

**RADON. UNA  
PRESENZA UNA  
RESPONSABILITÀ**  
MISURAZIONI e BONIFICHE. CASI STUDIO in VAL SERIANA

**ALBINO BG 11 Dicembre 2017**



**ICO Sas  
Ing. SANDRO FORNAI**

# PROGRAMMA

## PRIMA PARTE

- Il Radon nelle costruzioni
  - Modalità di diffusione negli edifici
  - Sistemi di rimozione e di allontanamento (generalità)

## SECONDA PARTE

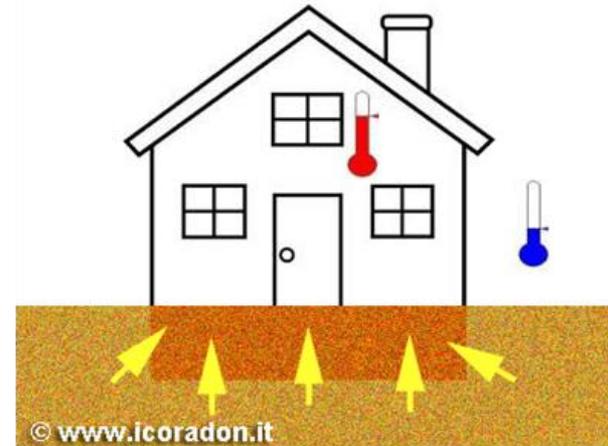
- Valutazione del rischio Radon
  - Approccio dei Comuni
  - Approccio dei Professionisti/Procedure
- Casi e strategie applicate sul campo
- Falsi Miti
  
- APPROFONDIMENTI
- Domande e dibattito: esperienze sul tema

# **Radon nelle costruzioni**

### Differenza di pressione (causa principale)

tra edificio e suolo dovuta alla differenza di temperatura interna/esterna, soprattutto in inverno nel periodo di riscaldamento.

Il Radon penetra attraverso fessurazioni del pavimento, delle pareti e attraverso le tubature.



NB : La differenza di pressione è accentuata da impianti di aspirazione, caldaie, stufe, camini.

## Parametri climatici

esterni come temperatura, pressione, vento, influenzano la risalita del Radon che può presentare sensibili variazioni sia giornaliere che stagionali



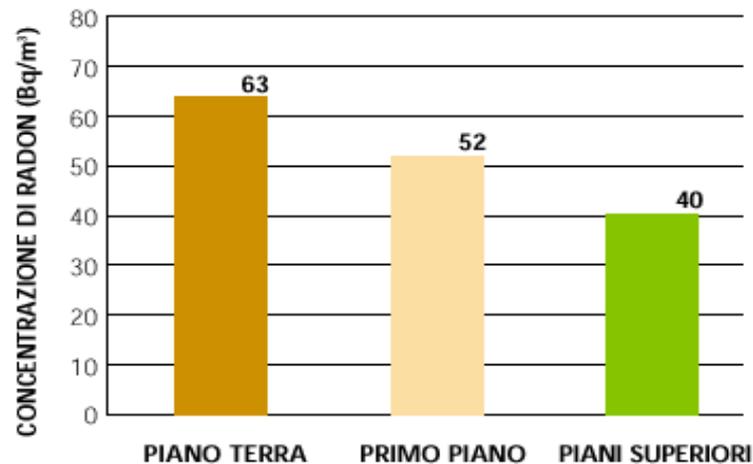
## Infiltrazioni

- crepe e giunti in pavimenti – pareti
- fori di passaggio cavi-tubazioni
- pozzetti di ispezione
- prese elettriche ed altre aperture come camini o montacarichi
- pavimenti naturali in terra battuta, ghiaia...

## Materiali da costruzione

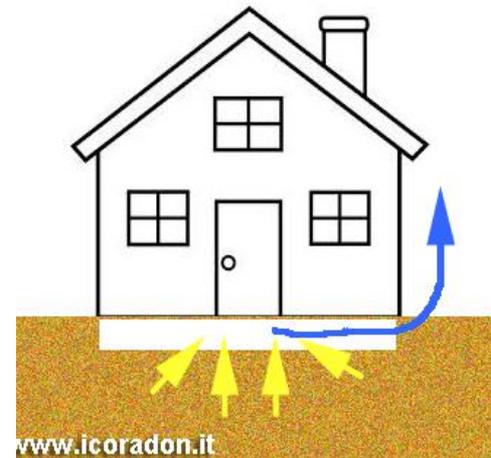
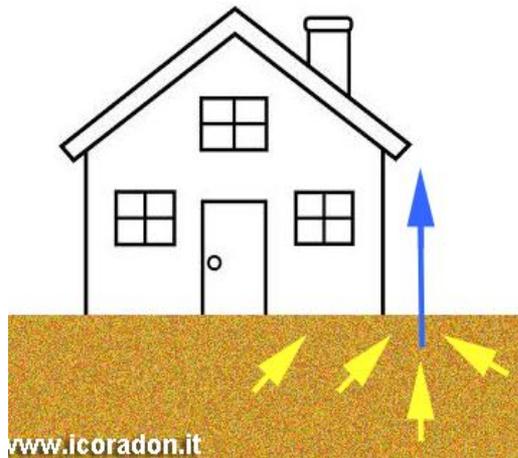
Graniti, porfido, tufo, ecc. possono essere causa di un significativo incremento delle concentrazioni

**Sono maggiormente a rischio i piani a diretto contatto col suolo : interrati, seminterrati e piani terra .... **ma non solo****



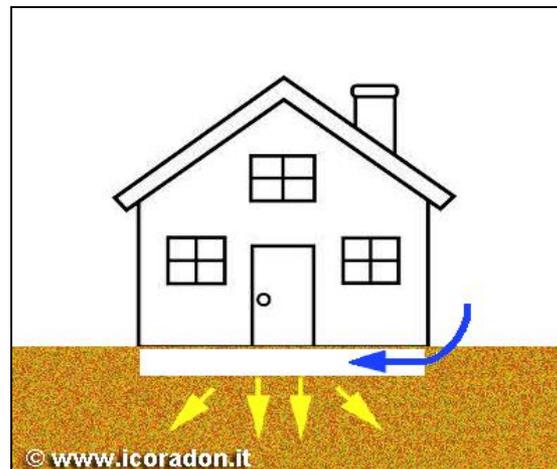
### (1) Depressurizzazione alla base dell'edificio

- Tramite uno o più punti di aspirazione dal terreno o dal vespaio
- Necessaria valutazione permeabilità terreno
- Riduzione concentrazioni radon oltre il 90%



## (2) Pressurizzazione alla base dell'edificio

- Per contrastare l'ingresso del Radon
- Riduzione concentrazioni radon 80-90%



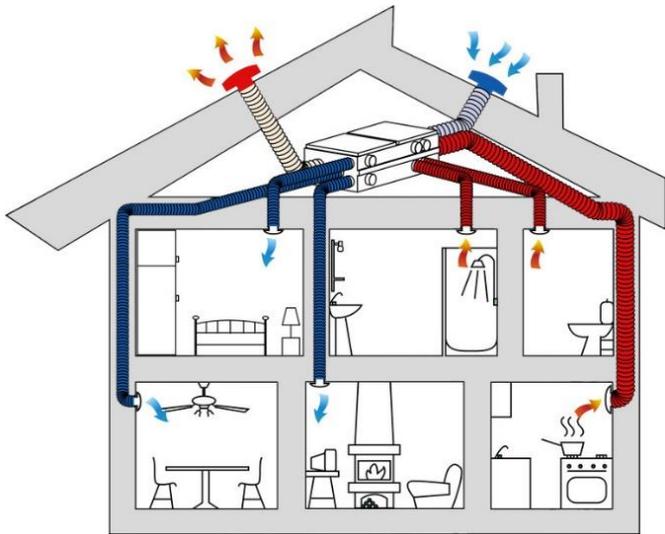
### (3) Membrane impermeabili

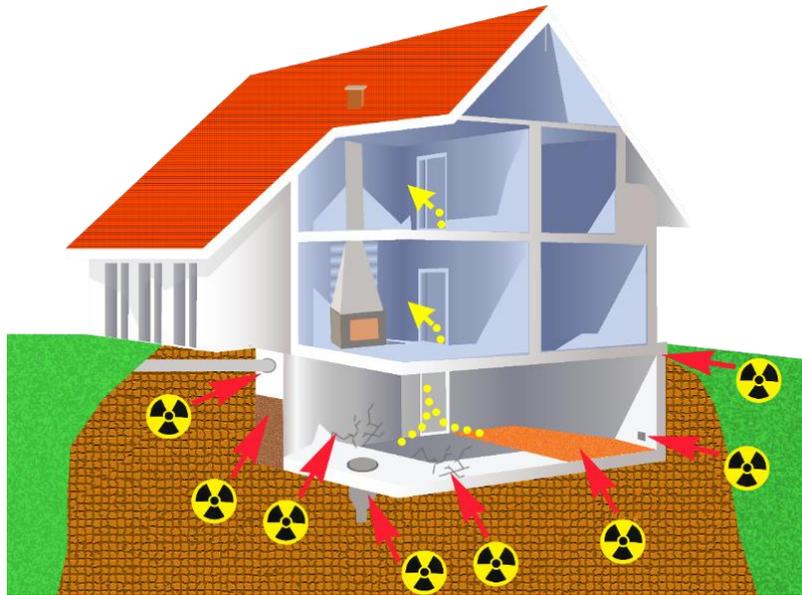
- Applicabili alle nuove costruzioni per separare completamente il terreno dall'edificio
- Si utilizzano in sinergia con altre tecniche
- Determinante il fattore “posa”



## (4) VMC : Ventilazione Meccanica Controllata

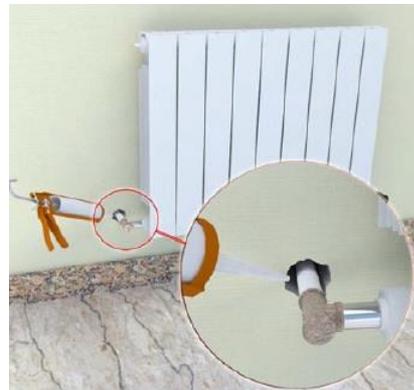
- Aumento forzato dei ricambi d'aria senza mettere in depressione i locali
- Indicata in caso di concentrazioni non elevate
- Riduzione concentrazioni radon 50%





## (5) Sigillatura vie di ingresso

- crepe e giunti in pavimenti e pareti
- fori di passaggio cavi-tubazioni
- pozzetti
- prese elettriche
- camini e montacarichi
- pavimenti naturali in terra battuta, ghiaia...



# **Valutazione del rischio Radon**

In generale il rischio Radon nelle costruzioni non viene quasi MAI valutato per i seguenti motivi:

- Gas Radon “sconosciuto” alla maggior parte della popolazione
- Rischio Radon “quasi sconosciuto” tra gli addetti ai lavori del settore edilizio e sicurezza lavoro
- Mancanza di una legge nel residenziale, ma solo riferimento a Raccomandazioni Europee
- Luoghi di lavoro : obblighi D.Lgs 241/00

# Approccio dei Comuni

A seguito della circolare del 27/11/2011 di Regione Lombardia i Comuni stanno introducendo nei regolamenti edilizi articoli che recitano tutti in sostanza così.....

 Regione Lombardia	Giunta Regionale DIREZIONE GENERALE SANITA'	
	Piazza Città di Lombardia n.1 20124 Milano Tel 02 6765.1	<a href="http://www.regione.lombardia.it">www.regione.lombardia.it</a> sanita@pec.regione.lombardia.it
<b>Protocollo H1.2011.0037800 del 27/12/2011</b>		
<b>Firmato digitalmente da CARLO LUCCHINA</b>		
Ai Sindaci dei Comuni della Lombardia		
Ai Direttori Generali delle ASL		
Ai Direttori del Dipartimento di Prevenzione Medico delle ASL		
e, p.c.		
DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E URBANISTICA BRUNO MORI		
DIREZIONE GENERALE CASA MARIO NOVA		
DIREZIONE GENERALE PROTEZIONE CIVILE, POLIZIA LOCALE E SICUREZZA ROBERTO COVA		
Al Direttore Generale ARPA Lombardia LORO SEDI		
<b>Oggetto : prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor. Integrazione dei Regolamenti Comunali Edilizi.</b>		

... fabbricati destinati alla permanenza di persone ....  
**devono assicurare** criteri di progettazione e  
costruzione tali **da eliminare o mitigare** a livelli di  
sicurezza l'esposizione della popolazione al Radon ...

... la coerenza di tali sistemi ... **andrà certificata dal**  
committente, **progettista** e direttore dei lavori in fase di  
progetto e in fase di abitabilità ...

... **la verifica di efficacia delle misura adottate** andrà  
effettuata mediante **misura** delle concentrazioni ... ad  
intervento ultimato e **prima della occupazione dei**  
**fabbricati ... "**

CAPO V – INQUINAMENTO DA RADON

Art.145 RIDUZIONE DEGLI EFFETTI DEL GAS RADON SULLA SALUTE

1. Al fine di ridurre le esposizioni al gas radon negli ambienti confinati, le "Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor", emanate dalla Regione Lombardia con **decreto n. 12678** del 21/12/2011, raccomandano di contenere le concentrazioni medie annue di radon negli ambienti confinati entro i **valori di 200 Bq/ m<sup>3</sup>, per le nuove edificazioni, e di 300 Bq/ m<sup>3</sup> per gli edifici esistenti.** Analoghe prescrizioni dovranno essere adottate per gli edifici soggetti a lavori di ristrutturazione o manutenzione straordinaria che coinvolgano in modo significativo le parti a contatto col terreno. Pertanto dovrà essere prevista l'adozione di semplici ed economici accorgimenti costruttivi finalizzati alla riduzione dell'ingresso del radon ed a facilitare l'installazione di sistemi di rimozione del radon che si rendessero necessari successivamente alla costruzione dell'edificio. La tipologia e la complessità degli accorgimenti dovrà tenere conto della potenziale capacità di produrre alte concentrazioni di radon del suolo considerato.

2. Ai fini della prevenzione del rischio radon, nei luoghi di lavoro dove è obbligatoria la effettuazione delle misurazioni delle concentrazioni di gas radon come previsto dal capo III bis del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., dovrà essere assicurato per i lavoratori il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione.

# Bergamo : RE-allegato energetico 20/01/2014

## **Art. 18**

### **Prevenzione da gas radon**

#### *Disposizione obbligatoria*

In caso di interventi di categoria A1, A2, A3, B1, B2 e B3 deve essere prevista idonea ventilazione dei locali interrati e piano terreno al fine di mantenere la concentrazione di gas Radon al di sotto dei valori limite consigliati dalle raccomandazioni europee ed individuati attraverso il monitoraggio dell'ente preposto. Devono essere inoltre presi tutti gli accorgimenti indispensabili atti ad evitare il passaggio del gas negli ambienti soprastanti.

Nel caso di installazione dell'impianto di Ventilazione Meccanica Controllata, tale apparecchiatura può essere dimensionata anche per la ventilazione dei locali interrati al fine di controllare la presenza di gas Radon. Devono comunque essere rispettate le prescrizioni specifiche riportate nel presente allegato all'articolo 10.6 riferite agli impianti di VMC.

## Regolamento edilizio di Gandino (2012)

### Art.84 PROTEZIONE DAGLI EFFETTI DELL'INQUINAMENTO

Gli interventi di nuova costruzione nonché gli interventi relativi al patrimonio edilizio esistente (interventi di ristrutturazione edilizia e di demolizione con ricostruzione; interventi di restauro e risanamento conservativo; interventi di manutenzione straordinaria) destinati in qualsiasi modo alla permanenza di persone (abitazioni, insediamenti produttivi, commerciali, di servizio, ecc) devono **assicurare criteri e sistemi di progettazione** e costruzione tali da eliminare o mitigare a livelli di sicurezza l'esposizione della popolazione al gas Radon.

Il riferimento per tali criteri è costituito dal **Decreto Regionale DDG 12678** del 21/12/2011, "Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor" allegate al presente Regolamento come parte integrante e sostanziale della presente norma (Allegato C).

**La coerenza e conformità di tali sistemi,** con particolare riferimento alle «tecniche di prevenzione e mitigazione» di cui al cap.3 delle Linee Guida, andrà certificata dal committente, progettista e direttore dei lavori in fase di progetto e in fase di abitabilità.

La verifica di efficacia delle misura adottate andrà effettuata mediante determinazioni sulle concentrazioni residue ad intervento ultimato e prima della occupazione dei fabbricati.

