

# RACCOLTA DI DETTAGLI TECNICI PER UNA GESTIONE PROFESSIONALE DEL RADON



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI  
**Ufficio federale della sanità pubblica UFSP**



Le schede contenute all'interno del presente documento non sostituiscono in nessun caso i testi di riferimento, siano essi normativi, regolamentari o tecnici. Gli autori declinano ogni responsabilità per le conseguenze dirette o indirette che potrebbero derivare da un'errata interpretazione del loro contenuto. In ogni caso, si raccomanda di rivolgersi ad un consulente in materia di radon, professionista che ha conseguito una formazione riconosciuta dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), in grado di proporre le soluzioni più appropriate per un edificio con basse concentrazioni di radon.

# RACCOLTA DI DETTAGLI TECNICI PER UNA GESTIONE PROFESSIONALE DEL RADON

## Introduzione

Il radon è un gas radioattivo di origine naturale, prodotto dal decadimento dell'uranio-238 presente in tracce nel terreno. È inodore e inodore e penetra negli edifici dal sottosuolo attraverso le parti non stagne dell'involucro. **Dopo il fumo, il radon e i suoi prodotti di disintegrazione costituiscono la seconda causa più frequente di cancro ai polmoni.**

**Il livello di riferimento per il gas radon**, definito dall'Ordinanza sulla Radioprotezione (ORaP) entrata in vigore il 1° gennaio 2018, è di **300 Bq/m<sup>3</sup>**, calcolato come media sul corso di un anno per la concentrazione di radon nei locali in cui si intrattengono regolarmente persone per più ore al giorno. Inoltre, è applicabile un valore soglia di 1000 Bq/m<sup>3</sup> per la concentrazione annuale media di radon nei posti di lavoro.

Nonostante la presenza di una base legale, un numero importante di edifici presenta concentrazioni radon superiori al livello di riferimento e deve quindi essere risanato. Parallelamente anche i nuovi edifici devono rispettare il valore di riferimento definito nell'ORaP e devono essere quindi progettati considerando le raccomandazioni emesse dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).

## Obiettivi e destinatari

Il radon è un problema con il quale si è costantemente confrontati nell'ambito di nuove edificazioni e risanamenti. Il suo impatto sulla salute degli occupanti è molto rilevante in quanto causa, secondo l'UFSP, annualmente in Svizzera 200-300 morti. Questo tema non deve quindi essere sottovalutato e deve essere in primo luogo conosciuto da architetti e ingegneri, che devono tenerne conto nei loro progetti. Il presente documento si compone di una serie di schede tecniche divise secondo la tipologia di intervento. **Non ha un carattere normativo e non garantisce l'efficacia delle soluzioni proposte, che dipendono dalle scelte fatte e dalla loro applicazione.** Funge invece da **supporto ai professionisti attivi nel settore edile. Gli autori declinano quindi ogni responsabilità in merito all'applicazione delle soluzioni descritte.**

## Ambiti di applicazione – Importanza dei consulenti in materia di radon

Le schede vogliono fornire ad architetti e ingegneri un supporto pratico da applicare al momento della scelta e dell'implementazione di misure costruttive di protezione o di prevenzione contro il radon negli edifici residenziali di dimensioni contenute (abitazioni mono o plurifamiliari, piccole palazzine), esistenti o di nuova costruzione. Sono quindi degli strumenti che aiutano i professionisti a definire la situazione e identificare la strategia da mettere in atto nel momento in cui si trovano ad affrontare questa problematica. Se per quanto riguarda la prevenzione, l'architetto/ingegnere di competenza può, in linea di principio, intervenire personalmente con degli accorgimenti adattati al livello di rischio già in fase di progettazione, nel caso in cui si intervenga su un **edificio esistente all'interno del quale sono state accertate concentrazioni di radon superiori al livello di riferimento, la figura del consulente in materia di radon risulta essere fondamentale**, in quanto si tratta di un **professionista formato e riconosciuto dall'UFSP, avente un'importante esperienza in materia**. Ogni intervento deve infatti essere concepito e adeguato allo specifico caso, dal momento che sono molte le **variabili** che possono influenzare la scelta dell'intervento da implementare. L'esperienza acquisita del consulente può quindi risultare determinante.

Le soluzioni qui descritte sono fondamentalmente applicabili, con qualche adeguamento, anche a edifici con destinazioni d'uso diverse e dimensioni più importanti. In questi casi può essere necessario intervenire integrando più soluzioni, oppure incrementando, se è necessario l'utilizzo di un ventilatore, la potenza e capacità estrattiva. L'esperienza del consulente in materia di radon risulta essere, anche in queste specifiche situazioni, significativa.

## Lista degli interventi proposti e dettagliati

La tipologia di intervento viene identificata con una lettera **P** se si tratta di un caso di **prevenzione**, eseguito quindi nell'ambito di una nuova edificazione o di un risanamento globale, e con la lettera **R** nel caso in cui si tratta di un intervento di **risanamento** radon su un edificio esistente. I diversi tipi di soluzione, soprattutto nel caso dei risanamenti, possono e in alcuni casi necessitano di essere combinati per ottenere un buon risultato.

### Prevenzione

**P1** Ventilare e assicurare una buona qualità dell'aria interna – Accorgimenti per il radon pp. 8–17

Presentazione di 6 diversi tipi di ventilazione che vanno dalla ventilazione naturale tramite apertura manuale delle finestre alla ventilazione a doppio flusso con recupero di calore. Ogni situazione viene descritta singolarmente attraverso schemi, grafico radar e testi esplicativi.

**P2** Limitare l'infiltrazione del radon negli edifici – Assicurare l'ermeticità delle superfici a contatto con il terreno pp. 18–23

Realizzazione di un involucro ermetico a contatto con il terreno per limitare la penetrazione di radon all'interno dell'edificio.

**P3** Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon pp. 24–30

Garantire la protezione a lungo termine del nuovo edificio intercettando il gas sotto lo stesso, realizzando una platea ermetica e trattando accuratamente l'ermeticità dei passaggi attraverso la platea.

### Risanamento

**R1** Ventilare e assicurare una buona qualità dell'aria interna – Accorgimenti per il radon pp. 31–40

Presentazione di 6 diversi tipi di ventilazione che vanno dalla ventilazione naturale tramite apertura manuale delle finestre alla ventilazione a doppio flusso con recupero di calore. Ogni situazione viene descritta singolarmente attraverso schemi, grafico radar e testi esplicativi.

**R2** Limitare l'infiltrazione del radon negli edifici – Assicurare l'ermeticità delle superfici a contatto con il terreno pp. 41–47

Sigillatura di fessure e giunti nel calcestruzzo, installazione di una membrana "anti-radon", di una resina o di una vernice epossidica e sigillatura di passaggi della rete di terra, scarichi a pavimento, ecc.

**R3** Limitare il trasferimento del radon verso gli spazi abitativi – compartimentazione pp. 48–54

Identificare le possibili vie di trasferimento del radon attraverso gli spazi interni dell'edificio (ad es. ascensore, vano scale aperto, scivolo per la lavanderia, difetti nell'ermeticità tra i piani attraverso i pavimenti o le solette, prese elettriche) e proporre soluzioni di risanamento specifiche.

**R4** Ventilare la cantina e altri accorgimenti pp. 55–60

Ventilazione naturale o meccanica della cantina e isolamento della stessa dal resto dei locali tramite porte stagne e altri accorgimenti.

**R5** Ventilare il vespaio e altri accorgimenti pp. 61–65

Ventilazione naturale, messa in depressione o messa in sovrappressione del vespaio esistente.

**R6** Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Pozzo radon pp. 66–70

Messa in depressione del terreno sottostante l'edificio attraverso l'installazione di un pozzo radon.

**R7** Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon o nuovo vespaio pp. 71–75

Messa in depressione del terreno sottostante l'edificio grazie alla posa di un drenaggio radon o la creazione di un nuovo vespaio sotto una nuova platea ermetica.

## Contenuti e struttura delle schede

Ogni scheda elaborata comprende le seguenti informazioni:

### Codice di riferimento e nome dell'intervento

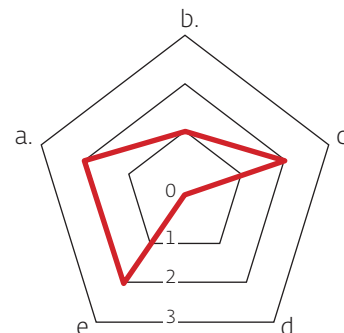
Descritti nel capitolo precedente.

### Tipologia di intervento

Descritta nel capitolo precedente.

### Grafico a radar

All'inizio di ogni scheda sono riassunti, tramite un grafico a radar, alcuni degli aspetti che più possono interessare professionisti e proprietari. Tutte le categorie fanno riferimento ad un'abitazione monofamiliare e vengono valutate su una scala di livello da 0 a 3. Di seguito una rappresentazione grafica e una descrizione della stessa.



#### a. Invasività dell'intervento

Descrive il potenziale disturbo che l'intervento potrebbe portare in termini di complessità del lavoro e discomfort per gli occupanti dell'abitazione interessata, secondo la scala seguente:

- 0 Nulla - Prevenzione in nuovi edifici, fa parte della progettazione
- 1 Bassa - Gli interventi non compromettono gli spazi: sigillature, sostituzione porte, ecc.
- 2 Media - Necessità di scavi e/o carotaggi, possibili passaggi di condotte
- 3 Alta - Necessità di sacrificare dello spazio abitativo o addirittura un locale; rifacimento totale di pavimenti o dei rivestimenti

#### b. Efficacia

Viene valutato il potenziale di riduzione delle concentrazioni di radon secondo la scala seguente:

- 0 Nulla
- 1 Bassa
- 2 Media
- 3 Alta

#### c. Durabilità

Viene valutata la capacità dell'intervento di mantenere la sua efficacia nel tempo. Questo permette di considerare la soluzione come temporanea (facile da implementare nell'immediato, ma non adeguata nel lungo termine) o definitiva (mantiene l'efficacia nel lungo termine), secondo la scala seguente:

- 0 Nulla
- 1 Bassa
- 2 Media
- 3 Alta

#### d. Costi di esercizio e manutenzione

Viene stimato il costo annuale relativo all'esercizio (ad esempio l'elettricità per il funzionamento del ventilatore) e la manutenzione dell'impianto, secondo la scala seguente:

- 0 0
- 1 < 100 CHF
- 2 100-300 CHF
- 3 > 300 CHF

#### e. Costi di implementazione

Viene stimato il costo dell'intervento (in relazione alla tabella sottostante). Delle stime più precise si trovano all'interno del *Foglio informativo concernente le prestazioni dei consulenti in materia di radon*.

- 0 0 - 3'000 CHF
- 1 3'000 - 8'000 CHF
- 2 8'000 - 15'000 CHF
- 3 > 15'000 CHF

Queste descrizioni non pretendono di essere esaustive. Infatti, ogni situazione è diversa e, conseguentemente, una stima precisa è spesso complessa. L'obiettivo del presente tentativo di quantificare alcuni aspetti di ciascun intervento proposto è quello di fornire un'indicazione di massima che ne consenta una comparazione con le altre tipologie di intervento.

### Descrizione

Descrive gli aspetti fondamentali dell'intervento ed indica le possibili varianti.

### Vantaggi e svantaggi

Vengono presi in considerazione i vantaggi e gli svantaggi di ogni intervento e delle sue eventuali varianti.

### Condizioni di messa in opera

Descrizione della procedura e dei dettagli tecnici.

### Accorgimenti e criticità

Aspetti a cui prestare la maggiore attenzione ed errori da evitare.

### Schema generale

Mostra graficamente le possibili varianti di intervento identificandole grazie a una nomenclatura specifica. Le stesse vengono poi brevemente descritte. Di seguito viene riportato un esempio esplicativo:

### Codice intervento:

- P** Prevenzione in nuovi edifici
- R** Risanamento in edifici esistenti
- nr** Identifica l'intervento specifico

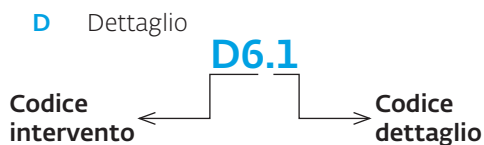
### Codice variante:

- E** Intervento all'esterno dell'involucro dell'edificio
- I** Intervento all'interno dell'involucro dell'edificio
- nr** Identifica la variabile specifica

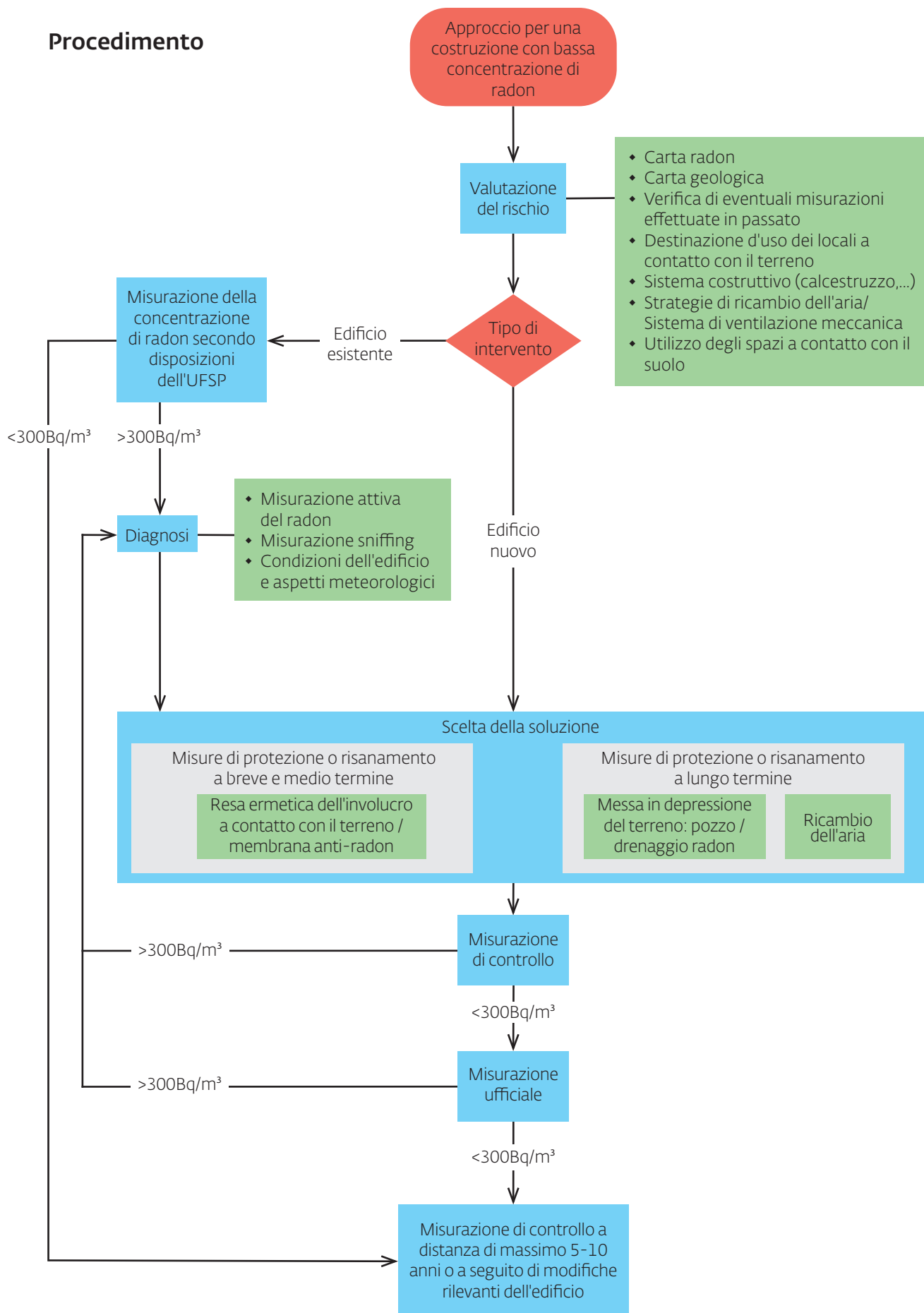


### Dettagli costruttivi

I dettagli vengono evidenziati in uno schema generale con un riquadro azzurro e una nomenclatura nella quale viene ripreso il numero della scheda di riferimento, oltre a quello dello specifico dettaglio. In questo modo è possibile trovare un riferimento ad un dettaglio presente in una scheda diversa. Alcune parti dei dettagli vengono ulteriormente analizzate ad una scala maggiore. È quindi possibile trovare dei riquadri anche nei dettagli stessi, oltre che nello schema generale. Infine, per una maggiore leggibilità degli schemi, ogni dettaglio è segnalato con il riquadro solo una volta nello schema generale, ma è possibile che sia applicabile in più punti.



## Procedimento



## Glossario

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Consulente in materia di radon | Conformemente all'articolo 161 dell'ordinanza sulla radioprotezione (ORaP), i Consulenti in materia di radon sostengono e consigliano i proprietari di edifici, i committenti e gli specialisti in campo edile nell'attuazione di misure preventive di protezione e, nel caso di edifici esistenti, nell'esecuzione di risanamenti radon in conformità con lo stato della tecnica. <sup>1</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Risanamento radon              | In queste schede, se non meglio specificato, con risanamento è sempre inteso un intervento volto a ridurre le concentrazioni di radon all'interno di un edificio esistente e differisce da altri tipi di risanamento, come quello energetico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Pozzo radon                    | Sistema puntuale di messa in depressione del terreno sottostante l'edificio. Il radon viene aspirato dal terreno per essere espulso nell'aria esterna dove si diluisce.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Drenaggio radon                | Sistema lineare di messa in depressione del terreno sottostante parte o tutto l'ingombro dell'edificio. Il radon viene aspirato dal terreno per essere espulso nell'aria esterna dove si diluisce.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Messa in depressione           | Riduzione della pressione dell'aria, attraverso l'aspirazione della stessa con l'ausilio di un ventilatore. Nel caso del pozzo radon e del drenaggio radon l'aspirazione avviene direttamente dal terreno. In questo modo vengono impediti i flussi convettivi all'interno dei locali abitativi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Messa in sovrappressione       | Aumento della pressione dell'aria grazie all'immissione della stessa in uno spazio chiuso attraverso l'ausilio di un ventilatore. Questo permette di creare una "barriera" al passaggio del radon.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Effetto camino                 | Effetto di convezione naturale generato dalla risalita dell'aria più calda, in quanto meno densa. Maggiore è la differenza di temperatura dell'aria all'interno di un ambiente (es. edificio, condotta) e più veloce sarà questo movimento che porta ad una leggera depressione al livello più basso dell'edificio. Questo effetto camino, se generato in condotte specifiche, può essere sfruttato per l'espulsione passiva del gas radon. D'altra parte, è spesso uno dei fenomeni che guidano la migrazione di radon all'interno dell'edificio poiché esso genera una leggera depressione della cantina/ del piano inferiore che di conseguenza "risucchia" il radon all'interno dell'abitazione.                                                                                                                                                                                              |
| Intervento passivo             | Un intervento viene definito passivo quando non comporta un consumo di energia elettrica e per questo non richiede la messa in funzione di una ventilazione meccanica (esempio: barriera anti-radon).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Intervento attivo              | Un intervento viene definito attivo quando è necessario l'uso di un ventilatore per la messa in depressione o sovrappressione di uno spazio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Ventilatore assiale            | L'aria viene aspirata e spinta parallelamente all'asse di rotazione del ventilatore. In generale, la portata d'aria è superiore a quella del ventilatore radiale centrifugo. I ventilatori assiali o a elica consentono flussi d'aria elevati, ma di solito possono fornire grandi differenze di pressione solo se la velocità periferica delle pale è elevata. Per questo motivo sono spesso rumorosi. Tuttavia, i recenti progressi hanno permesso ad alcuni produttori di ottenere caratteristiche simili a quelle dei ventilatori centrifughi con livelli di rumore solo leggermente superiori. Questi ventilatori sono anche molto semplici da installare e a basso costo. I ventilatori assiali possono avere rendimenti molto elevati (fino al 90%), ma sono molto sensibili alle condizioni di alimentazione, cioè al profilo di velocità dell'aria a monte del ventilatore. <sup>2</sup> |

<sup>1</sup> Foglio informativo concernente le prestazioni dei consulenti in materia di radon.

[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

<sup>2</sup> Fonte: [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

## Glossario

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ventilatore radiale-centrifugo        | L'aria viene aspirata parallelamente all'asse di rotazione e spinta dalla forza centrifuga perpendicolarmente all'asse di rotazione. A parità di diametro della girante, i ventilatori centrifughi hanno una capacità di portata inferiore rispetto ai ventilatori assiali, ma consentono differenze di pressione molto più elevate. Se la portata deve essere aumentata, è necessario utilizzare una girante doppia con due bocche di ingresso. I ventilatori centrifughi sono notoriamente più silenziosi di quelli assiali. <sup>2</sup> La cassa del ventilatore come fornita dal produttore potrebbe non essere completamente ermetica, per questo deve essere verificata e se necessario devono essere presi degli accorgimenti al riguardo (chiusura di buchi per le viti, copertura di giunti tra le parti, ...). |
| Impianto pilota                       | Si tratta di un impianto preliminare installato nell'edificio che viene monitorato per qualche giorno al fine di valutarne l'efficacia. Una volta che il test sull'impianto pilota viene superato, è possibile procedere con l'installazione dell'impianto definitivo. Questa prova viene normalmente eseguita quando si utilizza un ventilatore.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Locale a rischio                      | Un locale è considerato a rischio se si trova a contatto con il terreno, con un locale con alte concentrazioni di radon (ad esempio una cantina con pavimento in suolo naturale o una parete contro terra).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Spazio interrato                      | Area dell'edificio al di sotto del livello naturale del terreno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Cantina                               | Locale situato nello spazio interrato di un edificio. Questo locale può presentare un pavimento in suolo naturale.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Locali abitativi / a lunga permanenza | Sono considerati locali abitativi / a lunga permanenza, i locali regolarmente occupati più di 15 ore a settimana.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



Questo progetto è stato sviluppato dal Centro competenze radon dell'Università professionale della Svizzera italiana (SUPSI) in collaborazione con il Centro romando sulla qualità dell'aria interna e sul radon (CROQAIR) della Haute école d'ingénierie et d'architecture di Friburgo (HEIA-FR). È stato sostenuto finanziariamente dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).



# VENTILARE E ASSICURARE UNA BUONA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA – ACCORGIMENTI PER IL RADON

## Prevenzione

Presentazione di 6 diversi tipi di ventilazione che vanno dall'aerazione tramite apertura manuale delle finestre alla ventilazione a doppio flusso con recupero di calore. Ogni situazione viene descritta singolarmente attraverso schemi, grafico radar e testi esplicativi.

## Descrizione

Al fine di garantire una buona qualità dell'aria all'interno dell'edificio è importante ventilare regolarmente gli spazi così da evacuare la CO<sub>2</sub> e gli inquinanti che si accumulano (ad esempio oltre al radon i composti organici volatili). Esiste una moltitudine di soluzioni. La ventilazione può avvenire grazie all'apertura manuale delle finestre oppure utilizzando un sistema di ventilazione meccanica. Ogni edificio deve avere un concetto di ventilazione definito in fase di progetto (SIA 180). Inoltre, secondo la norma SIA 180, la riduzione delle concentrazioni di radon all'interno degli spazi abitati non dovrebbe essere ottenuta grazie ad una sovra-ventilazione degli spazi occupati (diluizione del gas), ma eliminando direttamente le fonti di radon presenti nell'edificio o deviando il suo flusso prima che entri nello stesso (ad esempio, depressurizzando il terreno sotto l'edificio con un drenaggio del radon, come descritto nella scheda P3 *Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon*).

Un'aerazione mediante l'apertura manuale delle finestre può rimuovere temporaneamente il radon che si accumula nei locali, ma non risulta essere idoneo come sistema di prevenzione a lungo termine. Inoltre, richiede un intervento regolare da parte degli occupanti.

I sistemi di estrazione meccanica dell'aria (ad esempio la cappa della cucina o la ventola del bagno) creano una depressione nell'edificio. Quest'ultima può aumentare la penetrazione del gas all'interno dell'edificio se esso non è ermetico contro il terreno e/o se le prese d'aria esterna sono insufficienti o non ben mantenute, non potendo così compensare in modo efficiente l'aria estratta.

I sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso sono generalmente una soluzione che garantisce una buona qualità dell'aria nell'edificio. Una leggera sovrappressione può contribuire a limitare l'ingresso del radon, ma in alcuni casi può avere conseguenze che potrebbero generare problemi di fisica della costruzione a lungo termine.

| Sistemi di ventilazione e riduzione della concentrazione di radon in una nuova costruzione | Adatto | Adatto con riserve | Non o poco adatto |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------|-------------------|
| Aerazione tramite apertura manuale delle finestre                                          |        |                    | *                 |
| Ventilazione naturale tramite apertura automatizzata delle finestre                        |        | **                 |                   |
| Ventilazione a flusso singolo eventualmente sensibile all'umidità                          |        | **                 |                   |
| Ventilazione centralizzata a doppio flusso con recupero di calore                          | ***    |                    |                   |
| Ventilazione a doppio flusso per locale con recupero di calore                             | ***    |                    |                   |
| Ventilazione meccanica per insufflazione                                                   |        | ***                |                   |

\* L'aerazione mediante l'apertura delle finestre non può essere considerata una soluzione preventiva per la protezione dal radon nei nuovi edifici. Può essere considerata sufficiente solo se questo problema è stato risolto con altri interventi, come la resa ermetica dell'involucro contro il terreno o la deviazione del flusso mediante l'installazione di un drenaggio dedicato.

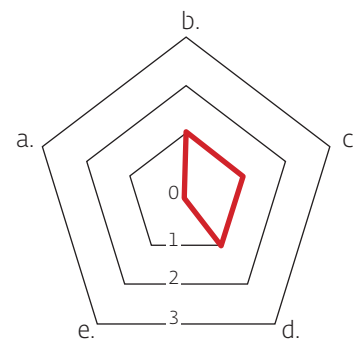
\*\* La ventilazione meccanica a sola estrazione non è adatta come misura preventiva contro il radon se l'edificio è situato in un'area ad alto rischio o se l'ermeticità dell'involucro contro il terreno non è perfettamente garantita.

\*\*\* A causa della sovrappressione, esiste il rischio di perdite d'aria. Queste perdite potrebbero generare condensa nell'involucro e danneggiare gli elementi sensibili (parti in legno, isolamento, ecc.). Una costruzione intelaiata in legno o il sottotetto di una casa in muratura non sono di per sé molto ermetici (senza pareti continue, intonaco, ecc.). Nel documento "Ventilation mécanique par insufflation dans l'habitat individuel, Rapport final, Martine Bianchina, Mars 2017, COSTIC", si indica che una sovrappressione di solo 1Pa può creare un accumulo di umidità duraturo e inaccettabile nelle pareti di un edificio intelaiato in legno.

## Aerazione tramite apertura manuale delle finestre

Consiste nell'apertura manuale delle finestre da parte degli occupanti. Per una migliore aerazione degli spazi interni in inverno, si raccomanda di arieggiare da 4 a 6 volte al giorno (ventilazione unilaterale 10-15 minuti, ventilazione passante 3-5 minuti), secondo la norma SIA 2023. La presenza degli occupanti è necessaria al fine di assicurare l'aerazione. L'efficacia dipende anche dall'altezza delle finestre, poiché in assenza di vento, più l'apertura è alta a parità di sezione e maggiore sarà il ricambio d'aria. In caso di ventilazione passante, che è più efficiente, risulta essere decisiva la velocità del vento.

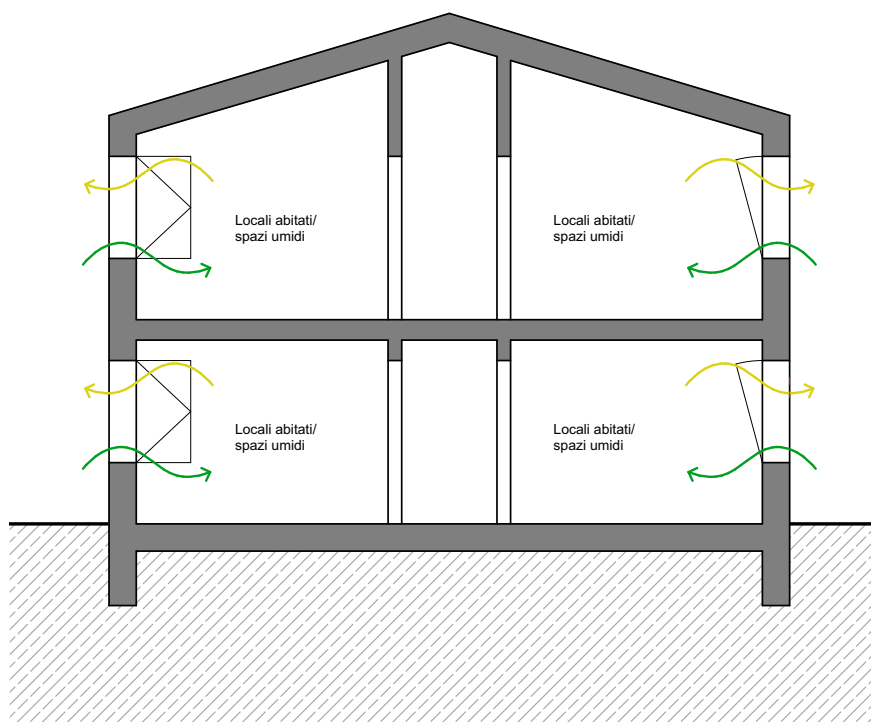
Se la superficie di contatto tra l'edificio e il terreno è ben sigillata, una regolare aerazione grazie all'apertura manuale delle finestre è sufficiente per ridurre basse concentrazioni presenti nei locali. Si noti che in inverno, un'apertura a ribalta delle finestre può causare notevoli perdite energetiche senza garantire un'aerazione efficace.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Finestra ad apertura manuale



Con spazi umidi si intendono i locali nei quali c'è un accesso all'acqua (bagno, cucina, lavanderia) e dove quindi si genera maggiore umidità.

### Vantaggi

- ♦ Nessun consumo di elettricità
- ♦ L'utente gestisce autonomamente l'aerazione.

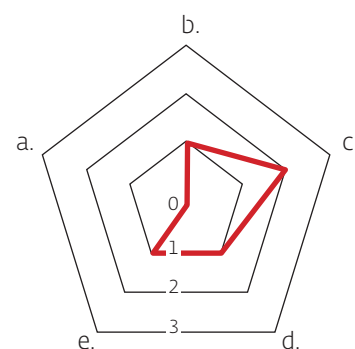
### Svantaggi

- ♦ Presenza degli occupanti indispensabile: senza un intervento manuale non è possibile diluire le concentrazioni di radon
- ♦ Soluzione insufficiente in presenza di concentrazioni radon importanti
- ♦ Perdite energetiche associate

## Ventilazione naturale tramite apertura automatizzata delle finestre

Apertura automatizzata delle finestre grazie ad un sistema di controllo. La presenza degli occupanti non è quindi necessaria al fine di garantire una ventilazione dei locali. L'efficienza della ventilazione dipende principalmente dalla sezione delle finestre a ribalta. Le finestre vengono generalmente aperte utilizzando questa modalità per prevenire le effrazioni. In caso di ventilazione passante, che è più efficace, la velocità del vento risulta essere il fattore determinante.

Se la superficie di contatto tra l'edificio e il terreno è ben sigillata, una regolare ventilazione grazie all'apertura delle finestre è sufficiente per ridurre basse concentrazioni presenti nei locali.

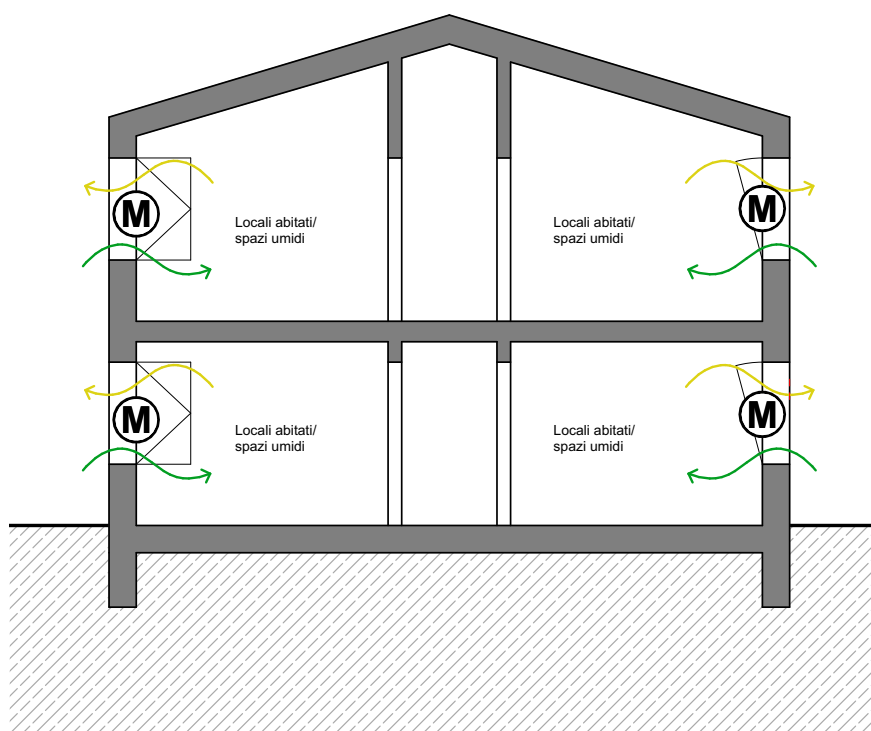


- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Finestre ad apertura automatica

**(M)** = motore



### Vantaggi

- ♦ Aerazione programmata degli spazi
- ♦ Funzionamento indipendente dall'occupante

### Svantaggi

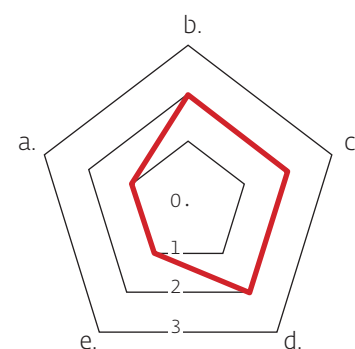
- ♦ Correnti d'aria fredda durante la ventilazione invernale
- ♦ Perdite energetiche.

## Ventilazione a flusso singolo eventualmente sensibile all'umidità

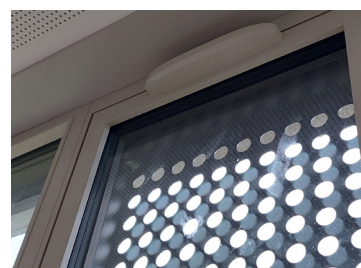
Il ruolo della ventilazione a flusso singolo è quello di garantire un'immissione di aria dall'esterno e di estrarre l'aria viziata e l'umidità in modo continuo e globale. L'aria viziata viene estratta dai locali con produzione di umidità o di odori (ad es. cucina, bagno, WC) mediante bocchette d'estrazione (sensibili all'umidità) e utilizzando un ventilatore che funziona in modo permanente. L'immissione di aria dall'esterno deve avvenire tramite prese d'aria (eventualmente sensibili all'umidità) posizionate nei locali principali (ad esempio camere da letto, soggiorno, ufficio, ecc.) con l'obiettivo di limitare la creazione di una depressione all'interno dell'edificio. Le porte interne devono permettere il passaggio dell'aria tra un locale e l'altro (mantenere uno spazio tra porte e pavimento di 0,5-2 cm) così da garantire una corretta circolazione dell'aria all'interno dell'edificio. L'aria estratta viene espulsa all'esterno grazie ad un estrattore. Se viene installato un ventilatore in ogni locale umido invece di un ventilatore centralizzato, si parla di "ventilazione meccanica decentralizzata".

La ventilazione a sola estrazione e quella sensibile all'umidità sottopongono l'edificio a una leggera depressione, favorendo così l'introduzione del radon. È adatto se l'interfaccia pavimento-edificio è ermetica.

