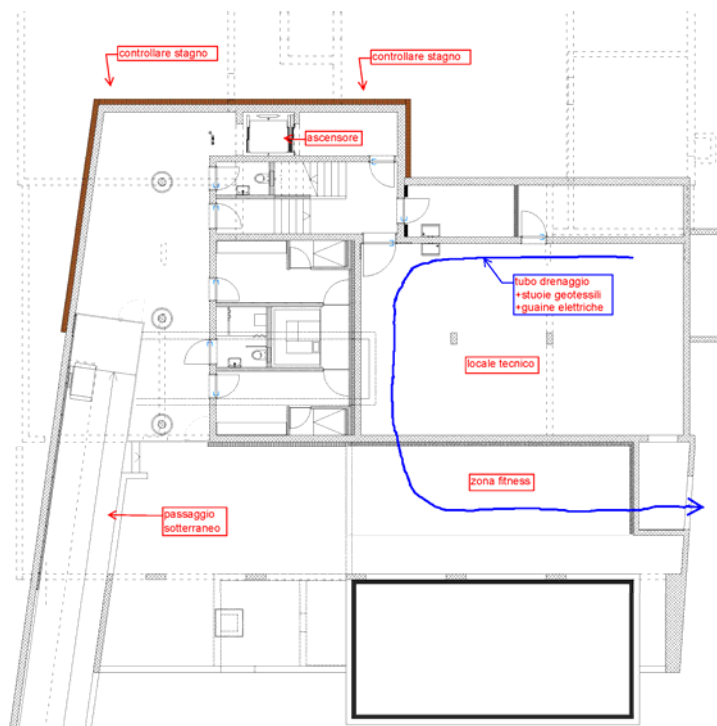
## Risanamento - Aspirazione dal terreno: pozzo radon interno/esterno

- Obiettivo: creazione nello **sottosuolo** di una **depressione**



## Risanamento - Aspirazione dal terreno: drenaggio radon

- Obiettivo: creazione nello **sottosuolo** di una depressione



## Risanamento – Equilibratura pressione interno/esterno

- Obiettivo: ridurre la depressione che si crea all'interno dell'abitazione durante i mesi invernali (effetto camino)



## Risanamento - Sistema di ventilazione meccanica

- Obiettivo: aerazione controllata con leggera sovrappressione



# Casi studio

## Caso studio 1 - Situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0.0	Soggiorno	2'901

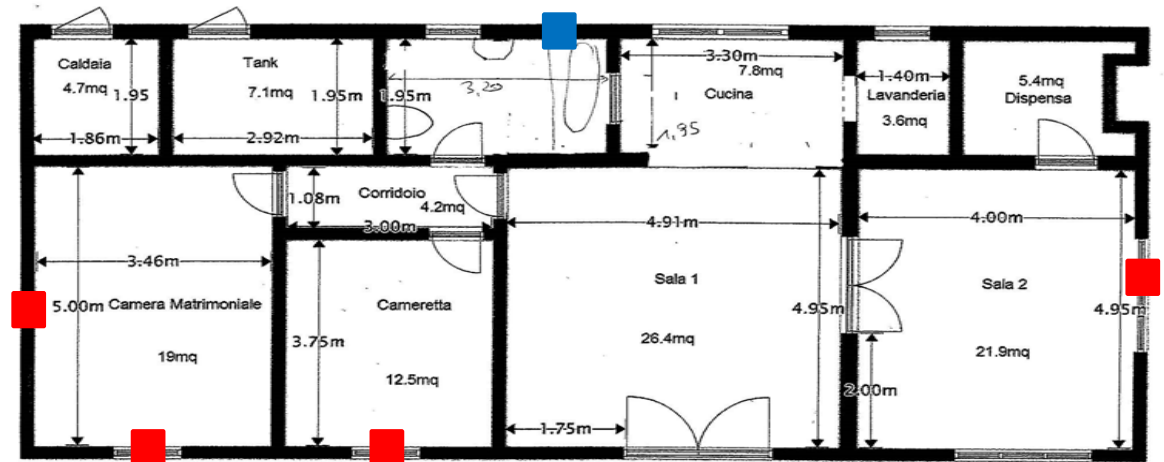


- Concentrazioni elevate misurate nel soggiorno situato al piano terreno.
- Prima misurazione (inverno 2009-10) effettuata prima di un risanamento parziale dello stabile.
- Compra-vendita dello stabile → necessità di risanare!