## In pratica

- Viene demandato al professionista verificare se l'intervento è «sicuro» verso il Radon
- Il professionista se ne assume la responsabilità con la propria firma in fase di abitabilità/agibilità
- Nessuna verifica da parte del Comune

**Il progettista spesso si trova nella condizione di non sapere come affrontare il problema, in cosa consistono i rilievi né tantomeno i costi**

## Approccio del professionista - Procedure

Le misure di prevenzione e di risanamento da gas Radon sono da integrare seriamente nella progettazione di un edificio

**(A) Nuova costruzione**

**(B) Costruzione esistente**

## **(A) Nuova Costruzione**

- 1. Classificazione rischio Radon del terreno**
- 2. Progetto/realizzazione misure antiradon**
- 3. Misura concentrazioni Radon a intervento ultimato**

E' funzione della concentrazione di gas Radon nel terreno e dalla sua permeabilità

**NB** : la concentrazione di Radon è fortemente influenzata dai parametri climatici, dalla variazione del contenuto d'acqua, dalla temperatura del suolo e dalla pressione atmosferica per cui i valori di concentrazione sono legati al momento in cui vengono rilevati

## Permeabilità del terreno

- Disponibile  
dall'analisi geologica del terreno (se presente)
- Determinata  
in via sperimentale valutando l'efflusso di acqua da un pozzetto realizzato nel terreno.
- Stimata  
in funzione della tipologia del terreno

## Concentrazione gas Radon nel terreno:

- *1° Sistema di misura*
  - ✓ Dosimetri passivi CR39 in tubazioni PVC nel terreno
  - ✓ Profondità : 50 – 80 cm
  - ✓ Punti misura: circa n°1 ogni 25-100 mq di terreno
  - ✓ Tempo misura : 2-3 gg



- *2° Sistema di misura*
  - ✓ Misura con strumentazione attiva e sonda terreno
  - ✓ Profondità sonda : 50 – 80 cm
  - ✓ Punti misura: circa n°1 ogni 25-100 mq di terreno
  - ✓ Tempo misura : ½ ora cad. punto misura



Vedi youtube <https://www.youtube.com/watch?v=g1fGNJfI2V8&t=24s>

# Classificazione rischio Radon terreno

Rischio Radon	Terreno media permeabilità	Soluzioni protezione edificio
<b>Basso</b>	Radon <b>&lt; 20.000 Bq/mc</b>	Nessun accorgimento particolare
<b>Medio</b>	Radon <b>20.000 – 70.000 Bq/mc</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aereazione Vespaio efficiente</li><li>▪ NB : Prevedere soluzioni costruttive per implementare future misure antiradon</li></ul>
<b>Alto</b>	Radon <b>&gt; 70.000 Bq/mc</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Depressurizzazione terreno</li><li>▪ Ventilazione forzata vespaio</li><li>▪ Membrane</li><li>▪ VMC</li></ul>

NB : a parità di rischio  
Con bassa permeabilità i valori aumentano  
Con alta permeabilità i valori diminuiscono

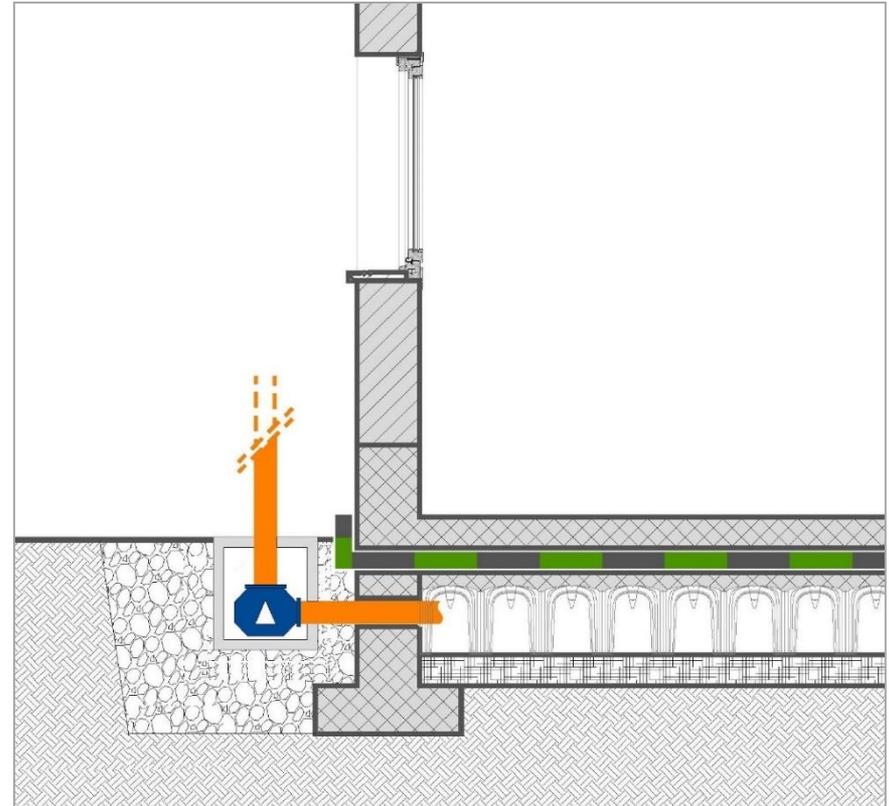
## 2 Progetto/realizzazione misure antiradon

- I criteri di progetto devono essere tali da garantire il controllo dell'apporto della concentrazione radon all'interno dell'edificio
- Le misure adottate devono essere durevoli, affidabili ed in grado di segnalare malfunzionamenti
- Valutazione dei costi di installazione, esercizio/manutenzione
- Va verificato l'apporto alle concentrazioni Radon dovute alla radioattività dei materiali utilizzati nella costruzione (Direttiva 2013/59 Euratom / Indice di radioattività )

NB : Nel progetto è sempre consigliato prevedere soluzioni costruttive che consentano, in caso di elevate concentrazioni misurate all'interno dell'edificio ad intervento ultimato, di attivare sistemi per la loro riduzione senza necessità di opere edili successive

## Vespaio areato

prevedere pozzetto/i  
per l'alloggiamento di  
ventilatori per "forzare"  
la circolazione naturale  
nel caso l'effetto  
camino risultasse  
insufficiente



# Platea

In assenza di vespaio prevedere

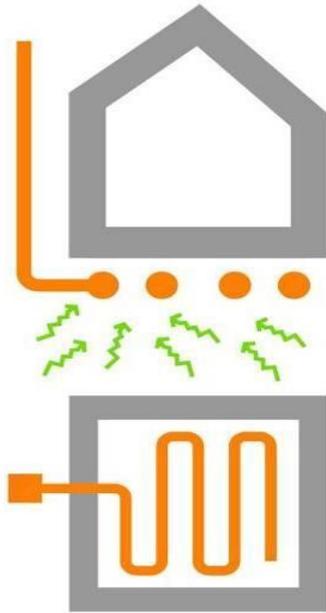
«**pozzetti passivi**»,  
canalizzazioni e pozzetti  
per l'alloggiamento di  
ventilatori nel caso che  
l'effetto camino risultasse  
insufficiente

«**pozzetto attivo**»



## Superfici estese

a contatto del terreno (es. capannoni industriali), si possono predisporre tubazioni forate confluenti in uno o più punti di aspirazione



Da effettuarsi prima dell'occupazione dei locali :

- Analisi di 1 settimana con dosimetri passivi o strumentazione attiva (andamento orario della concentrazione Radon)
- L'analisi viene completata da relazione in cui si spiegano modalità, fasi del rilievo evidenziando il rispetto delle normative vigenti
- La relazione viene allegata alla domanda di abitabilità/agibilità

## **(B) Costruzione esistente**

- Il risanamento da gas Radon di edifici esistenti è più difficile, incerto e costoso della prevenzione effettuata nelle nuove costruzioni
- Qualunque tipo di risanamento, dal più semplice al più complesso, richiede la raccolta di **informazioni** sulla costruzione, sui materiali, sul sottosuolo e l'acquisizione di dati nella

Fase **Diagnostica**

con cui sarà possibile scegliere l'intervento più adatto

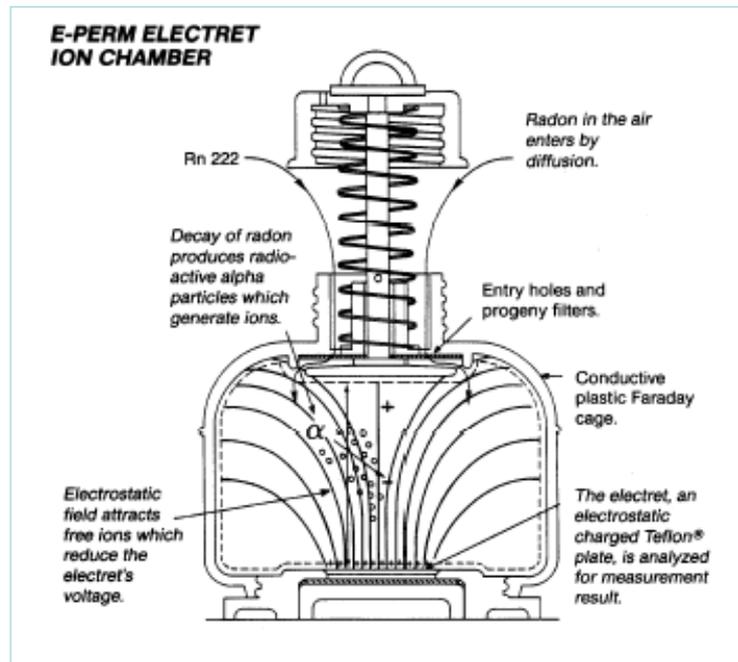
**NB : OGNI CASA E' UN CASO**

<p><b>1) Misura concentrazioni radon nei locali esistenti</b></p>		<p>Indagini esplorative 2-7 gg (dosimetri passivi ad elettrete)</p> <p>Indagini di lungo periodo 3-6 mesi (dosimetri passivi a traccia)</p>
<p><b>2) DIAGNOSTICA</b></p>	<p>Misure in tempo reale delle concentrazioni con strumentazione attiva per individuare le vie di ingresso del Radon</p>	
<p><b>3) Progetto e realizzazione misure antiradon</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scelta tecnica di bonifica in funzione della Fase 2 e della tipologia di edificio</li> <li>• Esecuzione opere di bonifica</li> </ul>	
<p><b>4) Misura concentrazioni radon intervento ultimato</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi di 1 settimana da effettuarsi prima dell'occupazione dei locali</li> <li>• Relazione da allegare alla pratica di abitabilità/agibilità</li> </ul>	

## Fase 1 misura: dosimetri passivi, strumentazione attiva

Misure brevi 2-7 gg

*Dosimetri passivi ad elettreti*



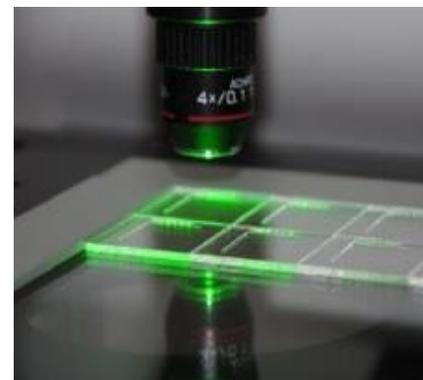
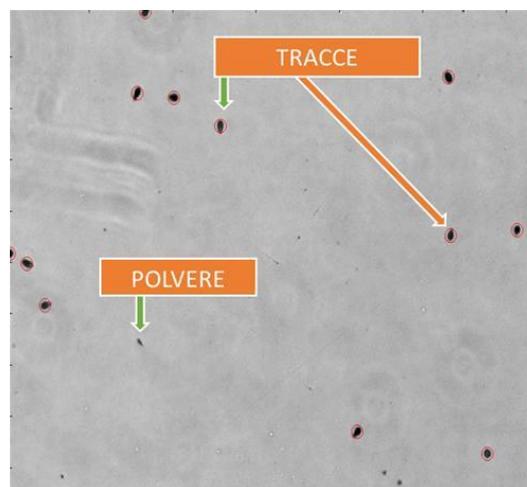
L'aria della camera, ionizzata dalle particelle alfa, provoca una perdita di potenziale dell'elettrete



## Misure medio-lungo termine 2-12 mesi *Dosimetri passivi a traccia CR39*

Rilevatore noto come CR39 sigillato in una busta impermeabile al Radon

La misura inizia quando la busta viene aperta e il materiale plastico viene “danneggiato” dalle particelle alfa



## *Misure con strumentazione attiva*

### *Monitore CRM510*

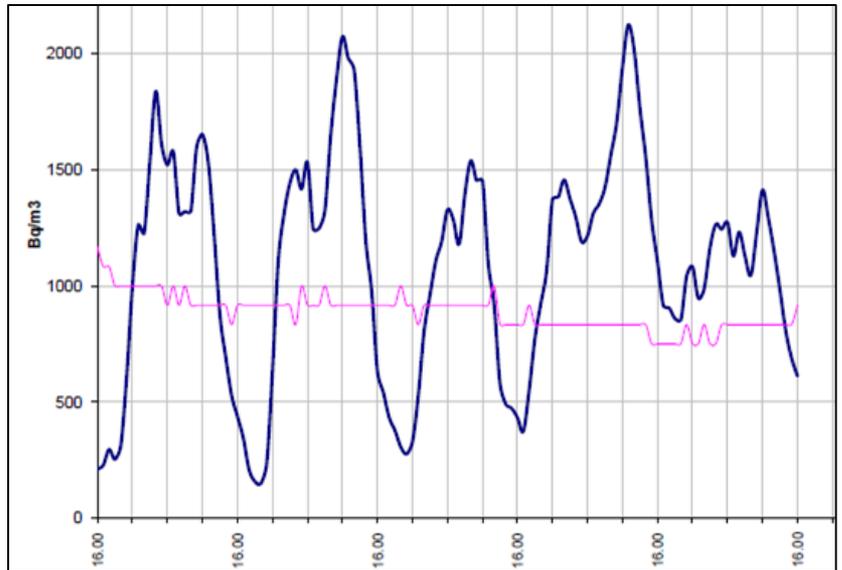
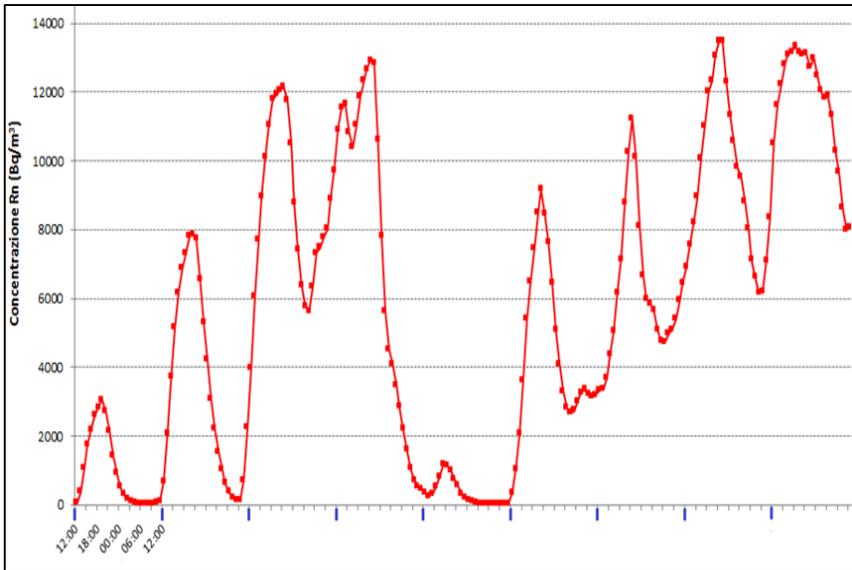
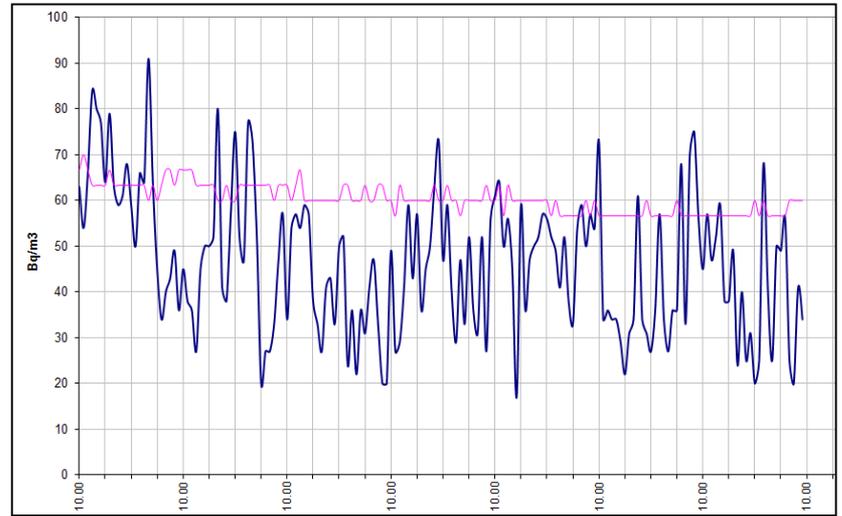
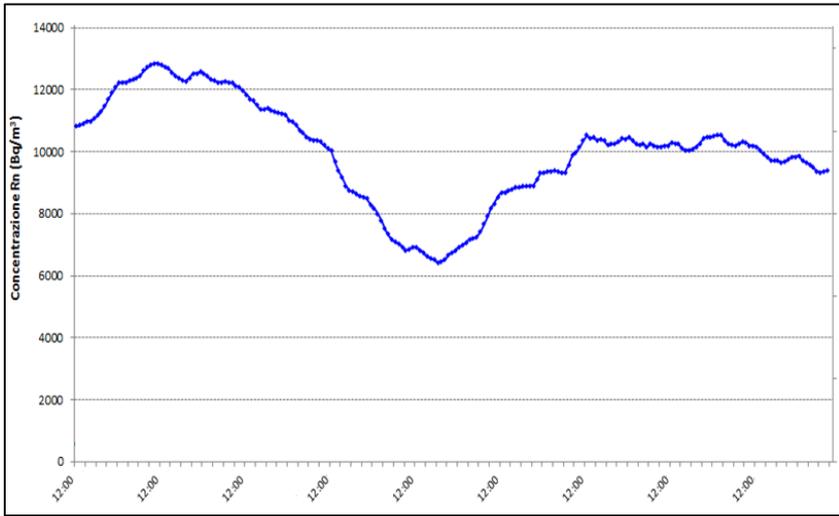
- Camera a ionizzazione
- Rilievi fino a 8 gg – 1 valore/ora



### *Monitore Radon Mapper*

- Camera a scintillazione ZnS additivato con argento
- Rilievi fino a 1 valore/min
- Campionamenti rapidi (sniffing)
- Trasmissione remota dei dati