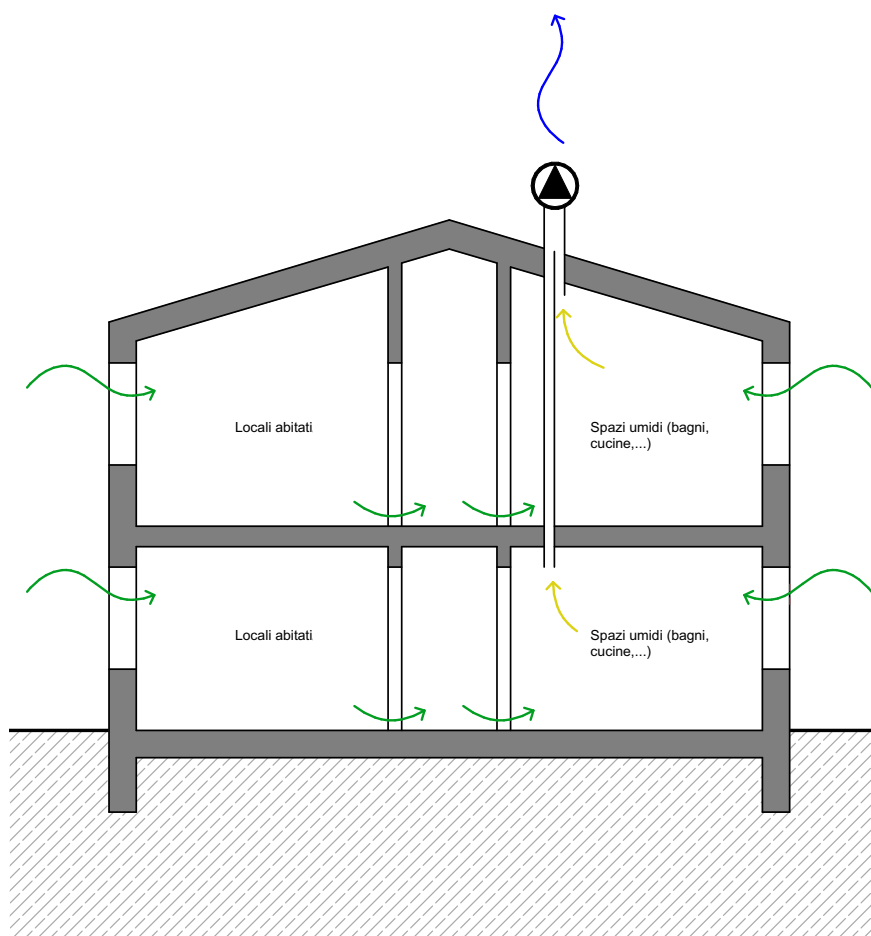
Se l'edificio non è ermetico, l'aria entrerà principalmente attraverso i punti deboli (es: fessure) e non attraverso le prese d'aria previste, mettendo a rischio il corretto funzionamento dell'impianto. Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaco, ecc.). Una buona ermeticità può essere raggiunta prestando particolare attenzione durante la costruzione dell'edificio.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Griglia di ventilazione  
su telaio della finestra



### Vantaggi

- ♦ Rinnovo permanente dell'aria in tutta l'abitazione

### Svantaggi

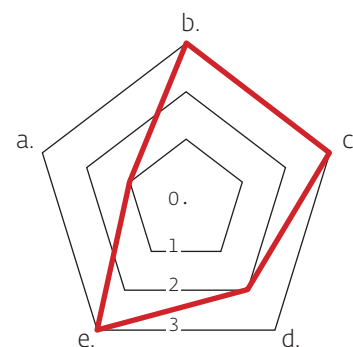
- ♦ Assenza di recupero del calore
- ♦ Potrebbe favorire l'introduzione di radon nell'edificio a causa della leggera depressione generata (necessaria per il funzionamento del sistema)

## Ventilazione centralizzata a doppio flusso con recupero di calore

L'immissione di aria dall'esterno avviene utilizzando una serie di condotte installate negli spazi abitativi. L'estrazione dell'aria viziata nei locali con produzione di umidità o odori (ad es. cucina, bagno, WC) avviene tramite bocchette. È installato un monoblocco con un ventilatore per l'aria immessa e uno per l'aria estratta. Il recupero del calore dall'aria estratta avviene tramite uno scambiatore di calore a piastre o rotante. La portata d'aria deve essere regolata secondo le portate minime previste dalla legge, in base a un programma orario, a un sensore di CO<sub>2</sub> o a un sensore di umidità. Se le concentrazioni di radon presenti nell'edificio sono elevate, la sola ventilazione a doppio flusso non sarà sufficiente a ridurre le concentrazioni di radon. È opportuno prendere in considerazione altre misure di prevenzione.

La messa in sovrappressione dei locali deve essere valutata attentamente in quanto può provocare la fuoriuscita di aria calda e umida attraverso le pareti dell'involucro in inverno, con il rischio di condensa nelle stesse. Se l'involucro dell'edificio non è ermetico all'aria, il rendimento del recupero del calore sarà compromesso. Una costruzione intelaia in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). È possibile ottenere una buona tenuta all'aria curando attentamente la realizzazione.

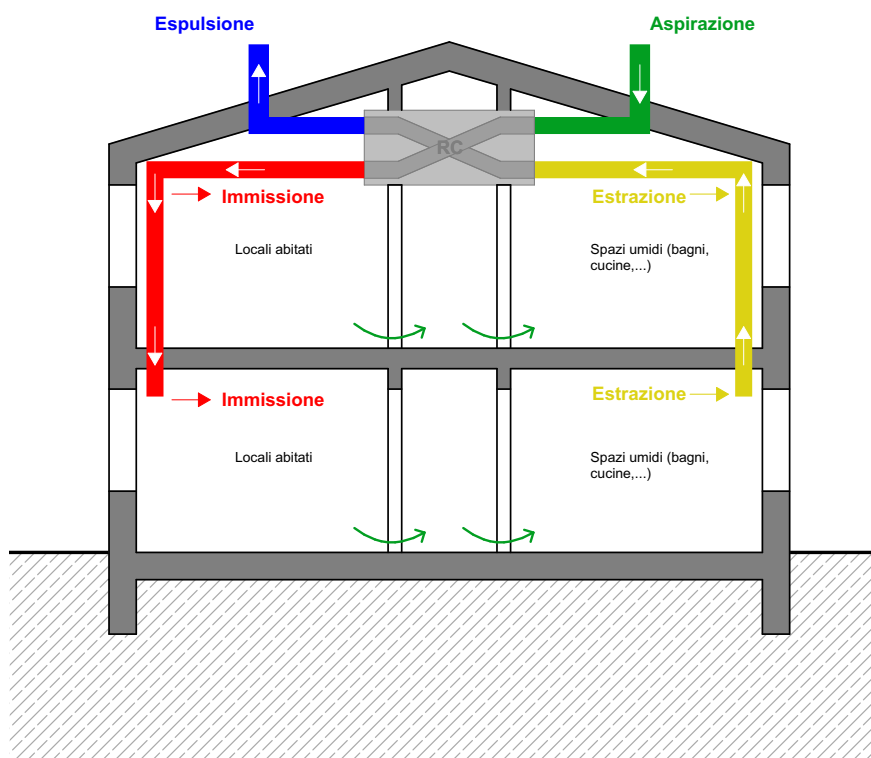
Il filtro del sistema di ventilazione deve essere sostituito regolarmente in quanto dopo qualche tempo non svolge più la sua funzione e, una volta intasato, crea uno squilibrio all'interno del bilanciamento del sistema di ventilazione, generando una depressione all'interno dell'edificio. La manutenzione del sistema di ventilazione si limita alla pulizia periodica delle condotte e delle griglie.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Monoblocco di ventilazione



### Vantaggi

- ♦ Ricambio permanente e automatico dell'aria in tutto l'edificio in base alla scelta della programmazione
- ♦ Assenza di correnti d'aria fredda

### Svantaggi

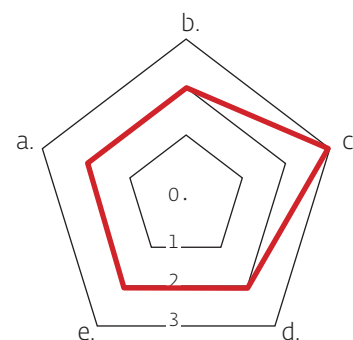
- ♦ Necessaria una manutenzione regolare dell'impianto
- ♦ Sostituzione regolare dei filtri
- ♦ Investimento elevato

## Ventilazione a doppio flusso per locale con recupero di calore

Una macchina viene installata su una finestra o sotto di essa in ogni spazio abitativo. Il recupero del calore dall'aria estratta avviene mediante uno scambiatore di calore a piastre o rotante. Il controllo della portata d'aria è garantito tramite programma orario, sensore di CO<sub>2</sub> o sensore di umidità.

Se le concentrazioni di radon risultano elevate, una soluzione di questo tipo non permetterà di ridurre in maniera sufficiente le concentrazioni. In questo caso è opportuno prendere in considerazione altre misure di prevenzione. La messa in sovrappressione dei locali deve essere valutata attentamente, in quanto può provocare la fuoriuscita di aria calda e umida attraverso le pareti dell'involucro in inverno, con il rischio di condensa nelle stesse.

Se l'involucro dell'edificio non è ermetico all'aria, il rendimento del recupero del calore sarà compromesso. Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). È possibile ottenere una buona tenuta all'aria curando attentamente la realizzazione. La manutenzione degli apparecchi è complicata e costosa, poiché bisogna intervenire su ogni singolo apparecchio presente nell'edificio.

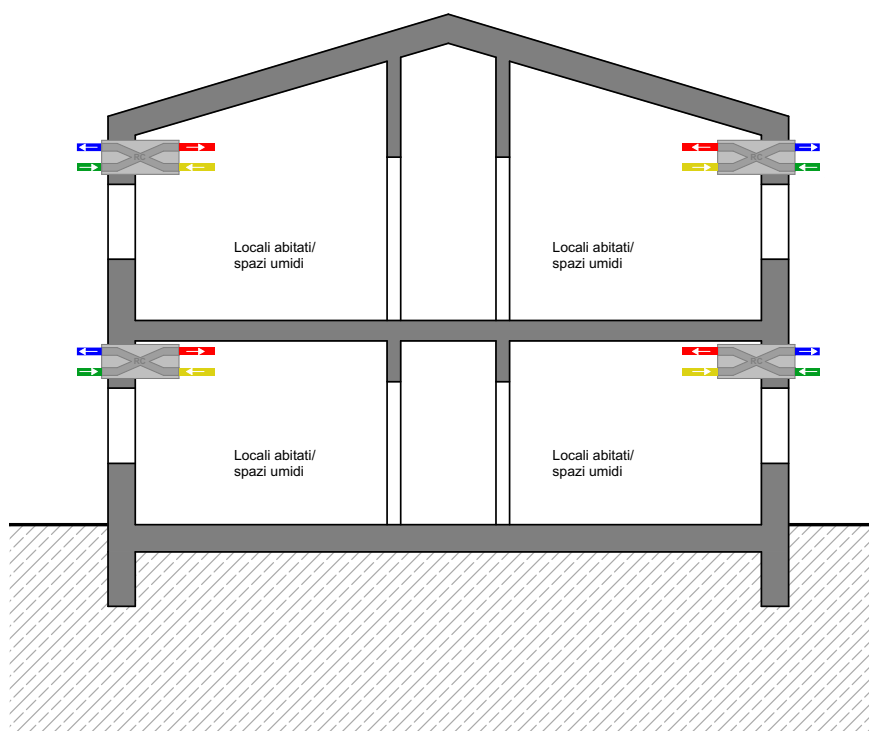


- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Ventilazione doppio flusso  
Fonte: Brink Climate System

- **Espulsione**
- **Aspirazione**
- **Immissione**
- **Estrazione**



### Vantaggi

- ♦ Ricambio costante dell'aria in tutto l'edificio.
- ♦ L'implementazione del sistema può essere adeguata locale per locale.

### Svantaggi

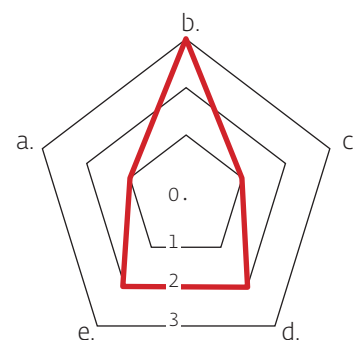
- ♦ Sistema meno adatto alla prevenzione, rispetto al risanamento.
- ♦ Necessaria una manutenzione regolare dell'impianto.
- ♦ Sostituzione regolare dei filtri.
- ♦ Investimento elevato.
- ♦ Possibili problemi di rumore.

## Ventilazione meccanica per insufflazione

L'aria viene immessa meccanicamente nell'edificio per poi essere espulsa attraverso delle griglie, senza un'estrazione meccanica controllata. La presa d'aria esterna si trova solitamente a tetto o sulla facciata. L'aria esterna viene trattata mediante filtrazione e/o riscaldamento nell'unità di trattamento dell'aria prima di essere insufflata attraverso una rete di condotte che la portano a un punto centrale (VMI centralizzata) o a diversi punti di insufflazione nelle stanze principali della casa (VMI decentralizzata). L'aria viziata viene evacuata naturalmente attraverso le bocchette situate in tutti i locali principali e tecnici (VMI centralizzata) o attraverso i locali tecnici (VMI decentralizzata). L'aria entra in ogni stanza attraverso gli spazi di apertura delle porte.

La ventilazione meccanica per insufflazione sottopone l'edificio a una sovrappressione che può limitare la risalita del radon nell'edificio. Tuttavia, se si apre una finestra in una stanza, la sovrappressione scompare. I locali vengono quindi semplicemente ventilati e l'aria fuoriesce dalla finestra aperta.

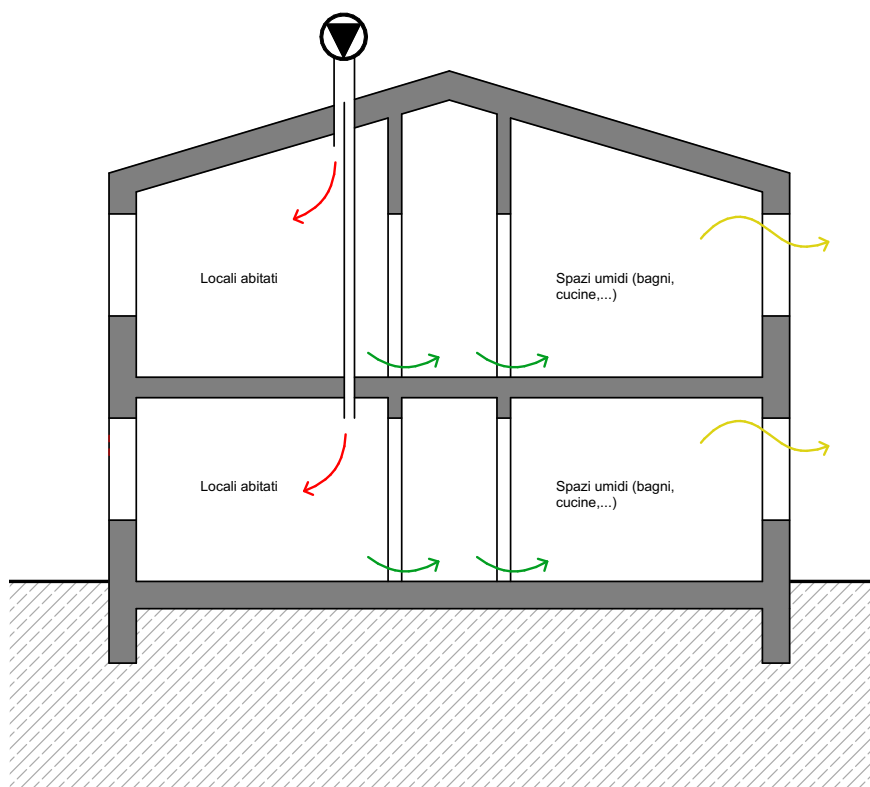
A causa della sovrappressione, esiste il rischio di fuoriuscite d'aria. Queste perdite potrebbero produrre condensa nell'involucro e danneggiare gli elementi sensibili (parti in legno, isolamento, ecc.). Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). Un eccessivo aumento della pressione crea un accumulo di umidità duraturo e inammissibile nelle pareti dell'edificio.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Ventilatore centrifugo



### Vantaggi

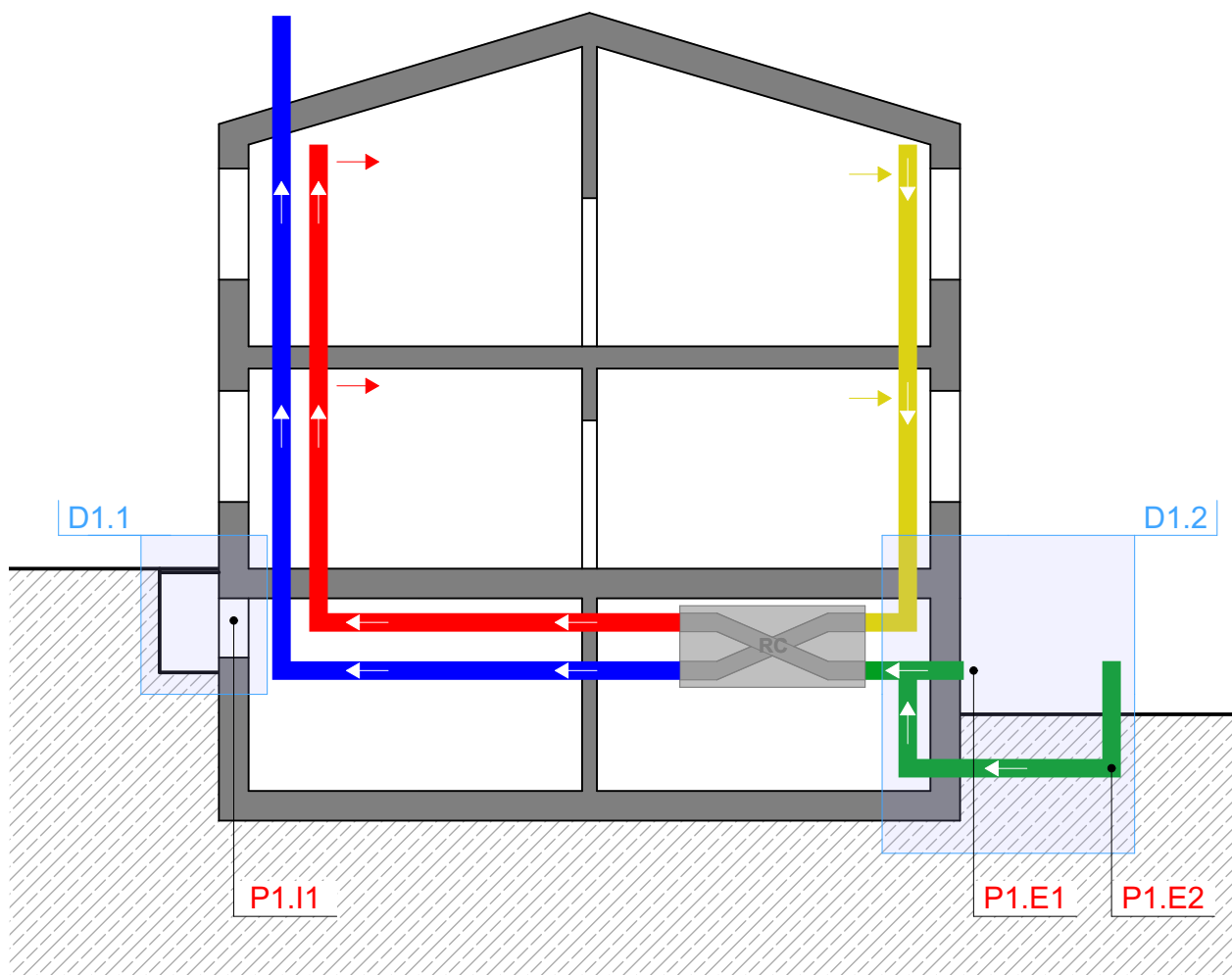
- ♦ Ricambio permanente dell'aria in tutto l'edificio.
- ♦ La leggera messa in sovrappressione limita le infiltrazioni di radon.

### Svantaggi

- ♦ Investimento elevato.
- ♦ Il sistema smette di funzionare nel momento in cui si apre una finestra.
- ♦ Possibili problemi di rumore.



## Schema generale



### P1.E1 Presa d'aria per sistemi di ventilazione

La presa d'aria esterna per i sistemi di ventilazione deve trovarsi a un'altezza di almeno 3 metri da terra nelle aree accessibili al pubblico. Questa altezza può essere ridotta a 1,5 metri nelle aree private senza possibilità di accesso. Se la condotta deve attraversare il terreno, deve essere resa ermetica (vedi dettaglio D1.2 – Pozzo canadese).

### P1.E2 Pozzo canadese

Lo scopo del pozzo canadese è quello di climatizzare l'aria esterna prima di introdurla nell'edificio. La presa d'aria deve essere portata ad almeno 1,5 m o 3 m da terra, a seconda della situazione. Il tubo deve essere reso ermetico, in PE o PP. I collegamenti tra i tubi devono essere ermetici. Nella rete deve essere prevista una pendenza minima del 2% per l'evacuazione dell'acqua di condensa tramite un sifone. L'introduzione nell'edificio deve avvenire in modo attento e con un manicotto a tenuta stagna.

Un'alternativa al pozzo canadese, che presenta minori rischi di contaminazione se non è a tenuta stagna, è uno scambiatore di calore geotermico ad acqua glicolata che consente di intervenire sulla temperatura dell'aria senza la necessità di perforare in profondità.

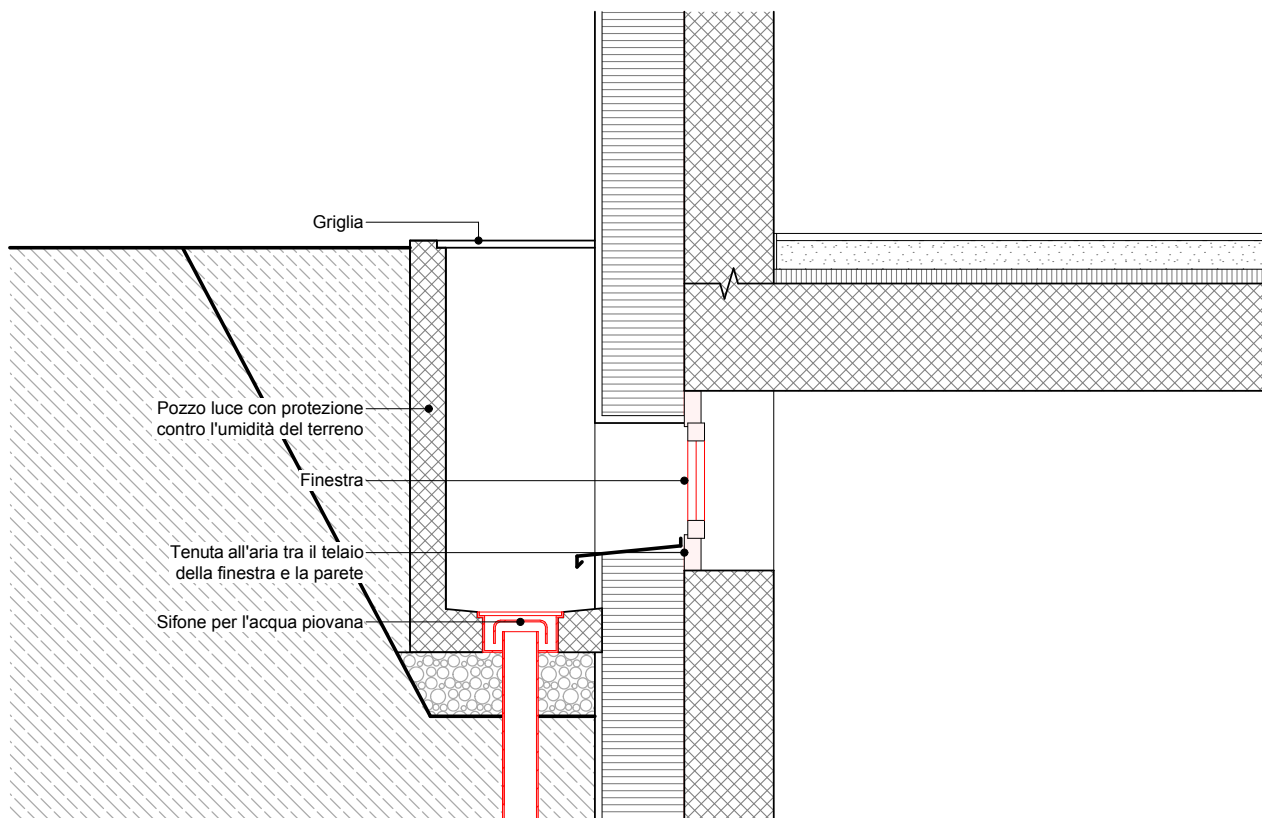
### P1.I1 Finestra in un pozzo luce

Una finestra in un pozzo luce presenta rischi per quanto riguarda il radon. Se il pozzo luce è a tenuta stagna (ad es. cemento, muratura, impermeabilizzante in PP), il rischio di radon si riduce notevolmente. È importante che l'impermeabilizzazione delle superfici dell'involucro sia continua anche nel pozzo.



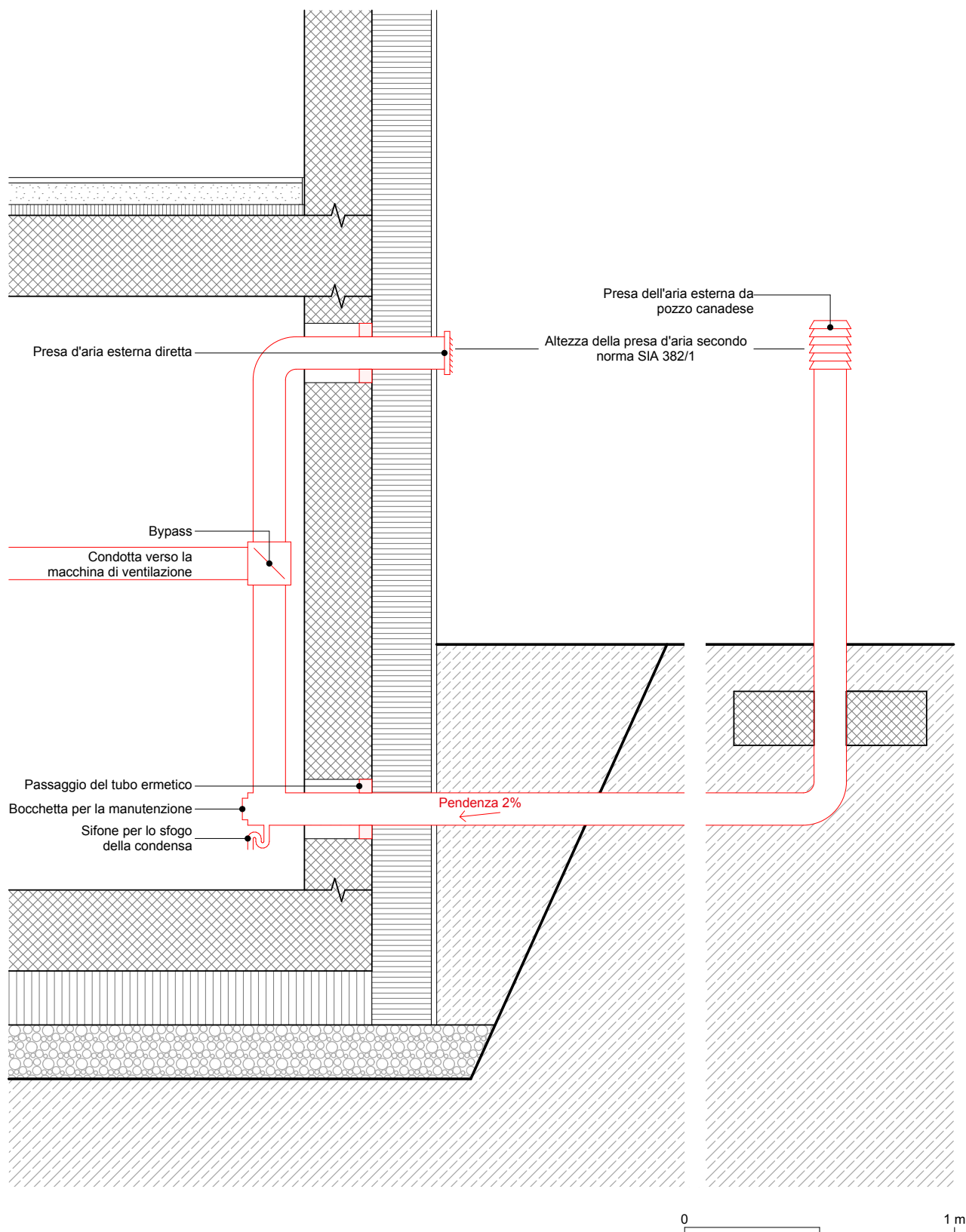
## Dettagli costruttivi

### D1.1 Finestra in un pozzo luce



## Dettagli costruttivi

### D1.2 Presa d'aria esterna per i sistemi di ventilazione con pozzo canadese



# LIMITARE L'INFILTRAZIONE DEL RADON NEGLI EDIFICI – ASSICURARE L'ERMETICITÀ DELLE SUPERFICI A CONTATTO CON IL TERRENO

## Prevenzione

Realizzazione di un involucro ermetico a contatto con il terreno per limitare la penetrazione di radon all'interno dell'edificio.

## Descrizione

Per garantire concentrazioni contenute di radon all'interno dell'edificio è generalmente necessario garantire un involucro ermetico contro terreno. Con il tempo l'edificio si muove e possono comparire delle crepe nell'involucro. Queste fessure possono costituire un percorso preferenziale per l'ingresso del gas radon nell'edificio. Il gas tende a penetrare in misura maggiore e ad accumularsi all'interno dell'edificio in inverno, quando esso è riscaldato e l'effetto camino (convezione naturale) è presente.

I passaggi a contatto con il terreno realizzati in maniera non ermetica possono essere dei punti deboli dell'involucro per quanto riguarda il radon. Lo stesso vale per pareti e pavimenti costruiti con materiali permeabili.

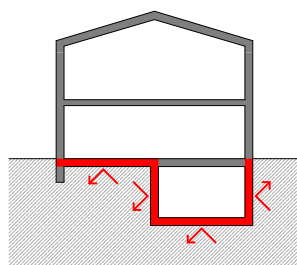
In caso di nuove costruzioni si raccomanda l'utilizzo di un calcestruzzo impermeabile che rispetta la norma SIA 272. Questa impermeabilizzazione dell'involucro può essere ottenuta in diversi modi: costruendo una vasca bianca, gialla o nera o posando una membrana specifica a prova di radon.

Se viene progettata una cantina con un pavimento in suolo naturale, questo locale è più a rischio a causa della mancanza di ermeticità contro il terreno. È importante limitare il trasferimento di gas da questo locale al resto dell'edificio. L'ideale sarebbe avere un accesso esterno alla cantina, garantendo al contempo l'ermeticità verso gli altri locali dell'abitazione. Se si desidera accedere dall'interno, è necessario prevedere una porta ermetica (con battenti ai 4 lati della porta) con chiusura automatica.

### Assicurare l'ermeticità delle superfici a contatto con il terreno

Esistono diverse soluzioni per garantire l'ermeticità degli elementi costruttivi a contatto con il terreno:

- Realizzazione di una vasca bianca (come raccomandato dall'UFSP): realizzazione di un calcestruzzo impermeabile (senza bisogno di una membrana) con inserimento di giunti di ripresa del betonaggio (ad es. nastro di espansione, sigillante elastico per giunti). Crea una protezione contro l'umidità.
- Posa di una membrana "anti-radon" prima o dopo la realizzazione della platea e delle pareti perimetrali. Risulta in questo caso necessario seguire scrupolosamente le istruzioni di posa del produttore.
- Posa di lastre di vetro cellulare utilizzate anche come barriera statica.
- Sigillatura dei passaggi verso il terreno con manicotti o guaine impermeabili.



F.1 Parti dell'involucro a rischio di infiltrazioni

### Vantaggi

- Protezione statica contro il radon
- Crea una protezione contro l'umidità

### Svantaggi

- Il lavoro deve essere eseguito secondo le regole dell'arte per ottenere prestazioni ottimali
- Nel tempo l'ermeticità può ridursi in conseguenza a eventi di assestamento dell'edificio

## Condizioni di messa in opera e accorgimenti / criticità

### Vasca ermetica (bianca / nera / gialla)

Idealmente, nelle nuove costruzioni, la tipologia di struttura a contatto con il terreno dovrebbe essere definita nel corso della fase di progettazione. Le opzioni disponibili sono elencate di seguito.

- La vasca bianca è costituita da un calcestruzzo contenente additivi che lo rendono impermeabile all'acqua, ma non al vapore. Non necessita a priori la posa di altre membrane o l'esecuzione di ulteriori trattamenti. La norma SIA 272 approfondisce il calcestruzzo impermeabile.
- La vasca nera è costituita da uno o più strati bituminosi impermeabilizzanti applicati su una parete in calcestruzzo, in muratura o un isolamento termico. L'impermeabilizzazione viene solitamente eseguita applicando uno strato bituminoso o posando delle specifiche barriere.
- La vasca gialla è costituita di una membrana sintetica posta sul fondo del cassero e funge da barriera anti-radon. È saldamente fissata al calcestruzzo [F.4].

I giunti del calcestruzzo sono solitamente annegati nella parete.

### Giunti di ripresa del betonaggio [F.2; F.3]

I giunti di ripresa nel calcestruzzo devono essere sigillati accuratamente e essere ermetici con l'utilizzo di una resina o una membrana incollata dall'interno o dall'esterno dell'edificio, oppure con un nastro di espansione incorporato nella parete.

### Giunti di dilatazione

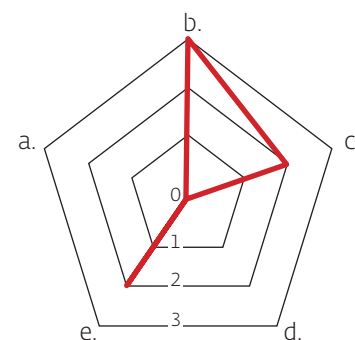
Se l'edificio richiede giunti di dilatazione, è importante trattarli con una membrana flessibile che sopporti i movimenti o con un mastice ad elasticità permanente.

### Barriera / Membrana "anti-radon" [F.4]

Esistono diversi tipi di membrane. In genere, questi elementi sono costituiti da uno o due strati di PE ed eventualmente da un foglio di alluminio. È importante seguire le istruzioni di posa del produttore, in particolar modo per quanto riguarda la sovrapposizione tra due strati. I fogli di alluminio non sono necessariamente adatti a causa della loro mancanza di flessibilità.

### Vetro cellulare

L'isolamento termico può essere posizionato all'esterno o all'interno della struttura e fungere da barriera statica. Ciò contribuisce a creare un involucro isolato continuo, garantendo al contempo una perfetta tenuta al radon. Si raccomanda di seguire le istruzioni di posa del produttore.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



F.2 Vasca ermetica con giunto di ripresa annegato nella parete



F.3 Giunto di ripresa del betonaggio



F.4 Vasca gialla come membrana anti-radon

### Passaggi ermetici verso il terreno [F.5, F.6]

I punti di passaggio delle condotte a contatto con il terreno sono sempre punti sensibili dell'involucro. È necessario trattare il passaggio dei tubi con delle guarnizioni dotate di morsetti che vengono poi annegati nella parete o nella platea di calcestruzzo [F.5; F.6]. Nel caso del passaggio di cavi della rete elettrica, è inoltre necessario sigillare lo spazio tra i cavi elettrici e le guaine, così come tra le guaine e il tubo fodera.

### Pozzo canadese

Vedere la scheda *P1 Ventilare e assicurare una buona qualità dell'aria interna – accorgimenti per il radon*.

### Geotermia / Sonde geotermiche / Teleriscaldamento

Le sonde geotermiche devono essere posizionate al di fuori dell'ingombro dell'edificio. In caso contrario, è necessario prendere delle precauzioni, come l'esecuzione di un drenaggio del radon nel punto di arrivo della sonda geotermica. L'introduzione nell'edificio può avvenire ad esempio passando prima attraverso un pozzo luce in modo da consentire l'evacuazione di un'eventuale risalita del radon dai tubi prima di introdurli nella costruzione.

Nel caso di un campo di sonde geotermiche, le teste delle sonde possono essere raggruppate in un collettore situato all'esterno dell'edificio per limitare il numero passaggi nell'involucro. In tutti i casi, la perforazione dell'involucro deve sempre essere effettuata utilizzando manicotti ermetici.

### Griglia a pavimento [F.7]

Le griglie a pavimento possono essere un punto di ingresso per il radon se i tubi sono carichi di aria contaminata e il sifone è asciutto. Deve essere quindi sempre garantita la loro funzionalità. Si raccomanda inoltre di installare una valvola di non ritorno che garantisca la tenuta del gas anche in assenza di acqua [D2.3].



F.5 Manicotto ermetico con morsetto per l'attraversamento della platea

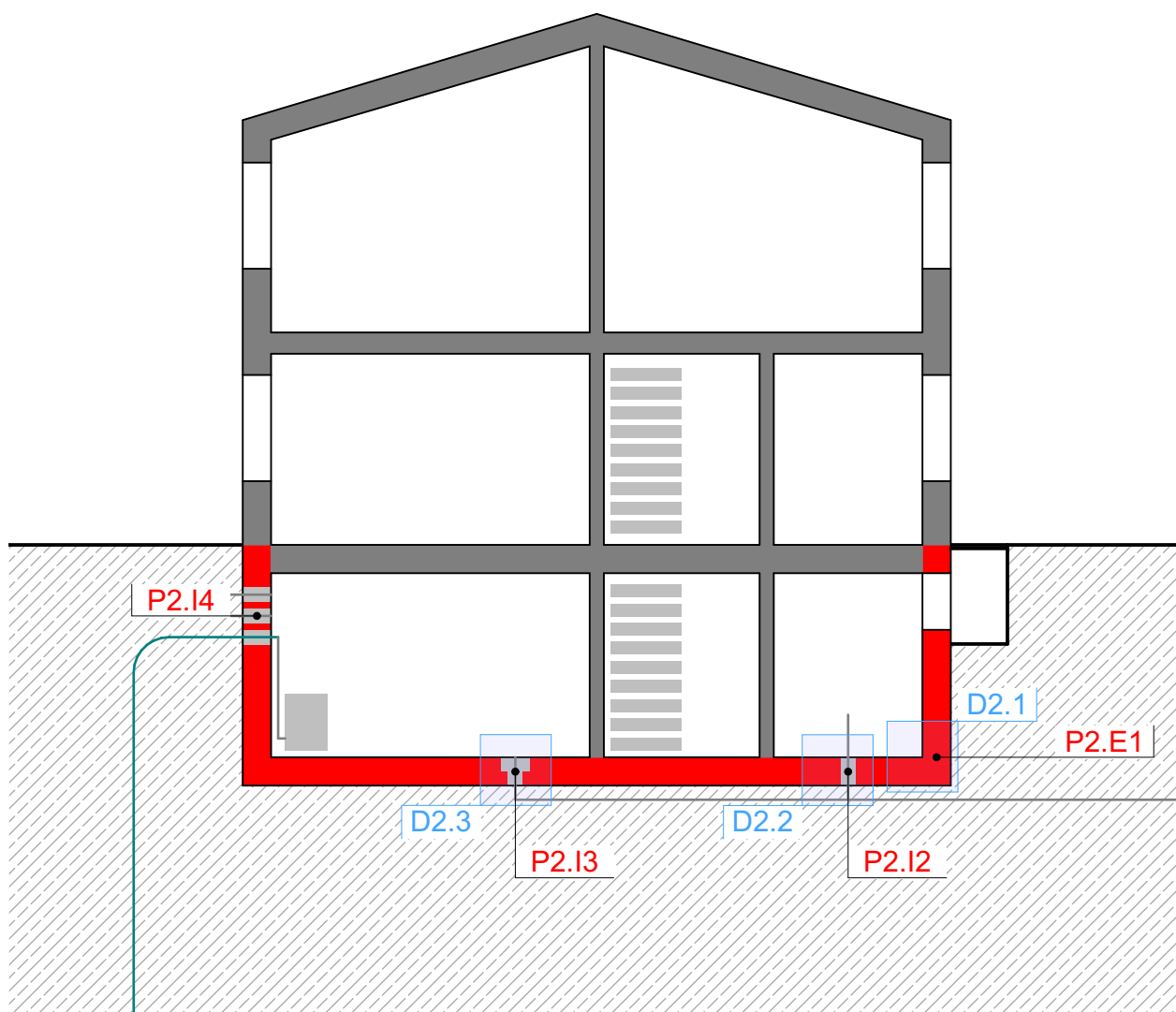


F.6 Manicotto ermetico per l'attraversamento di una parete



F.7 Griglia a pavimento con sifone

## Schema generale



### **P2.E1** Raccordo parete-pavimento

In caso di una costruzione con una vasca ermetica, è importante realizzare i punti di raccordo tra pavimento e parete secondo le regole dell'arte al fine di limitare il passaggio del radon.