## Caso studio 1 - Descrizione edificio

- Casa unifamiliare risanata nel 2015.
- Piano terra:
  - Locali non abitati: locale tecnico e tank
  - Locali abitati: 2 camere da letto e un bagno e un ampio soggiorno-cucina
- A seguito della prima misurazione sono state implementate delle misure anti-radon.
  - Predisposizione per l'allacciamento di un ventilatore per la ventilazione del vespaio
  - Apertura dei fori di ventilazione del vespaio al fine di aumentare il ricambio dell'aria



## Caso studio 1 - Soluzione proposta

- **Messa in depressione del vespaio** Il sistema di ventilazione ha quale obiettivo quello di mettere in depressione il vespaio e prevenire l'infiltrazione del gas nell'abitazione.



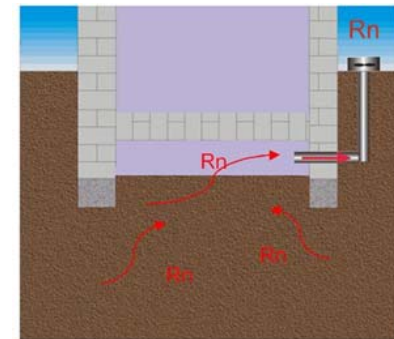
### Ventilatore scelto:

*Nome:* HELIOS Type RR 100 C

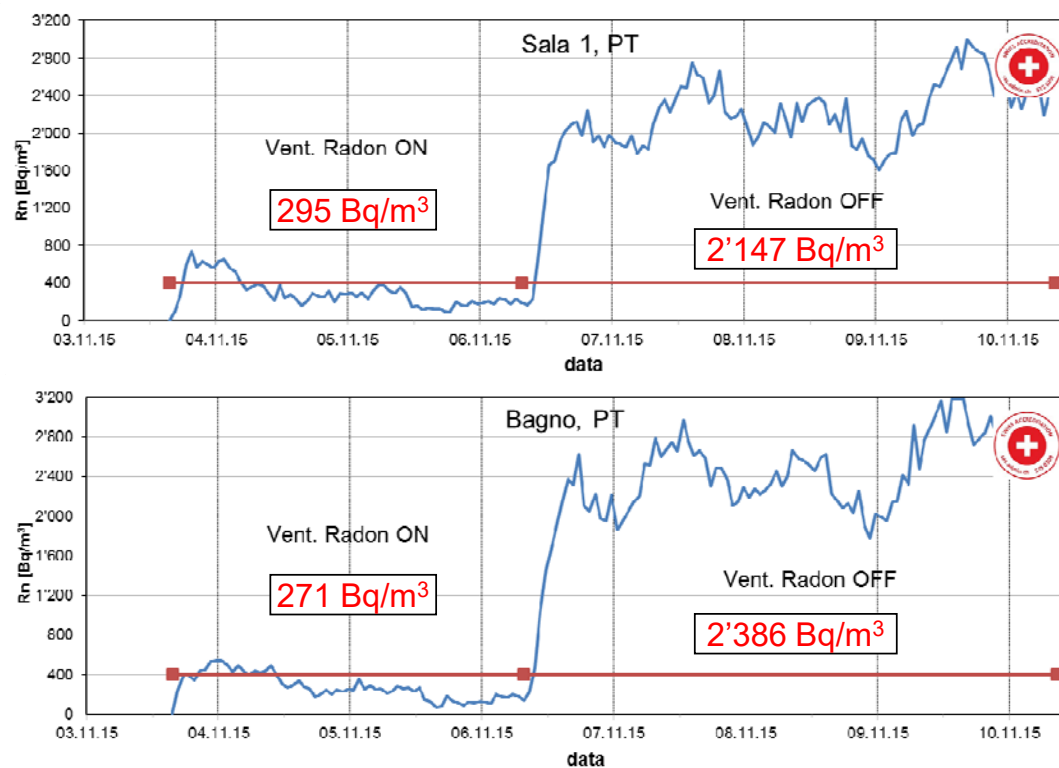
*Tipo:* ventilatore radiale

*Potenza:* 70 Watt

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

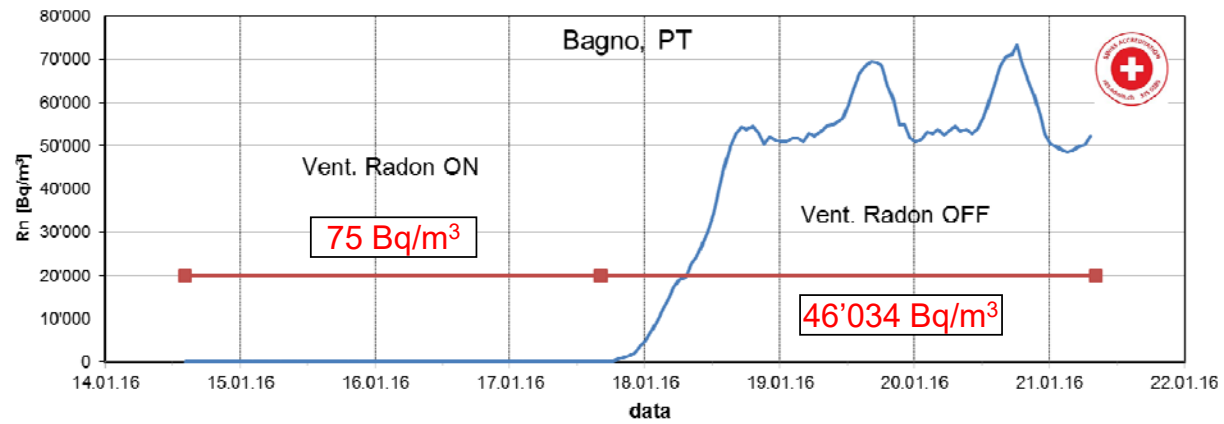


## Caso studio 1 – Risultato soluzione proposta – Messa in depressione



Problema: temperature interne abbastanza basse durante la fase di test dell'impianto (15-18° C)

## Caso studio 1 – Risultato soluzione proposta – Messa in sovrappressione



## Caso studio 1 – Considerazioni finali

- Valori registrati con ventilatore spento a seguito della messa in sovrappressione molto superiori a quelli misurati con dosimetria passiva nel corso dell'inverno 2009-10.
- Rispetto ai valori misurati con ventilazione spenta l'impianto pilota ha permesso una riduzione considerevole delle concentrazioni in tutti i locali monitorati.
- L'installazione deve restare accesa per tutto il giorno (24 h) durante tutto l'anno.
- 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> ]
0.0	Ufficio	2'527

- Alte concentrazioni rilevate in un ufficio situato al piano terra.
- La destinazione d'uso è stato cambiato recentemente: spazio non abitato → spazio abitato.



## Caso studio 2 - Descrizione edificio

- Casa unifamiliare costruita negli anni 60.
- Piano terreno in parte seminterrato:
  - Locali abitati: ufficio (dosimetria passiva), 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.



## Caso studio 2 - Soluzione proposta

- **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.