## Fase 2 - Diagnostica

1. Individuazione vie ingresso del radon negli ambienti come canalizzazioni, pozzetti, scarichi, crepe, ecc.
2. Andamento concentrazione radon ambienti con strumentazione attiva
3. Rilievo concentrazioni radon terreno esterno
4. Rilievo concentrazioni radon sottopavimenti a contatto del terreno e/o nei vespai
5. Valutazione permeabilità del terreno
6. Prove depressurizzazione terreno o vespai

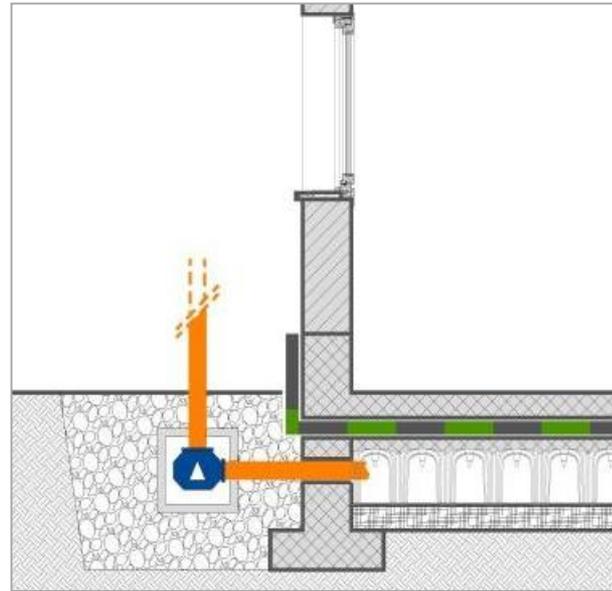
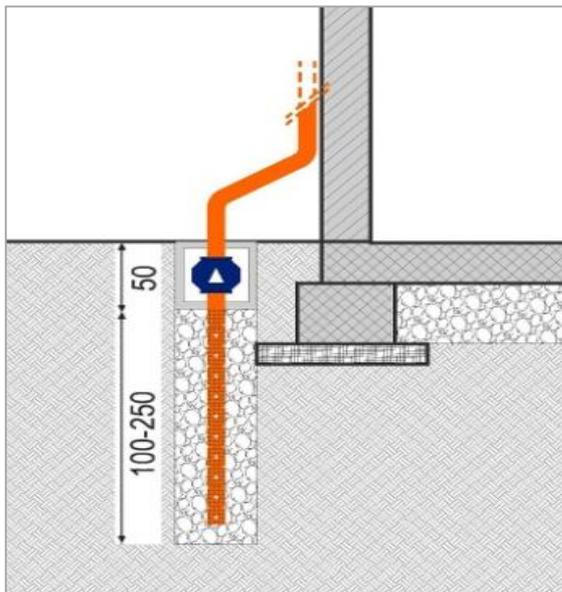
### Fase 3 – Progetto/Realizzazione misure antiradon

- I criteri di progetto devono essere tali da garantire il controllo dell'apporto della concentrazione radon all'interno dell'edificio
- Le misure adottate devono essere durevoli, affidabili ed in grado di segnalare malfunzionamenti
- Valutazione dei costi di installazione, esercizio e manutenzione

NB : nel caso di elevate concentrazioni misurate all'interno dell'edificio ad intervento ultimato, prevedere soluzioni che consentano di attivare sistemi per la loro riduzione senza necessità di opere edili successive

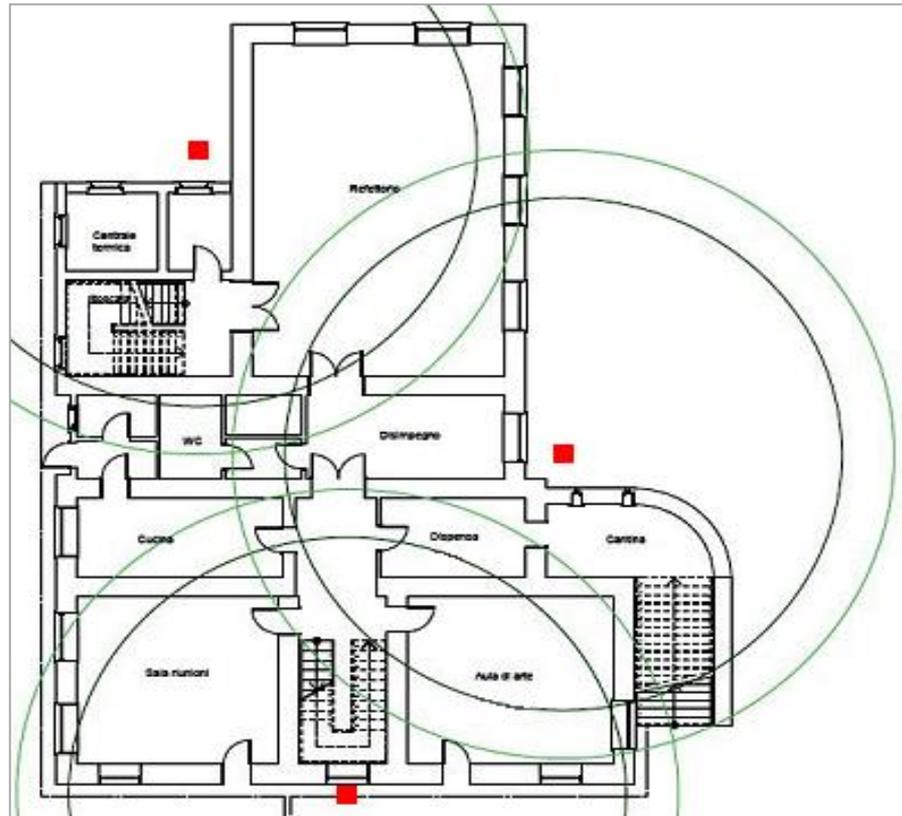
# Depressurizzazione base edificio (terreno-vespaio)

Realizzazione punti (**pozzetti**) di aspirazione radon dal sottosuolo o da un vespaio



Pozzetti esterni sono una soluzione economica e poco disagiata poiché si evitano interventi all'interno dell'edificio

Un pozzetto influenza il terreno sottostante su un diametro da 8-20 metri secondo la permeabilità del terreno stesso



- I pozzetti possono essere in cemento o materiale plastico
- Il ventilatore può essere collocato all'interno del pozzetto o esternamente



**Vespaio**



**Vespaio areato**

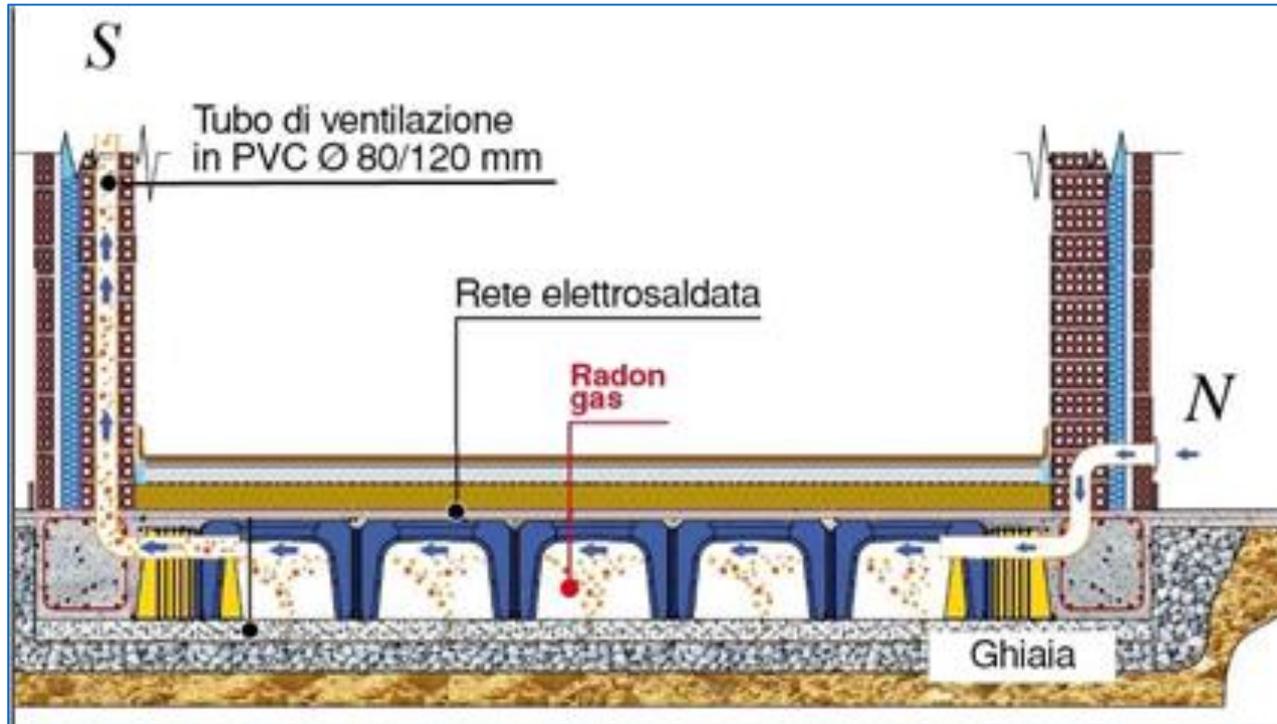
Muricci e tavelloni



Igloo



Uscita  
aria

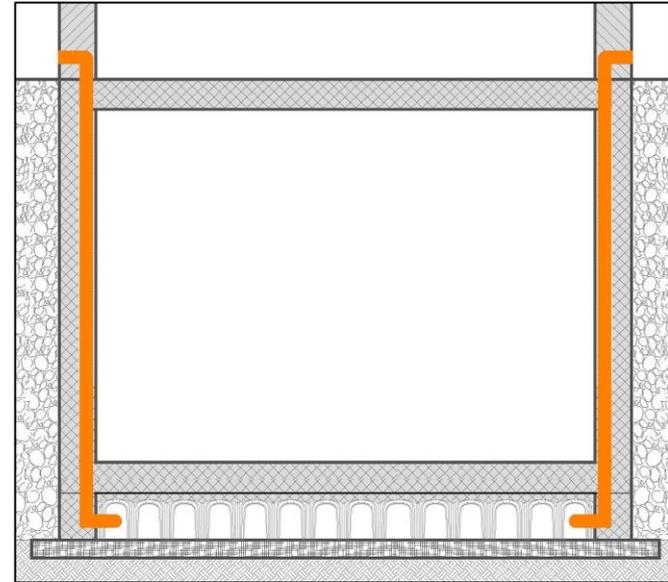
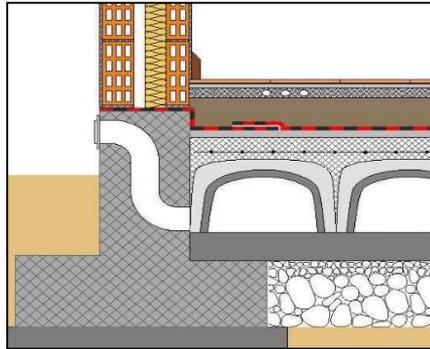


Ingresso  
aria

Regole per una > efficienza:

- No curve a gomito usare curve 45°
- Evitare tratti orizzontali
- Tratto verticale espulsione lato caldo locali
- Se esterno **isolare** tratto verticale per evitare condensa e possibile inversione (invernale) del flusso d'aria

## Comuni Errori



- Prese ed espulsioni insufficienti per attivare l'«effetto camino» in numero, dimensione e posizione
- Mancanza completa di bocche presa ed espulsione
- Vespai compartimentati

**Capita anche questo !!!**

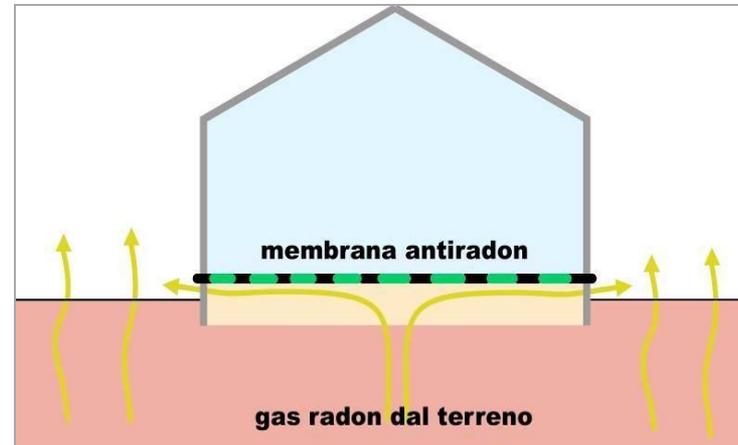
Bocchette all'interno  
locale interrato



## *Attivatori aria vespaio*

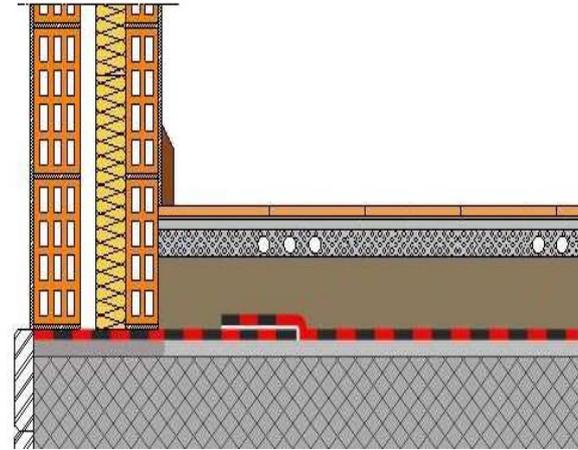


## Membrane antiradon



Barriere con interposizione di fogli di alluminio o compound polimerici con elevata resistenza al passaggio del vapore

Società produttrice	Prodotto	Ente di certificazione
VETROASFALTO	Viapol Techno Sphera	CSI - Centro di Certificazione e Analisi
DUPONT CELENIT	Realshield Radon	SP Swedish National Testing and Research Inst.
GENERAL MEMBRANE	Gemini antiradon	CSI - Centro di Certificazione e Analisi
INDEX	Radon Barrier	CSI - Centro di Certificazione e Analisi
ISOLTEMA	Elotene	SP Swedish National Testing and Research Inst.
ITALIANA MEMBRANE	RadonStop	CSI - Centro di Certificazione e Analisi
ARTES RISANAMENTI	Barriera Verde	UNIVERSITA' STUDI MILANO



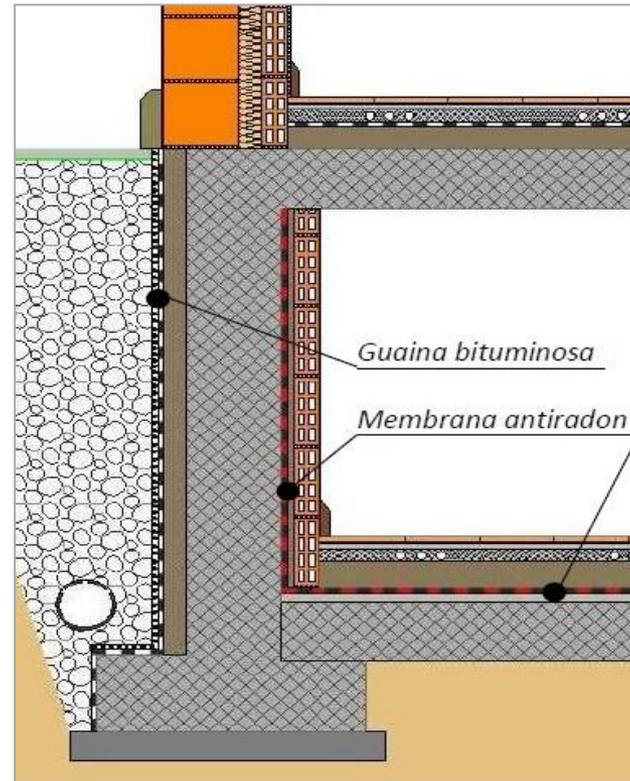
*youtube esempi posa*

<https://www.youtube.com/watch?v=kWsK97D9W-0&index=7&list=WL>

<https://www.youtube.com/watch?v=wc7JWNnQw5Q&index=4&list=WL>

## ***Quando utilizzare le membrane***

- Con valori radon nel terreno molto alti in abbinamento ad altre soluzioni
- Nei locali interrati
- Nelle ristrutturazioni quando non sono possibili altre soluzioni
- A discrezione



## ***Impermeabilità al radon***

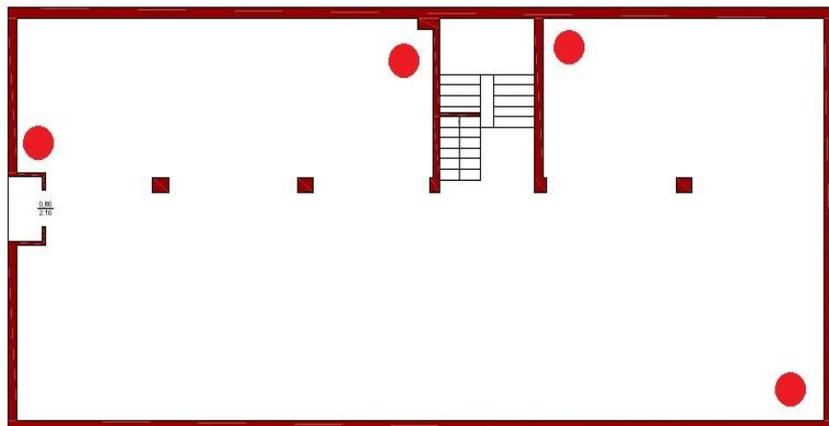
<b>Materiale</b>	<b>Spessore (mm)</b>	<b>Impermeabilità al Radon</b>
<b>Membrane impermeabilizzanti</b>		
<b>PEHD Polietilene Alta Densità</b>	1,5	SI
<b>PVC Armato</b>	1	SI
<b>Polimeri bituminosi</b>	3	SI
<b>Pitture e rivestimenti</b>		
<b>Pitture sintetiche</b>	0,2	NO
<b>Resine epossidiche</b>	3	SI
<b>Materiali da costruzione</b>		
<b>Cemento armato</b>	100	Parziale-scarsa
<b>Pietra arenaria calcarea</b>	150	NO
<b>Gesso</b>	100	NO
<b>Laterizio</b>	150	NO