### **P2.I2/I4** Punti di passaggio verso terreno

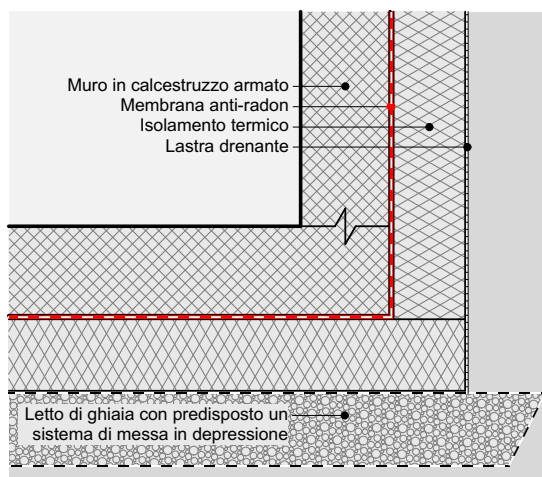
I punti di passaggio devono essere realizzati con l'aiuto di un manicotto ermetico.

### **P2.I3** Griglia a pavimento/sifone

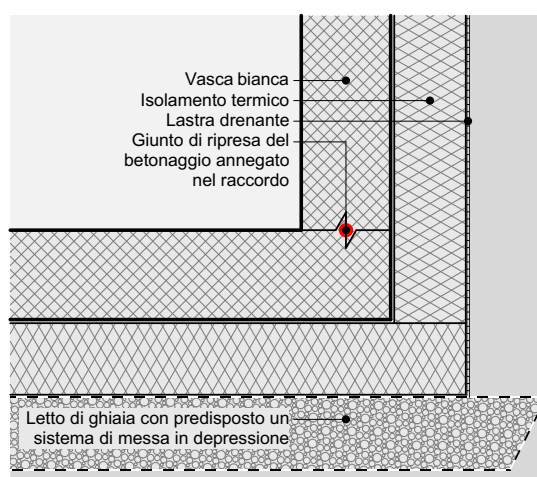
Queste griglie a pavimento devono essere dotate di un sifone o di una valvola anti-ritorno per limitare il riflusso del gas dai tubi.

## Dettagli costruttivi

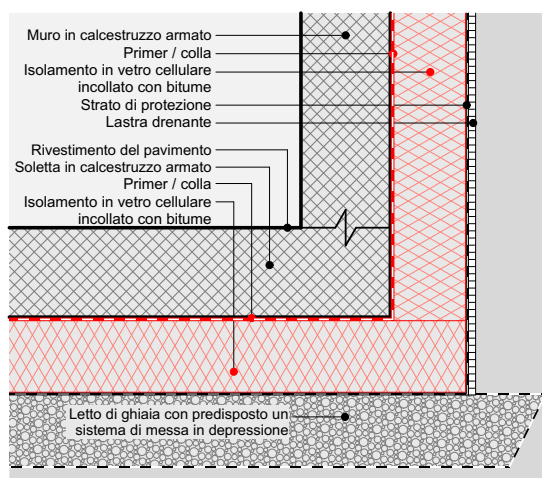
### D2.1/1 Parete in calcestruzzo armato con membrana "anti-radon" esterna



### D2.1/2 Giunto di ripresa del betonaggio in una vasca bianca



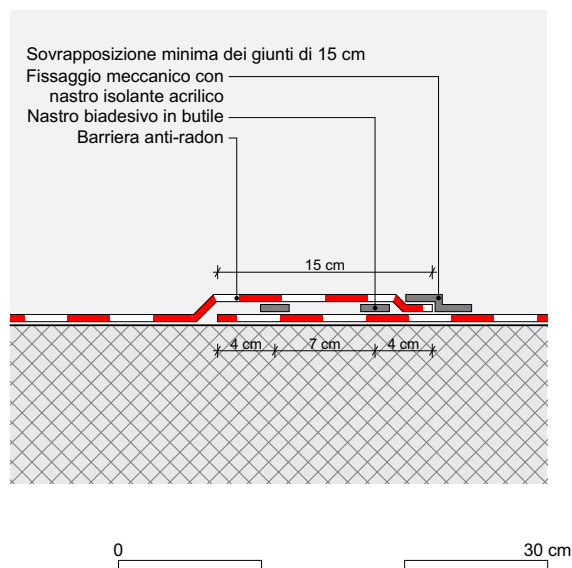
### D2.1/3 Fondazione in calcestruzzo con barriera in vetro cellulare



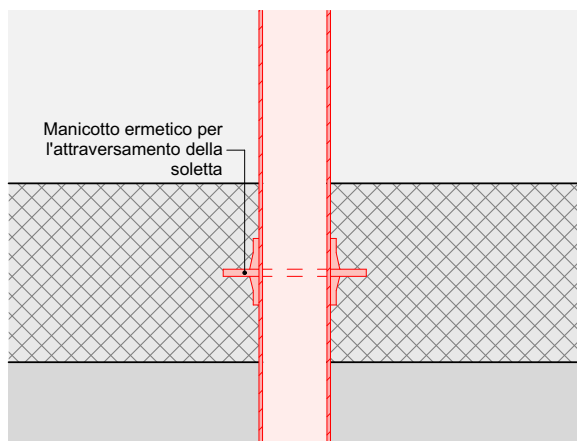


## Dettagli costruttivi

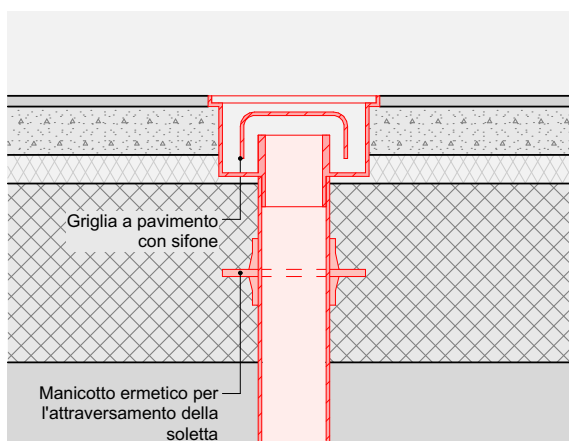
### D2.1/4 Sovrapposizione della membrana "anti-radon"



### D2.2 Passaggio della condotta con manicotto ermetico inserito nella soletta



### D2.3 Sovrapposizione della membrana "anti-radon"



0 30 cm



# METTERE IN DEPRESSIONE IL TERRENO SOTTO L'EDIFICIO — DRENAGGIO RADON

## Prevenzione

Garantire la protezione a lungo termine del nuovo edificio intercettando il gas sotto lo stesso, realizzando una soletta ermetica e trattando accuratamente i passaggi attraverso la soletta..

## Descrizione

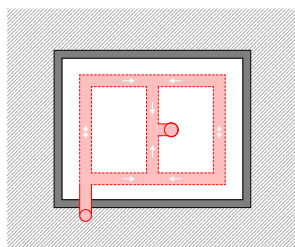
Il sistema di messa in depressione del suolo è un sistema preventivo facilmente applicabile. Lo stesso vuole creare una depressione nel terreno sotto l'edificio per deviare il flusso di radon prima che entri nell'edificio. Questo sistema oltre che di facile progettazione e implementazione in una nuova costruzione, è efficace e durevole.

Il sistema consiste in una rete di drenaggio posata orizzontalmente sotto l'edificio e nella definizione di un punto per l'evacuazione del gas. Il drenaggio è posato in un letto di ghiaia dello spessore di 20-40 cm. La densità della rete varia a seconda della natura del terreno. Infatti, più il terreno è compatto più il sistema deve essere fitto.

Il drenaggio del radon può essere accoppiato con il sistema drenante delle acque chiare presente sotto le fondamenta dell'edificio. Si tratta del cosiddetto drenaggio misto radon/acqua. In tutti i casi, lo scarico deve essere collegato a un punto dedicato all'evacuazione del gas che può avvenire preferibilmente a tetto, ma anche in giardino rispettando determinate condizioni.

### Drenaggio radon con estrazione passiva interna all'edificio

Il sistema di drenaggio viene installato sotto le fondamenta dell'edificio ed è collegato a una condotta che attraversa verticalmente le aree riscaldate dell'edificio, ciò che permette l'evacuazione passiva del radon grazie al tiraggio naturale del sistema.



F.1 Pianta di posa di un drenaggio tipo con estrazione passiva

#### Vantaggi

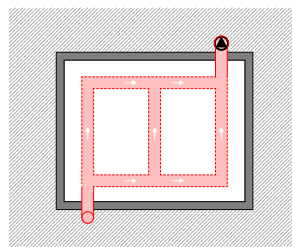
- Funzionamento passivo possibile, senza consumo di energia
- Minima manutenzione necessaria

#### Svantaggi

- Necessità di una condotta verticale ermetica, ma non isolata termicamente negli ambienti riscaldati
- Deve essere previsto già in fase progettuale
- Necessità di condotte di dimensioni importanti

### Drenaggio radon con estrazione meccanica attiva (ventilatore)

Il sistema di drenaggio è installato sotto le fondamenta della casa. Esso è collegato a una condotta che esce in facciata e non può quindi beneficiare del tiraggio naturale. È necessario un ventilatore per garantire l'aspirazione e deviare il flusso di radon verso l'esterno.



F.2 Pianta di posa di un drenaggio tipo con estrazione attiva

#### Vantaggi

- Estrazione ottimale del radon
- Diametro ridotto delle condotte
- Possibile installazione del ventilatore in un secondo tempo

#### Svantaggi

- Consumo di elettricità
- Necessità di manutenzione per il ventilatore
- Condotta in facciata (criterio estetico)

## Condizioni di messa in opera

### Drenaggio radon [F.3]

Nel caso di un drenaggio radon, il diametro dei tubi varia tra i 125 mm e i 160 mm. I tubi presentano le forature orientate verso il basso e sono posizionati nello strato superiore del letto di ghiaia, poco sotto alla soletta.

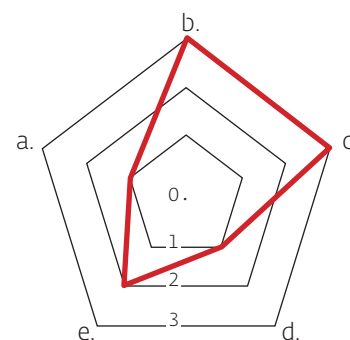
Il drenaggio del radon può assumere diverse forme sotto l'edificio:

- drenaggio ad albero
- drenaggio ad anello

La densità del drenaggio varia a seconda della permeabilità del terreno. In un terreno compattato il drenaggio avrà un interasse di circa 3 m, mentre in un terreno più permeabile l'interasse può arrivare a 8 m. Il drenaggio si interrompe a circa 1 m dalla fondazione perimetrale dell'edificio.

Il drenaggio ad anello è preferibile a quello lineare per ottimizzare le possibilità di funzionamento a lungo termine della rete (ad esempio, riducendo il rischio di intasamento delle condotte che la renderebbe meno efficiente).

In questo caso è importante prevedere un punto d'ispezione (pozzetto) per il controllo dell'impianto e la sua eventuale pulizia.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione

### Drenaggio misto radon/acqua [F.4]

Nel caso di un drenaggio misto radon/acqua, i fori sono orientati verso l'alto. È prevista una pendenza di almeno lo 0,5% per consentire il deflusso dell'acqua. Il diametro dei tubi deve essere sufficiente per consentire la coesistenza di acqua e gas nel drenaggio e deve essere compreso tra 160 mm e 200 mm.

Nel punto di collegamento tra il drenaggio e la canalizzazione delle acque chiare o il sistema di infiltrazione delle acque chiare, deve essere installata una valvola di non ritorno o un sifone. Lo scopo è quello di captare l'aria sotto l'edificio. È importante prevedere un punto d'ispezione (pozzetto) per il controllo dell'impianto e la sua eventuale pulizia.



F.3 Drenaggio radon in PE

### Estrazione passiva [F.5]

La condotta deve essere possibilmente composta da un unico pezzo. Se il tubo deve essere deviato lungo il suo percorso, è possibile farlo con un massimo di due curve di 30°. Il tubo non deve essere isolato termicamente al suo passaggio in locali riscaldati, ma deve essere isolato in locali freddi come cantine, soffitte e sottotetti. Il tubo deve essere ermetico all'aria per tutta la sua altezza e per questo motivo è da preferire l'utilizzo di manicotti termosaldati. Il diametro ideale è di 200 mm. Il cappello di uscita della condotta deve avere una forma che favorisce la messa in depressione della stessa.

È necessario prevedere la possibilità di installare un ventilatore a tetto in un secondo momento, nel caso in cui l'estrazione passiva non risultasse sufficiente. Per questo deve essere predisposto un condotto elettrico.



F.4 Drenaggio radon/acqua in PP

### Estrazione attiva [F.6]

La condotta deve possibilmente composta da un unico pezzo. Il tubo deve essere ermetico all'aria per tutta la sua altezza. Il diametro ideale è compreso tra i 100 mm e i 125 mm. L'ottimizzazione della calotta dell'estrattore aumenta le portate estratte e riduce l'inversione del flusso d'aria nella condotta, migliorando la depressione generata. Il ventilatore deve rimanere sempre acceso.

### Tipo di ventilatore

Un ventilatore centrifugo permette di creare una maggiore depressione nel terreno. La potenza del ventilatore viene scelta in base alla capacità di aspirazione richiesta. Per le case monofamiliari di solito varia tra 10 e 70 W.



F.5 Sistema passivo, passaggio della condotta in platea

## Accorgimenti e criticità

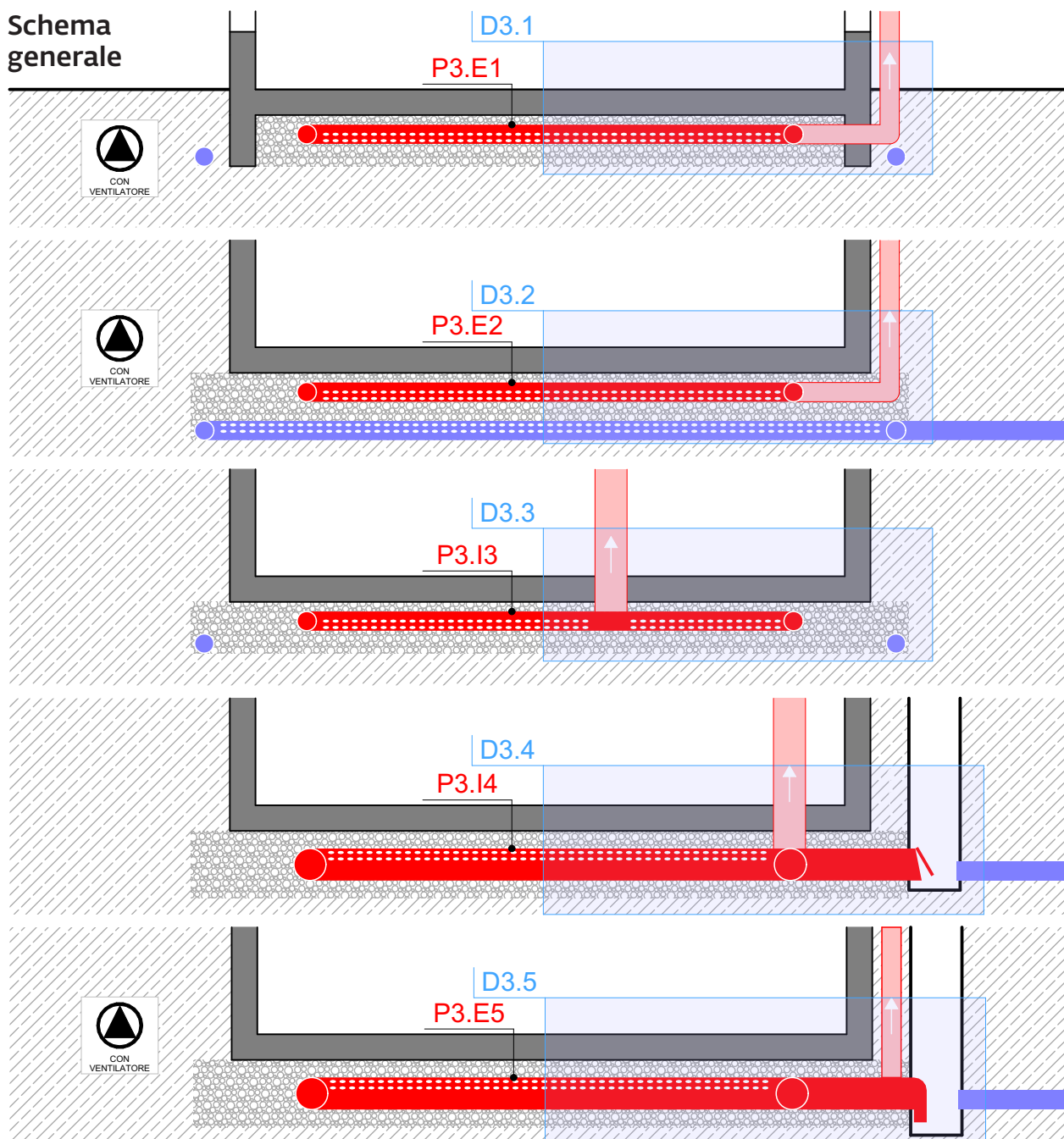
- Le condotte interne e a contatto con il terreno devono essere in PP o PE, ma mai in PVC a causa della sua scarsa resistenza alle sollecitazioni e alle aggressioni chimiche. In facciata è preferibile usare delle condotte in acciaio inossidabile o in rame. È sconsigliato l'utilizzo di condotte flessibili (perdite di carico, durabilità).
- I passaggi delle condotte e tutti i raccordi devono essere ermetici. Si raccomanda l'utilizzo di manicotti ermetici e l'esecuzione di giunture termosaldate.
- Si consiglia di limitare l'impiego di curve nelle condotte poiché causano perdite di carico e riducono la capacità estrattiva del sistema di messa in depressione.
- Nel caso in cui sia necessario inserire un ventilatore, è preferibile la posa verticale in modo da evitare problemi di condensa. Nel caso in cui risulti necessaria la posa in orizzontale, è necessario prevedere un sistema di evacuazione dell'acqua di condensa.
- Si suggerisce la posa del ventilatore all'esterno dell'involucro edilizio. Questo perché il tratto di condotta situata dopo il ventilatore è in sovrappressione e quindi in caso di perdite del sistema la contaminazione dell'aria interna può essere importante.
- Il punto di espulsione dell'aria contaminata deve essere sufficientemente distante dall'edificio per avere un volume di diluizione ottimale ed evitare il ritorno all'interno dell'edificio attraverso le aperture (minimo 2m di distanza). Inoltre, non deve trovarsi in un'area di frequente utilizzo (terrazza, cortile di una scuola, altre abitazioni ...). La posizione ideale è sul tetto. Devono essere considerate le direzioni di eventuali venti predominanti.
- Prevedere fissaggi per il ventilatore e condotte che non trasmettano vibrazioni/rumore all'interno dell'edificio. Eventualmente prevedere un silenziatore all'uscita del condotto di ventilazione.
- Il sistema di drenaggio del radon deve essere dotato di un punto di ispezione (pozzetto) per il controllo e la manutenzione del sistema.
- Nei terreni molto permeabili, si raccomanda di posare uno strato di calcestruzzo magro prima dello strato ghiaia al fine di ottimizzare le prestazioni di drenaggio sotto l'intera superficie dell'edificio (aumenta la resistenza del terreno).
- Nel caso di una costruzione senza piano interrato, prevedere un sistema anti-gelo per permettere la corretta messa in depressione del terreno e non rischiare invece di aspirare l'aria esterna sotto l'edificio.



F.6 Sistema attivo, condotta e ventilatore esterni



F.7 Curva a gomito in un drenaggio misto radon/acqua

Schema  
generale**P3.E1 Drenaggio radon con estrazione attiva sotto la soletta di fondazione**

Aspirazione del radon per creare una depressione sotto le fondazioni dell'edificio e deviare il flusso di aria contaminata verso il tetto grazie all'utilizzo di un ventilatore per l'estrazione attiva del radon.

**P3.E2 Drenaggio radon con estrazione attiva sotto la soletta del piano interrato**

Aspirazione del radon per creare una depressione sotto il piano interrato dell'edificio e deviare il flusso di aria contaminata verso il tetto grazie all'utilizzo di un ventilatore per l'estrazione attiva del radon.

**P3.I3 Drenaggio radon con estrazione passiva all'interno dell'edificio**

Drenaggio del radon per creare una depressione sotto l'edificio e deviare il flusso di aria contaminata in maniera passiva grazie all'effetto camino generato in una condotta che passa attraverso i locali riscaldati dell'edificio.

**P3.I4 Drenaggio misto radon/acqua con estrazione passiva all'interno dell'edificio**

Drenaggio misto del radon e delle acque chiare sotto le fondazioni dell'edificio con evacuazione passiva dal tetto grazie all'effetto camino generato in una condotta che passa attraverso i locali riscaldati dell'edificio.

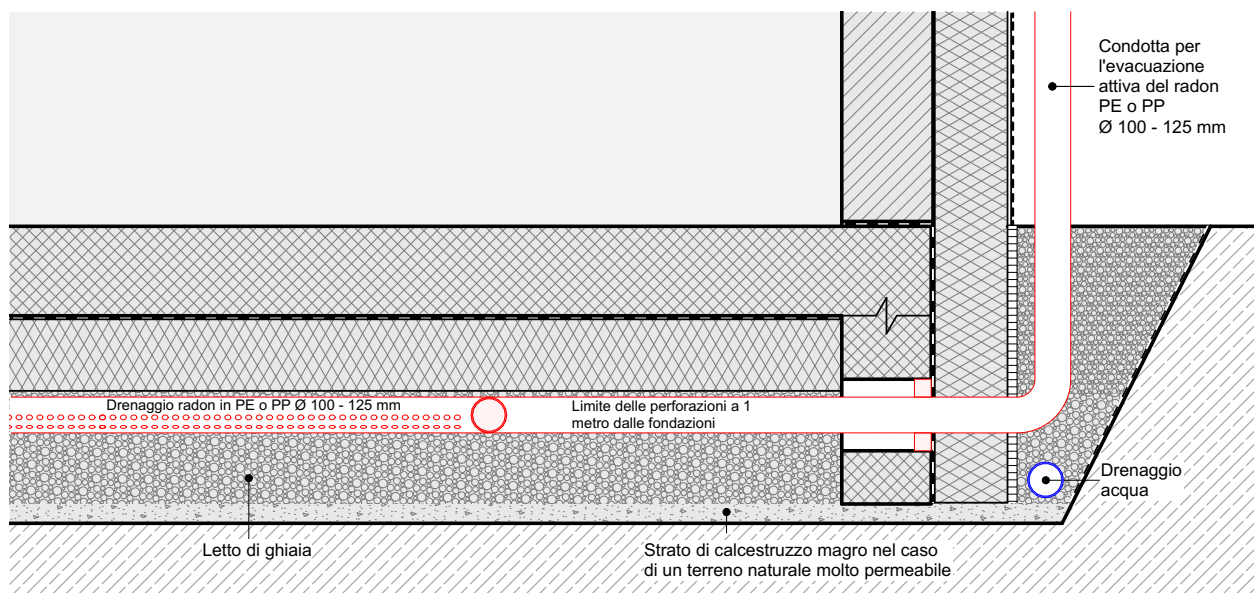
**P3.E5 Drenaggio misto radon/acqua con estrazione meccanica attiva**

Drenaggio misto del radon e delle acque chiare sotto le fondamenta con evacuazione resa attiva attraverso l'uso di un ventilatore.

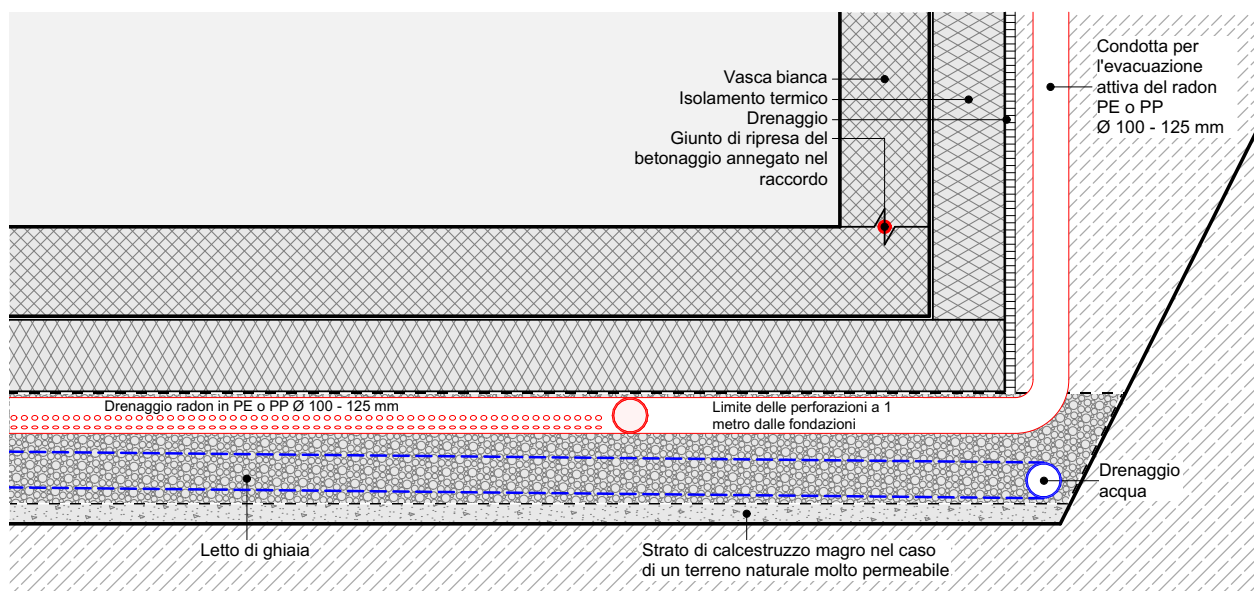


## Dettagli costruttivi

### D3.1 Drenaggio radon sotto la soletta del piano terreno attraverso estrazione meccanica

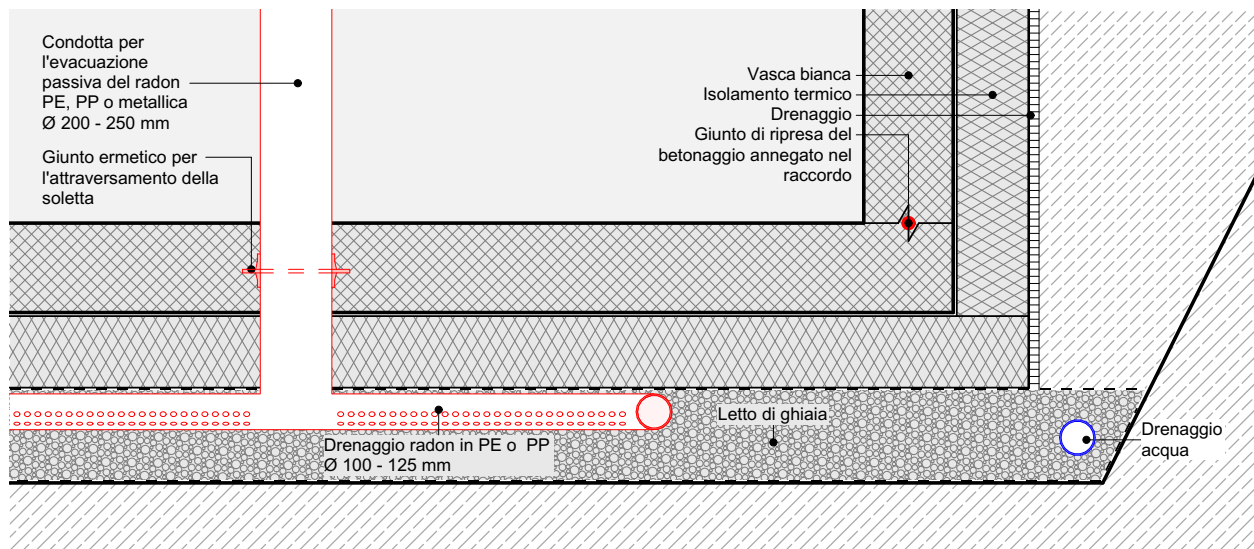


### D3.2 Drenaggio radon sotto la soletta del piano interrato attraverso estrazione meccanica

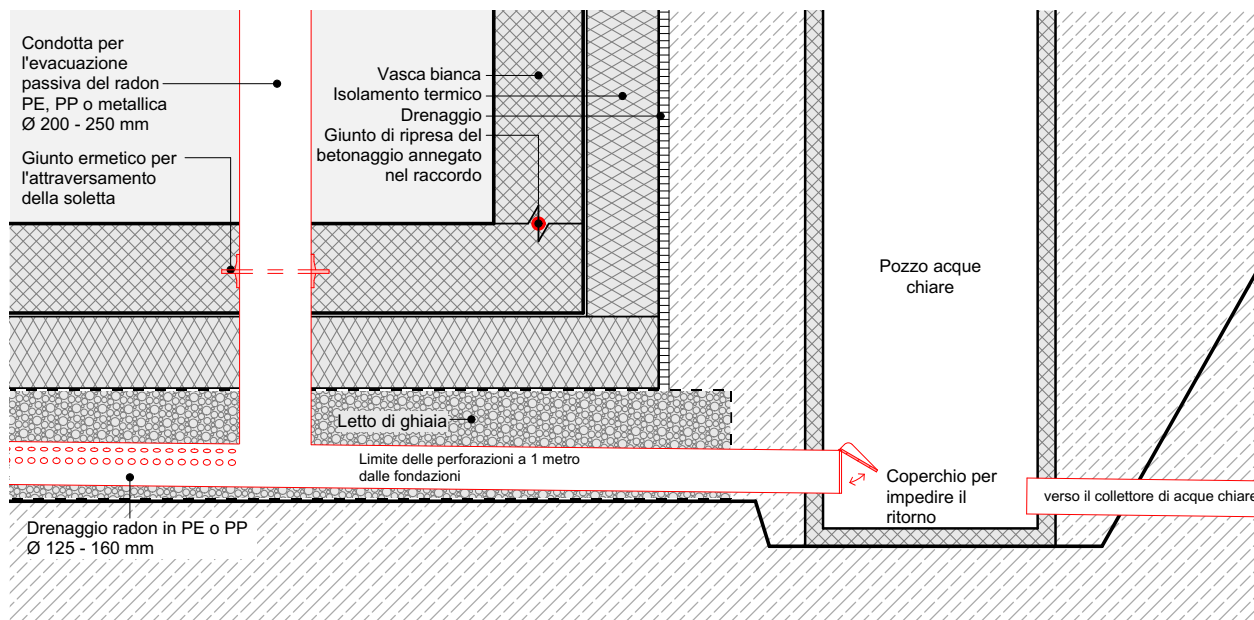


## Dettagli costruttivi

### D3.3 Drenaggio radon sotto la soletta del piano interrato attraverso estrazione passiva

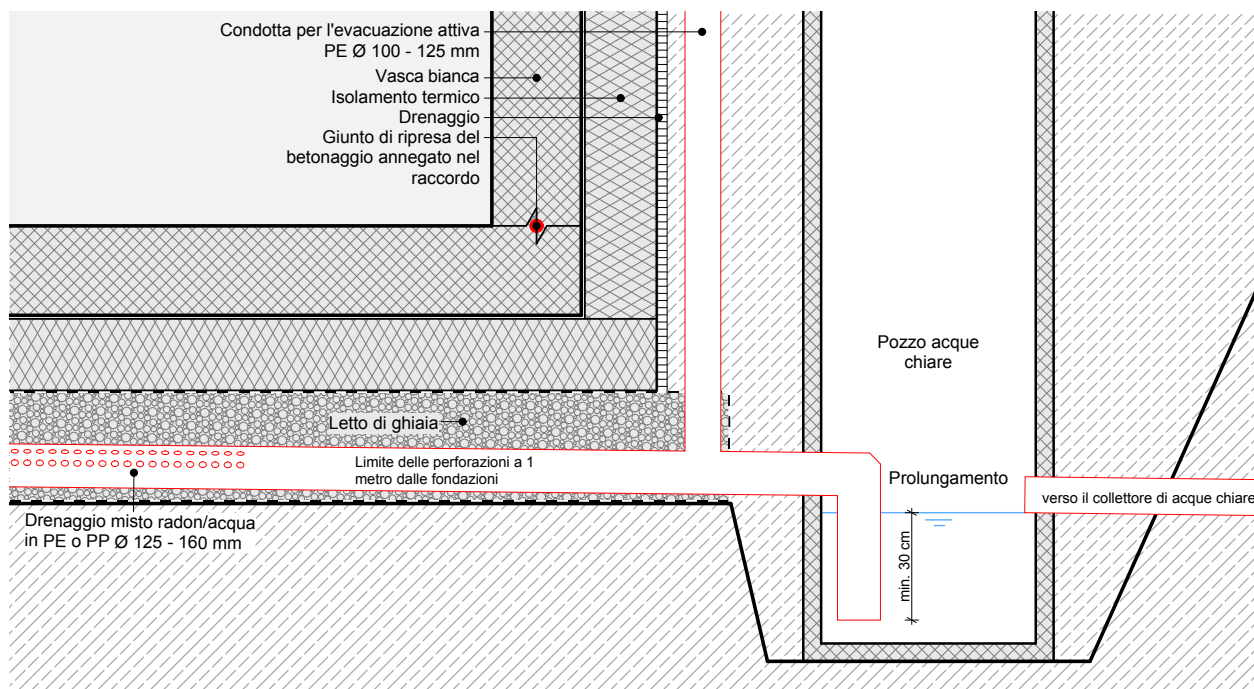


### D3.4 Drenaggio misto radon/acqua sotto la soletta del piano interrato con estrazione passiva all'interno dell'edificio



## Dettagli costruttivi

### D3.5 Drenaggio misto radon/acqua sotto la soletta del piano interrato con estrazione meccanica



# VENTILARE E ASSICURARE UNA BUONA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA – ACCORGIMENTI PER IL RADON

## Risanamento

Presentazione di 6 diversi tipi di ventilazione che vanno dall'aerazione tramite apertura manuale delle finestre alla ventilazione a doppio flusso con recupero di calore. Ogni situazione viene descritta singolarmente attraverso schemi, grafico radar e testi esplicativi.

## Descrizione

Al fine di garantire una buona qualità dell'aria all'interno dell'edificio è importante ventilare regolarmente gli spazi così da evacuare la CO<sub>2</sub> e gli inquinanti che si accumulano (ad esempio oltre al radon i composti organici volatili). Esiste una moltitudine di soluzioni. La ventilazione può avvenire grazie all'apertura manuale delle finestre oppure utilizzando un sistema di ventilazione meccanica. Secondo la norma SIA 180 la riduzione delle concentrazioni radon all'interno degli spazi abitati non dovrebbe essere ottenuta grazie ad una sovra-ventilazione degli spazi occupati (diluizione del gas), ma eliminando direttamente le fonti di radon presenti nell'edificio o deviando il suo flusso prima che entri nello stesso (ad esempio, depressurizzando il terreno sotto l'edificio con un drenaggio del radon, come descritto nella scheda R7 *Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon o nuovo vespaio*).

Un'aerazione mediante l'apertura manuale delle finestre può rimuovere temporaneamente il radon che si accumula nei locali, ma non risulta essere idoneo come sistema di risanamento sul lungo termine. Inoltre, richiede un intervento regolare da parte degli occupanti.

I sistemi di estrazione meccanica dell'aria (ad esempio la cappa della cucina o la ventola del bagno) creano una depressione nell'edificio. Questa depressione può aumentare la penetrazione del gas all'interno dell'edificio se esso non è ermetico contro il terreno e/o se le prese d'aria esterna sono insufficienti o non ben mantenute, non potendo così compensare in modo efficiente l'aria estratta.

I sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso sono generalmente una soluzione che garantisce una buona qualità dell'aria all'interno dell'edificio. Una leggera sovrappressione può contribuire a limitare l'ingresso del radon, ma in alcuni casi può avere conseguenze che potrebbero generare problemi di fisica della costruzione a lungo termine.

| <b>Sistemi di ventilazione e riduzione della concentrazione di radon in una nuova costruzione</b> | <b>Adatto</b> | <b>Adatto con riserve</b> | <b>Non o poco adatto</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| Aerazione naturale tramite apertura manuale delle finestre                                        |               |                           | *                        |
| Ventilazione naturale tramite apertura automatizzata delle finestre                               |               |                           |                          |
| Ventilazione a flusso singolo eventualmente sensibile all'umidità                                 |               |                           | **                       |
| Ventilazione centralizzata a doppio flusso con recupero di calore                                 |               |                           |                          |
| Ventilazione a doppio flusso per locale con recupero di calore                                    |               |                           |                          |
| Ventilazione meccanica per insufflazione                                                          |               | ***                       |                          |

\* In presenza di elevate concentrazioni di radon, l'aerazione manuale mediante l'apertura delle finestre può essere solo una soluzione temporanea d'urgenza, mentre si procede a un intervento volto a ridurre in maniera definitiva le concentrazioni di radon.