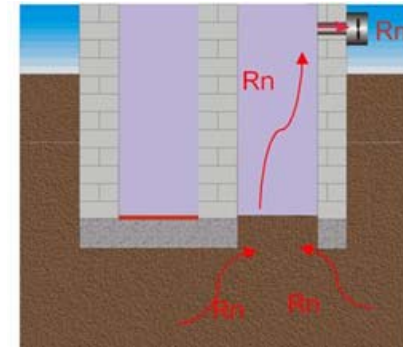
### Ventilatore scelto:

*Nome:* Elicent Vitro 9/230 A

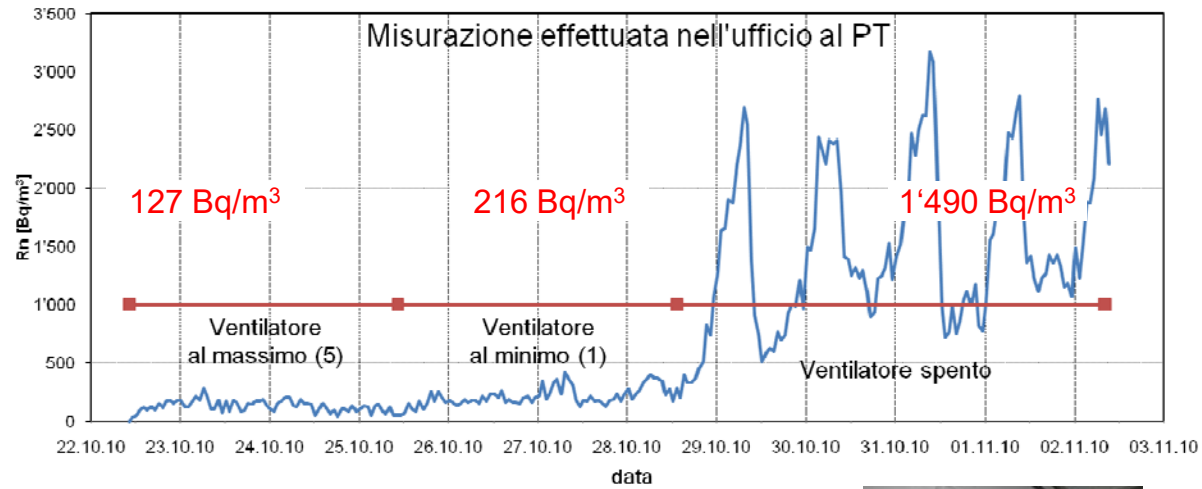
*Tipo:* ventilatore assiale

*Potenza:* 24 Watt

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



## Caso studio 2 – Risultato soluzione proposta



## Caso studio 2 – Considerazioni finali

- Rispetto ai valori misurati precedentemente l'impianto ha permesso una riduzione considerevolmente delle concentrazioni nell'ufficio (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 (la potenza può essere regolata). La porta della cantina deve essere chiusa ermeticamente così da accrescere la messa in depressione del suolo sottostante.

Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0.0	Ufficio	257
1.0	Camera da letto	166



## Caso studio 3 - Situazione iniziale

- Misurazione con dosimetria passiva:

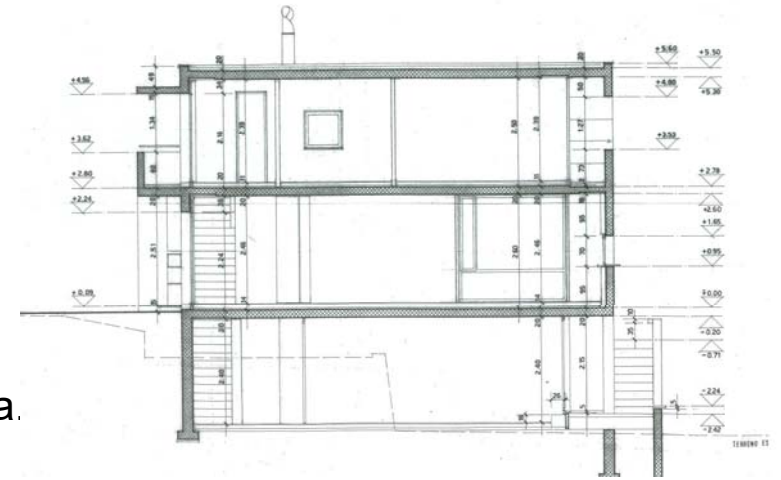
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
0.0	Cucina	671
0.0	Cucina	822

- 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.