# **Casi e strategie applicate sul campo**



## Albino (BG)

- Seminterrato 300 mq da adibire ad attività lavorativa - NO vespaio
- Richiesta ASL controllo concentrazioni radon

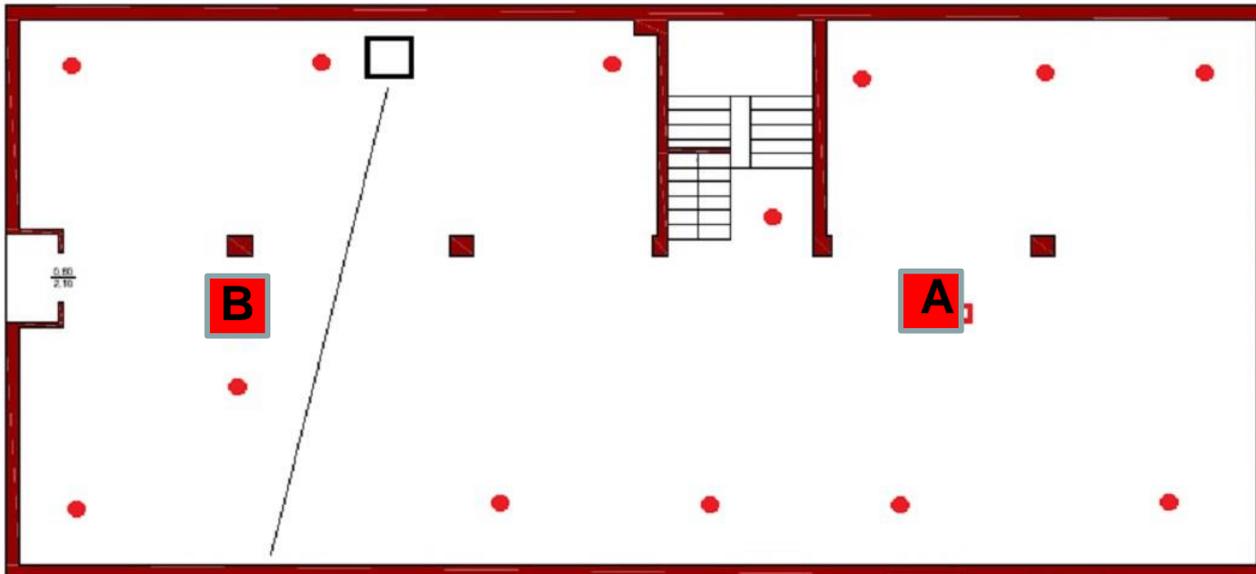


1 Misura  
Indagine 7 gg  
dosimetri passivi elettrete  
max valore **378** Bq/mc

## 2 Diagnostica

verifica permeabilità terreno per fattibilità  
n°2 pozzetti di depressurizzazione

radon bocca ventilatore : **13674** Bq/mc



### 3 Progetto – Bonifica

N°2 pozzetti interrati

N°2 ventilatori esterni



### 4 Misura

Strumentazione attiva

Valore medio 7 gg post  
avvio impianti:

**55** Bq/mc

Relazione per domanda  
agibilità locali





## Osio Sotto (BG)

Villetta a schiera 10 anni

Interrato – Piano terra – Primo piano

Vespaio muricci-tavelloni

### **Fase 1 : misura**

Dosimetri passivi

- periodo 3 mesi apr/giu
- Interrato **3040 Bq/mc**
- Piano terra **470 Bq/mc**
- Piano primo **350 Bq/mc**

### **Fase 2 : diagnostica**

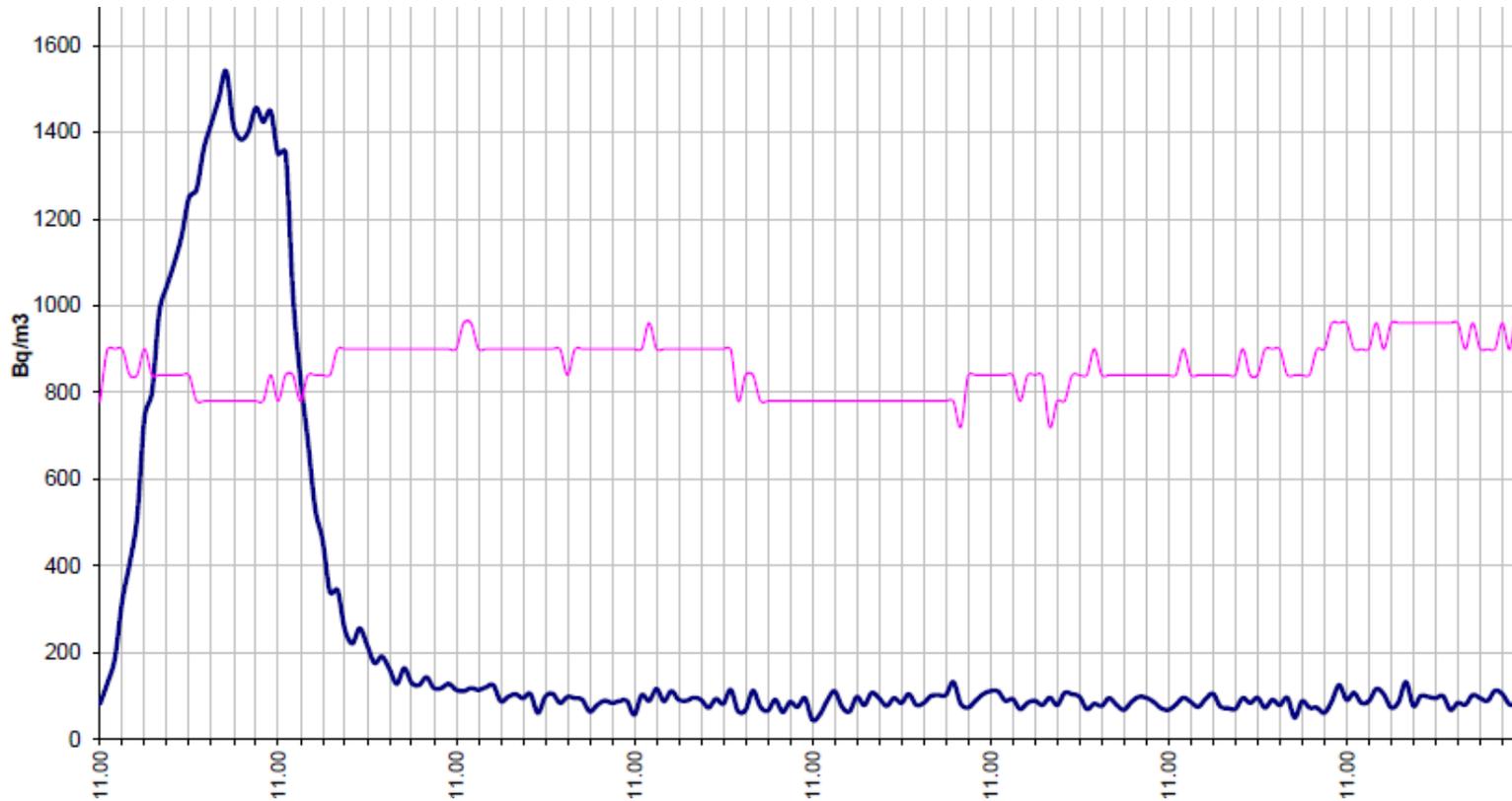
Strumentazione attiva

- verifica struttura vespaio
- radon vespaio **32500 Bq/mc**

### **Fase 3 : progetto/bonifica**

- attivazione circolazione aria nel vespaio con estrattore





### Fase 4 : misura

short term

- 1 settimana media interrato **97** Bq/mc

long term

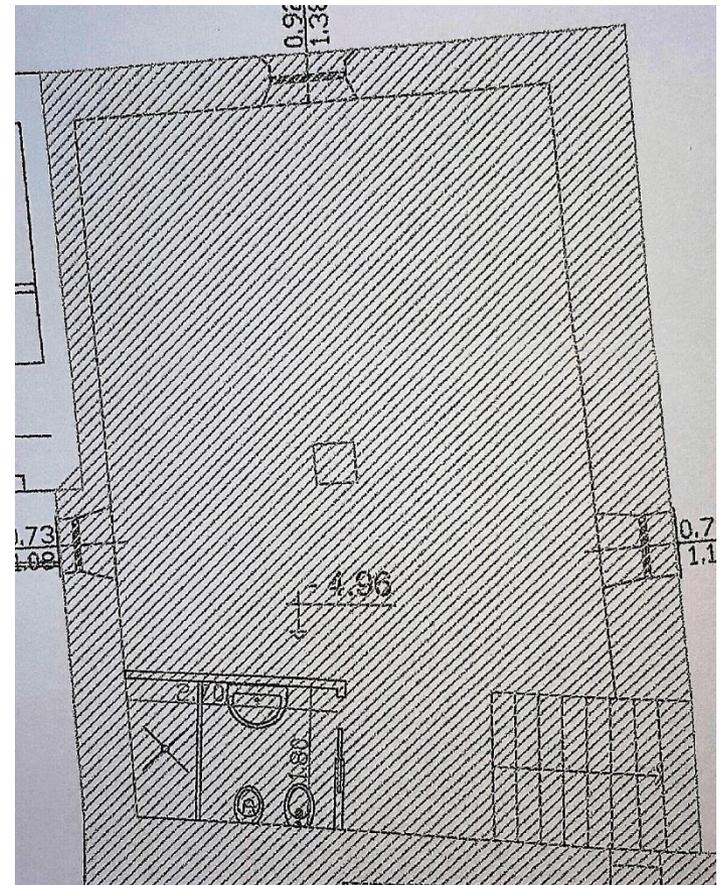
- 4 mesi dicembre – marzo

INT **114** Bq/mc – PT **96** Bq/mc – P1 **85** Bq/mc

## **B&B Filago BG**

Seminterrato - Vespaio con igloo

- 1 Misura dosimetri passivi 7 gg  
**1161 Bq/mc**



## 2 Diagnostica

Valore vespaio igloo

**560 Bq/mc**

Presca elettrica muro verticale

**3200 Bq/mc**

## 3 Progetto / Bonifica

Depressione vespaio con estrattore a tetto

Depressione parete con estrattore a tetto

## 4 Misura 1 settimana

Strumentazione attiva 7 gg

**155 Bq/mc**

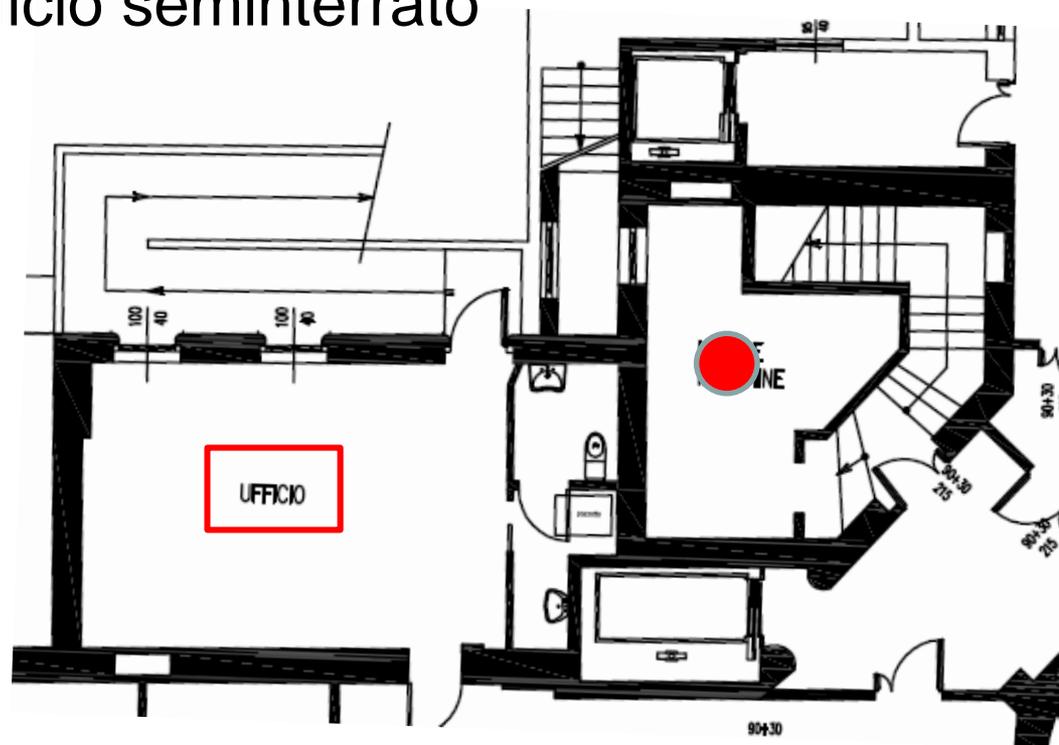
*NB : in corso misura annuale*

**(B)**

**F1 Misura – F3 Progetto/Bonifica – F4 Misura**

Clinica Bergamo

Locale inquinato: ufficio seminterrato



1 Concentrazione radon ufficio : **750** Bq/mc

### 3 Progetto / Realizzazione

Depressurizzazione terreno mediante N°1 pozzetto interrato e ventilatore in locale tecnico



4 Valore medio settimanale post bonifica : **95** Bq/mc

**(B)**

## **F4 Misura (pratica abitabilità)**

- Località
- Casa anni 60
- Zona misura
- Periodo/durata misura
- Condizioni climatiche
- Strumentazione
  
- Valore medio rilevato

Albino (BG)