\*\* La ventilazione meccanica a sola estrazione mette l'edificio in leggera depressione. Può quindi favorire l'infiltrazione del radon. Questa tecnica è adatta se e solo se l'interfaccia tra il terreno e l'edificio è ermetica e se il terreno può essere messo in depressione sotto la soletta.

\*\*\* A causa della sovrappressione, esiste il rischio di perdite d'aria. Queste perdite potrebbero generare condensa nell'involucro e danneggiare gli elementi sensibili (parti in legno, isolamento, ecc.). Una costruzione intelaiata in legno o il sottotetto di una casa in muratura non sono di per sé molto ermetici (senza pareti continue, intonaco, ecc.). Nel documento "Ventilation mécanique par insufflation dans l'habitat individuel, Rapport final, Martine Bianchina, Mars 2017, COSTIC", si indica che una sovrappressione di solo 1Pa può creare un accumulo di umidità duraturo e inaccettabile nelle pareti di un edificio intelaiato in legno.



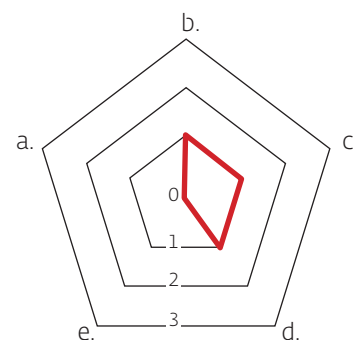
## Aerazione tramite apertura manuale delle finestre

Consiste nell'apertura manuale delle finestre da parte degli occupanti. Per una migliore aerazione degli spazi interni in inverno, si raccomanda di arieggiare da 4 a 6 volte al giorno (ventilazione unilaterale 10-15 minuti, ventilazione passante 3-5 minuti), secondo la norma SIA 2023. La presenza degli occupanti è necessaria al fine di assicurare l'aerazione. L'efficacia dipende anche dall'altezza delle finestre, poiché in assenza di vento, più l'apertura è alta a parità di sezione e maggiore sarà il ricambio d'aria. In caso di ventilazione passante, che è più efficiente, risulta essere decisiva la velocità del vento.

Se la superficie di contatto tra l'edificio e il terreno è ben sigillata, una regolare aerazione grazie all'apertura manuale delle finestre è sufficiente per ridurre basse concentrazioni presenti nei locali.

Se le finestre non sono ermetiche, è molto probabile che avvenga un continuo ricambio d'aria. Se i valori di isolamento delle pareti esterne, dei pavimenti, del tetto, ecc. non sono conformi allo standard SIA 180 e l'aerazione tramite l'apertura manuale delle finestre non è almeno equivalente a quella precedente alla sostituzione delle finestre, vi è il rischio di formazione di muffa e di maggiori concentrazioni di radon nell'abitazione.

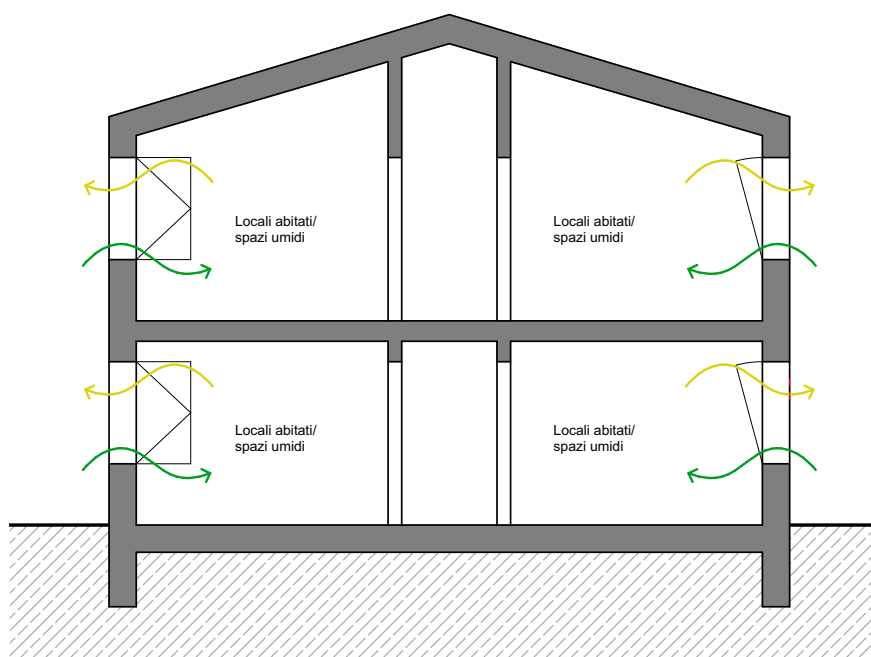
Si noti che in inverno, un'apertura a ribalta delle finestre può causare notevoli perdite energetiche senza garantire un'aerazione efficace.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Finestra ad apertura manuale



Con spazi umidi si intendono i locali nei quali c'è un accesso all'acqua (bagno, cucina, lavanderia) e dove quindi si genera maggiore umidità.

### Vantaggi

- ♦ Nessun consumo di elettricità
- ♦ L'utente gestisce autonomamente l'aerazione
- ♦ Nessun costo di installazione

### Svantaggi

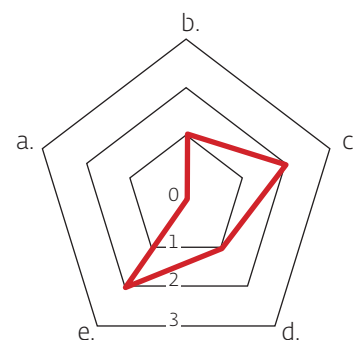
- ♦ Presenza degli occupanti indispensabile: senza un intervento manuale non è possibile diluire le concentrazioni di radon
- ♦ Soluzione insufficiente in presenza di concentrazioni radon importanti
- ♦ Soluzione temporanea e non definitiva
- ♦ Perdite energetiche associate

## Ventilazione naturale tramite apertura automatizzata delle finestre

Apertura automatizzata delle finestre grazie ad un sistema di controllo. La presenza degli occupanti non è quindi necessaria al fine di garantire una ventilazione dei locali. L'efficienza della ventilazione dipende principalmente dalla sezione delle finestre a ribalta. Le finestre vengono generalmente aperte utilizzando questa modalità per prevenire le effrazioni. In caso di ventilazione passante, che è più efficace, la velocità del vento risulta essere il fattore determinante.

Se la superficie di contatto tra l'edificio e il terreno è ben sigillata, una regolare ventilazione grazie all'apertura delle finestre è sufficiente per ridurre basse concentrazioni presenti nei locali.

Se le finestre non sono ermetiche, è molto probabile che avvenga un continuo ricambio d'aria. Se i valori di isolamento delle pareti esterne, dei pavimenti, del tetto, ecc. non sono conformi allo standard SIA 180 e la ventilazione naturale tramite l'apertura automatica delle finestre non è almeno equivalente a quella precedente alla sostituzione delle finestre, vi è il rischio di formazione di muffa e di maggiori concentrazioni di radon nell'abitazione.

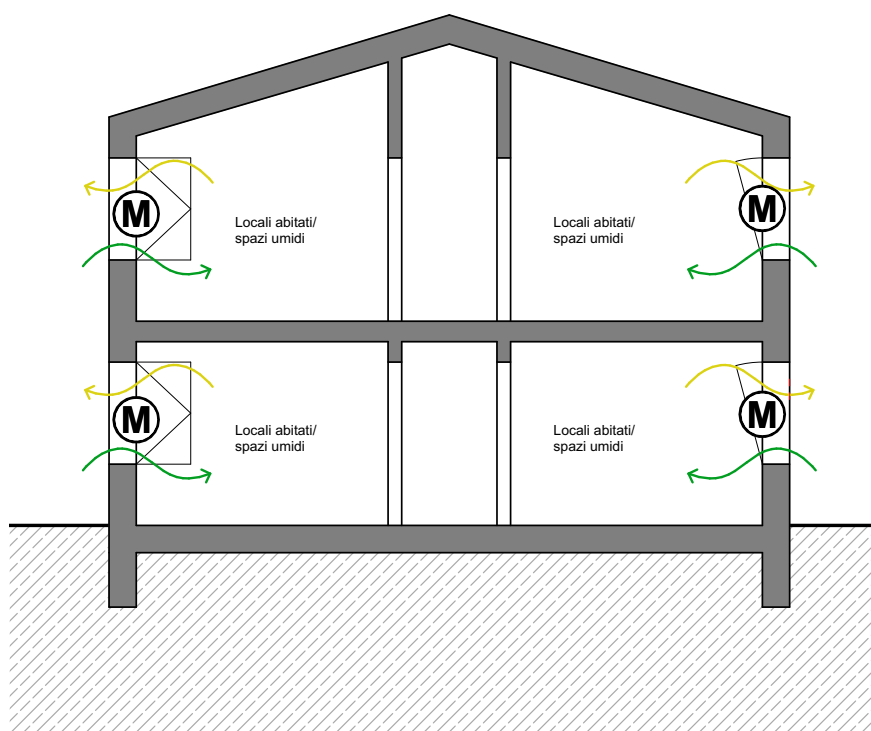


- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Finestre ad apertura automatica

**(M)** = motore



### Vantaggi

- ♦ Aerazione programmata degli spazi
- ♦ Soluzione facilmente adattabile nel caso di un risanamento (nessuna rete di condotte da realizzare)
- ♦ Funzionamento indipendente dall'occupante

### Svantaggi

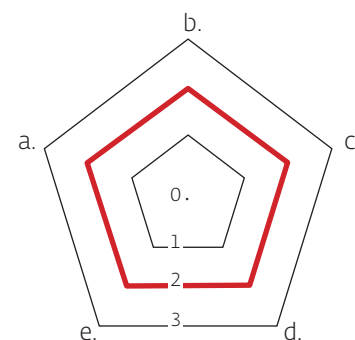
- ♦ Correnti d'aria fredda durante la ventilazione invernale
- ♦ Perdite di energia

## Ventilazione a flusso singolo eventualmente sensibile all'umidità

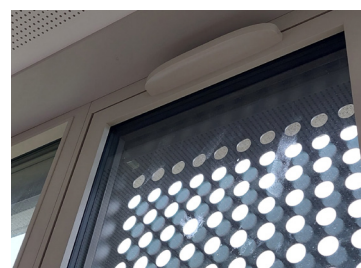
Il ruolo della ventilazione a flusso singolo è quello di garantire l'immissione di aria dall'esterno e di estrarre l'aria viziata e l'umidità in modo continuo e globale. L'aria viziata viene estratta dai locali con produzione di umidità o di odori (ad es. cucina, bagno, WC) mediante bocchette d'estrazione (sensibili all'umidità) e utilizzando un ventilatore che funziona in modo permanente. L'immissione di aria dall'esterno deve avvenire tramite prese d'aria (eventualmente sensibili all'umidità) posizionate nei locali principali (ad esempio camere da letto, soggiorno, ufficio, ecc.) con l'obiettivo di limitare la creazione di una depressione all'interno dell'edificio. Le porte interne devono permettere il passaggio dell'aria tra un locale e l'altro (mantenere uno spazio tra porte e pavimento di 0,5-2 cm) così da garantire una corretta circolazione dell'aria all'interno dell'edificio. L'aria estratta viene espulsa all'esterno grazie ad un estrattore. Se viene installato un ventilatore in ogni locale umido invece di un ventilatore centralizzato, si parla di "ventilazione meccanica decentralizzata".

La ventilazione a sola estrazione e quella sensibile all'umidità sottopongono l'edificio a una leggera depressione, favorendo così l'introduzione del radon. È adatto se l'interfaccia pavimento-edificio è ermetica.

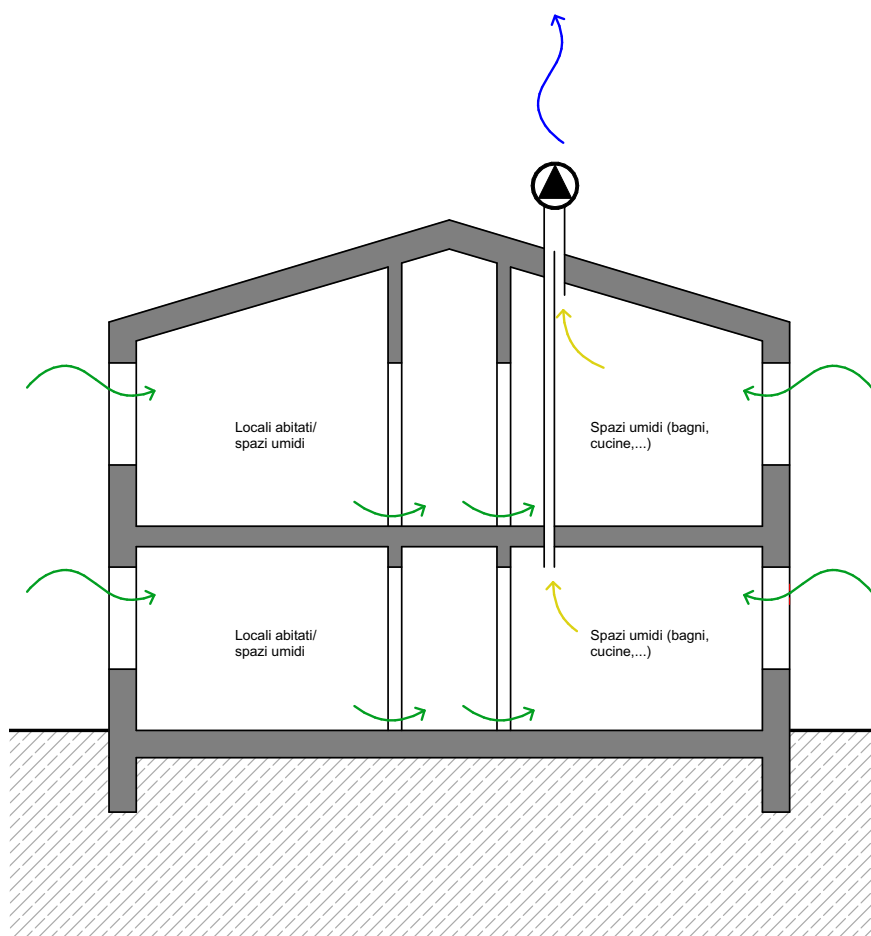
Se l'edificio non è ermetico, l'aria entrerà principalmente attraverso i punti deboli (es: fessure) e non attraverso le prese d'aria previste, mettendo a rischio il corretto funzionamento dell'impianto. Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaco, ecc.). È possibile ottenere una buona tenuta all'aria curando attentamente la realizzazione.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Griglia di ventilazione  
sul telaio della finestra



### Vantaggi

- ♦ Rinnovo permanente dell'aria in tutta l'abitazione
- ♦ Soluzione adatta nel caso di un risanamento (nessuna rete di condotte da realizzare)

### Svantaggi

- ♦ Assenza di recupero del calore
- ♦ Potrebbe favorire l'introduzione di radon nell'edificio a causa della leggera depressione generata (necessaria per il funzionamento del sistema)

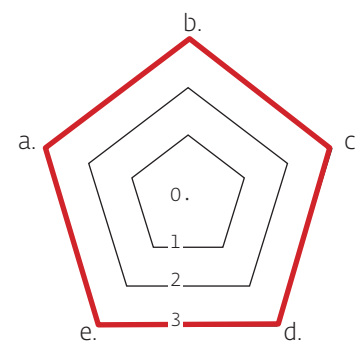
## Ventilazione centralizzata a doppio flusso con recupero di calore

L'immissione di aria dall'esterno avviene utilizzando una serie di condotte installate negli spazi abitativi. L'estrazione dell'aria viziata nei locali con produzione di umidità o odori (ad es. cucina, bagno, WC) avviene tramite bocchette. È installato un monoblocco con un ventilatore per l'aria immessa e uno per l'aria estratta. Il recupero del calore dall'aria estratta avviene tramite uno scambiatore di calore a piastre o rotante. La portata d'aria deve essere regolata secondo le portate minime previste dalla legge, in base a un programma orario, a un sensore di CO<sub>2</sub> o a un sensore di umidità. Se le concentrazioni di radon presenti nell'edificio sono elevate, la sola ventilazione a doppio flusso non sarà sufficiente a ridurre le concentrazioni di radon. È opportuno prendere in considerazione altre misure di risanamento.

La messa in sovrappressione dei locali deve essere valutata attentamente in quanto può provocare la fuoriuscita di aria calda e umida attraverso le pareti dell'involucro in inverno, con il rischio di condensa nelle stesse.

Se l'involucro dell'edificio non è ermetico all'aria, il rendimento del recupero del calore sarà compromesso. Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). È possibile ottenere una buona tenuta all'aria curando attentamente la realizzazione dell'edificio.

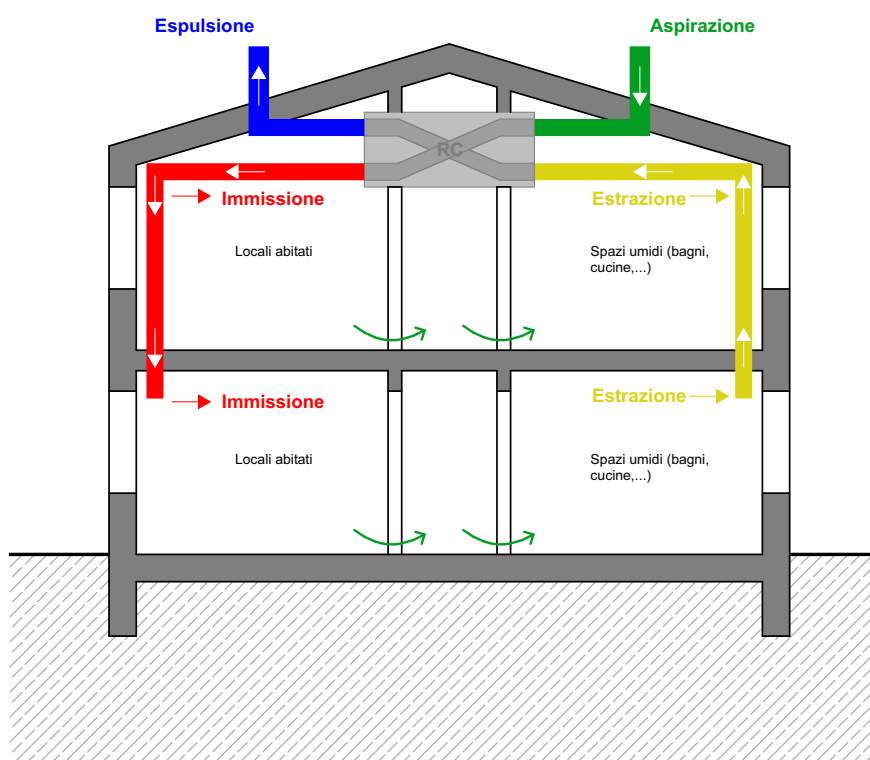
Il filtro del sistema di ventilazione deve essere sostituito regolarmente in quanto dopo qualche tempo non svolge più la sua funzione e, una volta intasato, crea uno squilibrio all'interno del bilanciamento del sistema di ventilazione, generando una depressione all'interno dell'edificio. La manutenzione del sistema di ventilazione si limita alla pulizia periodica delle condotte e delle griglie.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Monoblocco di ventilazione



### Vantaggi

- ♦ Ricambio permanente e automatico dell'aria in tutto l'edificio in base alla scelta della programmazione
- ♦ Assenza di correnti d'aria fredda

### Svantaggi

- ♦ Di difficile applicazione in caso di risanamento, se non a seguito di interventi importati sull'edificio
- ♦ Necessaria una manutenzione regolare dell'impianto
- ♦ Sostituzione regolare dei filtri
- ♦ Investimento elevato

## Ventilazione a doppio flusso per locale con recupero di calore

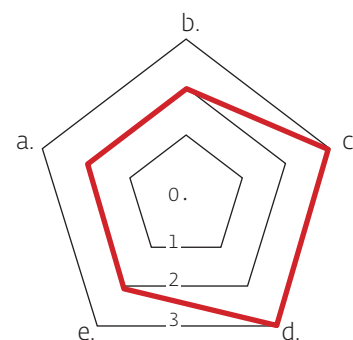
Una macchina viene installata su una finestra o sotto di essa in ogni spazio abitativo. Il recupero del calore dall'aria estratta avviene mediante uno scambiatore di calore a piastre o rotante. Il controllo della portata d'aria è garantito tramite programma orario, sensore di CO<sub>2</sub> o sensore di umidità.

Se le concentrazioni di radon risultano elevate, una soluzione di questo tipo non permetterà di ridurre in maniera sufficiente le concentrazioni. In questo caso è opportuno prendere in considerazione altre misure di risanamento.

La messa in sovrappressione dei locali deve essere valutata attentamente, in quanto può provocare la fuoriuscita di aria calda e umida attraverso le pareti dell'involucro in inverno, con il rischio di condensa nelle stesse.

Se l'involucro dell'edificio non è ermetico all'aria, il rendimento del recupero del calore sarà compromesso. Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). È possibile ottenere una buona tenuta all'aria curando attentamente la realizzazione.

La manutenzione degli apparecchi è complicata e costosa, poiché bisogna intervenire su ogni singolo apparecchio presente nell'edificio.

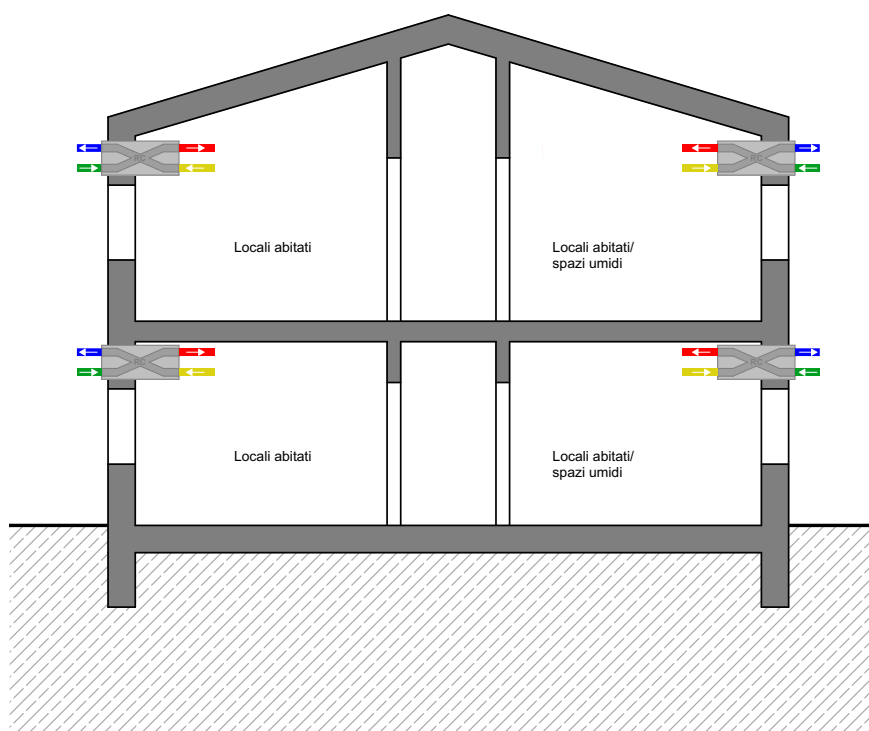


- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Ventilazione doppio flusso  
Fonte: Brink Climate System

- **Espulsione**
- **Aspirazione**
- **Immissione**
- **Estrazione**



### Vantaggi

- ♦ Ricambio costante dell'aria in tutto l'edificio
- ♦ Sistema più semplice da integrare in un risanamento, rispetto alla ventilazione meccanica centralizzata

### Svantaggi

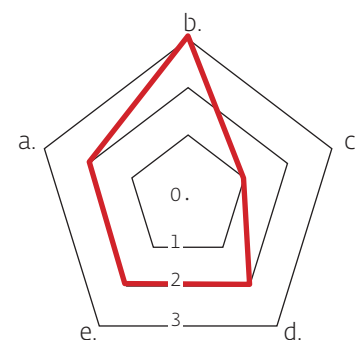
- ♦ Necessaria una manutenzione regolare dell'impianto
- ♦ Sostituzione regolare dei filtri
- ♦ Investimento elevato

## Ventilazione meccanica per insufflazione

L'aria viene immessa meccanicamente nell'edificio per poi essere espulsa attraverso delle griglie, senza un'estrazione meccanica controllata. La presa d'aria esterna si trova solitamente a tetto o sulla facciata. L'aria esterna viene trattata mediante filtrazione e/o riscaldamento nell'unità di trattamento dell'aria prima di essere insufflata attraverso una rete di condotte che la portano a un punto centrale (VMI centralizzata) o a diversi punti di insufflazione nelle stanze principali della casa (VMI decentralizzata). L'aria viziata viene evacuata naturalmente attraverso le bocchette situate in tutti i locali principali e tecnici (VMI centralizzata) o attraverso i locali tecnici (VMI decentralizzata). L'aria entra in ogni stanza attraverso gli spazi di apertura delle porte.

La ventilazione meccanica per insufflazione sottopone l'edificio a una sovrappressione che può limitare la risalita del radon nell'edificio. Tuttavia, se si apre una finestra in una stanza, la sovrappressione scompare. I locali vengono quindi semplicemente ventilati e l'aria fuoriesce dalla finestra aperta.

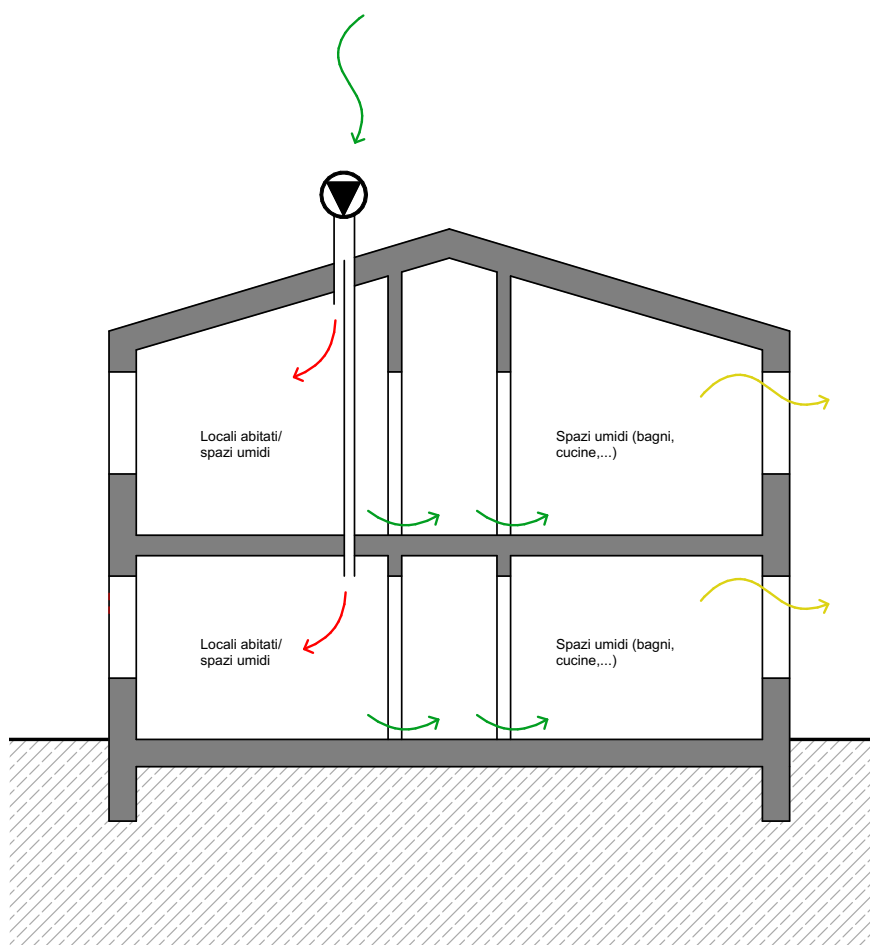
A causa della sovrappressione, esiste il rischio di fuoriuscite d'aria. Queste perdite potrebbero produrre condensa nell'involucro e danneggiare gli elementi sensibili (parti in legno, isolamento, ecc.). Una costruzione intelaiata in legno, così come il sottotetto di una casa in muratura, sono di per sé poco ermetici (assenza di pareti continue, intonaci, ecc.). Un eccessivo aumento della pressione crea un accumulo di umidità duraturo e inammissibile nelle pareti dell'edificio.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



Ventilatore centrifugo



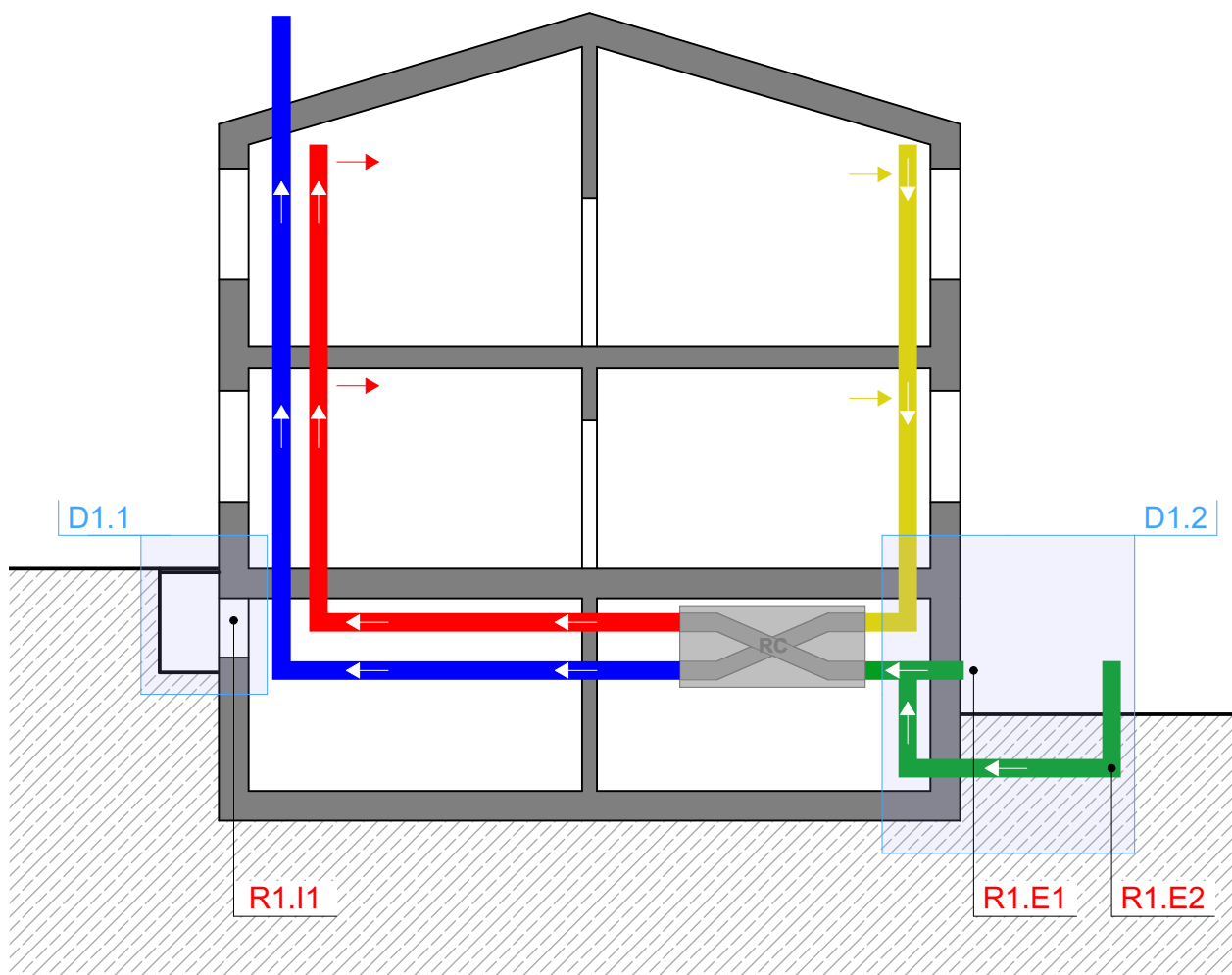
### Vantaggi

- ♦ Ricambio permanente dell'aria in tutto l'edificio
- ♦ La leggera messa in sovrappressione limita le infiltrazioni di radon

### Svantaggi

- ♦ Investimento elevato
- ♦ Il sistema smette di funzionare nel momento in cui si apre una finestra

## Schema generale



### **R1.E1 Presa d'aria per sistemi di ventilazione**

La presa d'aria esterna per i sistemi di ventilazione deve trovarsi a un'altezza di almeno 3 metri da terra nelle aree accessibili al pubblico. Questa altezza può essere ridotta a 1,5 metri nelle aree private senza possibilità di accesso. Se la condotta deve attraversare il terreno, deve essere resa ermetica (vedi dettaglio D1.2 – Pozzo canadese).

### **R1.E2 Pozzo canadese**

Lo scopo del pozzo canadese è quello di climatizzare l'aria esterna prima di introdurla nell'edificio. La presa d'aria deve essere portata ad almeno 1,5 m o 3 m da terra, a seconda della situazione. Il tubo deve essere reso ermetico, in PE o PP. I collegamenti tra i tubi devono essere ermetici. Nella rete deve essere prevista una pendenza minima del 2% per l'evacuazione dell'acqua di condensa tramite un sifone. L'introduzione nell'edificio deve avvenire in modo attento e con un manicotto a tenuta stagna.

Un'alternativa al pozzo canadese, che presenta minori rischi di contaminazione se non è a tenuta stagna, è uno scambiatore di calore geotermico ad acqua glicolata che consente di intervenire sulla temperatura dell'aria senza la necessità di perforare in profondità.

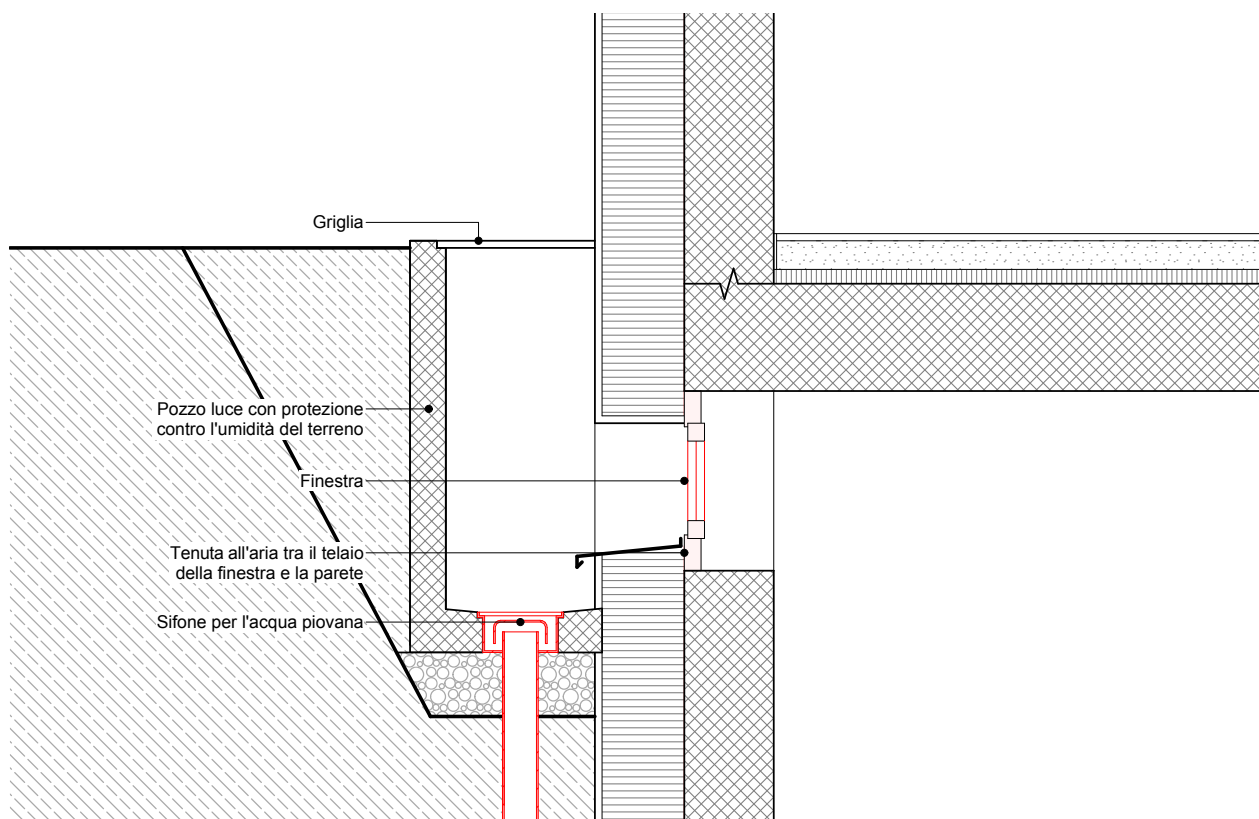
### **R1.I1 Finestra in un pozzo luce**

Una finestra in un pozzo luce presenta rischi per quanto riguarda il radon. Se il pozzo luce è a tenuta stagna (ad es. cemento, muratura, impermeabilizzante in PP), il rischio di radon si riduce notevolmente. È importante che l'impermeabilizzazione delle superfici dell'involucro sia continua anche nel pozzo.