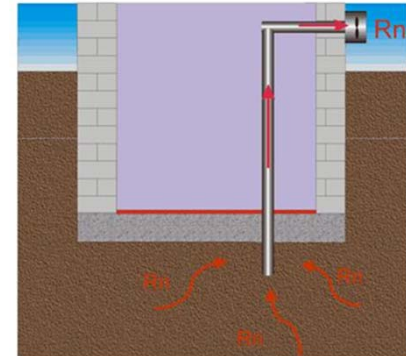
## Caso studio 3 - Descrizione edificio

- 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.
- La pavimentazione del piano semi-interrato consiste in una soletta di 8 cm gettata sopra alla massicciata.



## Caso studio 3 - Soluzione proposta

- **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).



### Ventilatore scelto:

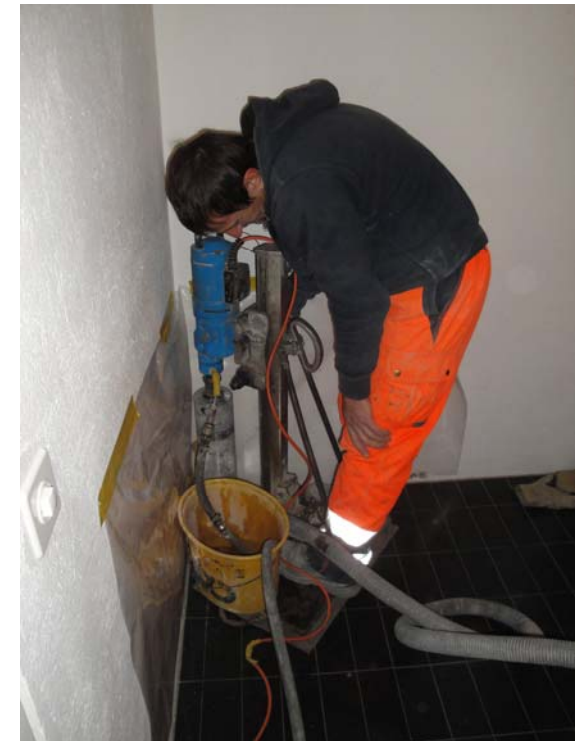
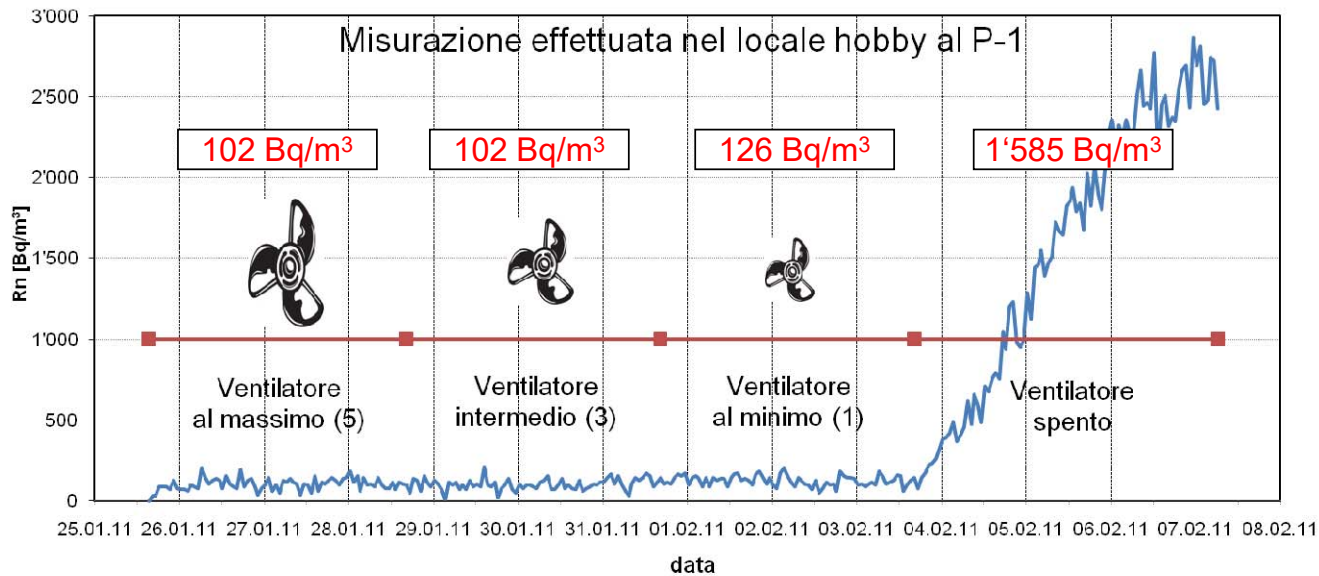
*Nome:* HELIOS Type RR 100 C