no vespaio

PT camera da letto

maggio/7 gg

costanti sereno

attiva

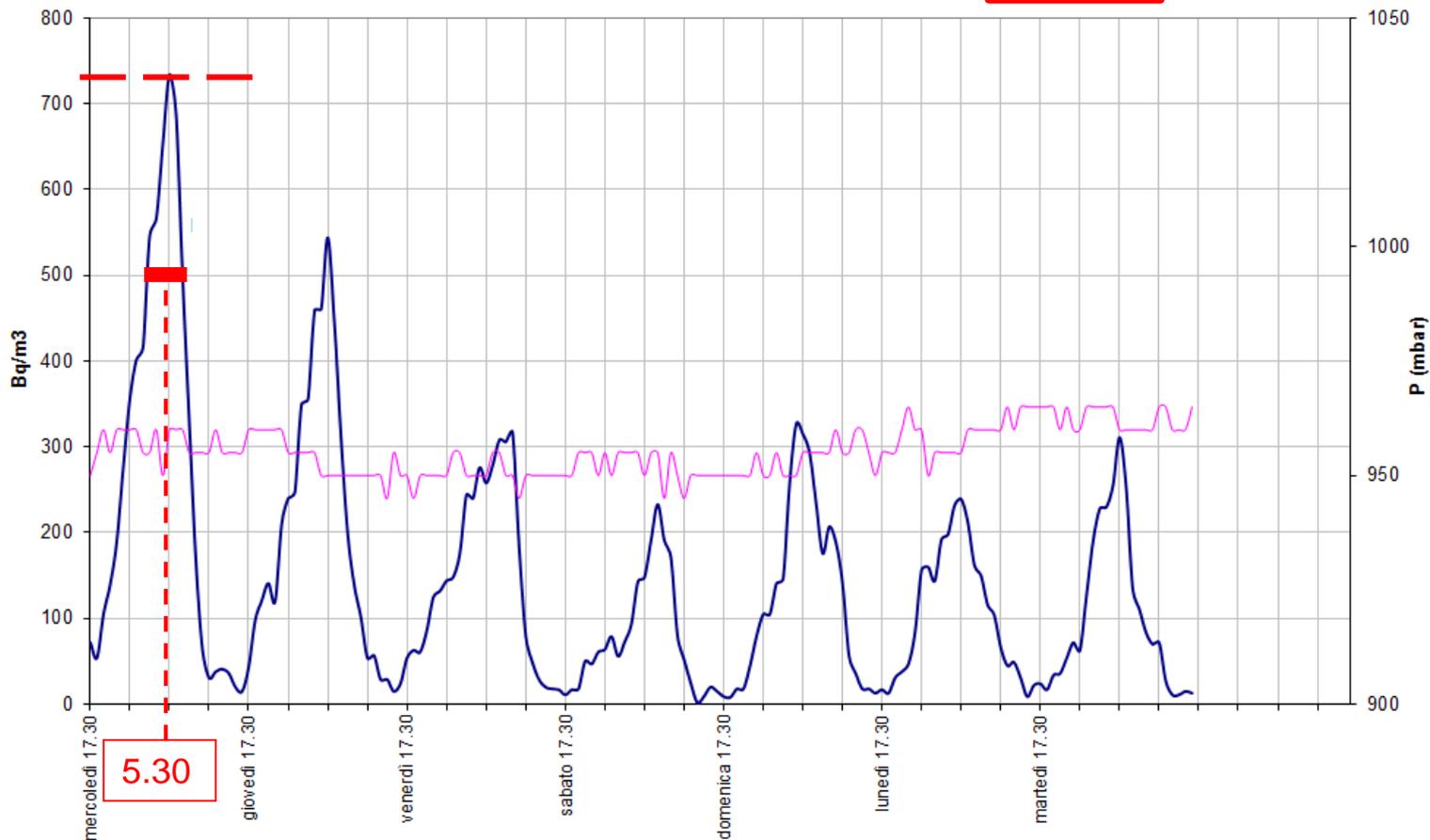
**147** Bq/mc



Vallalta - Radon Vs Pressione -

MIN 2 - MAX 734

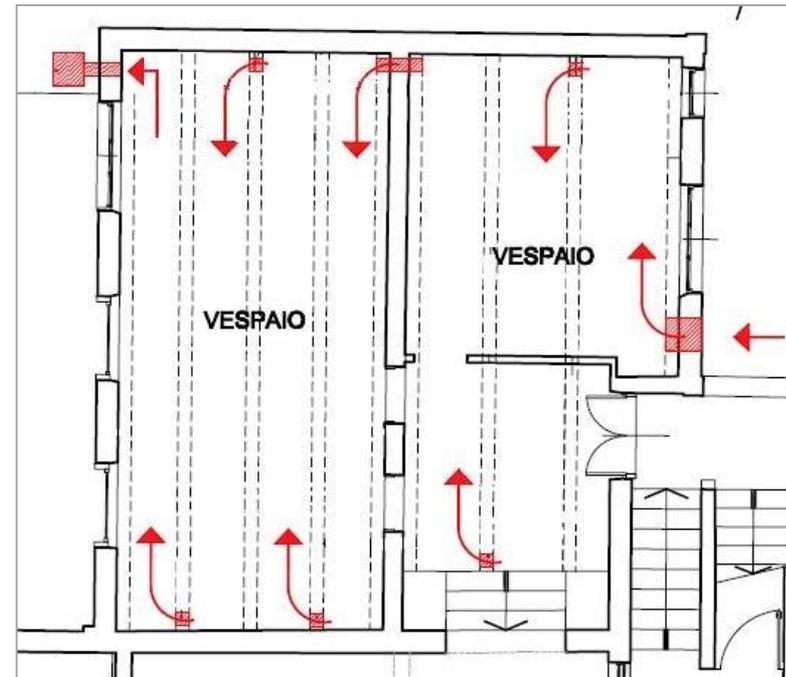
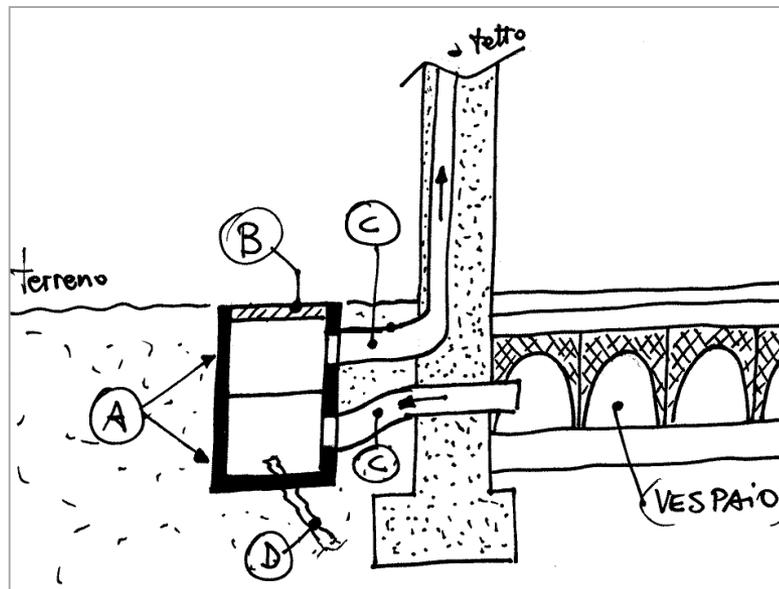
**MEDIA 147**



**Nembro (BG)**

Villa anni 60

- 1 Misura : 1 settimana dosimetri **502, 413 Bq/mc**
- 2 Diagnostica : verifica vespaio esistente  
muricci-tavelloni compartimentato
- 3 Progetto : modifica vespaio / espulsione aria







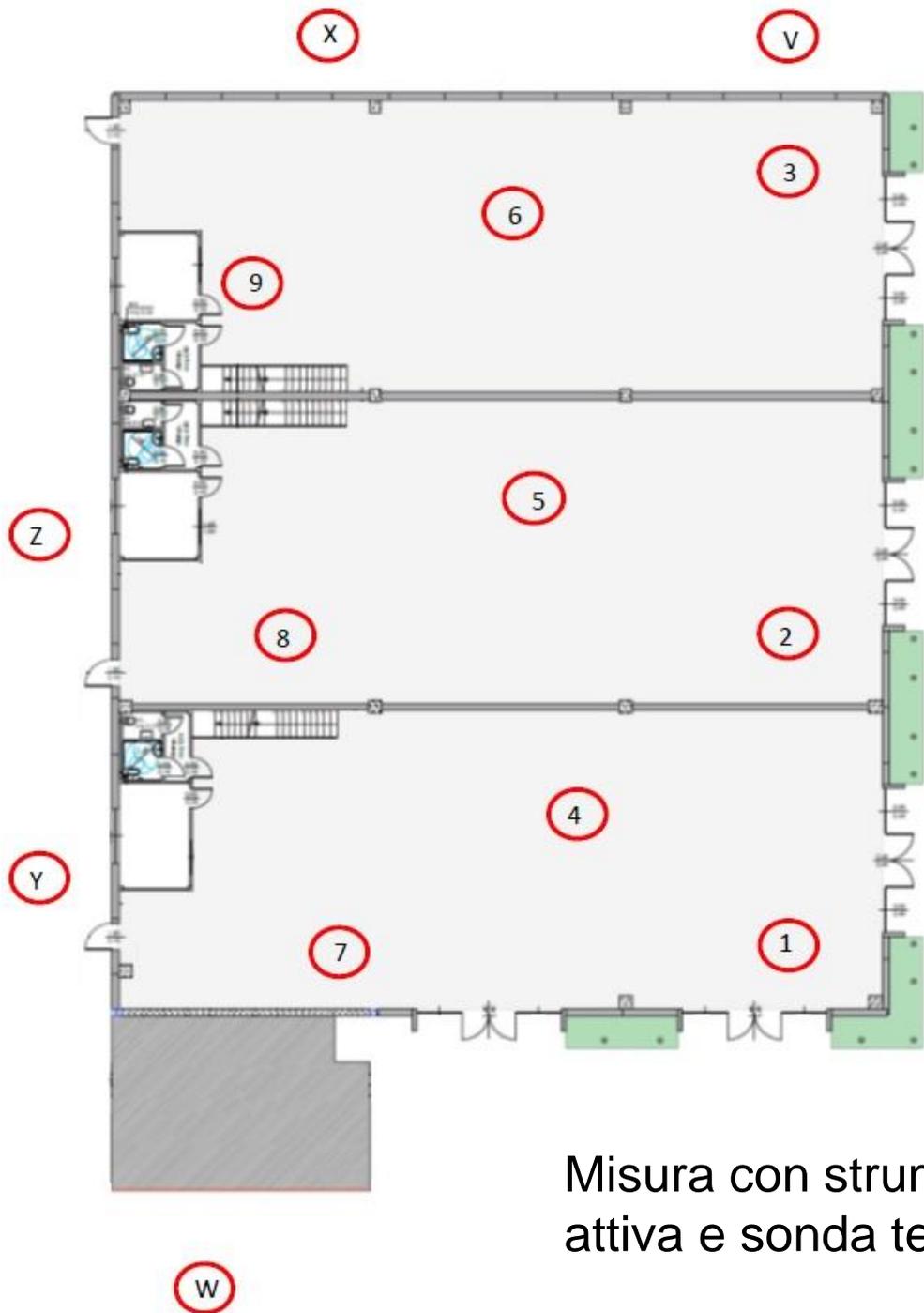
- 4 Misura long term : 4 mesi **122, 93 Bq/mc**

## **Curno (BG)**

Demolizione vecchio capannone 1500 mq  
Progetto : nuovi capannoni – vespaio con igloo

### 1 Misura gas radon terreno

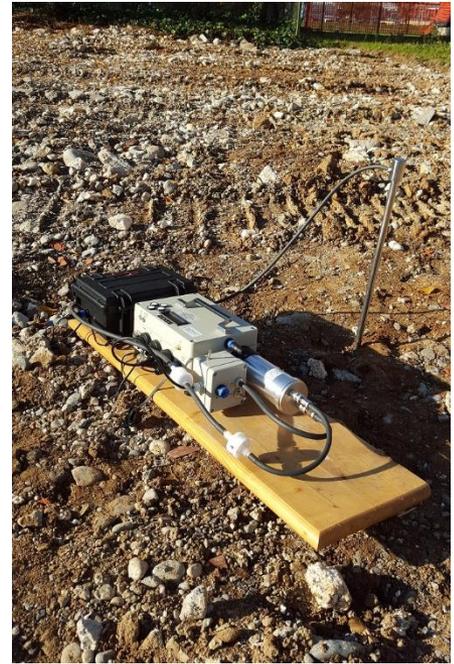




VALORI RILEVATI RADIOATTIVITA'	
1	Bq/mc 2820
2	Bq/mc 548
3	<b>Bq/mc 29200</b>
4	Bq/mc 3245
5	Bq/mc 1848
6	Bq/mc 4650
7	Bq/mc 3010
8	Bq/mc 2650
9	Bq/mc 5420
V	Bq/mc 730
X	Bq/mc 550
Y	Bq/mc 20540
Z	Bq/mc 46060
W	Bq/mc 71800
K	Bq/mc 86000



Misura con strumentazione attiva e sonda terreno





## Misura con Dosimetri passivi CR39 in tubazioni PVC

Durata misura : 2 gg

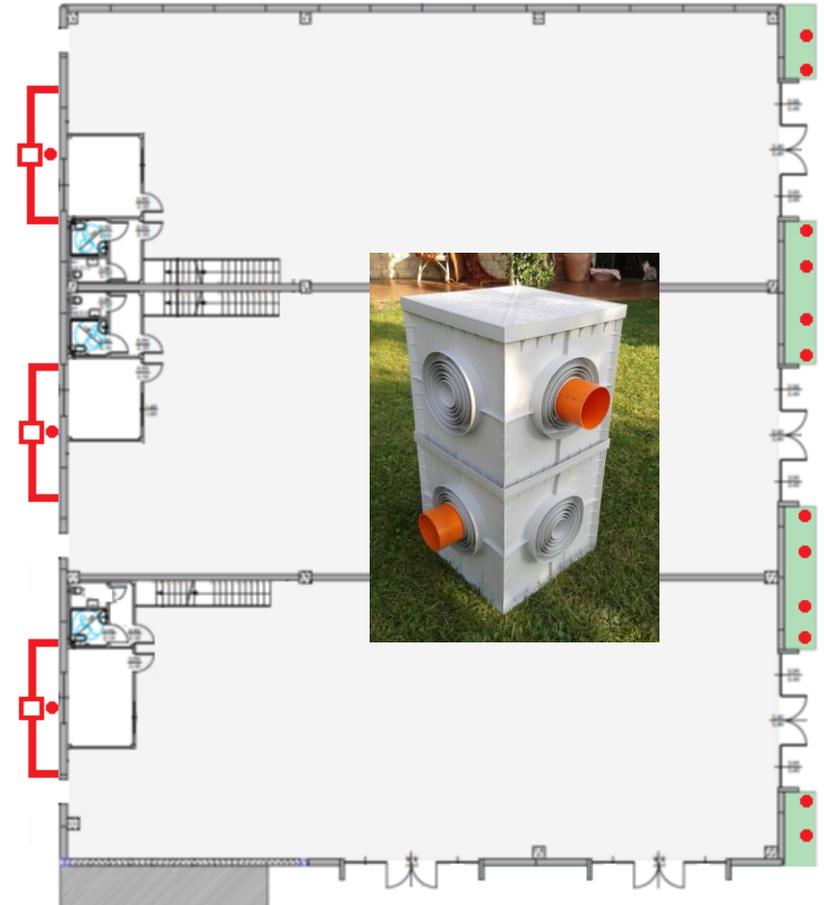
1^ punto : Bq/mc 74.950

2^ punto : Bq/mc 61.200



## 2 Progetto / Realizzazione

- Valore di riferimento radon **86000 Bq/mc**
- N°3 vespai indipendenti
- IN aria : Est
- OUT aria : Ovest a tetto
- Pozzetto ispezionabile per estrattore futuro
- Isolamento tubazioni esterne
- Tirafumi inox a tetto

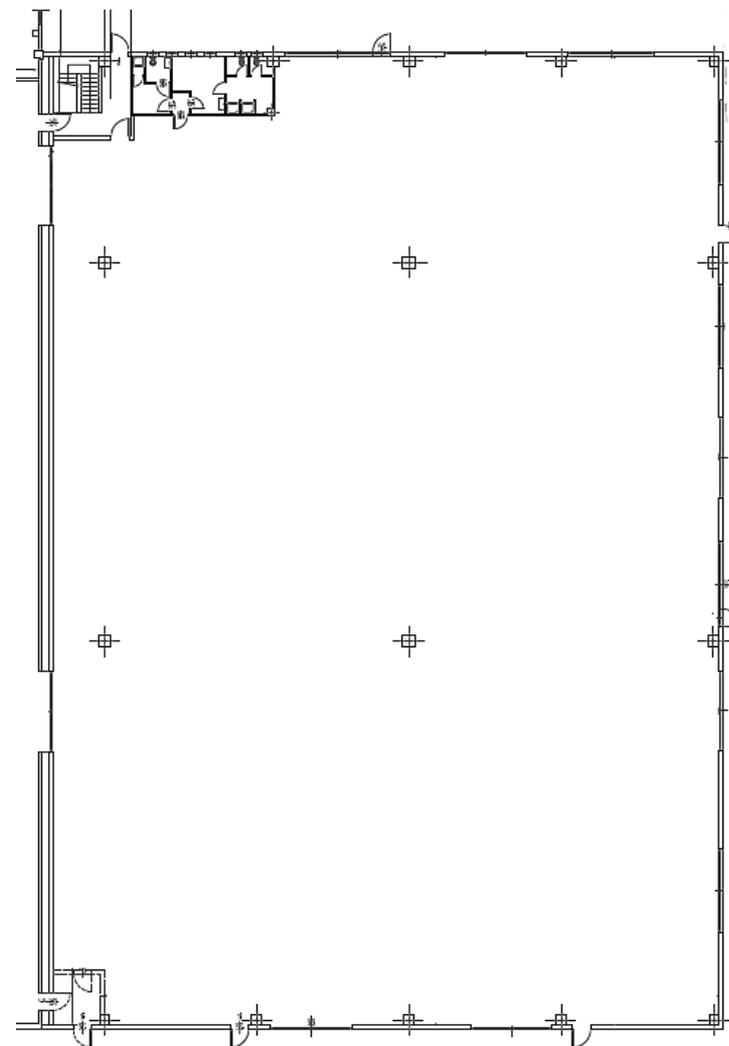


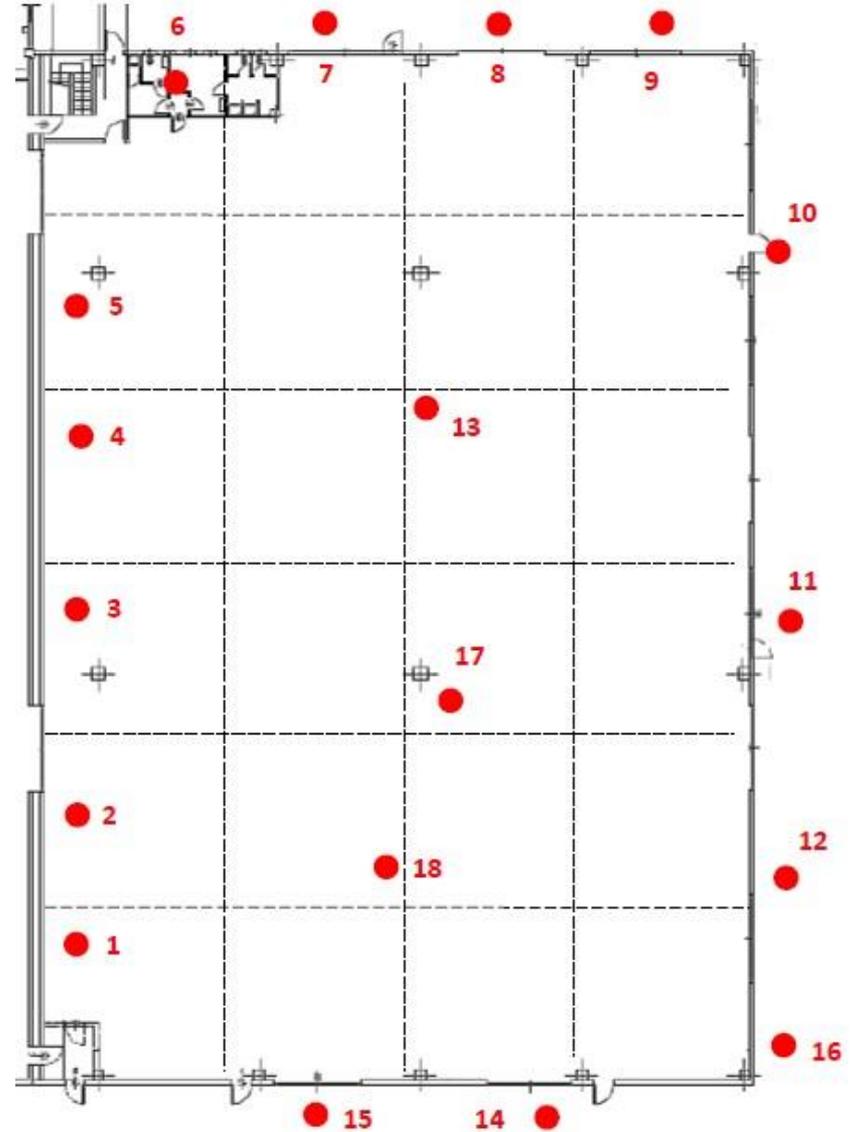
## 3 Misura da effettuare

Località Filago (BG)