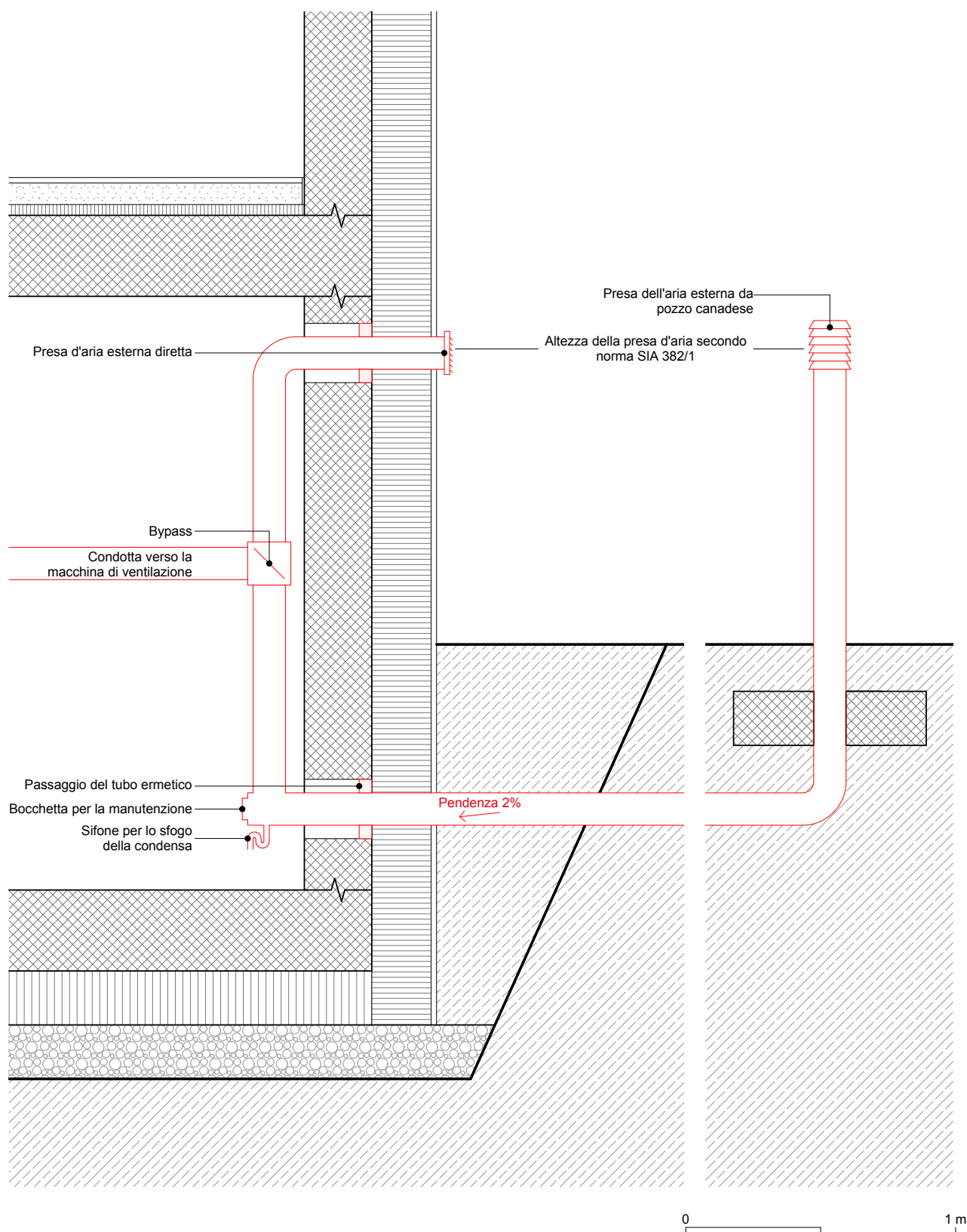
## Dettagli costruttivi

### D1.1 Finestra in un pozzo luce



## Dettagli costruttivi

### D1.2 Presa d'aria esterna per i sistemi di ventilazione con pozzo canadese



# LIMITARE L'INFILTRAZIONE DEL RADON NEGLI EDIFICI – ASSICURARE L'ERMETICITÀ DELLE SUPERFICI A CONTATTO CON IL TERRENO

## Risanamento

Sigillatura di fessure e giunti nel calcestruzzo, installazione di una membrana anti-radon, di una resina o di una vernice epossidica e sigillatura di passaggi della rete di terra, scarichi a pavimento, ecc.

## Descrizione

Per garantire concentrazioni contenute di radon all'interno dell'edificio è generalmente necessario garantire un involucro ermetico contro terreno. Con il tempo l'edificio si muove e possono comparire delle crepe nell'involucro. Queste fessure possono costituire un percorso preferenziale per l'ingresso del gas radon nell'edificio. Il gas tende a penetrare in misura maggiore e ad accumularsi all'interno dell'edificio in inverno, quando esso è riscaldato e l'effetto camino (convezione naturale) è presente.

I passaggi a contatto con il terreno realizzati in maniera non ermetica possono essere dei punti deboli dell'involucro per quanto riguarda il radon. Lo stesso vale per pareti e pavimenti costruiti con materiali permeabili.

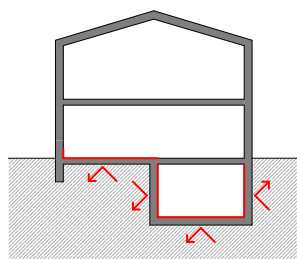
Nel caso di un risanamento dal radon, è possibile sigillare le fessure con un mastice o installare una membrana "anti-radon". Interventi di questo tipo possono tuttavia essere onerosi e il risultato non è sempre soddisfacente.

È possibile, talvolta necessario, che queste misure da sole non siano sufficienti e debbano essere combinate tra loro oppure combinate con altre misure più importanti, come l'installazione di un pozzo radon.

### Assicurare l'ermeticità delle superfici a contatto con il terreno

Negli edifici esistenti, si possono intraprendere misure di risanamento per migliorare la tenuta al radon di pavimenti e pareti:

- Riempimento delle fessure con un composto sigillante (mastice, silicone)
- Utilizzo di una membrana o di una colla epossidica nei giunti di ripresa del betonaggio
- Posa di una membrana/vernice "anti-radon" su pavimenti e muri, ma:
  - Attenzione alla creazione di umidità nelle pareti
  - Attenzione ad eventuali punti critici come raccordi tra due elementi (es: pavimento, parete, soffitto)
- Posa di un vetro cellulare come barriera statica e isolamento termico. È necessario prestare molta attenzione alla posa dei pannelli. Il numero di giunti aumenta il rischio di infiltrazione.



F.1 Parti dell'involucro a rischio di infiltrazioni

### Vantaggi

- Protezione passiva dal radon
- Nessun intervento sulla struttura
- Nessun consumo di energia

### Svantaggi

- Concetto di risanamento che potrebbe essere limitato nel tempo
- La messa in opera di una protezione ermetica/impermeabile nella struttura esistente è un'operazione delicata

## Condizioni di messa in opera e accorgimenti / criticità

### Giunti di ripresa del betonaggio [F.2]

I giunti di ripresa nel calcestruzzo devono essere sigillati accuratamente e essere ermetici con l'utilizzo di una resina o una membrana incollata dall'interno o dall'esterno dell'edificio.

### Giunti di dilatazione

Se l'edificio richiede giunti di dilatazione, è importante trattarli con una membrana flessibile che sopporti i movimenti o con un mastice ad elasticità permanente.

### Barriera / Membrana "anti-radon" [F.3]

Esistono diversi tipi di membrane. In genere, questi elementi sono costituiti da uno o due strati di PE ed eventualmente da un foglio di alluminio. È importante seguire le istruzioni di posa del produttore, in particolar modo per quanto riguarda la sovrapposizione tra due strati. I fogli di alluminio non sono necessariamente adatti a causa della loro mancanza di flessibilità.

### Vetro cellulare come barriera statica

Il vetro cellulare può essere posato internamente a pavimento, a parete o a soffitto, permettendo di assicurare un'isolazione termica e una barriera contro il radon. I pannelli saranno incollati al supporto e i giunti, principale debolezza del sistema dovranno essere ermetici. La posa in due strati con i giunti sfalsati permette di limitare il passaggio dell'aria. Si raccomanda di seguire le istruzioni del produttore per l'installazione.

### Riempimento di fessurazioni [F.4]

Nel caso di risanamento di una parete o una soletta, è possibile chiudere le fessure con un sigillante per limitare il trasferimento di gas dal terreno all'edificio. Il giunto deve essere pulito ed eventualmente allargato per far aderire perfettamente il prodotto. Nel caso di un'area di grandi dimensioni, è anche possibile prevedere un rivestimento del pavimento in resina epossidica.

### Vernice epossidica [F.5]

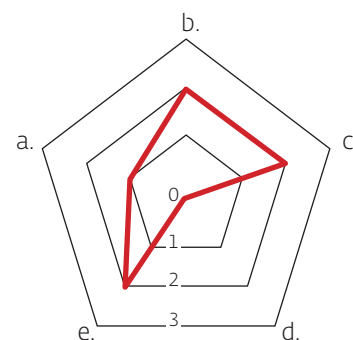
Le vernici epossidiche possono essere utilizzate per sigillare le microfessure di una parete/soletta in calcestruzzo/muratura. Il punto di collegamento tra due elementi (ad es. pavimento, parete, soffitto) deve essere curato con particolare attenzione. Si raccomanda di seguire le istruzioni del produttore per l'applicazione.

### Passaggi ermetici verso il terreno

I punti di passaggio delle condotte a contatto con il terreno sono sempre punti sensibili dell'involucro. È necessario trattare il passaggio dei tubi attraverso l'involucro con manicotti ermetici che vengono poi inseriti nella parete o nella platea di calcestruzzo [F.6]. Nel caso del passaggio di cavi della rete elettrica, è inoltre necessario sigillare lo spazio tra i cavi elettrici e le guaine, così come tra le guaine e il tubo foderato.

### Pozzo canadese

Vedere la scheda R1 *Ventilare e assicurare una buona qualità dell'aria interna – accorgimenti per il radon.*



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



F.2 Giunto di ripresa del betonaggio



F.3 Vasca gialla come membrana anti-radon



F.4 Riempimento di fessurazioni

### Geotermia / Sonde geotermiche / Teleriscaldamento

Le sonde geotermiche devono essere posizionate al di fuori dell'ingombro dell'edificio. In caso contrario, è necessario prendere delle precauzioni, come l'esecuzione di un drenaggio del radon nel punto di arrivo della sonda geotermica. L'introduzione nell'edificio può avvenire ad esempio passando prima attraverso un pozzo luce in modo da consentire l'evacuazione di un'eventuale risalita del radon dai tubi prima di introdurli nella costruzione.

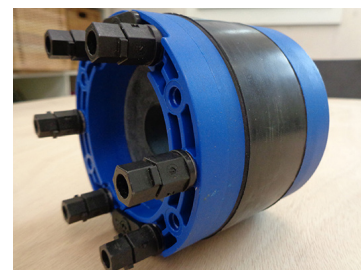
Nel caso di un campo di sonde geotermiche, le teste delle sonde possono essere raggruppate in un collettore situato all'esterno dell'edificio per limitare il numero passaggi nell'involucro. In tutti i casi, la perforazione dell'involucro deve sempre essere effettuata utilizzando manicotti ermetici.

### Griglia a pavimento [F.7]

Le griglie a pavimento possono essere un punto di ingresso per il radon se i tubi sono carichi di aria contaminata e il sifone è asciutto. Una possibilità è quella di mettere dell'olio nel sifone, in quanto evaporerà meno rapidamente dell'acqua. Si raccomanda inoltre di installare una valvola di non ritorno che garantisca la tenuta del gas anche in assenza di acqua [D2.3].



F.5 Vernice epossidica

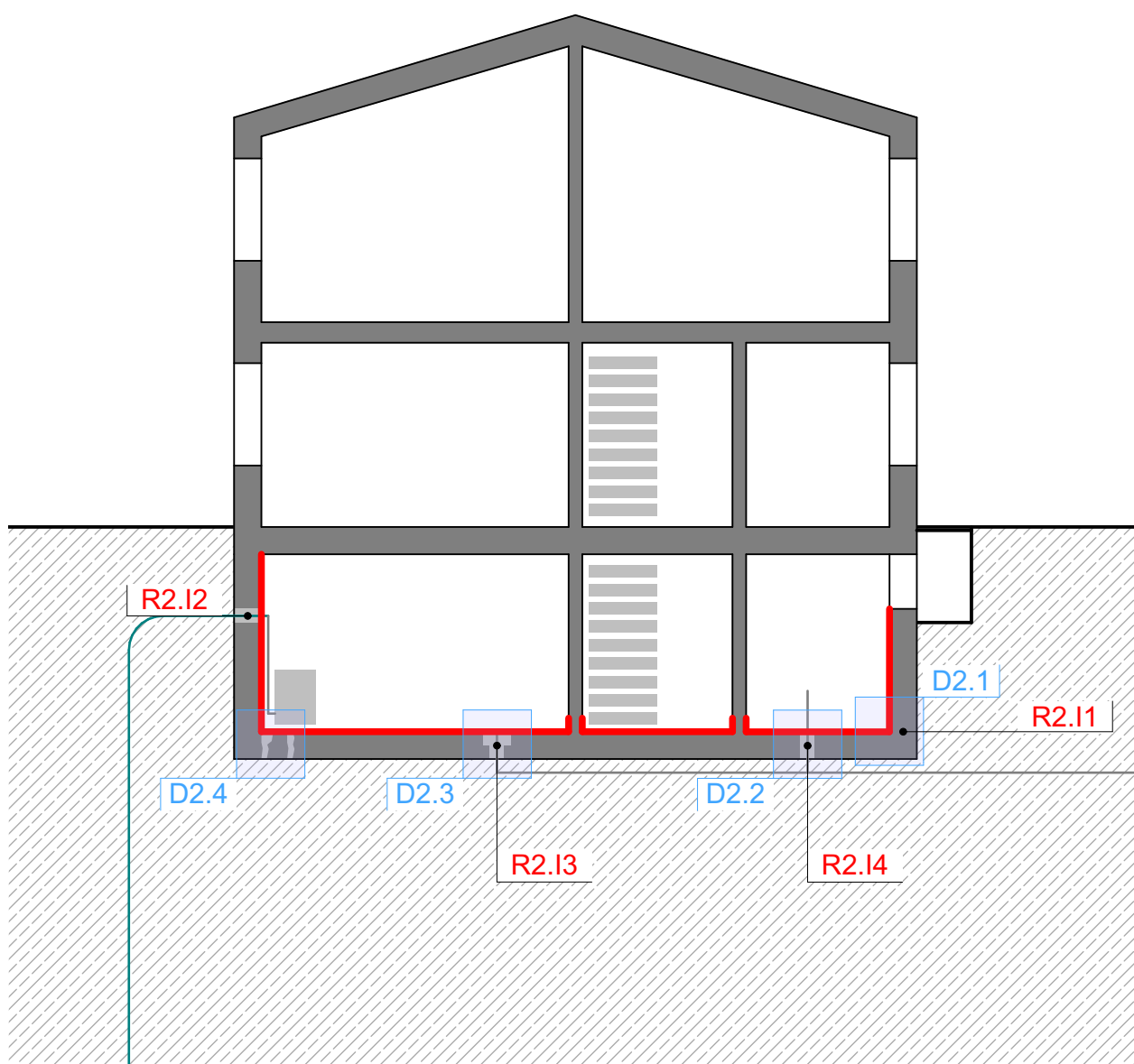


F.6 Manicotto ermetico



F.7 Griglia a pavimento con sifone

## Schema generale



### **R2.I1** Messa in opera di una membrana anti-radon all'interno dell'edificio

Una membrana può essere posata internamente per limitare l'ingresso del radon attraverso l'involucro dell'edificio. È necessario prestare particolare attenzione ai raccordi presenti tra le diverse parti di membrana e agli angoli con i muri, i pavimenti o i soffitti. In questo caso è necessario fare attenzione, poiché la parete può accumulare umidità se non viene drenata correttamente a contatto con il terreno.

### **R2.I2/I4** Punti di passaggio verso il terreno

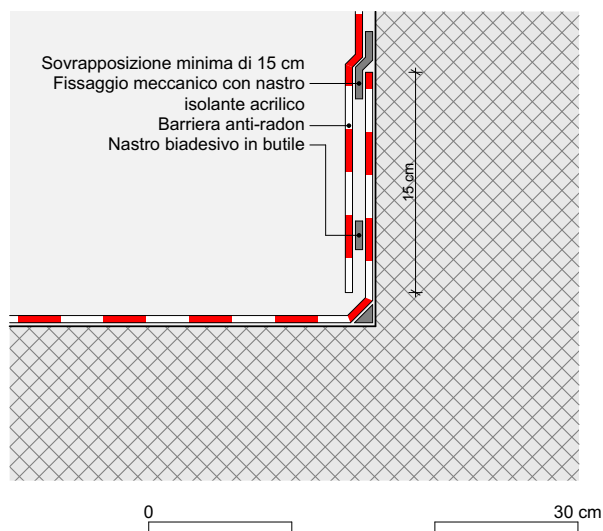
I punti di passaggio degli elementi tecnici verso il terreno devono essere ben sigillati tra la condotta e l'involucro. Se si deve posare una nuova condotta, si raccomanda di rendere ermetica il passaggio utilizzando un manicotto a tenuta stagna.

### **P2.I3** Griglia a pavimento/sifone

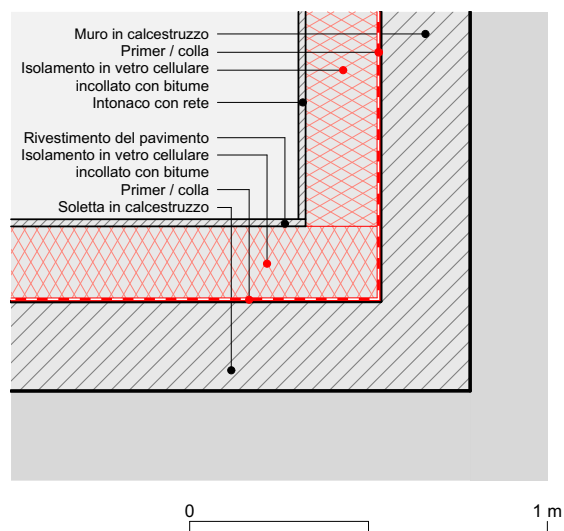
Queste griglie a pavimento devono essere dotate di un sifone o di una valvola anti-ritorno per limitare il riflusso del gas dai tubi.

## Dettagli costruttivi

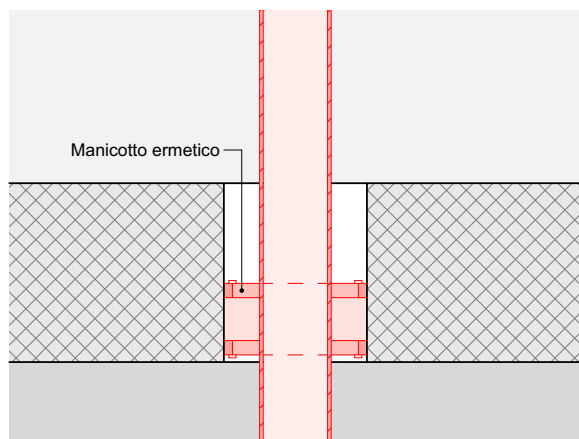
### D2.1/1 Parete in calcestruzzo membrana "anti-radon" applicata esternamente



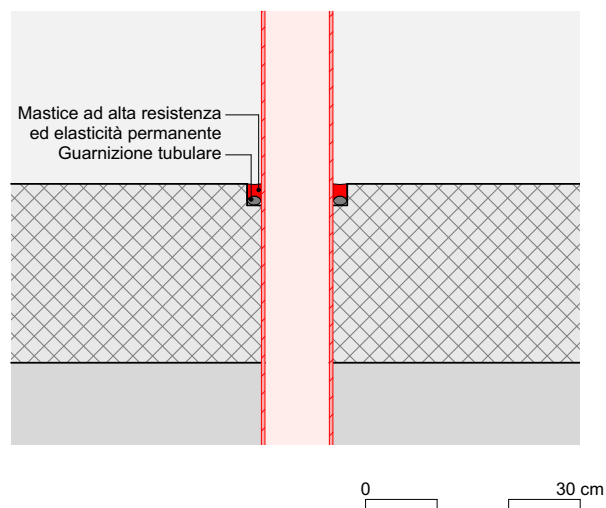
## D2.1/2 Isolamento interno in vetro cellulare



### D2.2/1 Passaggio della condotta con manicotto ermetico nella soletta esistente (carotaggio)



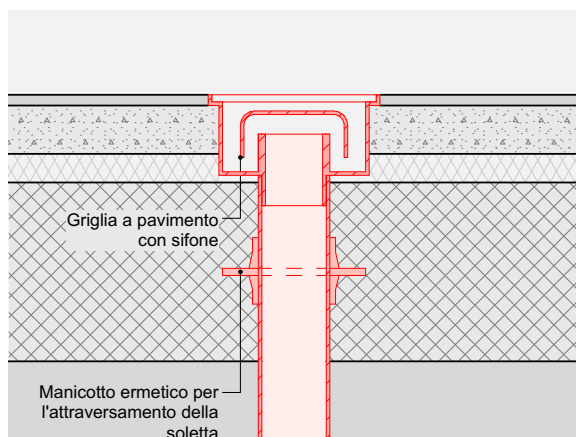
### D2.2/2 Passaggio della condotta con sigillatura in mastice



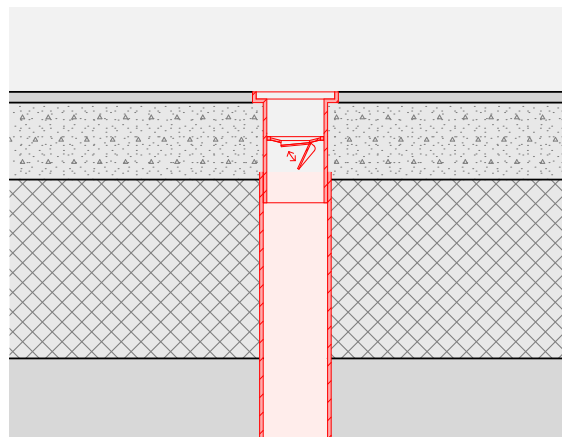


## Dettagli costruttivi

### D2.3/1 Griglia a pavimento con sifone



### D2.3/2 Griglia a pavimento con valvola anti-ritorno

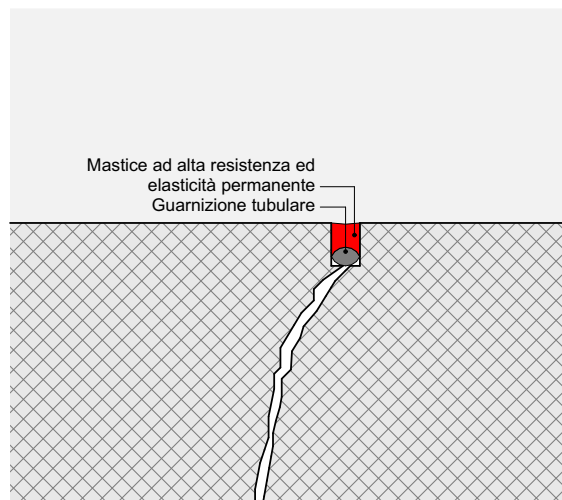


0 30 cm

### D2.4/1 Riempimento/sigillatura di una fessura



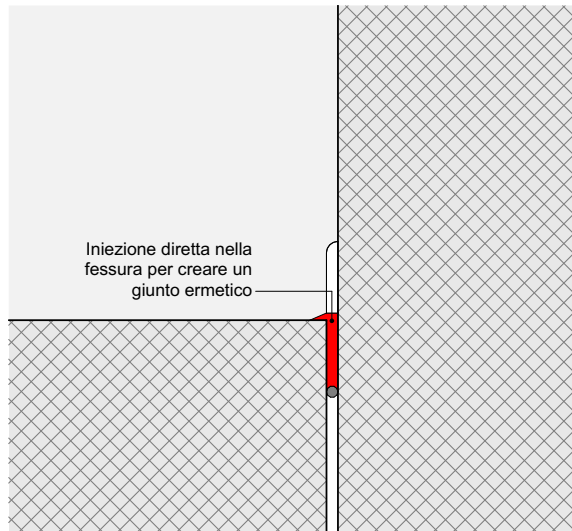
### D2.4/2 Riempimento/sigillatura di una fessura



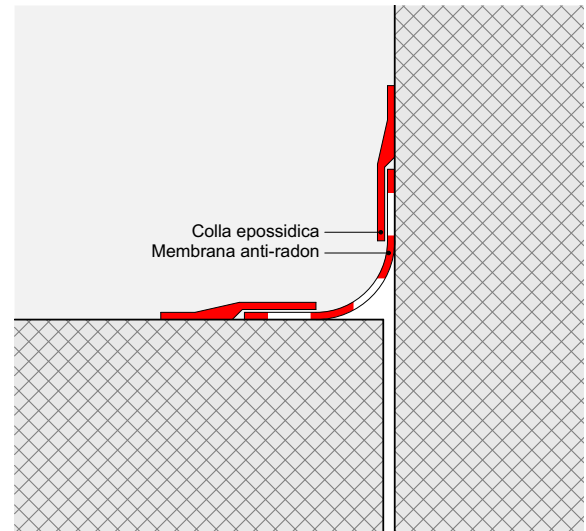
0 30 cm

## Dettagli costruttivi

### D2.4/3 Riempimento/sigillatura del risvolto parete-pavimento



### D2.4/4 Membrana anti-radon sul risvolto parete-pavimento



0 30 cm

# LIMITARE IL TRASFERIMENTO DEL RADON VERSO GLI SPAZI ABITATIVI – COMPARTIMENTAZIONE

## Risanamento

Identificare le possibili vie di trasferimento del radon attraverso gli spazi interni dell'edificio (ad es. ascensore, vano scale aperto, scivolo per la biancheria, difetti nell'ermeticità tra i piani attraverso i pavimenti o le solette, prese elettriche) e proporre soluzioni di risanamento specifiche.

## Descrizione

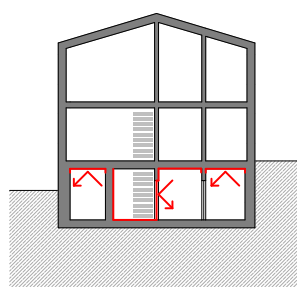
In inverno, favorito dall'effetto camino (convezione naturale) che si crea nell'edificio riscaldato, il radon che si accumula nei locali a diretto contatto con il terreno tende a salire ai piani superiori o a spostarsi nei locali adiacenti, che potrebbero essere locali a lunga permanenza. Questo trasferimento può essere favorito dalla presenza di un insieme di elementi che facilitano il passaggio di aria tra i locali, come vani tecnici, cavedi elettrici, vani scala aperti o dotati di porte non a tenuta stagna, scivoli per la biancheria, vani ascensore, difetti nell'ermeticità della soletta (ad es. fessure), solette permeabili (ad es. soletta a pignatte) o solette in legno.

È necessario verificare il tipo di utilizzo dei locali, le concentrazioni di radon misurate negli stessi e mappare i possibili percorsi del radon. In alcune situazioni, la soluzione più semplice è quella di isolare il seminterrato dell'edificio dai locali abitativi. In questo caso si raccomanda l'isolamento del soffitto del seminterrato e l'installazione di una porta ermetica a chiusura automatica nel vano scale.

È sempre importante ricordare che il gas può anche provenire dai materiali stessi dell'edificio (ad esempio le pareti in pietra) e/o penetrare attraverso di essi per diffusione, raggiungendo così gli spazi abitativi.

## Compartimentazione degli spazi

Gli spazi/ i locali dove si concentra il radon vengono isolati dal resto della costruzione che viene così messa in sicurezza. Questa tipologia di intervento non riduce la concentrazione di radon nei locali interessati anzi, generalmente la aumenta.



F. 1 Diversi punti sensibili messi  
in evidenza in sezione

### Vantaggi

- Nessun costo di manutenzione (barriera statica contro il radon)
- Possibilità di limitare la propagazione del radon all'interno di tutto il resto dell'edificio, anche attraverso interventi minimi

### Svantaggi

- Messa in opera delicata e necessità di un'esecuzione ad arte per garantire l'efficacia
- L'edificio non è completamente protetto dal radon
- Sacrificio di locali (gli spazi con alte concentrazioni non possono essere utilizzati come locali a lunga permanenza)

## Condizioni di messa in opera e accorgimenti / criticità

### Vano scala aperto/con porta non ermetica [F.2, F.3]

Un vano scala aperto [F.2] consente il trasferimento del gas radon ai piani superiori attraverso la corrente d'aria naturale presente nell'edificio. Una soluzione consiste nell'installare una porta a tenuta stagna a livello del piano a contatto con il terreno o del piano superiore, al fine di limitare il trasferimento del radon attraverso il vano scale. La porta deve essere dotata di una guarnizione che garantisca una tenuta ermetica lungo tutti e quattro le battute della stessa [R3.I2]. Le porte con guarnizione mobile o a spazzola non sono sufficienti per bloccare il passaggio del gas. Una porta insonorizzata o ignifuga offre una buona protezione contro il radon. La serratura non deve essere un punto debole dell'ermeticità.

Attenzione: questa soluzione significa che il seminterrato contiene radon. L'edificio non è risanato, ma l'esposizione degli occupanti è limitata nei locali abitati.

### Vano ascensore

Il vano dell'ascensore può essere un facile percorso per il trasferimento del radon ai piani superiori. Il movimento dell'ascensore può creare un effetto pompa. È quindi importante che il fondo del vano dell'ascensore sia ermetico (vedere la scheda tecnica R2 Limitare l'ingresso del radon nell'edificio - Sigillare le superfici costruite a contatto con il terreno).

### Botola di accesso al vespaio/punto di ispezione delle canalizzazioni [F.4]

È importante sostituire le botole o le coperture non ermetiche con elementi a tenuta stagna che permettono di limitare il trasferimento di radon nell'edificio.

### Scivolo per la biancheria

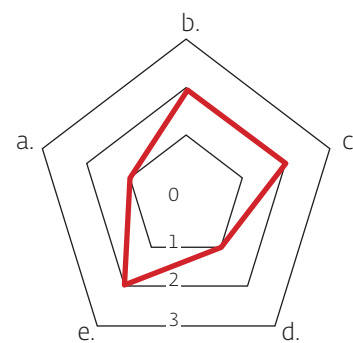
Come per il vano ascensore, gli scivoli per la biancheria collegano tra loro piani diversi. Sportelli ermetici limitano il trasferimento di gas tra i piani.

### Difetti di ermeticità tra piani con soletta in legno o sistemi a pignatta [F.5]

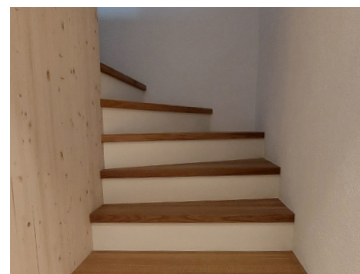
Nel caso di un pavimento permeabile tra un seminterrato e una zona abitativa, è importante limitare il trasferimento del gas. Sono possibili diverse opzioni:

- Limitare il trasferimento grazie alla posa di una membrana. In questo caso, è necessario rimuovere il rivestimento del pavimento e installare una barriera anti-radon. Occorre prestare particolare attenzione ai risvolti sulle pareti e al passaggio delle condotte tecniche. È anche possibile posizionare la barriera a soffitto, ma solo se il piano inferiore è riscaldato (altrimenti è necessario posarla sul lato caldo della soletta, per evitare problemi di condensa).
- Mettere in depressione il pavimento per deviare il flusso di radon verso l'esterno dell'edificio. Approfondire nella scheda R4 Ventilare la cantina e altri accorgimenti.

In tutte le situazioni è necessario tenere conto della fisica dell'edificio per non creare problemi di condensa negli elementi costruttivi.



- a. Invasività  
b. Efficacia  
c. Durabilità  
d. Costi di manutenzione  
e. Costi di implementazione



F.2 Vano scala aperto verso i piani superiori



F.3 Porta non ermetica



F.4 Accesso al vespaio con chiusura ermetica

#### Vani tecnici e passaggi della rete elettrica [F.6]

I vani (ad esempio quelli tecnici) e le aperture che collegano piani o locali diversi devono essere ermetici all'aria. L'ermeticità può essere ottenuta mediante:

- un sistema antincendio con lana di roccia e gesso. Questa soluzione limita il trasferimento, ma non garantisce l'ermeticità totale. Una finitura in vernice epossidica aumenta l'efficacia
- un manicotto o una guaina impermeabile
- un sigillante ad elasticità permanente.

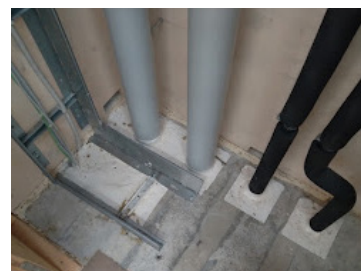
Attenzione: per sigillare gli spazi tra i cavi e la guaina elettrica, è importante lavorare con un sistema reversibile come tappi di plastica o un sigillante specifico.



F.5 Soletta a pignatte non ermetica

#### Doppia parete/rivestimento

Una doppia parete può avere lo stesso effetto di un vano tecnico, permettendo la diffusione del radon nei locali abitativi. Per questo motivo è ipotizzabile mettere in depressione questo spazio e evacuare il gas verso l'esterno. Particolare attenzione deve essere prestata alle giunzioni tra pavimento, parete adiacente e soffitto per rendere tali giunzioni ermetiche all'aria.



F.6 Giunti di passaggio di elementi tecnici eseguiti in maniera ermetica

#### Muri in pietra [F.7]

Le pareti in pietra naturale possono essere percorsi o fonti di radon nell'edificio. Secondo lo stesso principio utilizzato per le pareti doppie, si può decidere di rivestire i muri in pietra creando un'intercapedine che viene messa in depressione grazie ad un ventilatore. È anche possibile applicare una resina epossidica o una pittura che funge da barriera al radon, ma è importante prestare attenzione alla fisica della parete per non creare un problema di condensa nel muro.



F.7 Muri in pietra naturale

#### Impianti a combustione [F.8]

Gli impianti a combustione (caminetti aperti, stufe, stufe a legna, ecc.) privi di una specifica presa d'aria, possono mettere l'abitazione in depressione e favorire il trasferimento e l'infiltrazione del radon attraverso i punti non ermetici. In questa situazione è necessario installare una presa d'aria dedicata alla fornitura di aria comburente. In questo modo inoltre, si limita il rischio di avvelenamento da monossido di carbonio. Negli edifici di nuova costruzione, la presa d'aria specifica deve essere installata d'ufficio, in base alla norma SIA 180.



F.8 Camino aperto

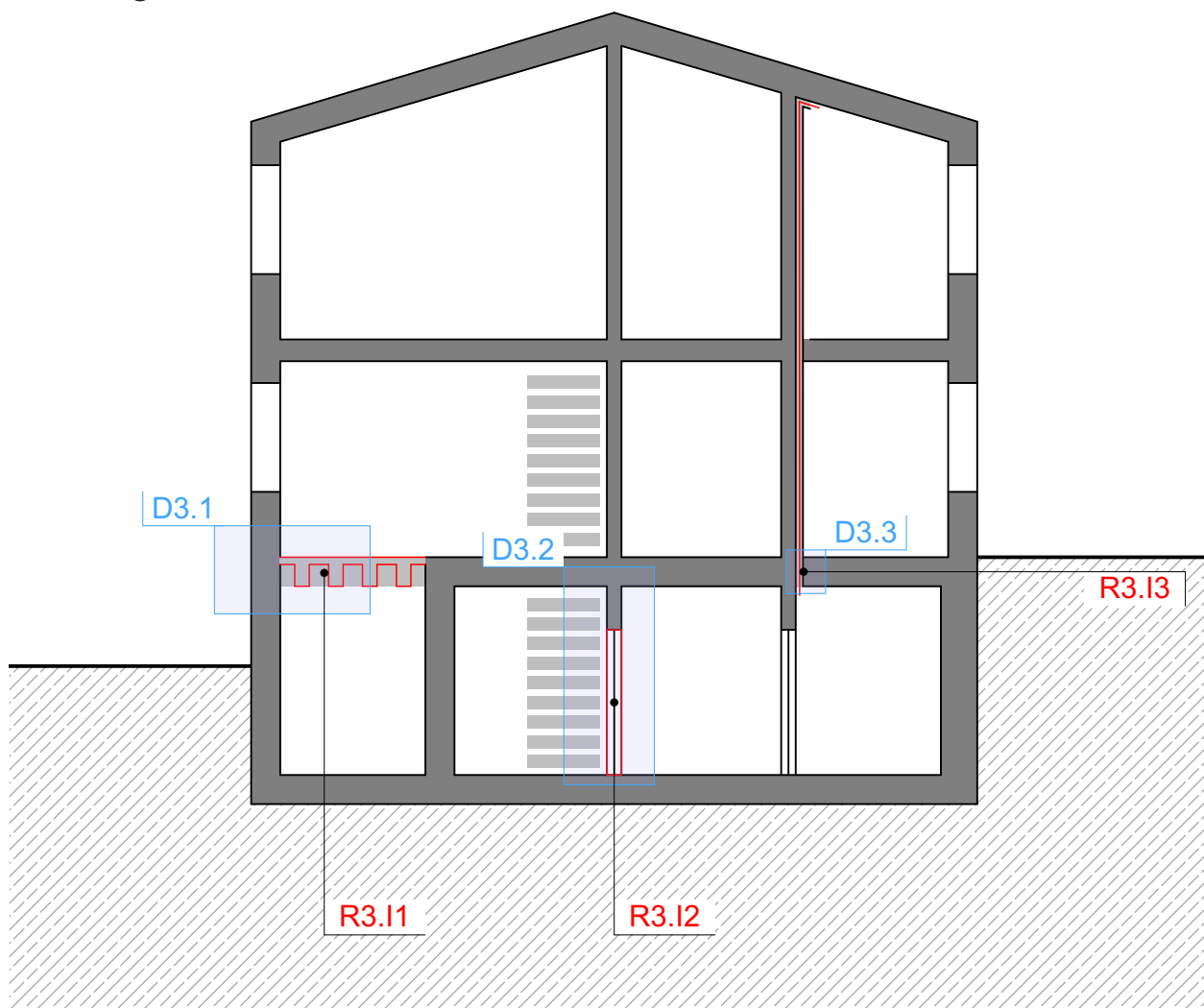
#### Cappe di aspirazione della cucina/punti di aspirazione nei locali dedicati [F.9]

Le cappe aspiranti delle cucine o i ventilatori sanitari nei bagni mettono l'edificio in depressione e favoriscono il trasferimento e l'infiltrazione del radon attraverso i punti non ermetici. È importante installare una presa d'aria specifica o garantire la compensazione dell'aria tenendo una finestra aperta quando la cappa della cucina o il ventilatore del bagno sono in funzione.