*Tipo:* ventilatore radiale

*Potenza:* 70 Watt

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

## Caso studio 3 – Risultato soluzione proposta



## Caso studio 3 – Impianto definitivo

- Rispetto ai valori misurati precedentemente (misurazione di screening) l'impianto ha permesso una riduzione considerevolmente delle concentrazioni nel locale hobby (piano semi-interrato).
- Le concentrazioni di radon raggiungono livelli elevati quando il ventilatore viene spento.
- L'installazione deve restare accesa per tutto il giorno (24 h) durante la stagione invernale.

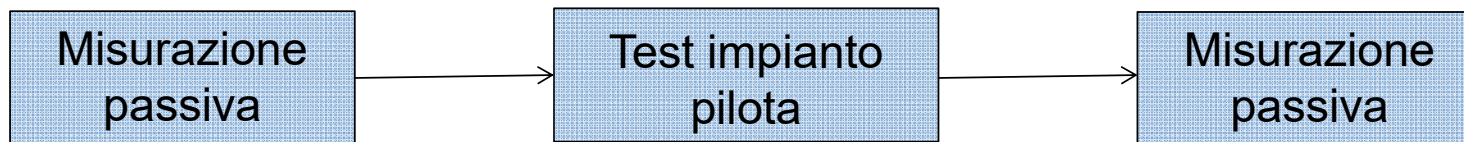
Piano	Tipo stanza	Rn[Bq/m <sup>3</sup> ]
-1.0	Locale hobby	85



# Conclusioni

## Conclusioni

- L'esperienza permette nella maggior parte dei casi (edifici con dimensioni contenute) di individuare il punto debole dell'edificio grazie ad un **semplice esame visivo** così da poter intervenire laddove l'intervento risulta essere più efficace.
- In buona parte dei casi visionati la **soluzione poi applicata e testata è apparsa subito evidente**. In alcuni casi non abbiamo quindi effettuato una misurazione preliminare ma abbiamo direttamente eseguito un test di un impianto pilota.



- Obiettivo: risparmiare tempo e ridurre i costi

## Conclusioni - Ventilatori: l'elemento chiave di (quasi) ogni sistema di risanamento!

Ci sono alcuni aspetti sono critici e devono essere considerati con attenzione:

- L'**acqua di condensa** che si crea durante la stagione invernale dovrà essere smaltita in modo automatico (posizionamento del ventilatore in verticale);
- Il **rumore del ventilatore** può essere fastidioso (specialmente per il vicino);
- Un sistema di tubazioni (o un ventilatore) che perde può rilasciare grandi concentrazioni di radon.
- Il **dimensionamento e la posa** dell'impianto deve essere fatto da specialisti abituati a lavorare in questo campo (riduzioni dei diametri dei tubi e posa di curve possono compromettere il buon funzionamento del sistema).



## Conclusioni - La messa in opera riveste un ruolo fondamentale!!!

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



## Conclusioni - Il monitoraggio: un ultimo punto 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

04-17

**Vi ringrazio per la vostra attenzione!!**  
radon@supsi.ch