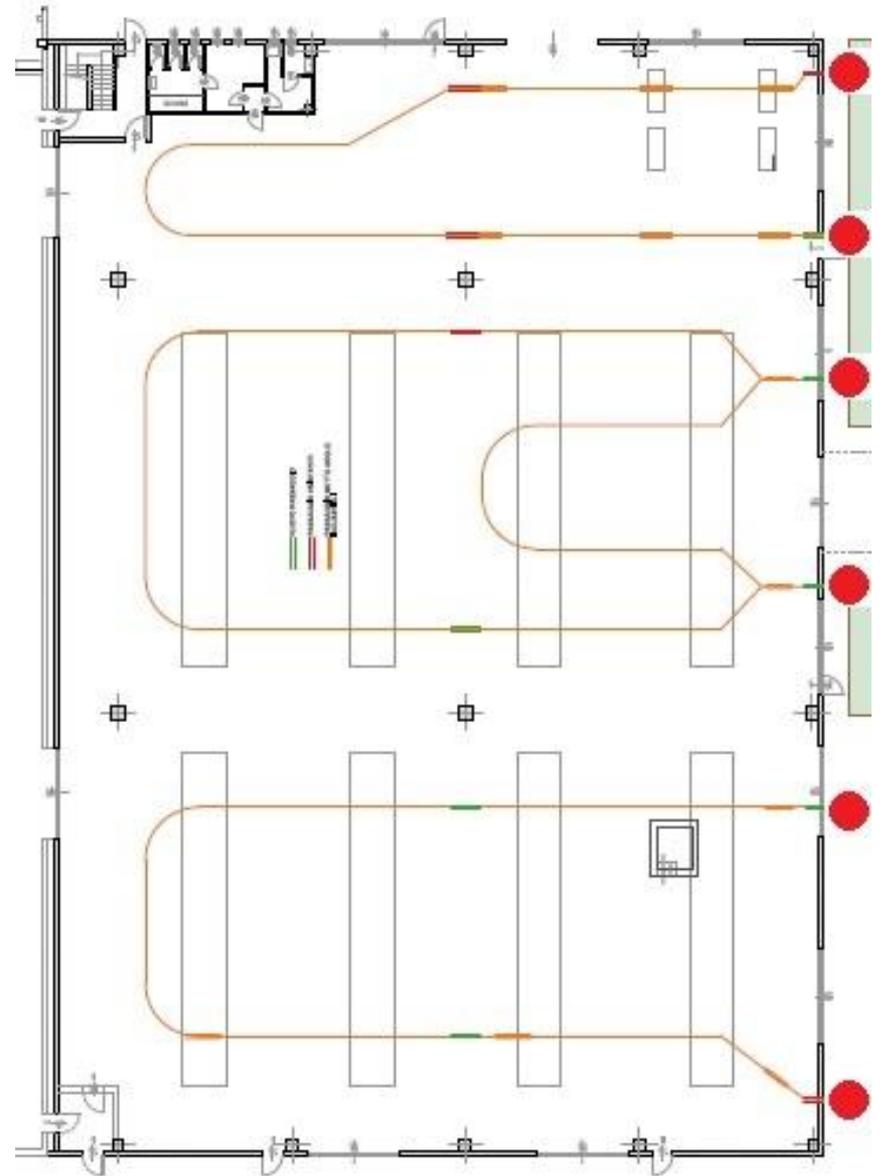
Nuovo capannone mq 3000

No vespaio





- Fondo : agglomerato compatto di terra e sassi
- Max valore radon Pt 6  
**94000 Bq/mc**
- Rete tubi forati ad anello
- Tirafumi inox a tetto

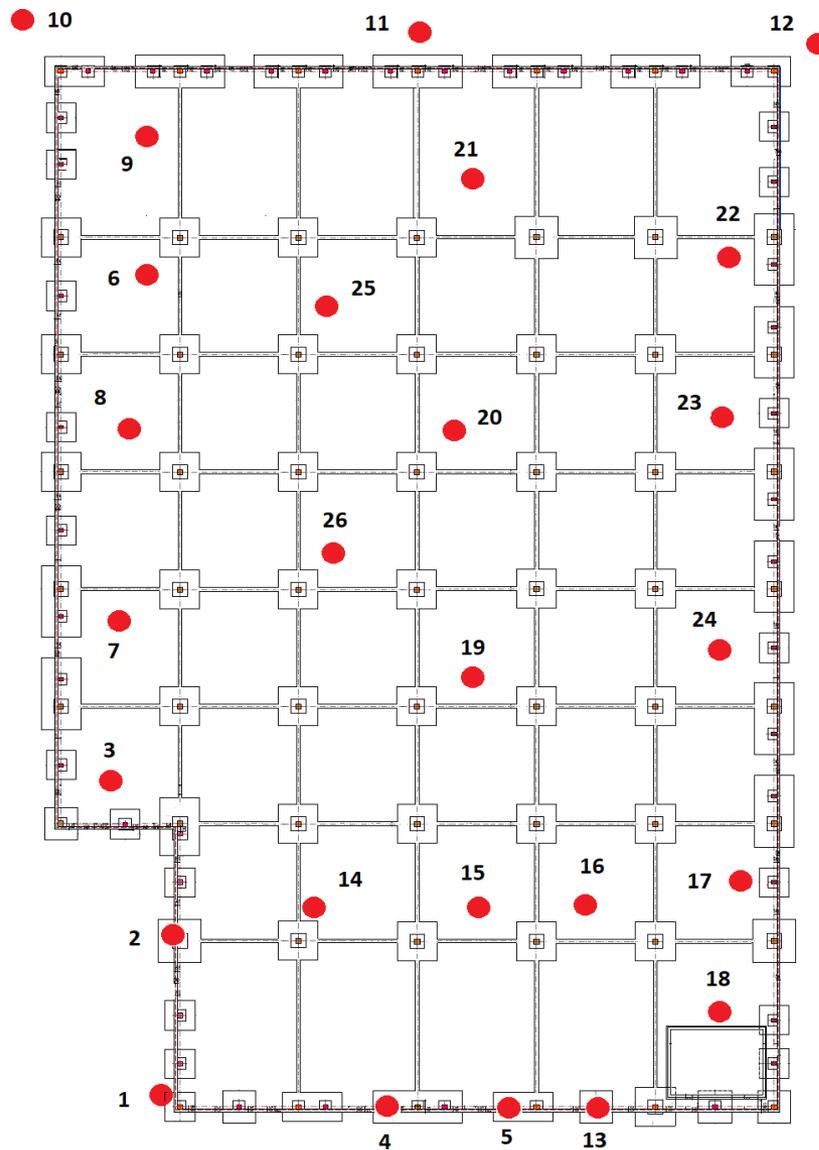


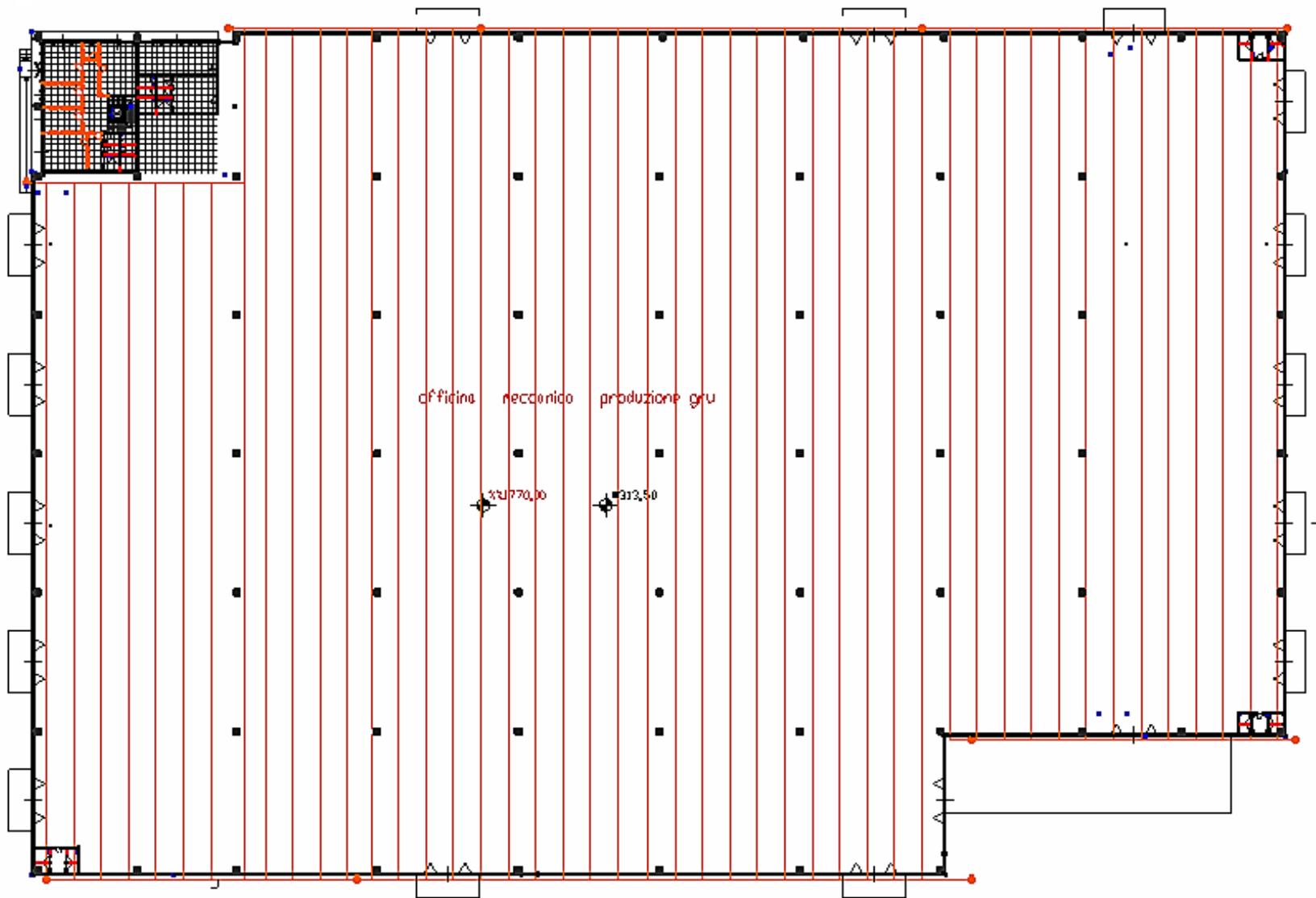
Località Nembro (BG)

Nuovo capannone mq 16000 – Altezza 8 mt - No vespaio



- Fondo : agglomerato compatto di terra e sassi
- N.26 punti rilievo
- Max valore radon pt 19  
**15000 Bq/mc**
- Rete tubi forati



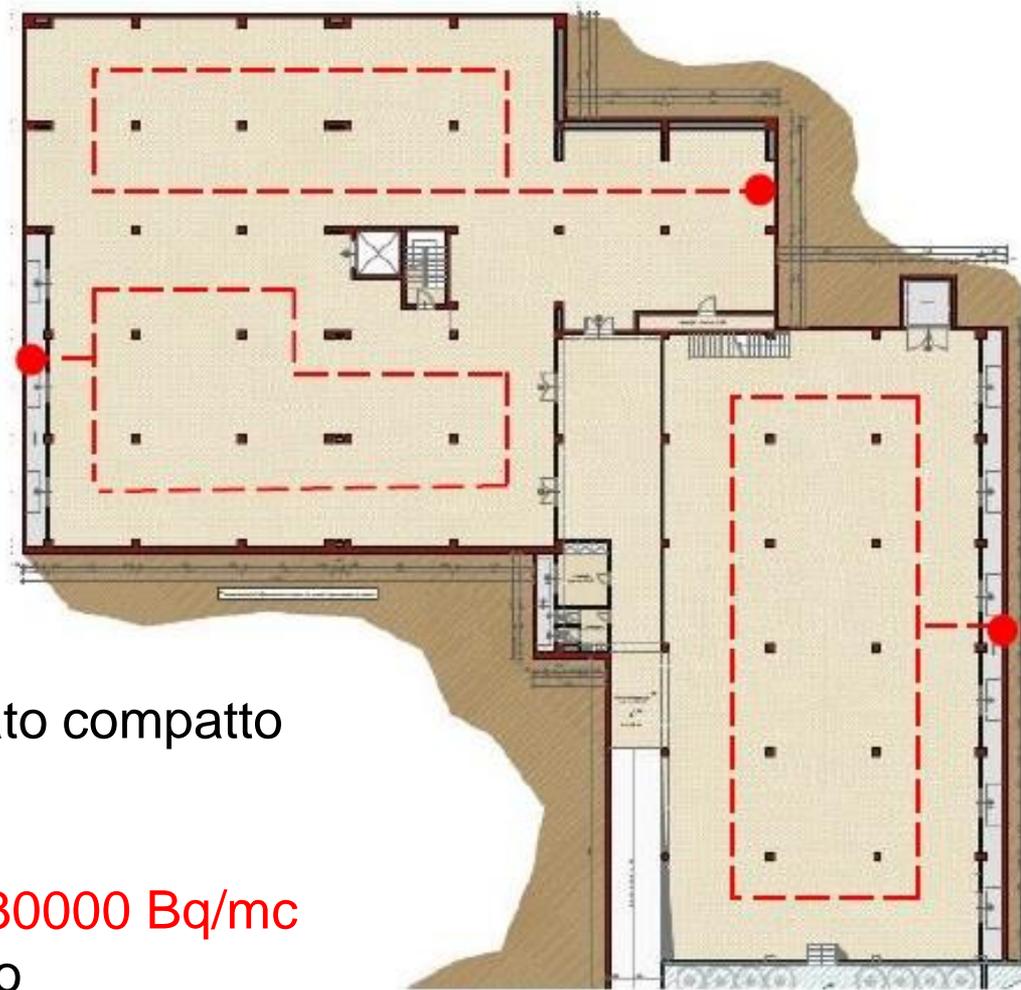


Località Adro (BS)

Azienda Agricola (cantina vinicola)

- Capannone mq 3000
- No vespaio



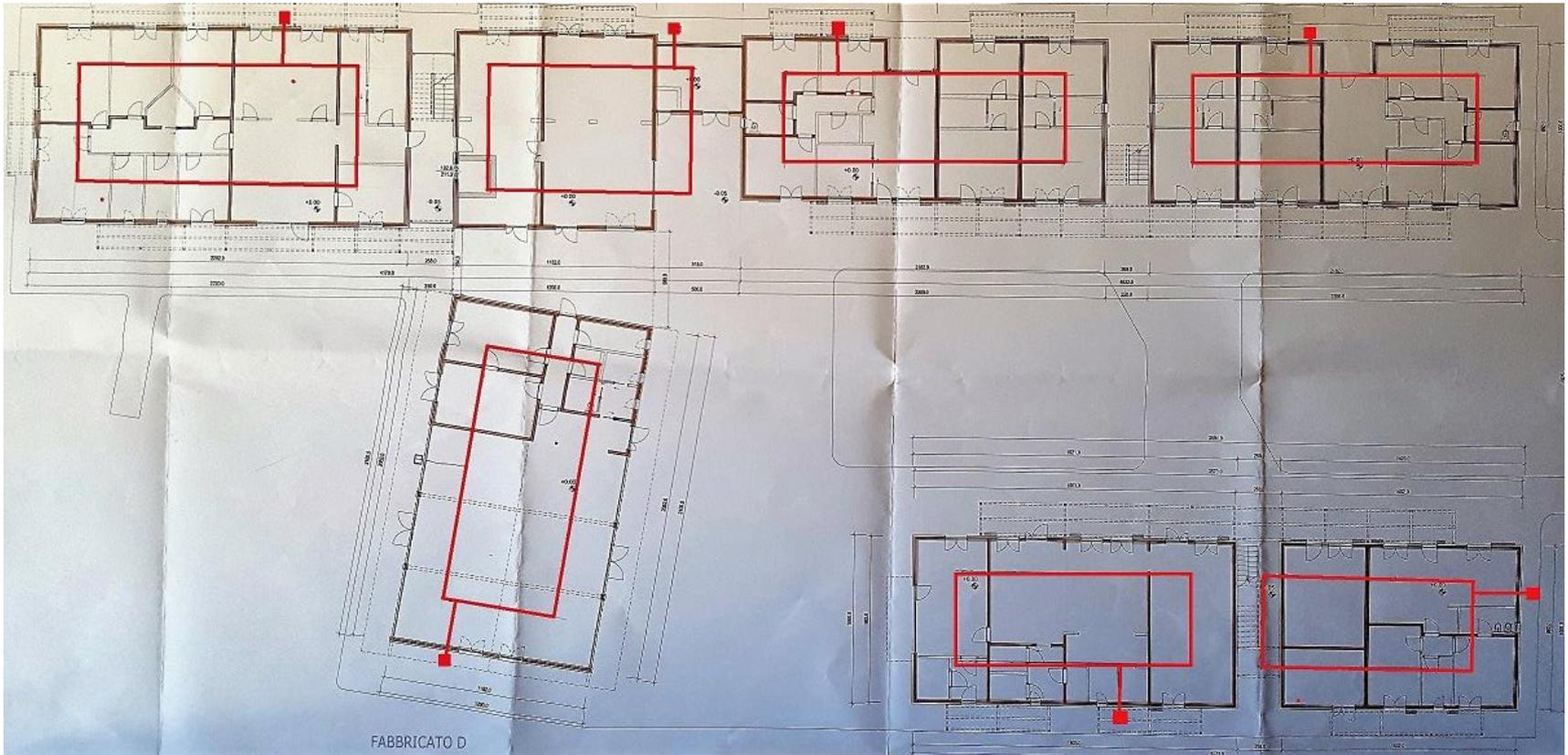


- Fondo : agglomerato compatto di terra e sassi
- N.17 punti rilievo
- Max valore radon **30000 Bq/mc**
- Tubi forati ad anello
- Tirafumi inox a tetto