F.9 Cappa della cucina per l'estrazione

## Schema generale



### **R3.I1** Migliorare l'ermeticità all'aria della soletta

Miglioramento dell'ermeticità al radon della soletta intermedia grazie all'applicazione di una membrana. Il raccordo della membrana con le pareti deve essere realizzato nel modo più ermetico possibile.

### **R3.I2** Sostituzione o installazione di una porta

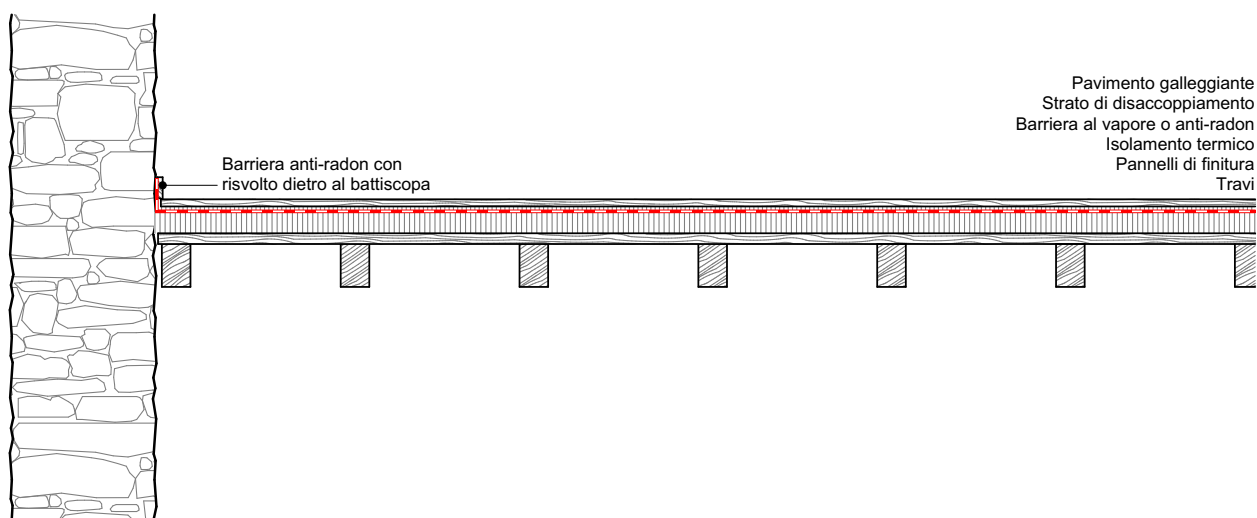
Installazione di una porta per compartimentare il radon in uno spazio non occupato e limitare la diffusione del radon negli spazi abitati.

### **R3.I3** Miglioramento dei passaggi tecnici attraverso una soletta

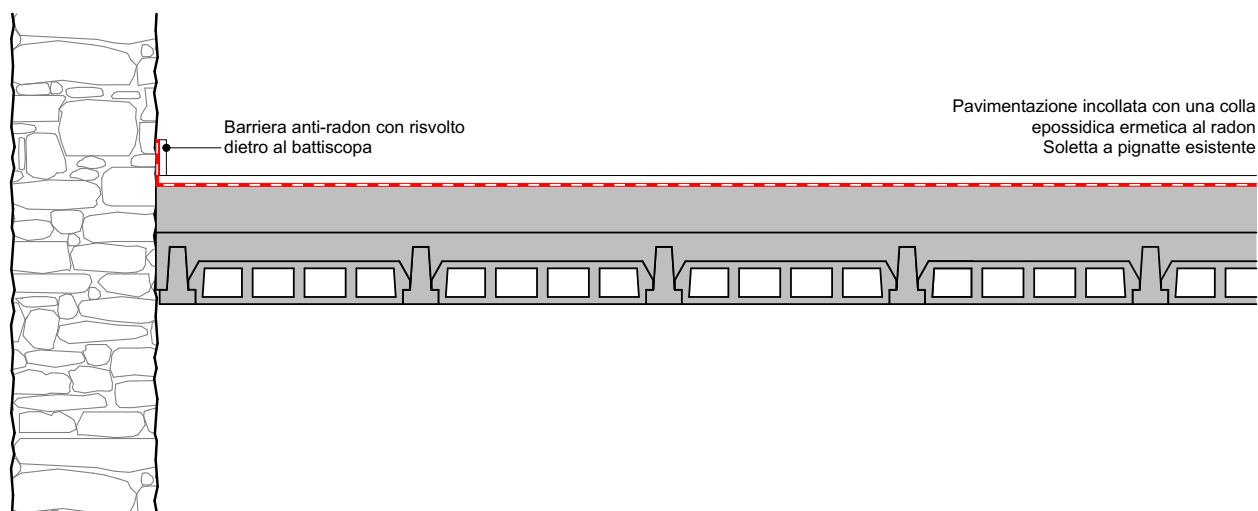
Resa ermetica dei passaggi delle condotte tecniche e elettriche al fine di limitare il passaggio del radon.

## Dettagli costruttivi

### D3.1/1 Soletta in legno con barriera anti-radon posata sopra la struttura



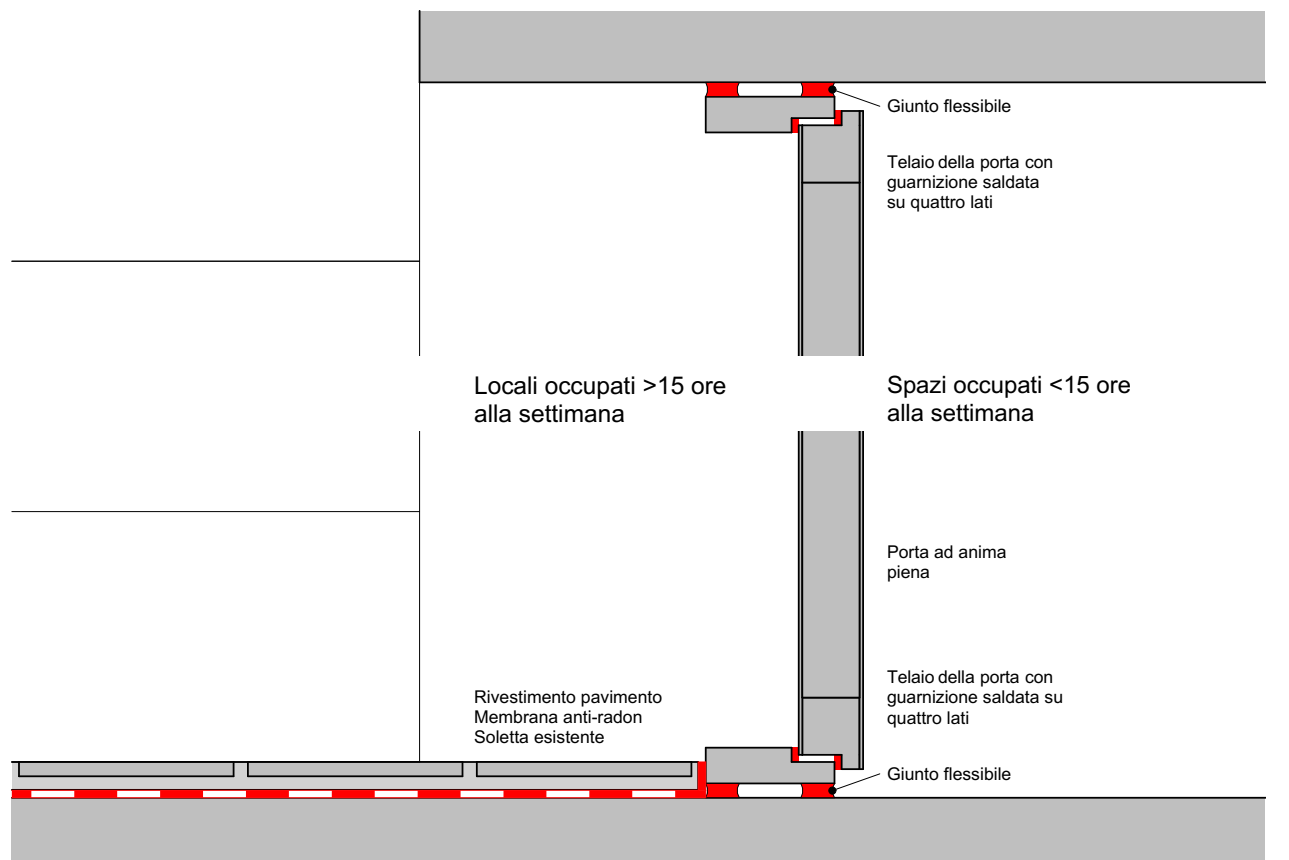
### D3.1/2 Soletta a pignatte con rivestimento che impedisce il passaggio del radon fissato con colla epossidica





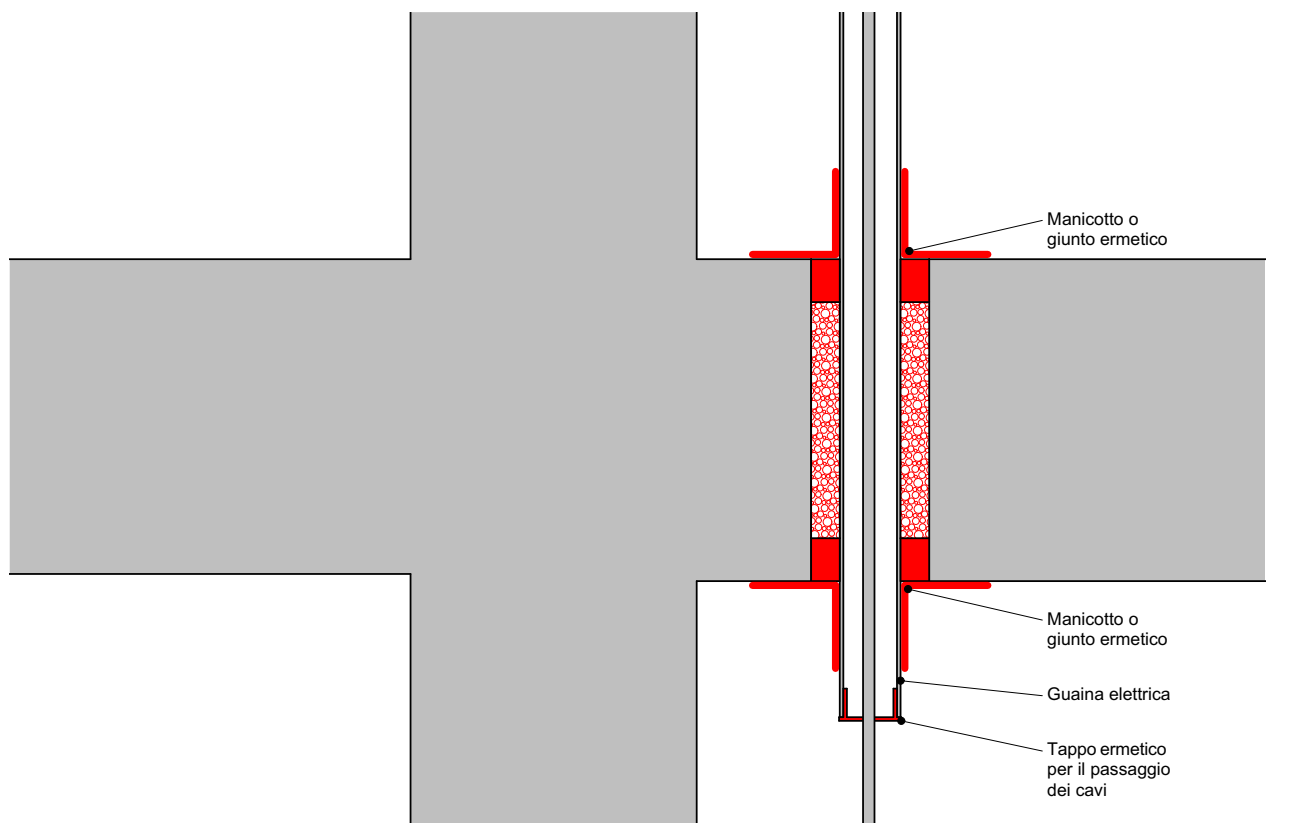
## Dettagli costruttivi

### D3.2 Porta ermetica per compartimentare il radon negli spazi non occupati



## Dettagli costruttivi

### D3.3 Passaggio di un elemento tecnico attraverso la soletta



# VENTILARE LA CANTINA E ALTRI ACCORGIMENTI

## Risanamento

Ventilazione naturale o meccanica della cantina e isolamento della stessa dal resto dei locali tramite porte stagne e altri accorgimenti.

## Descrizione

Una cantina, se presente nell'edificio, è solitamente uno dei punti principali di infiltrazione del radon. È quindi possibile intervenire direttamente nel locale stesso effettuando una compartimentazione (rendendolo ermetico verso i locali abitativi adiacenti) o migliorandone la ventilazione naturale (se non fa parte dei locali riscaldati).

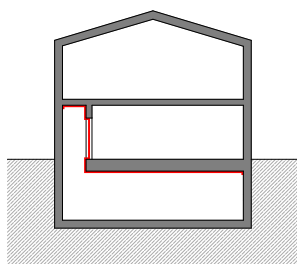
In primo luogo, si suggerisce comunque di intervenire con misure costruttive passive sigillando eventuali fessure, sostituendo o aggiungendo la porta della cantina con una porta ermetica a chiusura automatica. In molti casi, l'accesso alla cantina avviene dall'interno, con o senza una porta che la separa dagli altri spazi interni dell'edificio. In altri casi, l'accesso avviene dall'esterno senza contatto diretto con gli spazi abitativi, il che è più favorevole.

Se la cantina si trova sotto tutto l'ingombro dell'edificio, è bene analizzare le aperture esistenti al fine di valutare se è possibile creare una ventilazione trasversale sufficiente a diluire le concentrazioni di radon. In questo caso però la cantina non deve fare parte dell'involucro termico dell'edificio, altrimenti si produrrebbero grosse perdite energetiche. Se ciò non dovesse portare ad una riduzione delle concentrazioni nei locali abitativi, è possibile mettere in depressione la cantina grazie all'utilizzo di un ventilatore. È probabile che un intervento di questo tipo risulti efficace anche se la cantina si trova solo sotto parte dell'ingombro dell'edificio [F.3]. Tuttavia, questa soluzione aumenta le concentrazioni di radon nel locale scelto, trasformandolo in un pozzo radon.

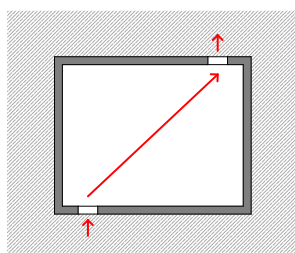
Si suggerisce di testare la soluzione scelta grazie all'installazione di un impianto pilota e monitorando l'evoluzione delle concentrazioni di radon nei locali a rischio. In caso di necessità occorrerà adattare di conseguenza il sistema prima della messa in opera definitiva. Al fine di preservare nel tempo l'efficacia dell'intervento effettuato, è sempre necessario effettuare manutenzione e controlli periodici.

### Compartimentazione, ventilazione e messa in depressione della cantina

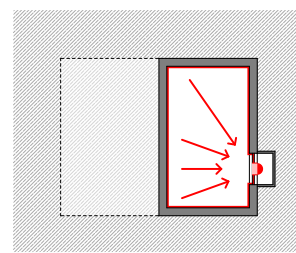
Al momento della progettazione devono essere considerati in particolar modo la presenza di vani scala, porte e pareti che dividono la cantina dai locali abitativi e lo stato di pavimenti e pareti (fessurazioni). Nel caso di una cantina in suolo naturale consultare la scheda R7 *Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon o nuovo vespaio*.



F. 1 Compartimentazione cantina



F. 2 Ventilazione della cantina



F. 3 Messa in depressione

#### Vantaggi

- Alcuni interventi passivi e puntuali potrebbero già essere sufficienti
- Intervento non invasivo

#### Svantaggi

- Efficacia ridotta
- Il radon si concentra nella cantina
- Unico punto di entrata

#### Vantaggi

- Può essere fatto in modo passivo
- Intervento non invasivo

#### Svantaggi

- La cantina si deve trovare sotto tutto l'ingombro dell'edificio

#### Vantaggi

- Ampio raggio d'azione (anche se la cantina non si trova sotto tutto l'ingombro dell'edificio)
- Efficacia alta

#### Svantaggi

- Necessità di controlli regolari
- Locale sacrificato e ad uso limitato
- Consumo di elettricità

## Condizioni di messa in opera

### Compartimentazione della cantina [F.1]

- Valutare la situazione esistente:
  - Numero di aperture e posizione nell'edificio
  - Presenza di fessurazioni / punti deboli nei raccordi soletta-parete
  - Accessibilità ai locali ad uso abitativo
- Nel caso di evidenti passaggi di aria tra cantina e locali abitativi interni, provvedere alla chiusura delle fessure (siliconature, guarnizioni) e/o sostituire la porta della cantina con una ermetica (inclusa la serratura) a chiusura automatica [F.7].

### Ventilazione della cantina [F.2]

- Valutare la situazione esistente:
  - Posizione delle aperture (se presenti)
  - Direzione dei venti dominanti
- Verificare se esiste un flusso d'aria trasversale e nel caso indurlo lasciando aperte solo le aperture necessarie. Se la ventilazione naturale non è sufficiente, aggiungere un ventilatore.

### Messa in depressione della cantina [F.3]

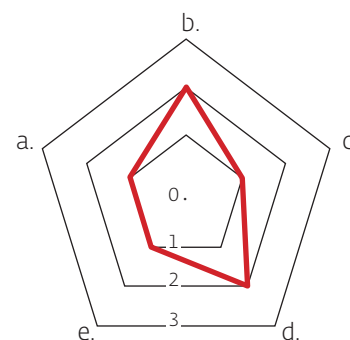
- Sigillare tutte le aperture presenti nella cantina (prese d'aria, finestre, passaggi) in modo da ottimizzare la messa in depressione e evitare la generazione di condensa (che si potrebbe generare aspirando aria umida dai locali di soggiorno).
- Effettuare un carotaggio rivolto verso l'esterno per la posa del ventilatore. È possibile sfruttare una parete, una porta esterna oppure una finestra o un pozzo luce [F.4, F.5].
- Posare il ventilatore in modo che estragga l'aria dall'interno verso l'esterno.

### Tipi di ventilatore [F.6]

- Assiale: si inserisce direttamente nella parete e può essere utilizzato se la zona di espulsione non presenta rischi. Un'estrazione efficace necessita tra 1,5 e 3 m<sup>3</sup>/h al m<sup>2</sup> di superficie. Per una casa monofamiliare può essere sufficiente una potenza tra 30 e 75 W. È generalmente poco rumoroso<sup>1</sup>.
- Radiale-centrifugo: si sceglie nel caso in cui sia necessario portare il punto di espulsione lontano, preferibilmente a tetto. La condotta deve essere in PE, PP o acciaio inossidabile senza forature fino al punto di espulsione. La potenza del ventilatore viene scelta in funzione della capacità estrattiva necessaria.

## Accorgimenti e criticità

- Devono essere evitati vani scala aperti tra la cantina e il resto dell'abitazione in quanto si tratta di volumi di trasferimento di radon importanti verso i locali abitativi.
- L'accesso esterno alla cantina è preferibile a quello interno.
- Il punto di espulsione dell'aria contaminata deve essere sufficientemente distante dall'edificio per avere un volume di diluizione ottimale ed evitare il ritorno del radon all'interno dell'edificio attraverso le aperture (rispettare un minimo di 2m di distanza). Inoltre, non deve trovarsi in un'area di frequente utilizzo (terrazza, cortile di una scuola, prossimità di altre abitazioni, ecc.) e devono essere considerate le direzioni di eventuali venti predominanti.
- Nel caso specifico in cui si decida di espellere l'aria contaminata in un pozzo luce, è importante che non vi sia ritorno attraverso la finestra del pozzo stesso (che deve essere quindi ben isolata e mai aperta) o finestre vicine.



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



F.4 Ventilatore inserito nella parete e uscita nel pozzo luce



F.5 Ventilatore inserito nel vetro della finestra



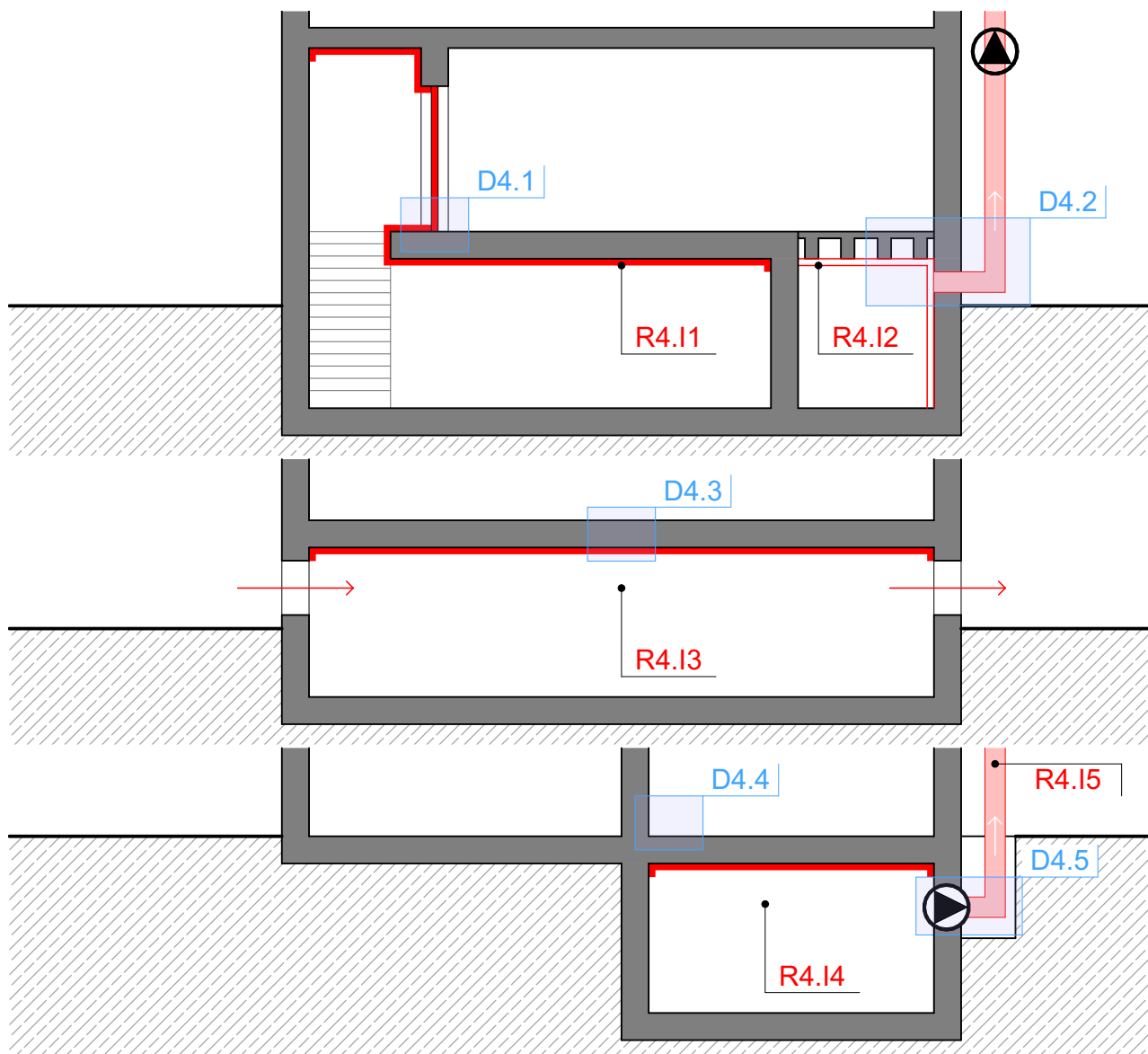
F.6 Ventilatore radiale-centrifugo (sinistra) e assiale (destra)



F.7 Porta ermetica a chiusura automatica

<sup>1</sup> Fonte: Radon, gérer le risque pour la construction et la rénovation de logements, Association Qualitel, 2020

## Schema generale



### R4.I1 Compartimentazione della cantina

Se le concentrazioni riscontrate nell'edificio non sono particolarmente alte è possibile che sia sufficiente apportare degli accorgimenti che permettano di compartimentare la cantina. Queste vengono meglio descritte nelle *Condizioni di messa in opera*.

### R4.I2 Creazione di un vano per la ventilazione nel caso di una soletta non ermetica

Miglioramento dell'ermeticità di una soletta (ad esempio in travetti di legno oppure a pignatte) grazie all'aggiunta di una membrana oppure di un rivestimento ventilato attraverso il quale è possibile estrarre meccanicamente l'aria contaminata.

### R4.I3 Ventilazione naturale della cantina

Se la situazione lo permette, è possibile sfruttare una buona ventilazione per diluire le concentrazioni di radon nell'aria.

### R4.I4 Messa in depressione della cantina

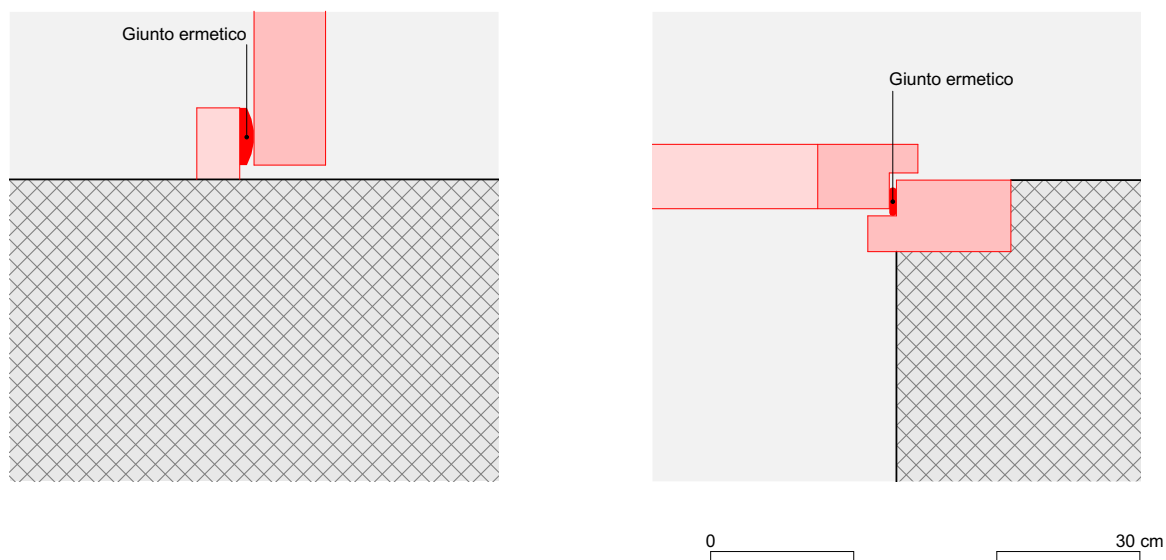
La messa in depressione della cantina è utile quando quest'ultima non si trova sotto tutto l'ingombro dell'edificio e quando una buona compartimentazione verso i locali interni non è sufficiente. La cantina funge da pozzo radon, per cui il radon si concentra al suo interno e la sua fruibilità è ridotta. Per quanto riguarda gli altri locali a contatto con il terreno, è importante che anch'essi non consentano infiltrazioni. In tal caso è possibile approfondire l'argomento nella scheda R2 *Limitare l'infiltrazione del radon negli edifici - Assicurare l'ermeticità delle superfici a contatto con il terreno*.

### R4.I5 Messa in depressione della cantina con prolungamento a tetto della condotta di evacuazione dell'aria contaminata

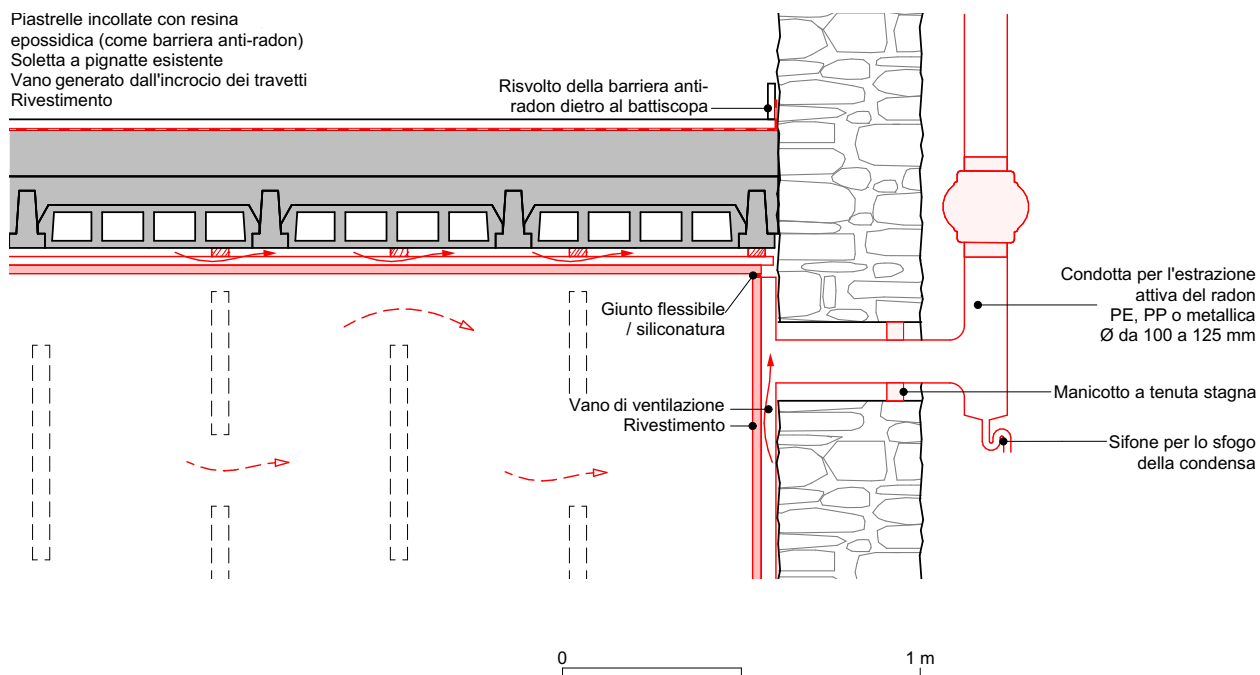
Nel caso in cui nelle vicinanze del ventilatore, dove viene espulsa l'aria contaminata, vi sia un'area sensibile o una finestra, è possibile inserire una condotta per allontanare il punto di uscita, preferibilmente a tetto.

## Dettagli costruttivi

### D4.1 Nuova porta con giunti perfettamente ermetici (compresa la serratura) – sezione (sinistra) e pianta (destra)

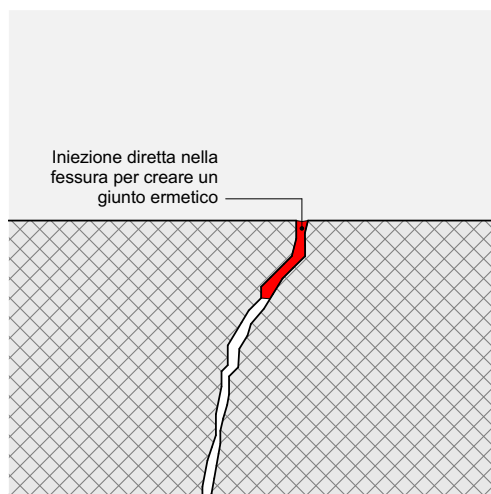


### D4.2 Soletta a pignatte e parete con rivestimento ventilato

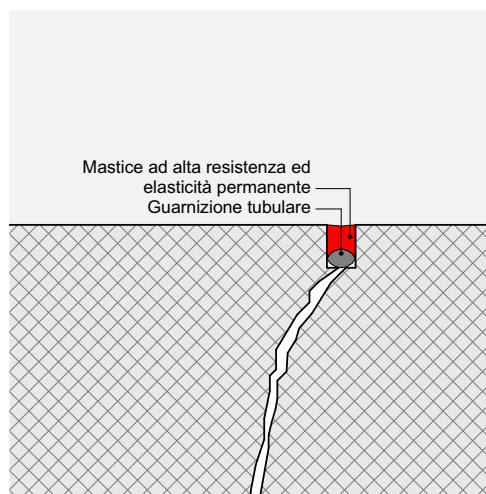


## Dettagli costruttivi

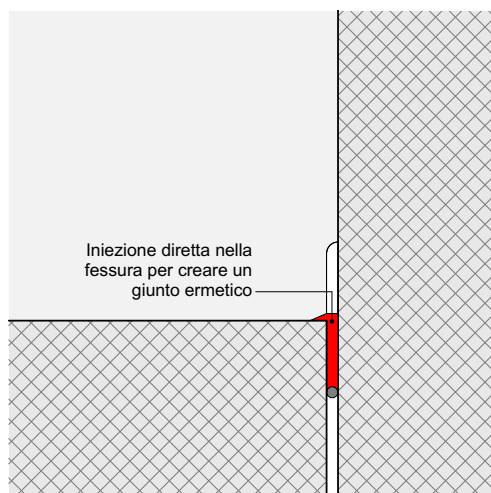
**D4.3/1** Chiusura di crepe con iniezione direttamente nella fessura



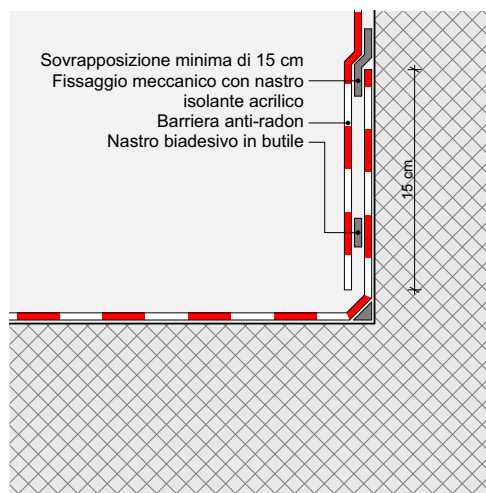
**D4.3/2** Chiusura di crepe con utilizzo di un giunto tubulare



**D4.4/1** Raccordo tra soletta e parete perimetrale con iniezione direttamente nella crepa



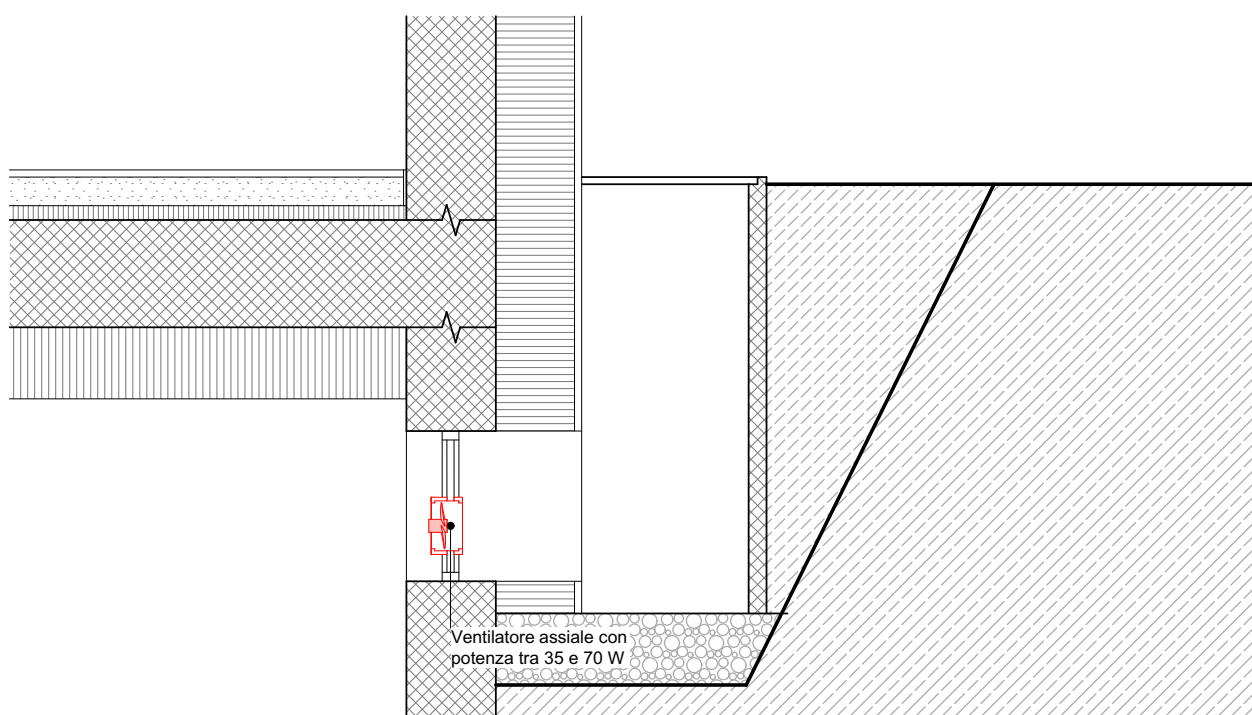
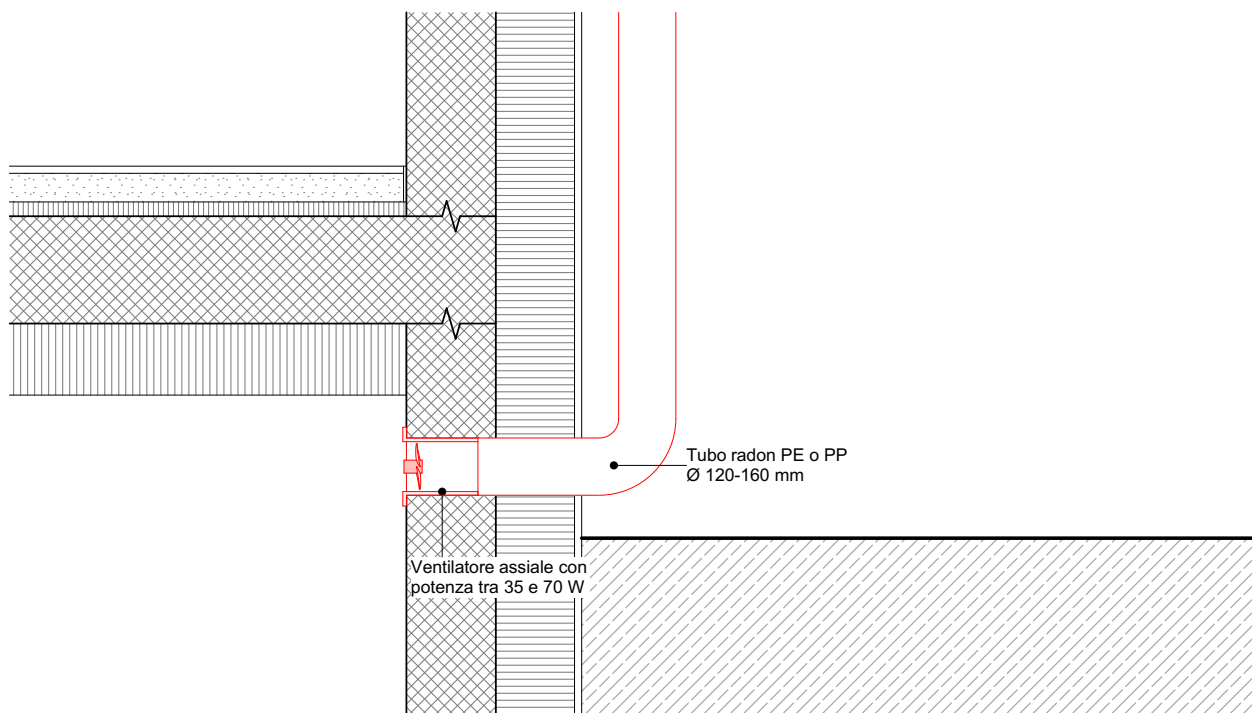
**D4.4/2** Chiusura di crepe con utilizzo di un giunto tubulare





## Dettagli costruttivi

### D4.5 Inserimento del ventilatore a parete (sopra) e nel serramento (sotto)



# VENTILARE IL VESPAIO E ALTRI ACCORGIMENTI

## Risanamento

Ventilazione naturale, messa in depressione o messa in sovrappressione del vespaio esistente.