Località Treviglio (BG)

- Unità abitative prefabbricate su platea - No vespaio
- Terreno complessivo mq 16000





- N.13 punti rilievo
- Max valore radon **147000 Bq/mc**
- Min valore radon **29000 Bq/mc**
- Tubi forati ad anello
- Estrattore in pozzetto a terra o a tetto

Monza MB

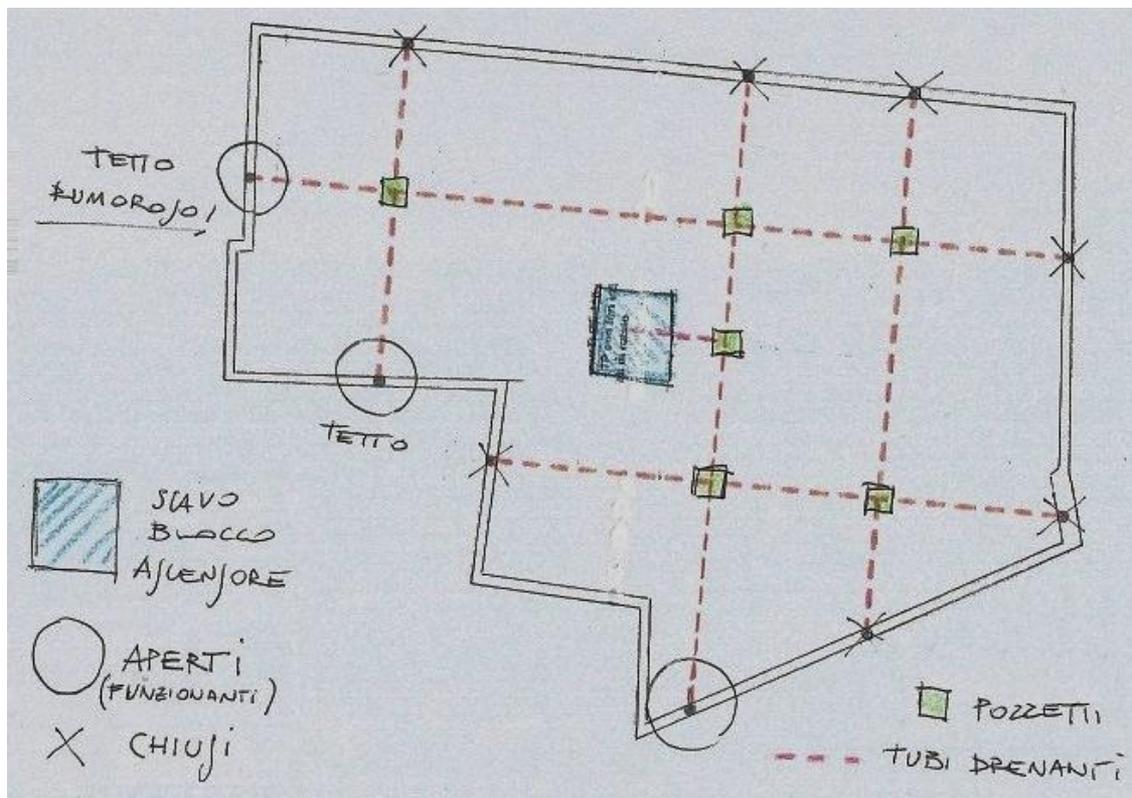
Uffici interrati 400 mq

Problema  
rumore gorgoglii acqua  
Impianto spento regolarmente



D mm 110  
n°6 fessure

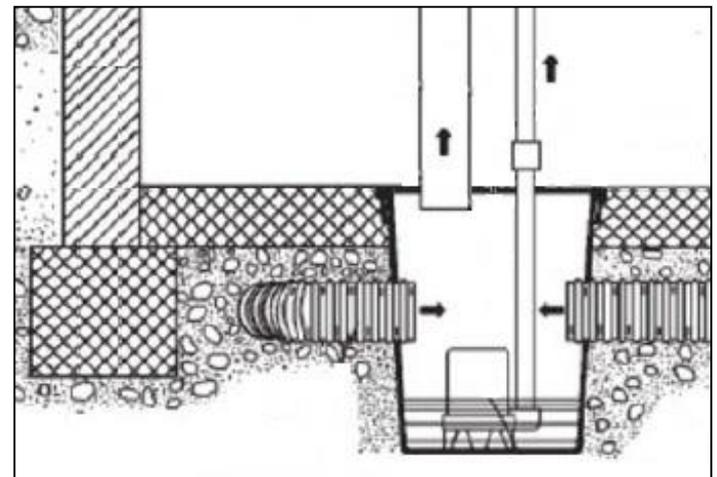
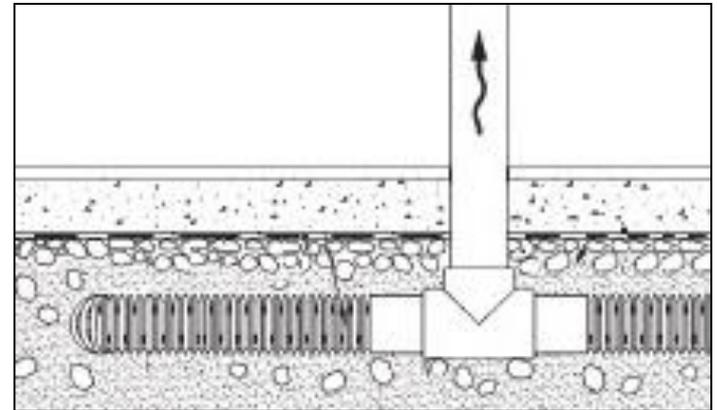


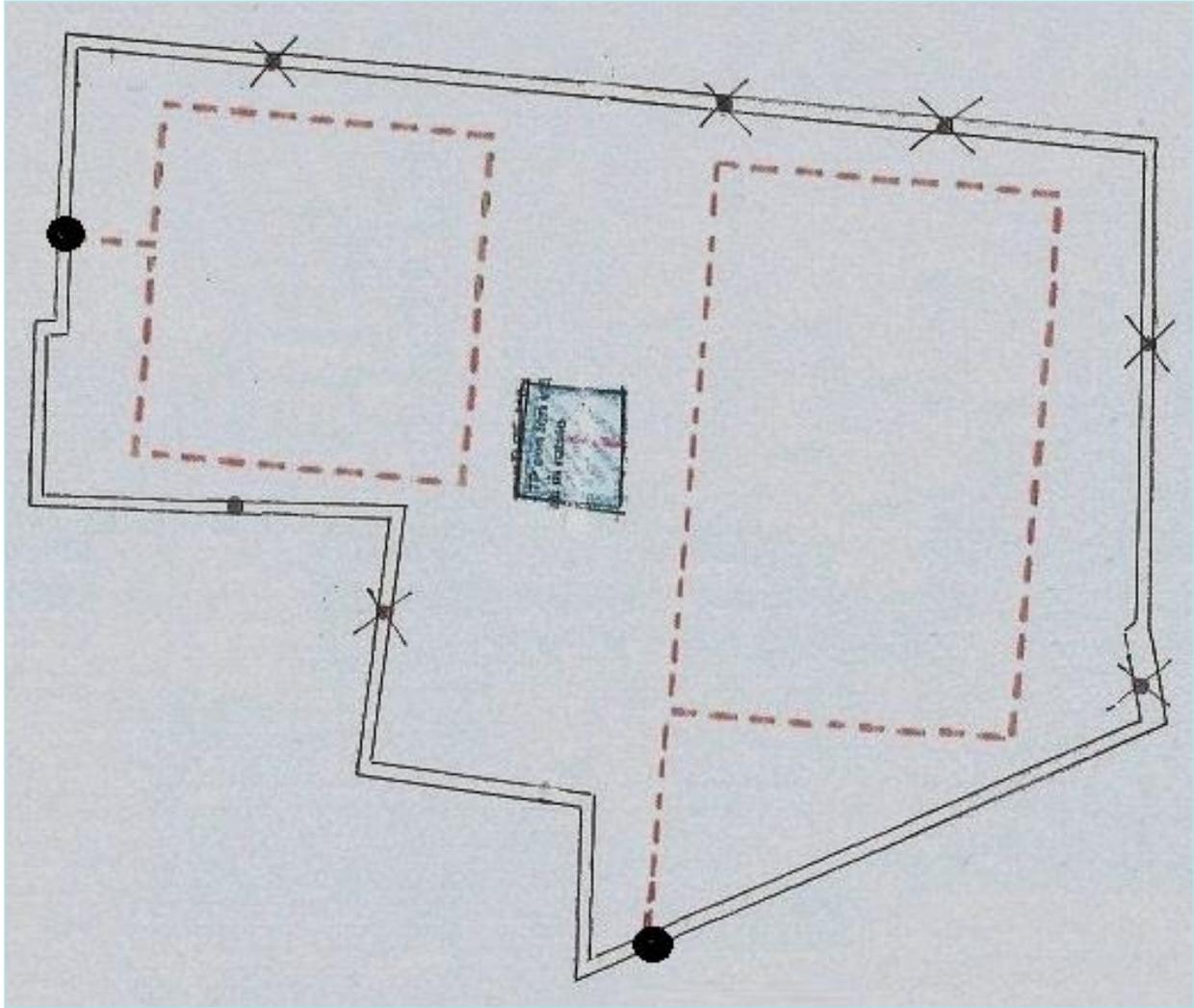


Ventilatori estrattori funzionanti : n°2 a tetto + 1 cortile

NB : Per utilizzare i tubi drenanti acqua anche per l'evacuazione radon è indispensabile garantire una **depressione** nel circuito col ventilatore .... quindi:

- NO pozzetti con innesti tubi non a tenuta (vedi foto)
- Punto scarico: NO aperto a perdere ma pozzetto con pompa o sifone se verso fogna
- Pendenza verso scarico : evitare avvallamenti che causano ristagni acqua (rumore) .. preferibili tubi rigidi
- SI soluzione chiusa ad anello



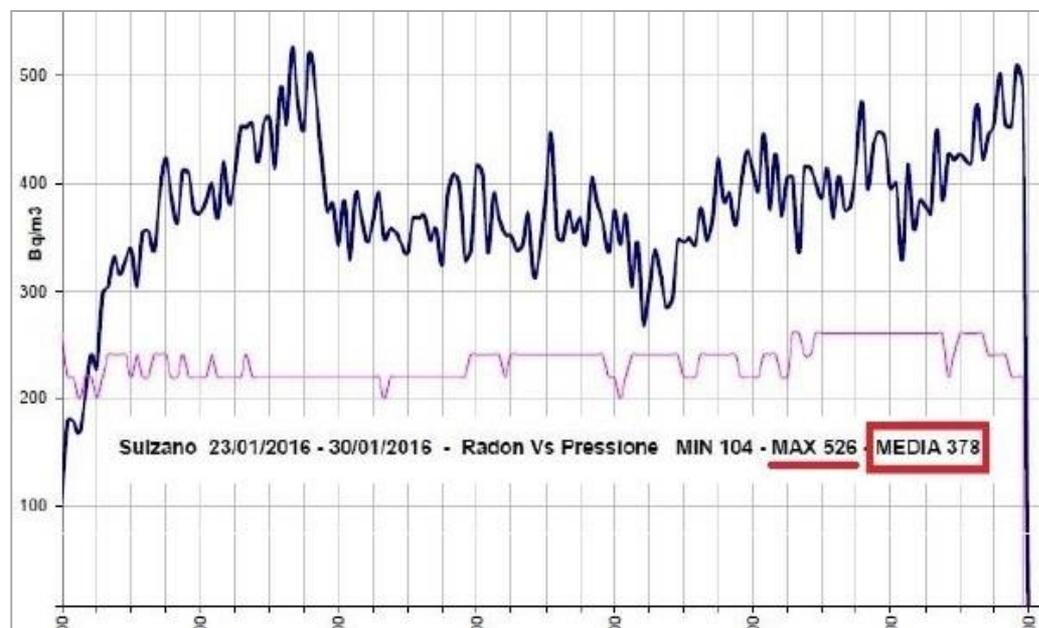
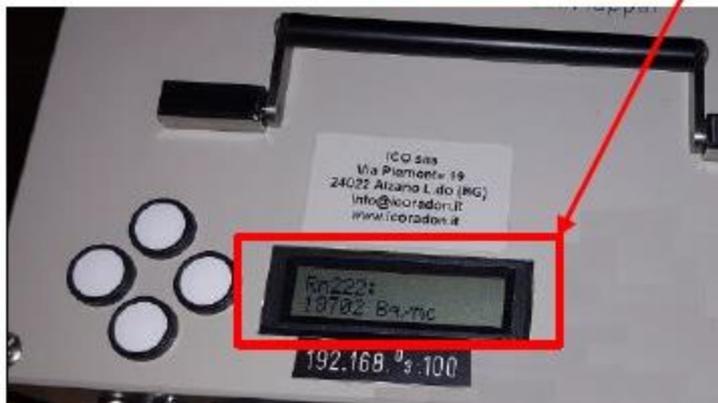




- Località **Sulzano** (Lago Iseo)
- Villa anni 60  
3 piani - no vespaio  
muri perimetrali tufo laziale
- Periodo gen 2016 - no riscaldamento  
temperatura interna +1/+3°C
- Misure Radon  
Interno mattoni tufo  
Pavimento piano terra  
Aria ambiente camera 1° piano

Valore concentrazione radon tufo sottotetto  
Valore concentrazione radon tufo 1° piano  
Valore concentrazione radon tufo piano terra

Bq/mc 8307  
Bq/mc 17940  
Bq/mc 18702



# **FALSI MITI ( false convinzioni)**

## IN PRESENZA DI VESPAIO NON SUSSISTE IL PROBLEMA RADON

**Falso**

- Se la circolazione dell'aria non è efficiente il vespaio si può saturare e il Radon penetrare al piano sovrastante
- Se la concentrazione di Radon è alta il vespaio potrebbe essere comunque insufficiente

## CON LA MEMBRANA ANTIRADON E' RISOLTO IL PROBLEMA RADON

**Falso**

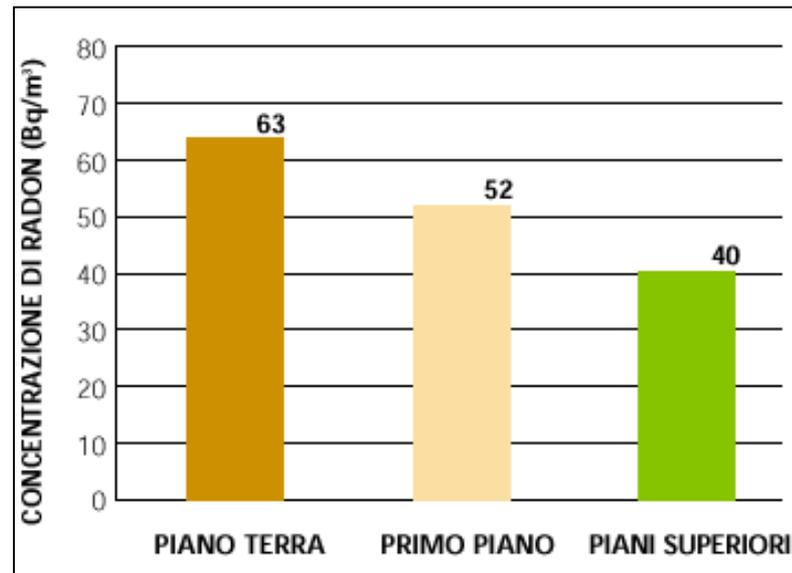
Se la membrana non è stata posata correttamente o rotta in qualche punto dopo la posa, il Radon può penetrare al piano superiore



## IL RADON E' UN PROBLEMA SOLO DEI PIANI INTERRATI

**Falso**

- Il Radon può essere presente in tutti i piani dell'edificio
- il rischio si riduce allontanandosi dal terreno



**IL RADON COLPISCE  
SOLO ALCUNI TIPI DI ABITAZIONI**

**Falso**

Il Radon può essere presente in tutti i tipi di abitazioni stratificandosi a più livelli a seconda delle correnti d'aria

**IL TEST PER LA MISURA DEL  
RADON E' COSTOSO E  
DIFFICOLTOSO**

**Falso**

Il test costa poco ed è eseguibile con i  
rivelatori passivi

# **APPROFONDIMENTI**

## Direttiva 2013/59/Euratom (legge entro 6/2/2018)

L'art 74 richiede concentrazioni di **radon in ambienti chiusi** < 300 Bq/mc. Gli stati devono promuovere interventi volti a individuare le abitazioni che presentano concentrazioni di radon superiori al livello di riferimento ed incoraggiare misure di riduzione

L'art. 75 fissa a 1 mSv/anno la dose assorbita max emessa dai **materiali da costruzione** per essere idonei (quindi Indice Radioattività max = 1 .. viene recepita la Radiation Protection 112 del 1999)

L'art 103 chiede di definire un **piano d'azione nazionale** che affronti i rischi dovuti alle esposizioni al radon nelle abitazioni, negli edifici pubblici e nei luoghi di lavoro per qualsiasi fonte di radon, sia essa suolo, materiali da costruzione o acqua

## Puglia : Legge Regionale N.30 del 03/11/2016)

Ha anticipato il recepimento nazionale della Direttiva 2013/59 Euratom interessando **tutti gli edifici di nuova costruzione e quelli esistenti non residenziali aperti al pubblico** comprese scuole, asili nido e materne, prescrivendo la misura annuale pena la perdita di agibilità (entro 18 mesi )

- Il limite di **300 Bq/mc in ambiente chiuso** riguardava **tutti i locali dell'immobile (indipendentemente dal piano)**
- Ripetizione misure ogni **5 anni**
- Predisposizione entro 2 anni di un Piano regionale radon

NB : a luglio 2017 la legge è stata modificata limitando l'obbligo agli interrati, seminterrati e piani terra. Nessun obbligo sotto i 20 mq

## Lombardia : Legge Regionale N.7 del 10/03/2017)

(Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti )

Art 3 comma 3 :

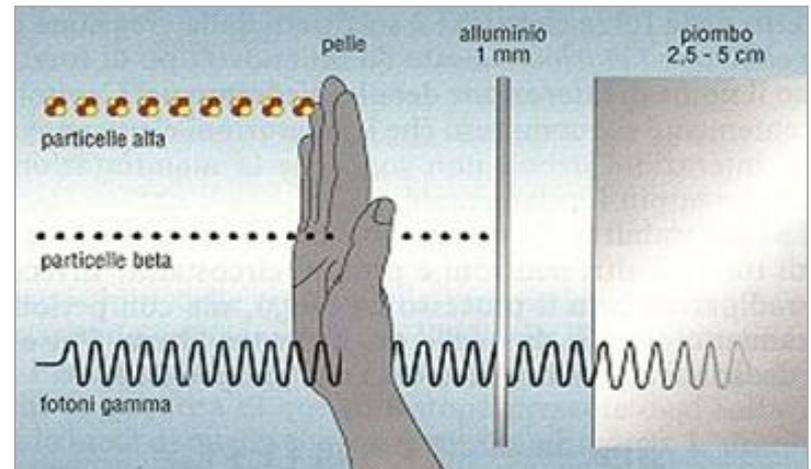
Qualora il recupero dei locali seminterrati comporti la creazione di autonoma unità ad uso abitativo, i comuni devono trasmettere comunicazione dell'avvenuto rilascio del certificato di abitabilità alle ASL che predispongono obbligatoriamente controlli inerenti l'idoneità igienico-sanitaria dei locali, anche relativamente ai valori del gas radon, (secondo le linee guida decreto n. 12678 del 21/12/2011,) almeno due volte nel triennio successivo al rilascio del titolo abitativo.

NB : I comuni hanno la possibilità di individuare zone in cui vietarne l'utilizzo per motivi particolari.

# Radiazioni ionizzanti

La radioattività è l'energia che si libera nel lunghissimo processo di decadimento degli elementi primordiali (radionuclidi) che hanno costituito la terra

I radionuclidi emettono radiazioni alfa, beta, gamma responsabili dell'esposizione «esterna» delle persone



L'esposizione «interna» all'organismo è dovuta a radiazioni alfa dovute all'inalazione del radon e figli

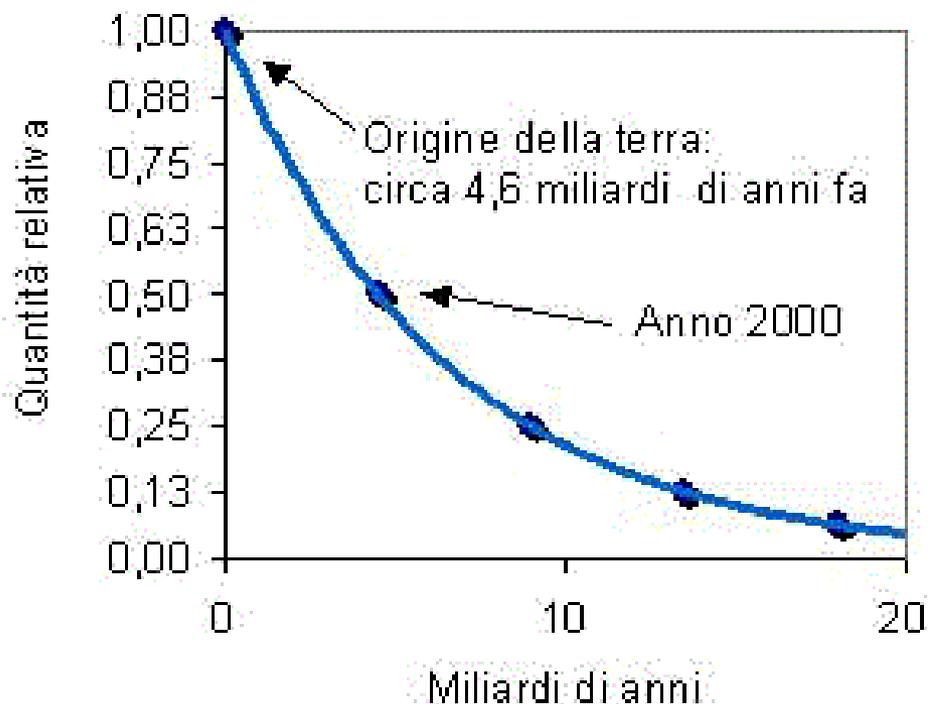
Le radiazioni sono «ionizzanti» perché interagiscono con le cellule danneggiandole

### SIAMO CIRCONDATI !!!

- Uranio 238 : presenza media suolo 3 ppm  
(1000 kg di terreno – 3 grammi )
- Dose radiazioni naturali assorbite = 2 mSv/anno
- Radiografia al torace = 0,14 – 0,5 mSv
- Volo intercontinentale = 0,1 mSv
- Limite max dose assorbita in aggiunta alla naturale:  
1mSv/anno

# Radiazioni ionizzanti naturali

Decadimento dell'U-238



## URANIO 238 (U238) DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	uranio-238	4.47 miliardi anni
$\alpha$	torio-234	24.1 giorni
$\beta$	protattinio-234m	1.17 minuti
$\beta$	uranio-234	245000 anni
$\alpha$	torio-230	75200 anni
$\alpha$	radio-226	1600 anni
$\alpha$	<b>radon-222 (*)</b>	3.823 giorni
$\alpha$	polonio-218	3.05 minuti
$\alpha$	piombo-214	26.8 minuti
$\beta$	bismuto-214	19.7 minuti
$\beta$	polonio-214	0,000164 secondi
$\alpha$	piombo-210	22.3 anni
$\beta$	bismuto-210	5.01 giorni
$\beta$	polonio-210	138.4 giorni
$\alpha$	piombo-206	stabile

# Famiglie radioattive

## URANIO 235 (U235) DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	uranio-235	703.8 milioni di anni
$\alpha$	torio-231	25.52 ore
$\beta$	protoattinio-231	32800 anni
$\alpha$	attinio-227	21.77 anni
$\beta$	torio-227	18.72 giorni
$\alpha$	radio-223	11.43 giorni
$\alpha$	radon-219	3.96 secondi
$\alpha$	polonio-215	0.00178 secondi
$\alpha$	piombo-211	36.1 minuti
$\beta$	bismuto-211	2.14 minuti
$\alpha$	tallio-207	4.77 minuti
$\beta$	piombo-207	stabile

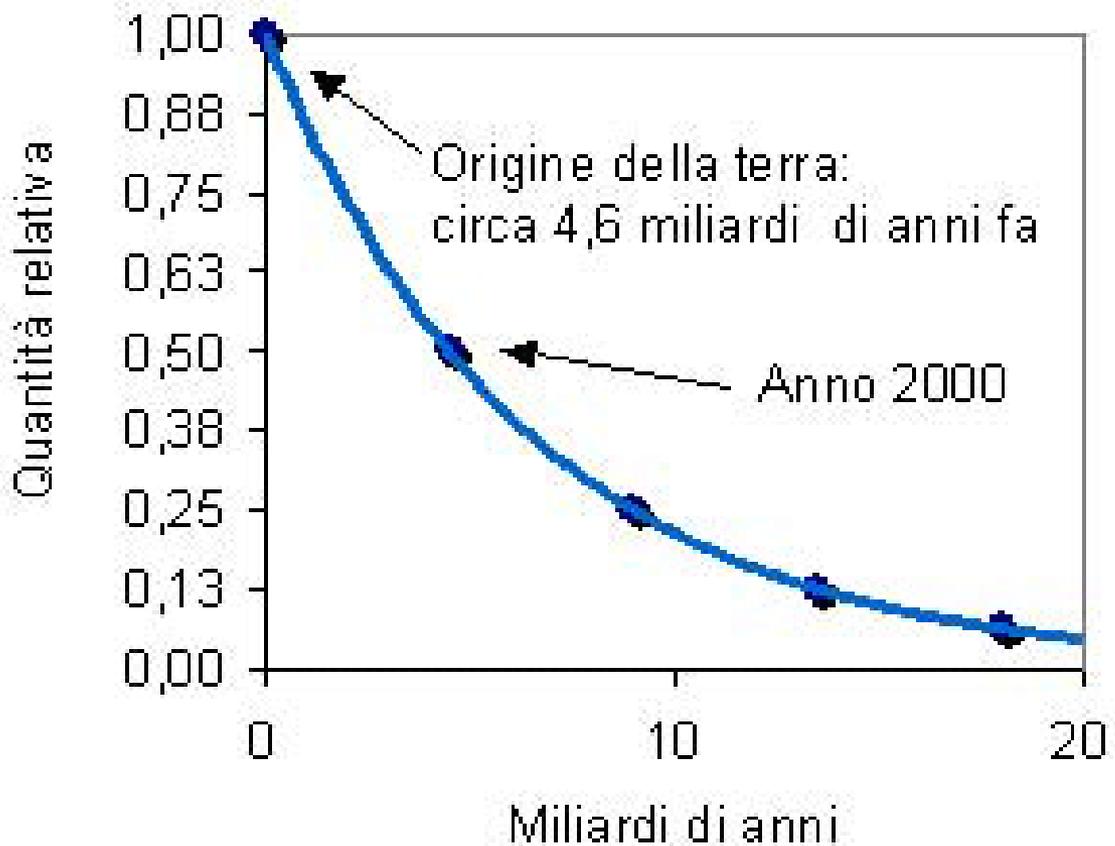
## TORIO 232 (Th232) DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	torio-232	14.05 miliardi di anni
$\alpha$	radio-228	5.75 anni
$\beta$	attinio-228	6.15 ore
$\beta$	torio-228	1913 anni
$\alpha$	radio-224	3.66 giorni
$\alpha$	radon-220	55.6 secondi
$\alpha$	polonio-216	0.145 secondi
$\alpha$	piombo-212	10.64 ore
$\beta$	bismuto-212	60.6 minuti
$\beta$	polonio-212	0.299 microsecondi
$\alpha$	tallio-208	3.05 minuti
$\beta$	piombo-208	stabile

## URANIO 238 (U238) DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	uranio-238	4.47 miliardi di anni
$\alpha$	torio-234	24.1 giorni
$\beta$	protattinio-234m	1.17 minuti
$\beta$	uranio-234	245000 anni
$\alpha$	torio-230	75200 anni
$\alpha$	radio-226	1600 anni
$\alpha$	radon-222 (*)	3.823 giorni
$\alpha$	polonio-218	3.05 minuti
$\alpha$	piombo-214	26.8 minuti
$\beta$	bismuto-214	19.7 minuti
$\beta$	polonio-214	0,000164 secondi
$\alpha$	piombo-210	22.3 anni
$\beta$	bismuto-210	5.01 giorni
$\beta$	polonio-210	138.4 giorni
$\alpha$	piombo-206	stabile

### Decadimento dell'U-238



# Materiali da costruzione

Tutti i materiali da costruzione contengono radionuclidi naturali (primordiali) ed emettono radiazioni

I più importanti sono il **Potassio 40**, i 14 isotopi della famiglia dell'**Uranio 238** e gli 11 isotopi del **Torio 232**

I materiali da costruzione sono spesso rocce *tal quali* ricche di radionuclidi : es tufi, graniti ...

oppure possono contenere inerti o leganti di origine vulcanica che aumentano l'attività del materiale :

Es. pozzolana nell'intonaco

In Italia il DPR 246/93 sui materiali da costruzione indica «...l'opera non deve costituire minaccia per la salute ... dall'emissione di radiazioni..» ma nessun limite di radioattività viene indicato

In Europa la Raccomandazione Radiation Protection 112 del 1999 ha introdotto un **Indice di Radioattività** che tiene conto dei più importanti radionuclidi presenti nei materiali da costruzione

$$I = \frac{C_{Ra-226}}{300 \cdot Bq/kg} + \frac{C_{Th-232}}{200 \cdot Bq/kg} + \frac{C_{K-40}}{3000 \cdot Bq/kg}$$

dove CTh, CRa, CK sono le attività in Bq/kg del <sup>232</sup>Th (torio), <sup>226</sup>Ra (radio) e del <sup>40</sup>K (potassio)

Se  $I > 1$  materiali «critici» per la salute  
(dose assorbita  $> 1 \text{ mSv/anno}$ )

Se  $I \leq 0,5$  materiali (pochi in commercio) utilizzabili  
senza restrizioni (dose  $< 0,3 \text{ mSv/anno}$ )

$I$  è un buon strumento per scegliere i materiali nella  
costruzione di un edificio :

---

NB : se  $I < 1$  anche il gas Radon (dovuto al materiale)  
all'interno degli edifici sarà inferiore ai  $200 \text{ Bq/mc}$

---

Nei paesi nordici si usa anche l' «Indice Rilascio Radon»

$$I_a = \frac{C_{Ra-226}}{200 \text{ Bq/kg}}$$

se  $< 1$  eccellente materiale

*Esempio di calcolo Indici :*

		(Bq/kg)		
		$C_K$	$C_{Ra}$	$C_{Th}$
Red Peperino	Lazio	1483	256	158

Indice di Radioattività =  $256/300 + 158/200 + 1483/3000 =$   
**2,13** (>1 non idoneo)

Indice Rilascio Radon =  $256/200 =$  **1,13** (>1 non idoneo)

---

L'art. 75 della Direttiva 2013/59/Euratom (legge entro il 6/2/2018) fissa a 1 mSv/anno la dose assorbita max emessa dai materiali da costruzione per essere idonei quindi **I max = 1**

(NB : recepisce la Radiation Protection 112 del 1999)

Material	Region	Range of specific activity (Bq/kg)		
		$C_K$	$C_{Ra}$	$C_{Th}$
Tuff	Campania	1950-2250	130-220	85-120
Tuff	Lazio	1900-2370	390-550	275-350
Pozzolana	Campania	1330-2310	215-230	120-135
Pozzolana	Lazio	1950-1980	440-510	325-330
Lava	Campania	2180	709	63
Volcanic Ash	Campania	2000	108	67
Grey Peperino	Lazio	1500	242	152
Red Peperino	Lazio	1483	256	158

## INDICE DI RADIOATTIVITÀ DEL LECABLOCCO

Tipologia di blocco	Indice di radioattività
Lecablocco Bioclima	0,182
Lecablocco da intonaco	0,306
Lecablocco facciavista - per interni - per esterni	0,249 0,272
Lecablocco Tramezza Lecalite	0,328
Blocchi in tufo*	1,19
Blocchi in lapillo*	1,43
Laterizi*	0,49-0,86



Materiale da costruzione o additivo	$^{226}\text{Ra}$ (Bq/kg)		$^{232}\text{Th}$ (Bq/kg)		$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	
	Media	Min-Max	Media	Min-Max	Media	Min-Max
Pozzolana	164	33 – 352	229	53 – 481	1341	374 – 2000
Ceneri volanti	160	130 – 170	130	100 – 150	420	330 – 470
Tufo	209	136 – 316	349	99 – 542	1861	1245 – 2335
Cemento	42	7 – 98	66	9 – 240	369	80 – 846
Calcestruzzo	22	21 – 23	16	16	237	253 – 290
Laterizi	29	0 – 67	26	3 – 51	711	198 – 1169
Piastrelle	43	31 – 55	36	18 – 56	689	474 – 1026
Sabbia	18	0 – 24	22	6 – 27	530	379 – 750
Ghiaia	15	11 – 21	14	13 – 16	157	100 – 248
Gesso	8	0 – 16	3	1 – 8	160	59 – 277
Calcare	12	12	1	1	5	5
Argilla	37	29 – 45	40	31 – 49	550	412 – 687
Marmo	4	1 – 13	1	0 – 3	8	0 – 30
Granito	89	24 – 378	94	36 – 358	1126	738 – 1560
Porfido	41	25 – 51	59	45 – 73	1388	114 – 1633
Peperino	159	109 – 256	171	152 – 231	1422	1312 – 1790

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**ICO s.a.s.**      ***Servizi rilevazione e bonifica gas Radon***

Via Piemonte n°19 – 24022 Alzano Lombardo BG

[www.icoradon.it](http://www.icoradon.it) - [info@icoradon.it](mailto:info@icoradon.it) - C.F. P.I. 02891530160

**Sandro Fornai**

**ingegnere**

**tel +393489000282**