## Descrizione

La presenza di un vespaio rappresenta un'opportunità per proteggersi dal radon senza dover intervenire in modo invasivo nell'edificio. Si consiglia in primo luogo di valutare la possibilità di implementare un sistema di risanamento passivo sfruttando le correnti d'aria naturalmente presenti e, in caso di necessità, installare un ventilatore con il quale aumentare la messa in depressione dello spazio al di sotto dell'edificio. In specifici casi è possibile valutare la possibilità di mettere in sovrappressione il vespaio. La planimetria dell'edificio e la posizione di eventuali bocchette e pareti portanti sono determinanti per la scelta della tipologia dell'intervento.

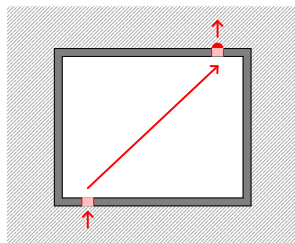
In caso di un intervento passivo devono essere esaminate le aperture perimetrali del vespaio al fine di identificare quelle che garantiscono una buona ventilazione naturale. Un buon ricambio d'aria, infatti, diluisce le concentrazioni di radon. Nel caso in cui si voglia generare o intensificare un flusso d'aria è possibile aggiungere un ventilatore. Nel caso in cui invece si scelga di creare depressione sotto l'edificio, oltre alla posa del ventilatore su una delle prese d'aria, sarà necessario chiudere tutte le restanti aperture perimetrali.

Si suggerisce di testare la soluzione scelta grazie all'installazione di un impianto pilota e monitorando l'evoluzione delle concentrazioni di radon nei locali a rischio. In caso di necessità occorrerà adattare di conseguenza il sistema prima della messa in opera definitiva.

Al fine di preservare nel tempo l'efficacia dell'intervento effettuato, è necessario eseguire manutenzione e controlli periodici.

### Ventilazione del vespaio

In fase di pianificazione devono essere considerate in particolar modo la presenza di aperture perimetrali, la posizione delle pareti portanti e l'ermeticità.



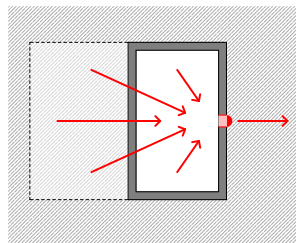
F.1 Corrente d'aria trasversale

#### Vantaggi

- Funzionamento passivo
- Intervento minimo

#### Svantaggi

- Rischio di raffreddamento della soletta a contatto con gli spazi abitati, se non isolati
- Generalmente, è necessario avere il vespaio sotto tutto l'ingombro dell'edificio



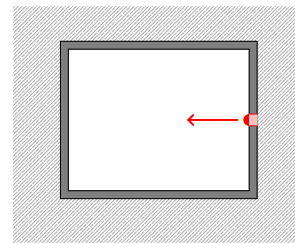
F.2 Messa in depressione

#### Vantaggi

- Ampio raggio d'azione
- Può essere efficace anche se il vespaio è presente solo sotto parte dell'ingombro

#### Svantaggi

- Consumo di elettricità
- Aumento importante delle concentrazioni se implementato in modo sbagliato



F.3 Messa in sovrappressione

#### Vantaggi

- Assenza di espulsione di aria contaminata (e di conseguenza dei relativi lavori)
- Potenza necessaria al ventilatore contenuta per generare una leggera sovrappressione

#### Svantaggi

- Aumento importante delle concentrazioni se implementato in modo sbagliato
- Rischio di trasferire il problema in altri spazi (es. case a schiera)
- Necessità di avere il vespaio sotto tutto l'ingombro e senza divisioni (es. muri portanti)
- Consumo di elettricità

## Condizioni di messa in opera

### Creazione di una corrente d'aria trasversale nel vespaio

- Valutare la situazione esistente:
  - Numero di aperture del vespaio e posizione
  - Direzione dei venti dominanti
- Verificare la presenza di un flusso d'aria trasversale [F.1] e nel caso indurlo lasciandoci aperte solo le aperture necessarie. Se la ventilazione naturale non è sufficiente, aggiungere un ventilatore.
- Isolare termicamente la soletta tra il vespaio e gli spazi abitati nel caso in cui non lo fosse. Questo per evitare che la ventilazione sottostante causi perdite energetiche.

### Messa in depressione del vespaio

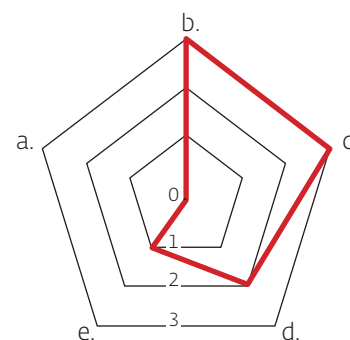
- Può essere eseguito anche nel caso in cui il vespaio non si trovi sotto l'intero ingombro dell'edificio.
- Sigillare tutte le aperture presenti nel vespaio, eccetto quella dove si intende posare il ventilatore, in modo da ottimizzare la messa in depressione e evitare la generazione di condensa (che si potrebbe generare aspirando aria umida dai locali di soggiorno).
- Se necessario effettuare un nuovo carotaggio.
- Posare il ventilatore in modo che il punto di espulsione dell'aria contaminata si trovi in un'area senza rischi all'esterno dell'edificio [F.2].
- Isolare termicamente la soletta tra il vespaio e gli spazi abitati nel caso in cui non lo fosse. Questo per evitare che la ventilazione sottostante causi perdite energetiche.

### Messa in sovrappressione del vespaio

- Possibile solo nel caso in cui il vespaio si trova sotto tutto l'edificio, l'area è libera da ostacoli (es. pareti portanti o divisorie) e tutte le superfici (pavimento e pareti perimetrali) sono ermetiche.
- Chiudere tutte le aperture presenti nel vespaio, eccetto quella che si intende usare per la posa del ventilatore. Se necessario effettuare un nuovo carotaggio.
- Posare il ventilatore in modo che aspiri l'aria dall'esterno dell'edificio all'interno del vespaio, generando così la sovrappressione [F.3].
- È importante verificare se è necessario aggiungere uno strato di isolamento termico alla soletta, in quanto l'aria proveniente dall'esterno potrebbe causare perdite energetiche. Inoltre, è importante che la soletta sia ermetica per evitare infiltrazioni all'interno dell'edificio.

### Tipi di ventilatore [F.6]

- Assiale: si inserisce direttamente nella parete e può essere utilizzato se la zona di espulsione non presenta rischi per gli occupanti. Deve essere dimensionato per estrarre circa 1-2 m<sup>3</sup>/h al m<sup>2</sup> di superficie di vespaio. Per una casa monofamiliare può essere sufficiente una potenza tra 30 e 75 W. È generalmente poco rumoroso.<sup>1</sup>
- Radiale-centrifugo: si sceglie nel caso in cui sia necessario portare il punto di espulsione lontano, preferibilmente a tetto. La condotta interna al vespaio deve essere in PE o PP e forata [D5.1] e proseguire (PE, PP o metallica) senza forature fino al punto di espulsione. La potenza del ventilatore viene scelta in funzione della capacità estrattiva necessaria.



a. Invasività  
b. Efficacia  
c. Durabilità  
d. Costi di manutenzione  
e. Costi di implementazione



F.4 Apertura nel vespaio



F.5 Ventilatore radiale-centrifugo inserito nella parete del vespaio



F.6 Ventilatore radiale-centrifugo (sinistra) e assiale (destra)

<sup>1</sup> Fonte: Radon, gérer le risque pour la construction et la rénovation de logements, Association Qualitel, 2020

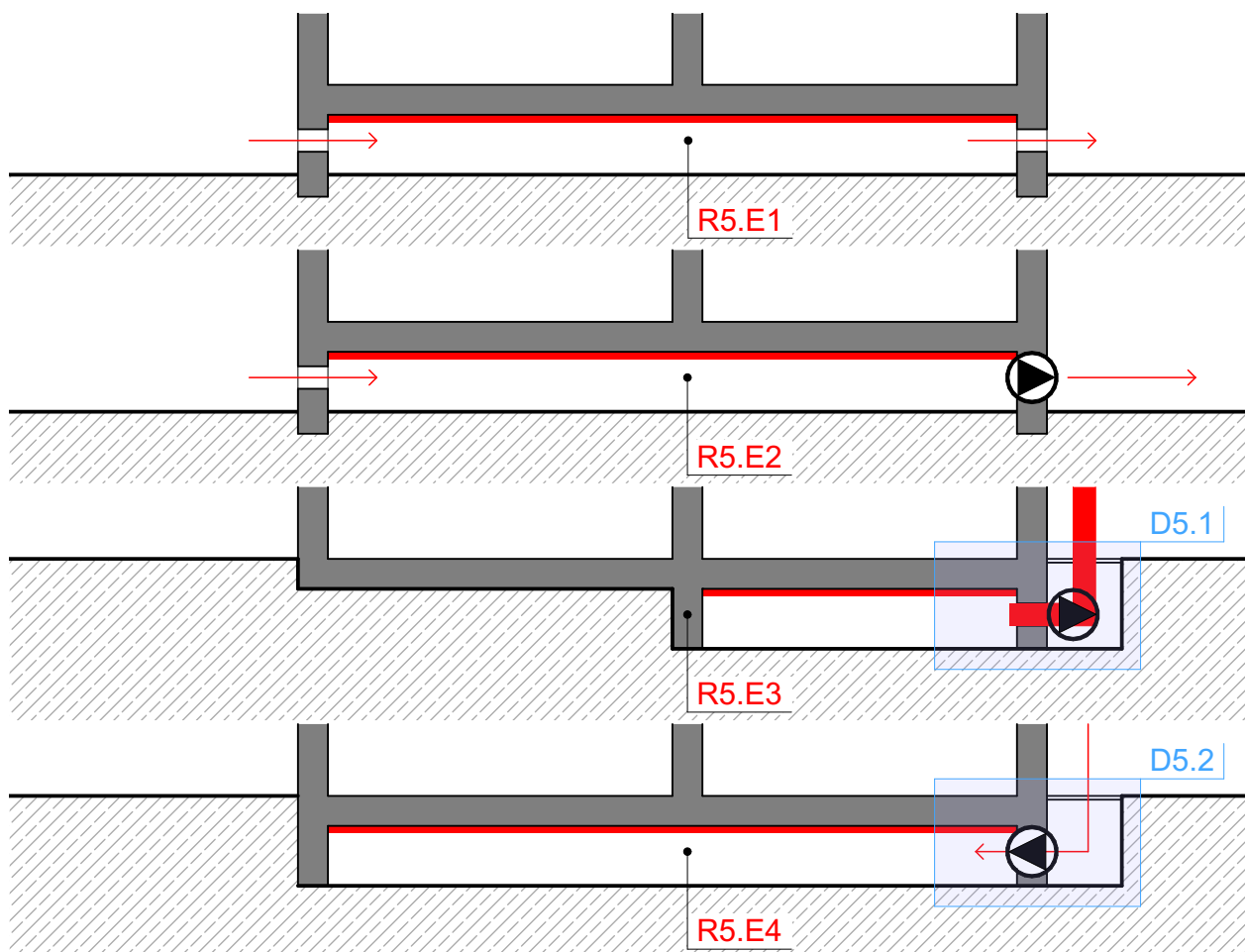
## Accorgimenti e criticità

- Le condotte devono essere in PP o PE, ma mai in PVC a causa della sua scarsa resistenza alle sollecitazioni e alle aggressioni chimiche. In facciata è preferibile usare delle condotte in acciaio o in rame. Sono fortemente sconsigliate condotte flessibili (perdite di carico, durabilità).
- I passaggi delle condotte e tutti i raccordi devono essere ermetici [D6.4; 6.5]. In quest'ultimo caso si consiglia l'esecuzione di giunture termosaldate.
- Si consiglia di limitare l'impiego di curve nelle condotte poiché causano perdite di carico e riducono la capacità estrattiva del sistema di messa in depressione.
- È preferibile la posa verticale del ventilatore in modo da evitare problemi di condensa. Nel caso in cui risulti necessaria la posa in orizzontale, è bene prevedere un sistema di evacuazione dell'acqua di condensa [D6.1].
- Il punto di espulsione dell'aria contaminata deve essere sufficientemente distante dall'edificio per avere un volume di diluizione ottimale ed evitare il ritorno all'interno dell'edificio attraverso le aperture (minimo 2m di distanza). Inoltre, non deve trovarsi in un'area di frequente utilizzo (terrazza, cortile di una scuola, altre abitazioni, ecc) e devono essere considerate le direzioni di eventuali venti predominanti [F.7].



F.7 Allontanamento dell'uscita  
in un'area di deposito dietro l'edificio

## Schema generale



### R5.E1 Ventilazione naturale del vespaio

Se le concentrazioni riscontrate nell'edificio non sono particolarmente elevate è possibile che una semplice corretta ventilazione sia sufficiente. È importante creare una corrente d'aria trasversale, in modo che la concentrazione di gas radon venga diluita in tutta l'area sottostante l'edificio.

### R5.E2 Creazione di una corrente d'aria nel vespaio con l'ausilio di un ventilatore

Posa di un ventilatore nel caso in cui la soluzione R5.E1 non risulti sufficiente. Le circostanze determinano la scelta del tipo di ventilatore e la necessità di prolungare la condotta, come descritto nelle Condizioni di messa in opera.

### R5.E3 Messa in depressione del vespaio con l'ausilio di un ventilatore

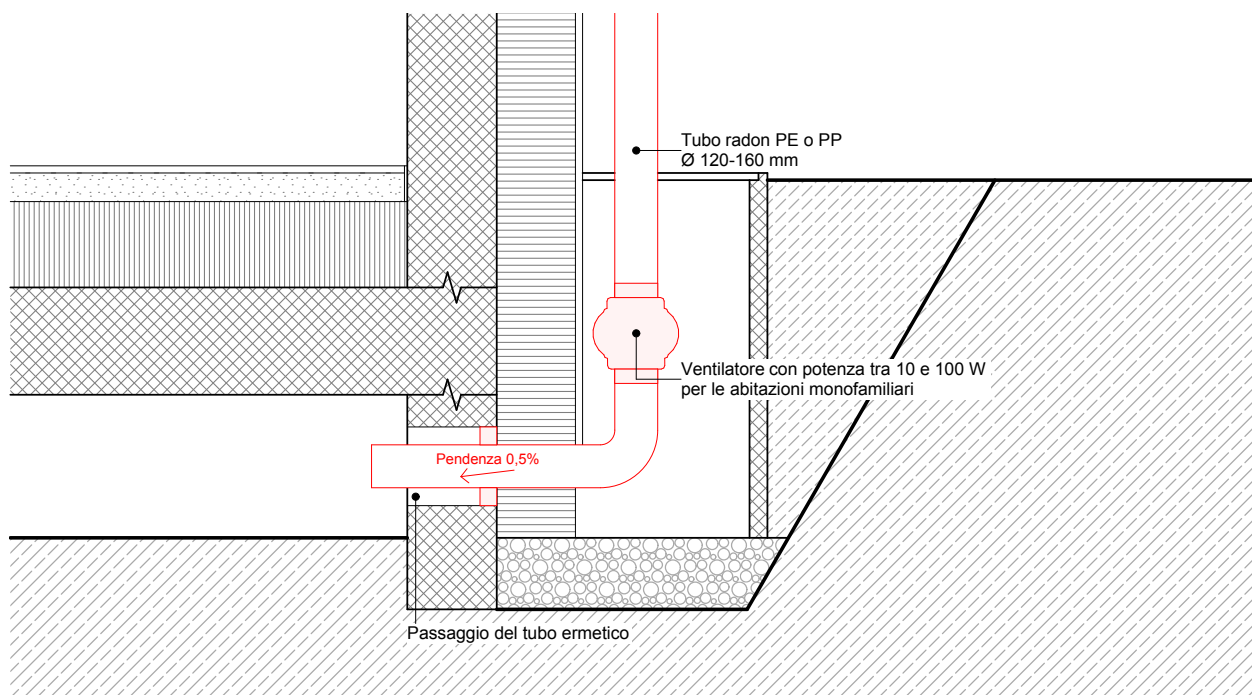
La messa in depressione del vespaio risulta essere una soluzione molto efficace e necessaria quando le concentrazioni di radon sono particolarmente elevate. Questo sistema può essere efficace anche nel caso in cui il vespaio non si trova sotto tutto l'ingombro dell'edificio, in quanto con una potenza sufficiente il sistema riesce a mettere in depressione anche il terreno circostante. Le circostanze determinano la scelta del tipo di ventilatore e la necessità di prolungare la condotta, come descritto nelle Condizioni di messa in opera.

### R5.E4 Messa in sovrappressione del vespaio con l'ausilio di un ventilatore

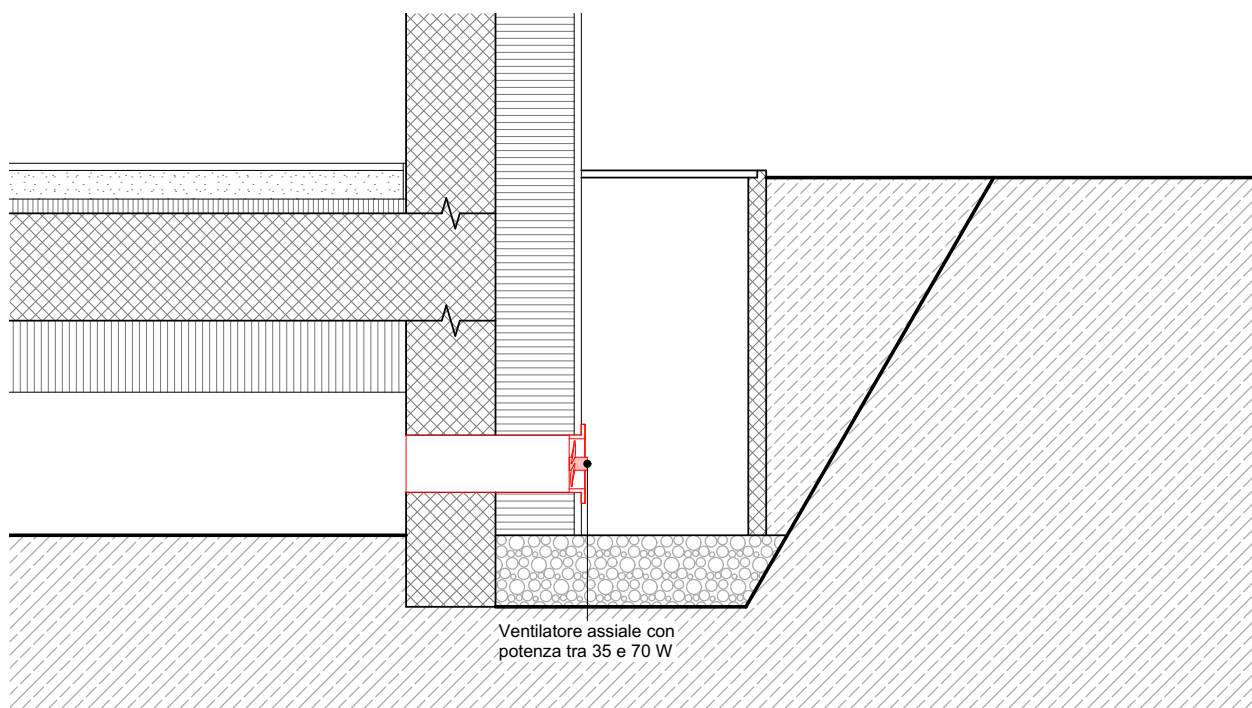
La messa in sovrappressione del vespaio risulta essere una soluzione molto efficace se implementata nelle giuste condizioni, ma presenta dei rischi. L'aria viene immessa nel vespaio, creando una sovrappressione che impedisce al radon di salire dal terreno. Per questo motivo, l'importanza della resa ermetica dei passaggi (sia verso l'esterno che verso l'interno dell'edificio) è fondamentale, in quanto altrimenti il rischio è quello di aumentare le concentrazioni, anziché abbassarle. Il ventilatore non può essere spento.

## Dettagli costruttivi

### D5.1 Inserimento di un ventilatore radiale – centrifugo e condotta per l'espulsione dell'aria contaminata



### D5.2 Inserimento di ventilatore assiale



# METTERE IN DEPRESSIONE IL TERRENO SOTTO L'EDIFICIO – IL POZZO RADON

## Risanamento

Messa in depressione del terreno sottostante l'edificio attraverso l'installazione di un pozzo radon.

## Descrizione

La messa in depressione del terreno sottostante l'edificio permette di impedire al gas radon di infiltrarsi all'interno dello stesso. Si consiglia in primo luogo di valutare la possibilità di implementare un sistema passivo sfruttando l'effetto camino (convezione naturale) presente e, in caso di necessità, installare un ventilatore con il quale aumentare la messa in depressione del terreno.

La planimetria dell'edificio, la dimensione degli spazi e il tipo di terreno sono determinanti per la scelta della posizione e del numero di punti di estrazione necessari.

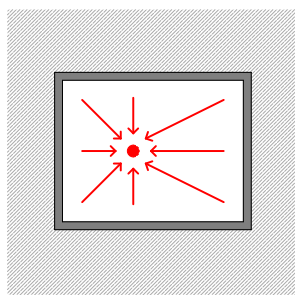
Grazie all'esecuzione di specifiche misurazioni radon, è in molti casi possibile identificare il punto principale di infiltrazione. In questi casi è auspicato intervenire il più vicino possibile al punto d'entrata del gas. Nel caso in cui il punto principale d'entrata non sia chiaramente identificato è necessario scegliere un punto di aspirazione che abbia un raggio di azione il più ampio possibile. La struttura delle fondazioni dell'edificio (non sempre chiara, soprattutto nei vecchi edifici) potrebbe limitare l'efficacia dell'impianto di aspirazione.

Si suggerisce di testare la soluzione scelta grazie all'installazione di un impianto pilota [F.5] e monitorando l'evoluzione delle concentrazioni di radon nei locali a rischio. In caso di necessità occorrerà adattare di conseguenza il sistema prima della messa in opera definitiva. La struttura del terreno e in particolare la sua permeabilità, possono ridurre il raggio d'azione del sistema e, di conseguenza, rendere necessaria l'installazione di più pozzi radon o l'aumento della capacità estrattiva del sistema.

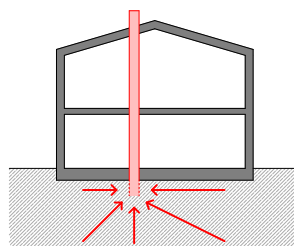
Al fine di preservare nel tempo l'efficacia dell'intervento effettuato, è sempre necessario effettuare manutenzione e controlli periodici [F.7].

### Pozzo radon interno

Al momento della progettazione sarà necessario considerare sia il raggio d'azione che lo spazio interno necessario al passaggio delle condotte.



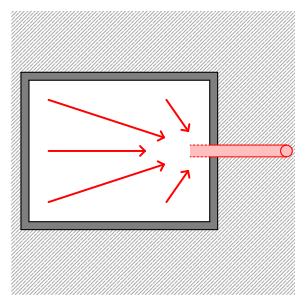
F.1 Pianta pozzo interno



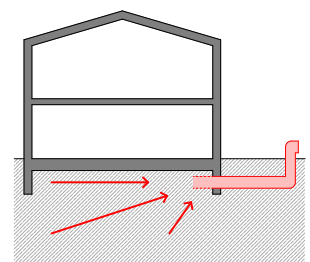
F.2 Sezione pozzo interno

### Pozzo radon esterno

Carotaggio attraverso la fondazione. Richiede la conoscenza della posizione della soletta e della fondazione.



F.3 Pianta pozzo esterno



F.4 Sezione pozzo esterno

#### Vantaggi

- Ampio raggio d'azione
- Possibilità di intervenire puntualmente
- Possibilità di funzionare in maniera passiva

#### Svantaggi

- Necessità di perforare l'involucro edilizio
- Limitazione dell'efficacia in funzione della posizione delle fondazioni e della permeabilità del terreno sotto l'edificio
- Eventuale consumo di elettricità

#### Vantaggi

- Lavori eseguiti all'esterno dell'involucro edilizio
- Meno invasivo nell'edificio

#### Svantaggi

- Raggio d'azione limitato (non centrale)
- Limitazione dell'efficacia in funzione della posizione delle fondazioni e della permeabilità del terreno sotto l'edificio
- Consumo di elettricità



## Condizioni di messa in opera

### Pozzo radon interno

- Carotaggio/apertura di una cavità nella soletta [D6.4].
- Rimozione del terreno per una profondità di 30-50 cm nella quale deve essere inserita la parte finale forata della condotta (PE o PP) avente un diametro di 120-160 mm.
- Riempimento dello scavo intorno alla condotta con della ghiaia (calce lavata di 30-60 mm di diametro).
- Resa ermetica del passaggio della condotta con un manicotto a tenuta stagna, anche nel punto di uscita della condotta dall'edificio (tetto o parete [D6.2; D6.3]) per garantire l'ermeticità e la continuità termica.

### Pozzo radon esterno

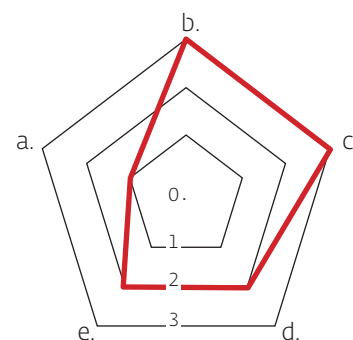
- Eventuale scavo all'esterno dell'edificio la cui profondità deve essere sufficiente per poter effettuare un carotaggio attraverso la fondazione che esca sotto la platea [D6.1].
- Carotaggio della parete perimetrale (diametro da definire in funzione della dimensione della condotta che verrà posata).
- Rimozione di parte del materiale oltre la parete in modo da poter creare un vano d'aria e inserire la condotta forata da tutti i lati per circa 50-100 cm.
- Resa ermetica del passaggio della condotta con un manicotto ermetico in modo da favorire la messa in depressione del terreno sottostante l'edificio [D6.5].

### Tipo di ventilatore

- Radiale-centrifugo: la potenza del ventilatore viene scelta in funzione della capacità estrattiva necessaria e per le abitazioni monofamiliari solitamente varia tra 10 e 100 W.

## Accorgimenti e criticità

- Le condotte interne e a contatto con il terreno devono essere in PP o PE, ma mai in PVC a causa della sua scarsa resistenza alle sollecitazioni e alle aggressioni chimiche. In facciata è preferibile usare delle condotte in acciaio inossidabile o in rame. Sono fortemente sconsigliate condotte flessibili (perdite di carico, durabilità).
- I passaggi delle condotte e tutti i raccordi devono essere ermetici [D6.3; 6.4; 6.5]. In quest'ultimo caso si consiglia l'esecuzione di giunture termosaldate.
- Si consiglia di limitare al massimo l'impiego di curve nelle condotte poiché causano perdite di carico e rischiano di ridurre la capacità estrattiva del sistema di messa in depressione.
- Nel caso in cui sia necessario inserire un ventilatore, è preferibile la posa verticale in modo da evitare problemi di condensa. Nel caso in cui risulti necessaria la posa in orizzontale, è bene prevedere un sistema di evacuazione dell'acqua di condensa [D6.1].
- Si suggerisce la posa del ventilatore all'esterno dell'involucro edilizio. Questo perché il tratto di condotta situata dopo il ventilatore è in sovrappressione e quindi in caso di perdite del sistema la contaminazione dell'aria interna può essere importante.
- Il punto di espulsione dell'aria contaminata deve essere sufficientemente distante dall'edificio per disporre di un volume di diluizione ottimale ed evitare il ritorno all'interno dell'edificio attraverso le aperture esistenti (minimo 2m di distanza). Inoltre, non deve in nessun caso trovarsi in un'area di frequente utilizzo (terrazza, cortile di una scuola, prossimità di altre abitazioni, ecc) e devono essere considerate le direzioni di eventuali venti predominanti [F.6; F.8].



- a. Invasività
- b. Efficacia
- c. Durabilità
- d. Costi di manutenzione
- e. Costi di implementazione



F.5 Impianto pilota di un pozzo radon esterno



F.6 Prolungamento della condotta nel terreno per allontanare il punto di espulsione

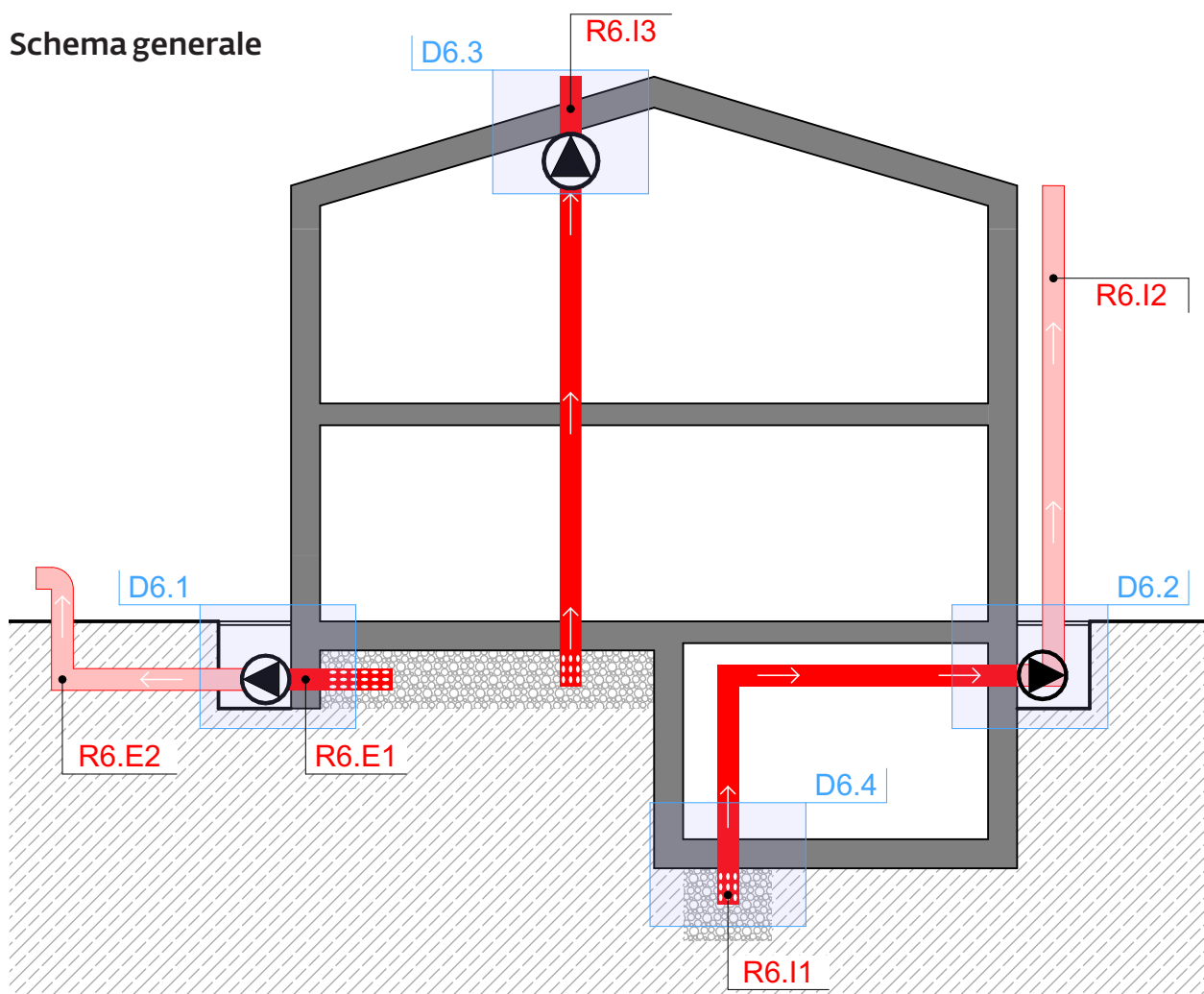


F.7 Tombino per la manutenzione del ventilatore



F.8 Prolungamento della condotta per l'espulsione dell'aria contaminata

## Schema generale



### **R6.I1** Pozzo radon interno con evacuazione ai piedi della facciata

Necessaria l'installazione di un ventilatore. Implementabile unicamente nel caso in cui non vi siano pericoli di ritorno del gas radon attraverso le aperture dell'involucro. È preferibile la posa del ventilatore all'esterno dell'involucro dell'edificio.

**R6.I2** Pozzo radon interno con evacuazione a tetto  
Questa versione implica l'utilizzo di un ventilatore. Portare la condotta esterna a tetto è utile nel caso in cui sia necessario allontanare il punto di espulsione dell'aria contaminata anche dai dintorni dell'edificio. Il posizionamento del ventilatore nel pozzo consente una maggiore accessibilità in caso di manutenzione. Questo prolungamento può essere usato anche per il caso R6.E1.

**R6.I3** Pozzo radon interno con evacuazione a tetto  
Questa versione è progettata per sfruttare l'effetto di aspirazione naturale ed evitare così l'uso di un ventilatore. Se le condizioni lo permettono, questo sistema può dunque rimanere passivo, ma le dimensioni del pozzo e della condotta saranno maggiori (circa 1 m³ per il pozzo e 200 mm di diametro per la condotta). Nel caso in cui l'aspirazione fosse insufficiente, è possibile installare il ventilatore in un secondo momento. La condotta può essere portata a tetto sfruttando ad esempio vecchie canne

fumarie. È preferibile posizionare il ventilatore nel solaio internamente o direttamente all'esterno sulla copertura in modo da limitare il rischio di contaminazione dei locali abitativi. Qualora non fosse possibile, la condotta deve essere resa ermetica su tutta la sua altezza. La condotta deve essere isolata termicamente quando attraversa gli spazi freddi dell'edificio.

### **R6.E1** Pozzo radon esterno con evacuazione diretta ai piedi della facciata

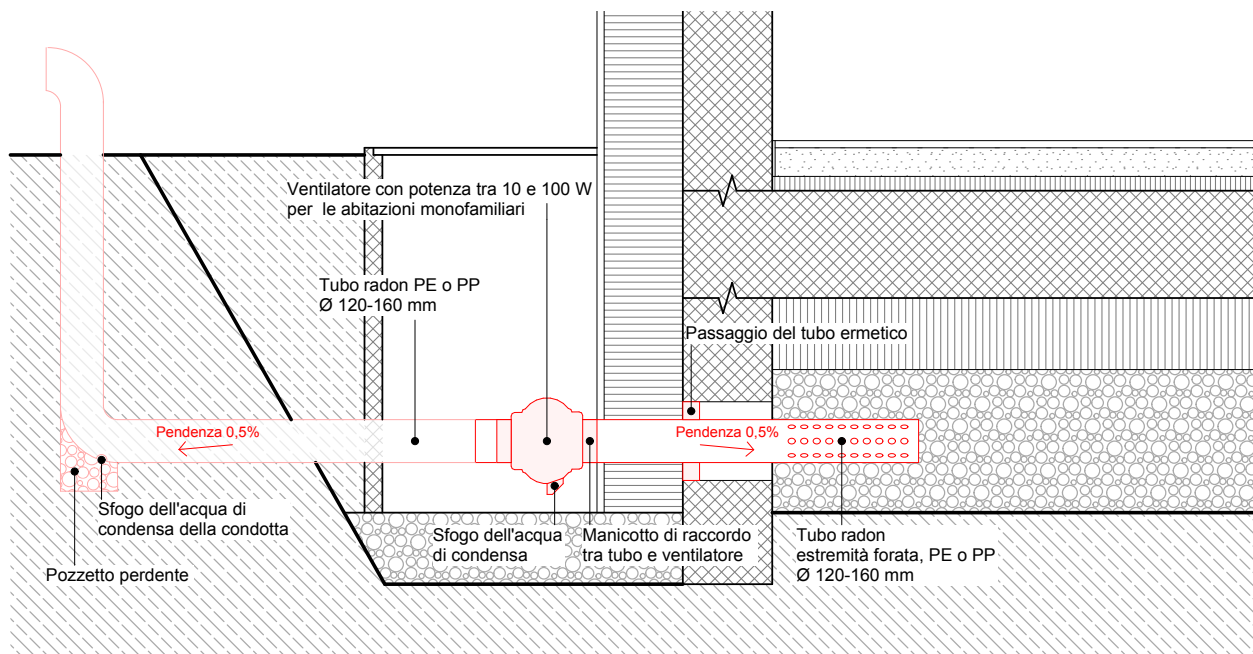
Necessaria l'installazione di un ventilatore. Nel caso in cui non ci siano pericoli di rientro del gas radon attraverso le aperture dell'involucro, il gas può essere evacuato direttamente nel pozzo. Se il ventilatore è posizionato orizzontalmente, deve essere implementato un sistema che permetta di smaltire l'acqua di condensa.

### **R6.E2** Pozzo radon esterno con evacuazione in giardino

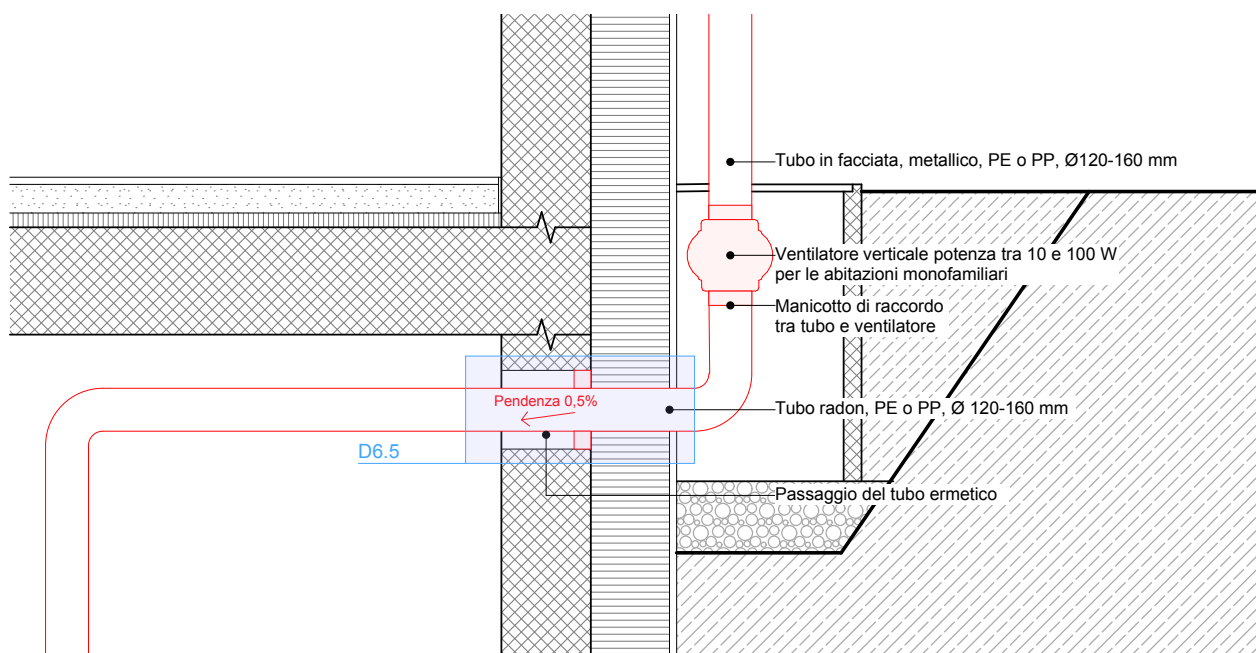
Necessaria l'installazione di un ventilatore. Nel caso in cui non sia possibile rilasciare immediatamente l'aria contaminata e non sia conveniente prolungare la condotta fino in copertura, è possibile prolungare orizzontalmente la condotta attraverso il terreno della proprietà, fino ad una zona sicura. Questo prolungamento può essere usato anche per il caso R6.I1.

## Dettagli costruttivi

### D6.1 Dettagli condotte – Pozzo esterno con evacuazione in giardino

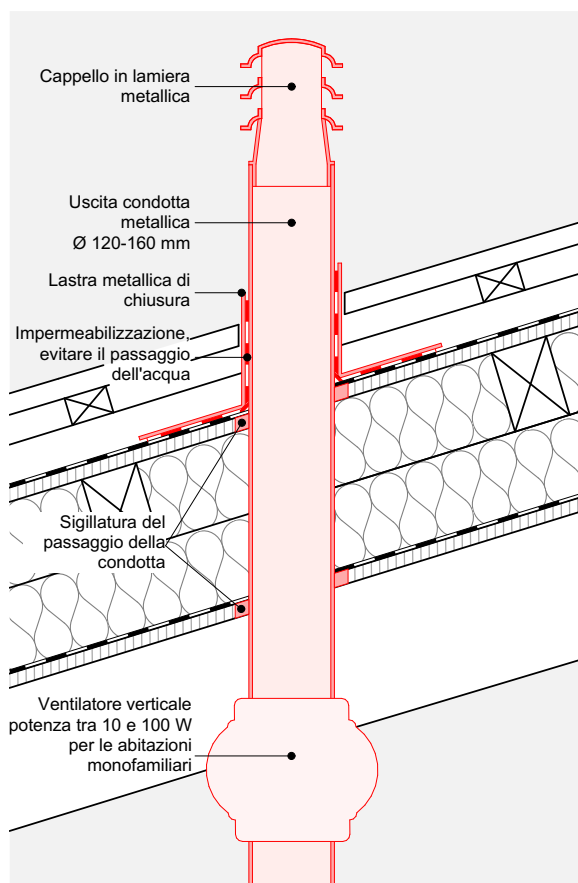


### D6.2 Dettagli condotte – Pozzo interno con ventilatore esterno e evacuazione a tetto

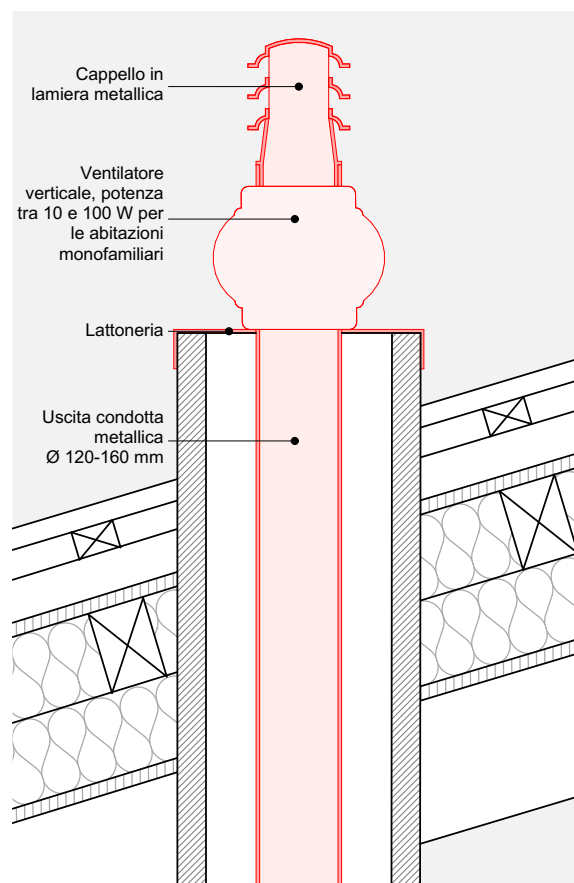


## Dettagli costruttivi

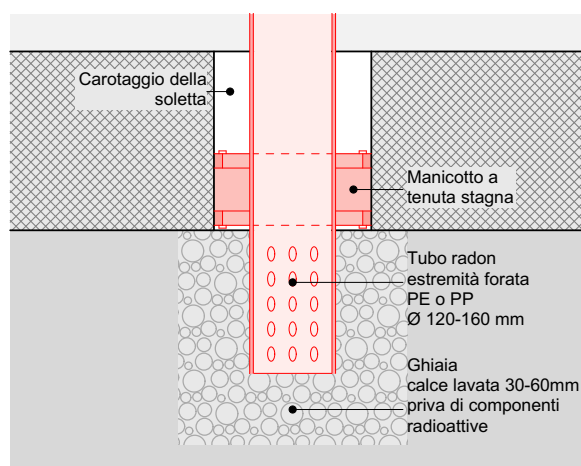
### D6.3/1 Uscita della condotta a tetto



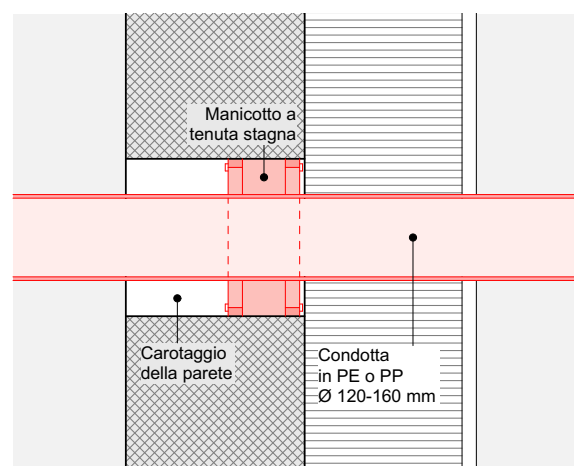
### D6.3/2 Passaggio della condotta attraverso un vano esistente



### D6.4 Manicotto a tenuta stagna – pavimento (pozzo radon attivo)



### D6.5 Manicotto a tenuta stagna – parete



0 30 cm

# METTERE IN DEPRESSIONE IL TERRENO SOTTO L'EDIFICIO – DRENAGGIO RADON O NUOVO VESPAIO

## Risanamento

Messa in depressione del terreno sottostante l'edificio grazie alla posa di un drenaggio radon o la creazione di un nuovo vespaio sotto una nuova platea.

## Descrizione

La presenza di una cantina in suolo naturale o la rimozione e ricostruzione della platea, risulta essere un'ottima opportunità per ridurre le concentrazioni radon all'interno di un edificio. Lo spazio sotto la soletta verrà drenato o verrà creato un vespaio da cui estrarre il radon. Si consiglia in primo luogo di valutare la possibilità di implementare un sistema passivo sfruttando l'effetto camino (convezione naturale) e, in caso di necessità, installare un ventilatore con il quale mettere in depressione il terreno.

La planimetria dell'edificio e il tipo di terreno sono determinanti per definire la posizione e la forma della rete di drenaggio. Bisogna inoltre considerare che spesso la cantina, o la sua parte in suolo naturale, non si trova sotto tutto l'ingombro dell'edificio, ma solo sotto una parte di esso.

Grazie all'iniziale assenza della platea è facilmente possibile agire su una grossa area alla base dell'edificio installando un drenaggio radon. In seguito, è necessario gettare una nuova platea che deve essere ermetica al fine di garantire la messa in depressione del terreno sottostante l'edificio.

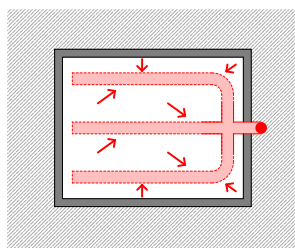
Deve essere prestata particolare attenzione all'ermeticità dei raccordi e alla presenza di pareti portanti, che potrebbero limitare la continuità della messa in depressione. Eventualmente si possono effettuare dei carotaggi nelle pareti portanti per estendere l'effetto del sistema.

Si suggerisce di testare la soluzione scelta grazie all'installazione di un impianto pilota e monitorando l'evoluzione delle concentrazioni di radon nei locali a rischio. In caso di necessità occorrerà adattare di conseguenza il sistema prima della messa in opera definitiva.

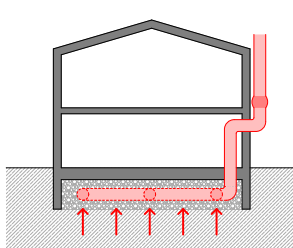
Al fine di preservare nel tempo l'efficacia dell'intervento effettuato, è sempre necessario effettuare manutenzione e controlli periodici.

### Drenaggio radon

Al momento della progettazione del drenaggio devono essere considerati in particolar modo la composizione del terreno, la posizione delle pareti portanti e lo spazio necessario per la nuova platea (altezza del locale).



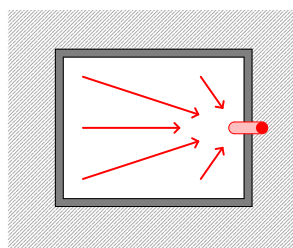
F.1 Pianta posa a rete



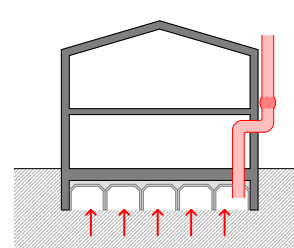
F.2 Sezione drenaggio

### Nuovo vespaio

Nel caso in cui viene creato un vespaio attraverso un sistema ad igloo, esso può essere messo in depressione. Anche qui bisogna prestare attenzione alla posizione delle pareti portanti e all'altezza del locale.



F.3 Pianta nuovo vespaio



F.4 Sezione nuovo vespaio

#### Vantaggi

- Ampio raggio d'azione possibile
- Possibilità di funzionamento passivo

#### Svantaggi

- Creazione di un sistema di drenaggio
- Necessità di gettare una nuova platea ermetica
- Consumo di elettricità in caso di estrazione attiva

#### Vantaggi

- Assenza di condotte per il drenaggio
- Aspirazione facilitata dall'assenza di ghiaia (necessità di ventilatori meno potenti)

#### Svantaggi

- Necessità di creare una nuova platea ermetica
- Consumo di elettricità in caso di estrazione attiva



## Condizioni di messa in opera

### Drenaggio radon in una cantina con suolo naturale

- Scavo (ca 40 cm di profondità) e posa a terra dei tubi drenanti (in PE o PP e forati nella metà inferiore) aventi un diametro di almeno 100 mm. La permeabilità del terreno definisce la posizione e la densità delle condotte:
  - Massicciata o magrone: è sufficiente una posa a S della condotta [F.5] con una distanza fra i tubi fino a 8 metri.
  - Terreno compatto / poco permeabile: posa di una rete di tubi [F.1 e F.2] con una distanza tra 1 e 3 metri.
- Collegamento dei tubi drenanti ad una condotta piena (in PE o PP) per espellere l'aria esternamente.
- Costruzione della nuova platea che deve essere ermetica (esecuzione dei giunti parete-platea secondo le regole dell'arte).
- Resa ermetica del passaggio della condotta attraverso la nuova soletta (grazie ad un manicotto ermetico con collare inserito in getto) o attraverso la parete (grazie ad un manicotto ermetico a pressione [D7.5]). Anche un'eventuale passaggio della condotta a tetto deve essere ermetico all'aria.

Per approfondire le strategie di drenaggio, vedere la scheda *P3 Mettere in depressione il terreno sotto l'edificio – Drenaggio radon*.

### Creazione di un vespaio in una cantina con suolo naturale

- Posa di moduli igloo e dell'isolamento e getto della nuova soletta lasciando lo spazio per il passaggio della condotta (in PE o PP, manicotto ermetico) che deve poter estrarre agevolmente l'aria contaminata [F.3 e F.4].
- Resa ermetica del passaggio nella soletta e nella parete/tetto [D7.5].

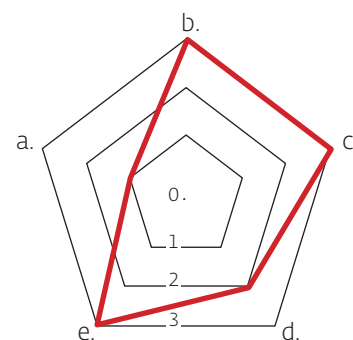
Per approfondire le strategie di ventilazione del vespaio, vedere la scheda *R5 Ventilare il vespaio e altri accorgimenti*.

### Tipo di ventilatore

Radiale-centrifugo: la potenza del ventilatore viene scelta in funzione della capacità estrattiva necessaria e per le abitazioni monofamiliari solitamente varia tra 10 e 100 W.

## Accorgimenti e criticità

- Le condotte interne e a contatto con il terreno devono essere in PP o PE, ma mai in PVC a causa della sua scarsa resistenza alle sollecitazioni e alle aggressioni chimiche. In facciata è preferibile usare delle condotte in acciaio inossidabile o in rame. Sono fortemente sconsigliate condotte flessibili (perdite di carico, durabilità).
- I passaggi delle condotte e tutti i raccordi devono essere ermetici (pareti, solette e nelle canne fumarie per tutta l'altezza). Questo richiede giunti e manicotti ermetici. In quest'ultimo caso si consiglia l'esecuzione di giunture termosaldate.
- Si consiglia di limitare l'impiego di curve nelle condotte poiché causano perdite di carico e riducono la capacità estrattiva del sistema di messa in depressione.
- Nel caso in cui sia necessario inserire un ventilatore, è preferibile la posa verticale in modo da evitare problemi di condensa. Nel caso in cui risulti necessaria la posa in orizzontale, è bene prevedere un sistema di evacuazione dell'acqua di condensa [D7.1].
- Si suggerisce la posa del ventilatore all'esterno dell'involucro edilizio. Questo perché il tratto di condotta situata dopo il ventilatore è in sovrappressione e quindi in caso di perdite del sistema la contaminazione dell'aria interna potrebbe essere importante.
- Il punto di espulsione dell'aria contaminata deve essere sufficientemente distante dall'edificio per disporre di un volume di diluizione ottimale ed evitare il ritorno all'interno dell'edificio attraverso le aperture esistenti (minimo 2m di distanza). Inoltre, non deve in nessun caso trovarsi in un'area di frequente utilizzo (terrazza, cortile di una scuola, prossimità di altre abitazioni, ecc) e devono essere considerate le direzioni di eventuali venti predominanti.



a. Invasività  
b. Efficacia  
c. Durabilità  
d. Costi di manutenzione  
e. Costi di implementazione



F.5 Esempio di posa a S del drenaggio



F.6 Uscita della condotta di drenaggio

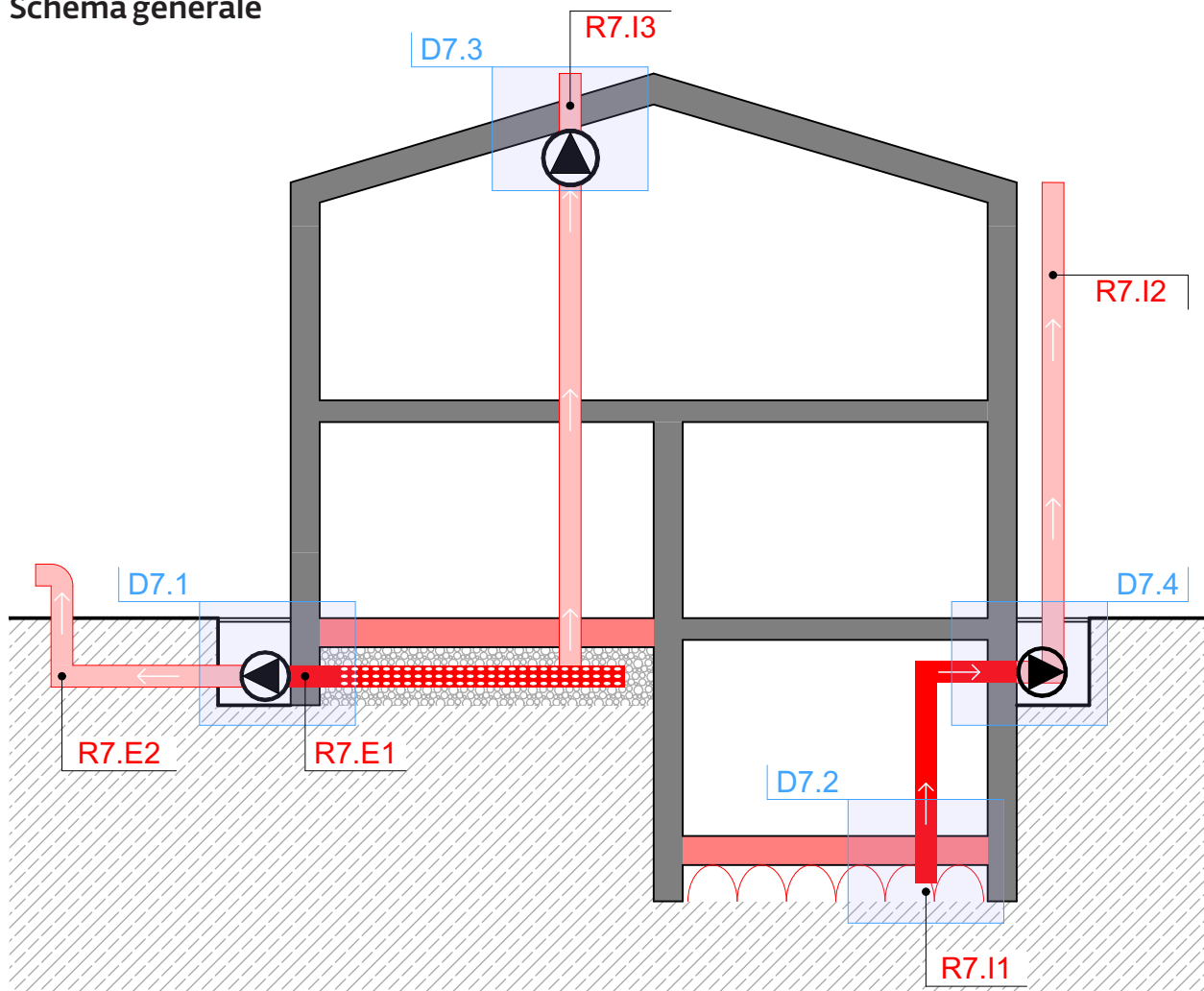


F.7 Drenaggio annegato nello strato di ghiaia



F.8 Sistema igloo – vespaio areato

## Schema generale



### **R7.I1 Creazione di un vespaio con nuova platea e espulsione diretta ai piedi della facciata**

Necessaria l'installazione di un ventilatore. Implementabile unicamente nel caso in cui non vi siano pericoli di ritorno del gas radon attraverso le aperture dell'involucro. È preferibile la posa del ventilatore all'esterno dell'involucro dell'edificio.

### **R7.I2 Creazione di un vespaio con nuova platea e espulsione a tetto**

Necessaria l'installazione di un ventilatore. Portare la condotta esterna a tetto è utile nel caso in cui sia necessario allontanare il punto di espulsione dell'aria contaminata anche dai dintorni dell'edificio. Il posizionamento del ventilatore nel pozzo consente una maggiore accessibilità in caso di manutenzione, ma è possibile posarlo anche a tetto. Questo prolungamento può essere usato anche per il caso R7.E1.

### **R7.I3 Drenaggio radon con nuova platea e espulsione dall'interno a tetto**

Se le condizioni lo permettono, questo sistema può essere implementato in modo passivo. In caso in cui l'aspirazione fosse insufficiente, è possibile installare il ventilatore in un secondo momento. La condotta può essere portata a tetto sfruttando ad esempio vecchie canne fumarie. È pre-

feribile posizionare il ventilatore nel solaio internamente o direttamente all'esterno, sulla copertura. La condotta deve essere isolata termicamente quando attraversa gli spazi freddi dell'edificio.

### **R7.E1 Drenaggio radon con nuova platea e espulsione diretta**

Nel caso in cui non ci siano pericoli di rientro del gas radon attraverso le aperture dell'involucro il gas può essere evacuato direttamente nel pozzo nel quale viene installato il ventilatore. Se il ventilatore è posizionato orizzontalmente, deve essere implementato un sistema che permetta di smaltire l'acqua di condensa.

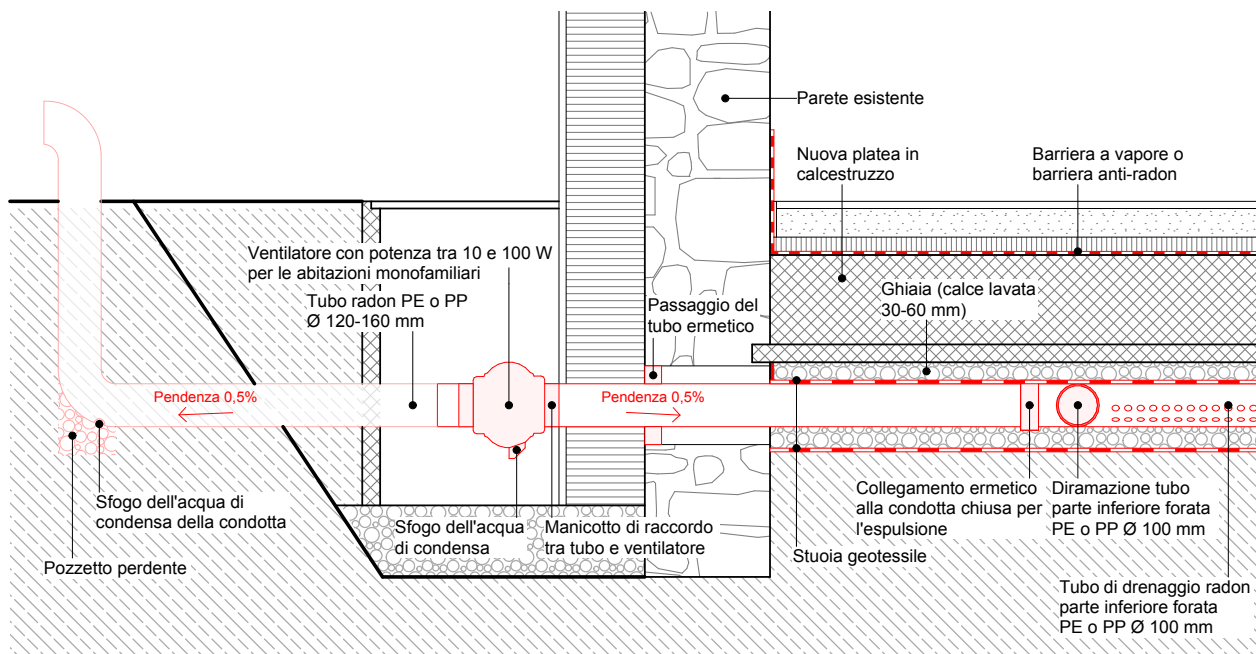
### **R7.E2 Drenaggio radon con nuova platea e espulsione in giardino**

Nel caso in cui non sia possibile rilasciare immediatamente l'aria contaminata nel pozzo e non sia conveniente prolungare la condotta fino in copertura, è possibile prolungare orizzontalmente la condotta attraverso il terreno della proprietà, fino ad una zona sicura. Questa soluzione può essere applicata sia nel caso del drenaggio radon interno che per quello esterno. Questo prolungamento può essere usato anche per il caso R7.I1.

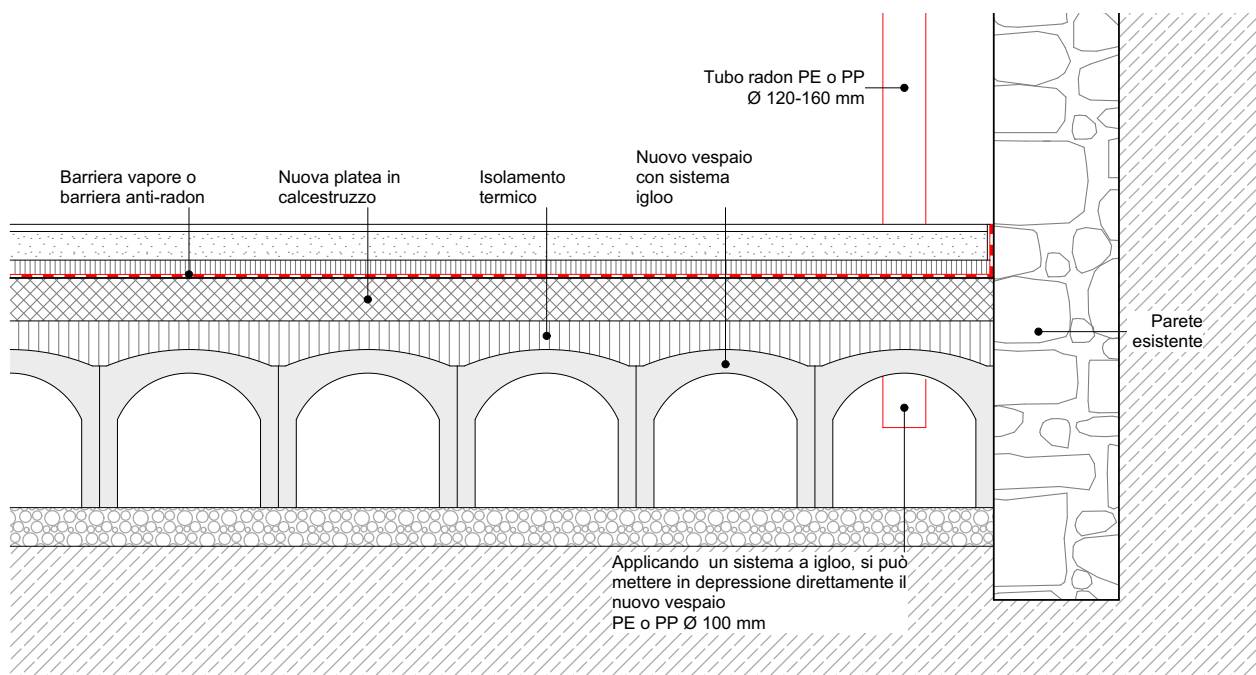


## Dettagli costruttivi

### D7.1 Drenaggio radon annegato nella ghiaia e uscita con prolungamento in giardino

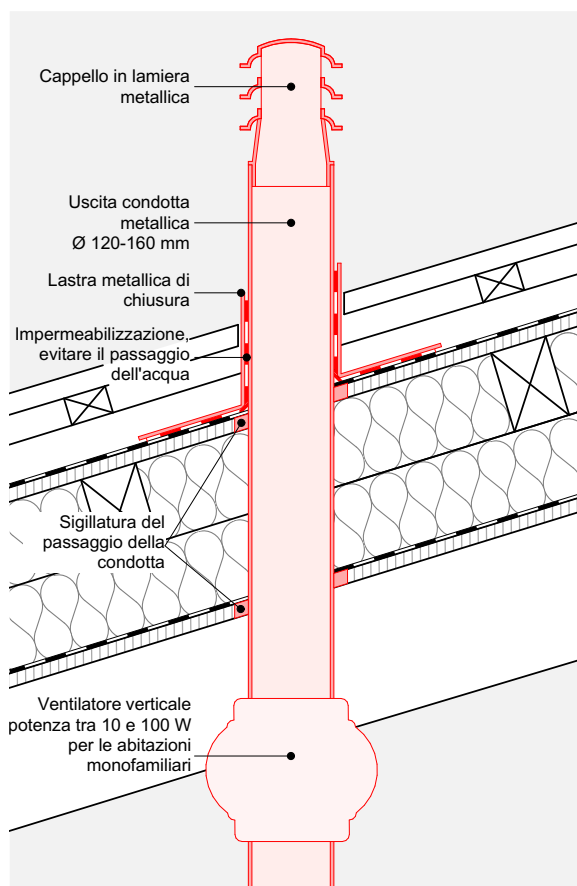


### D7.2 Messa in depressione del nuovo vespaio in un sistema a igloo per la costruzione della nuova platea

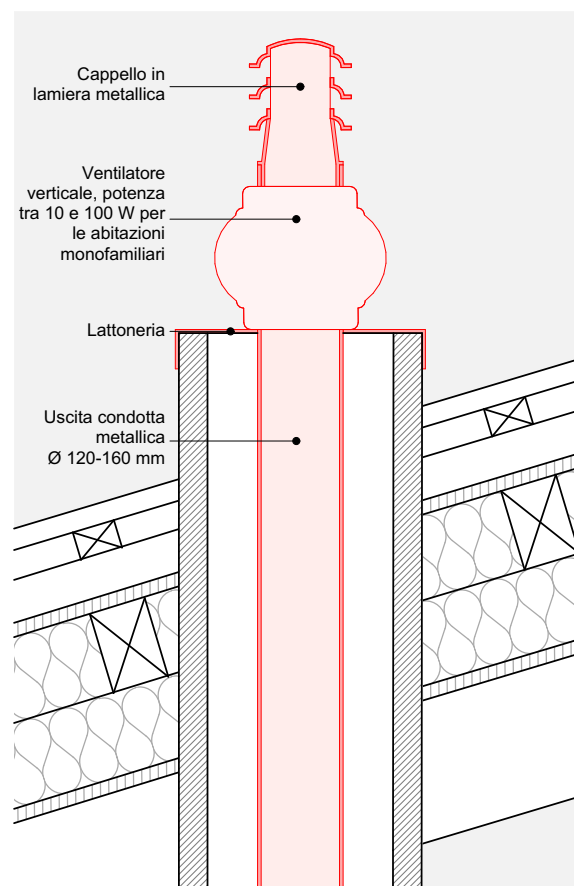


## Dettagli costruttivi

### D7.3/1 Passaggio della condotta a tetto

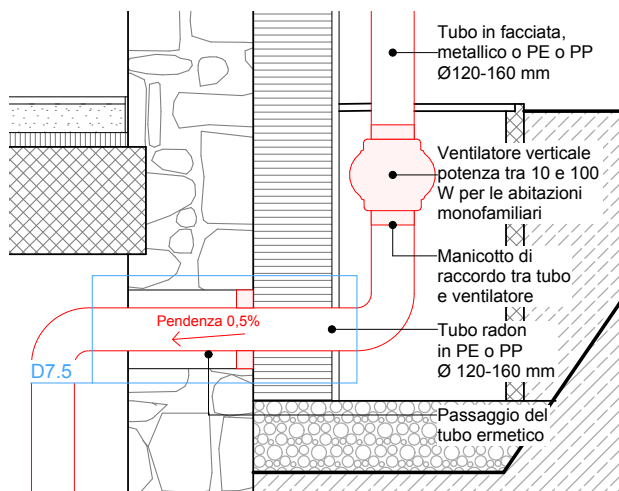


### D7.3/2 Passaggio della condotta attraverso un vano esistente

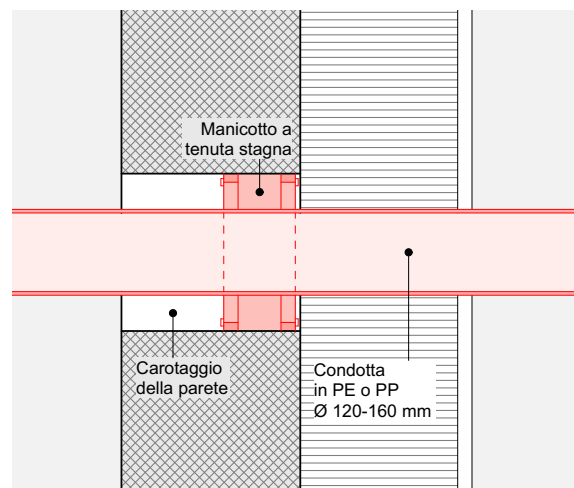


0 30 cm

### D7.4 Passaggio della condotta in parete



### D7.5 Manicotto a tenuta stagna - parete



0 1 m

0 30 cm

## Servizi tecnici regionali per il radon

### Per la Svizzera italiana

Centro competenze radon  
Scuola Universitaria professionale  
della Svizzera Italiana

Via Flora Ruchat-Roncati 15  
6850 Mendrisio

058 666 63 51  
radon@supsi.ch  
[www.supsi.ch/ccr](http://www.supsi.ch/ccr)

### Per la Svizzera francese

Centre romand de la qualité  
de l'air intérieur et du radon  
Haute école d'ingénierie  
et d'architecture de Fribourg

Pérolles 80  
1700 Fribourg

026 429 66 65  
eifr-croqair@hefr.ch  
[www.croqair.ch](http://www.croqair.ch)

### Per la Svizzera tedesca

Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau  
Fachhochschule Nordwestschweiz

Hofackerstrasse 30  
4132 Muttenz

061 228 55 70  
radon@fhnw.ch  
[www.fhnw.ch/radon](http://www.fhnw.ch/radon)

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP  
[www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)

## Fonti

- Radon – Manuale operativo, Faktor Verlag, editore:  
Ufficio federale della sanità pubblica UFSP, Berna, 2018
- Radon et sols pollués: protection des bâtiments,  
CSTB, La Courneuve, 2021
- Swiss Radon Handbook, UFSP, Berna, 2000
- Archivi SUPSI
- Archivi HEIA-FR (CroqAIR)
- Jurad-Bat, [www.jurad-bat.net](http://www.jurad-bat.net)
- Foglio informativo concernente le prestazioni  
dei consulenti in materia di radon, [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)
- Radon, gérer le risque pour la construction et  
la rénovation de logements, Association Qualitel, 2020

## Ringraziamenti

Si ringrazia l'Ufficio federale della sanità pubblica UFSP.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI  
**Ufficio federale della sanità pubblica UFSP**

Si ringraziano anche tutti i professionisti che hanno  
contribuito alla buona riuscita del progetto



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL  
Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE  
Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima



**CENTRO NAZIONALE PER LA PROTEZIONE  
DALLE RADIAZIONI E FISICA COMPUTAZIONALE  
– ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ**