



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583489
cstival@units.it

ARGOMENTO

23

5 MAGGIO 2022

L'edificio ed il terreno

Chiusure inferiori. Materiali e soluzioni tecnologiche

A. A. 2021-2022

Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura**

Corso di **Tecnologie e soluzioni edilizie**

per la sostenibilità ambientale

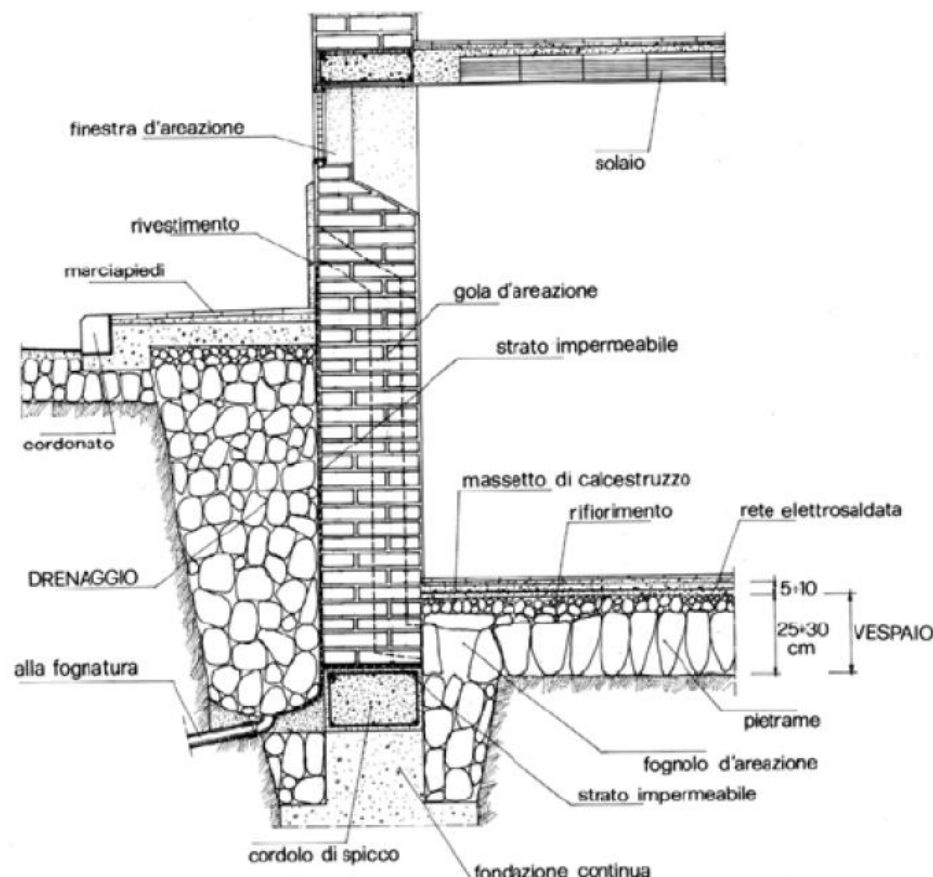
Soluzioni a contatto diretto

Vespai ed intercapedini permettono di mantenere uno **scostamento dal terreno** consentendone tanto prestazioni di isolamento termico quanto di protezione dall'**umidità di risalita**, attraverso una congrua **aerazione**.

Il controllo dell'umidità avviene, prima ancora che con tecnologie specialistiche, mediante il **distanziamento** della **costruzione dal terreno**.

In alternativa, uno **strato bentonitico** disposto tra la struttura fondale ed il massetto risulta efficace nella protezione dall'umidità proveniente dal terreno.

Chiusura orizzontale inferiore realizzata con vespaio in pietrame sfuso.



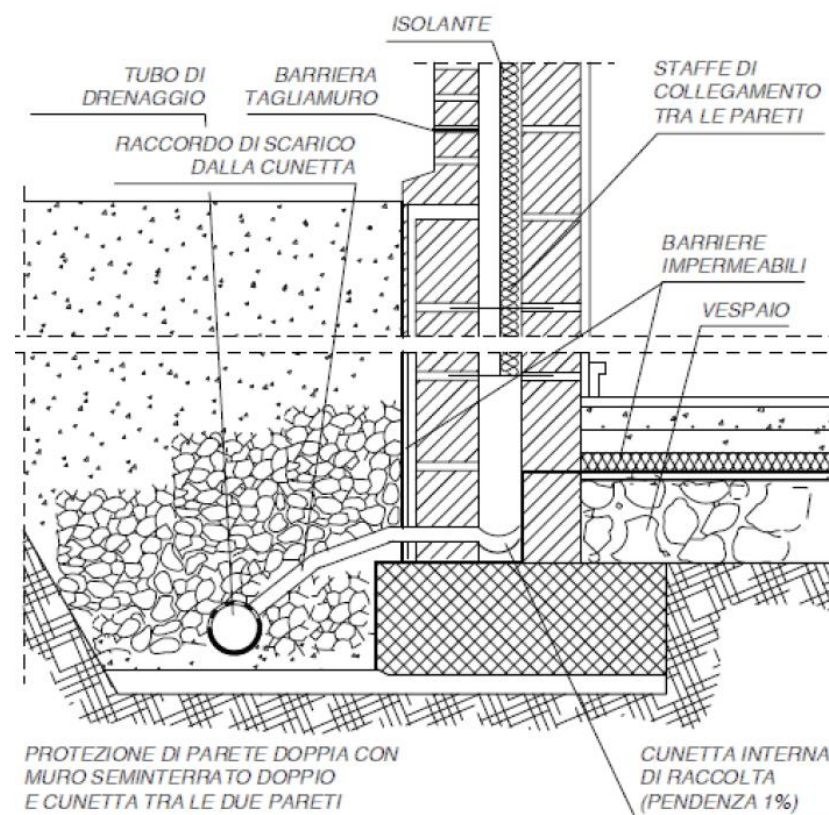
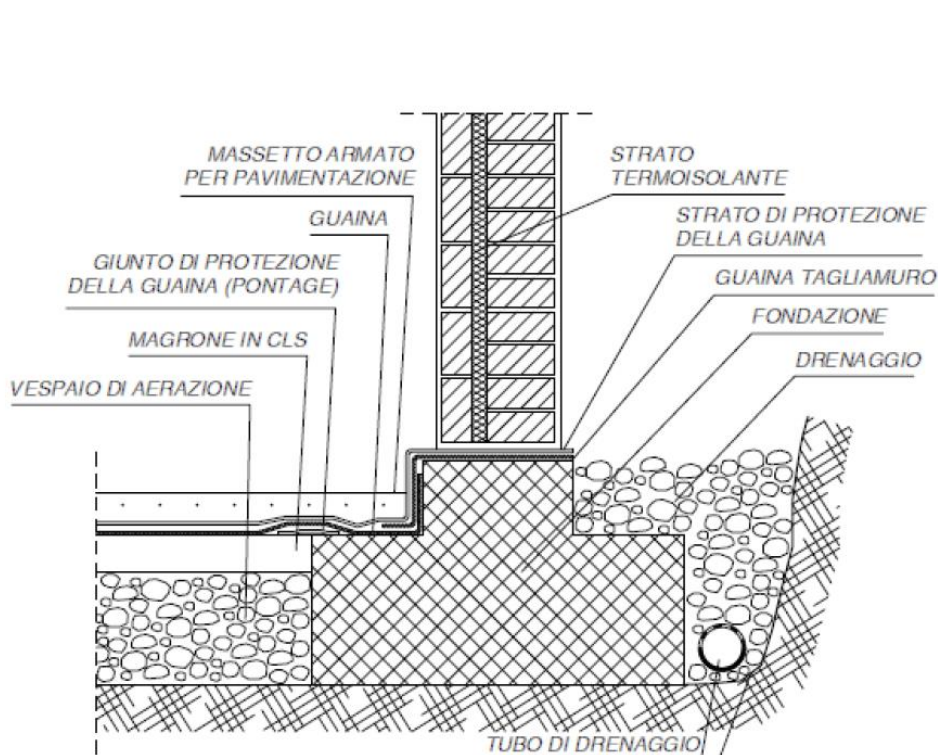
POSA DI STRATI IMPERMEABILI

Risalita capillare impedita

Blocco apporti di umidità

Soluzioni a contatto diretto

Chiusure orizzontali inferiori con vespaio in pietrame sfuso ed elementi di completamento. In terreni altamente drenanti, per locali non interrati, può essere sufficiente l'installazione di una guaina tagliamuro impermeabile.



Soluzioni a contatto diretto

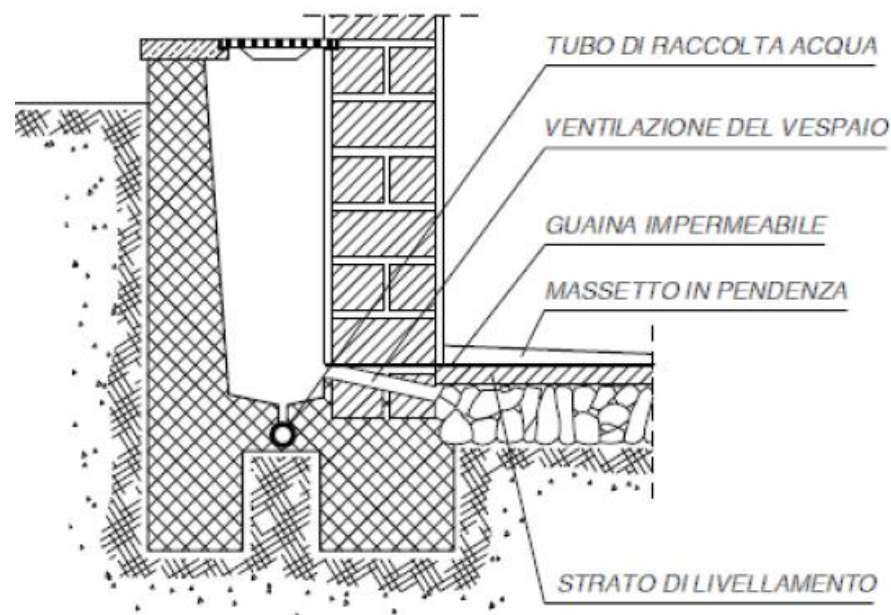
La protezione dall'umidità è dunque realizzata attraverso la realizzazione di:

1. una **intercapedine aerata**. Tale soluzione permette anche l'illuminazione dei locali in tutto o in parte interrati;
2. un **vespaio aerato**, che fornisce la resistenza meccanica necessaria a sostenere la chiusura. È realizzato con **pietrame** a granulometria variabile di spessore compreso tra 25 e 40 cm. Un **massetto armato** con rete elettrosaldata completa la soluzione «nuda»;
3. un **massetto** posto su **membrana impermeabile**.

In assenza di ventilazione, lo strato d'aria fungerebbe da isolamento termico (aria ferma), comportando però un accumulo dell'umidità dell'aria dal terreno: si richiede allora la predisposizione di una barriera al vapore.

Viceversa, consentendo l'aerazione dell'intercapedine, quest'ultima è soggetta a lavaggio, con annullamento sensibile dell'effetto coibente.

Chiusura orizzontale inferiore realizzata con vespaio in pietrame sfuso.

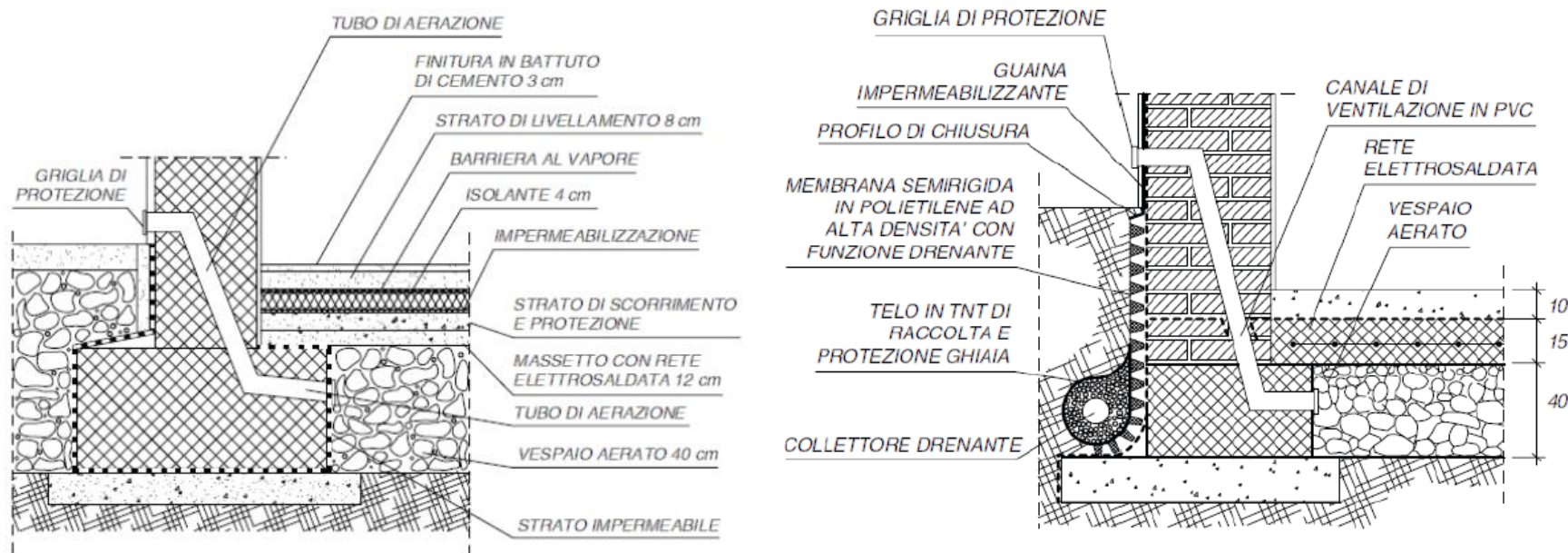


Soluzioni a contatto diretto

L'aerazione attraverso il pietrame di pezzatura variabile è consentita da una rete di canali paralleli comunicanti all'esterno, aventi interasse 100-150 cm e diametro equivalente non inferiore a 150 mm.

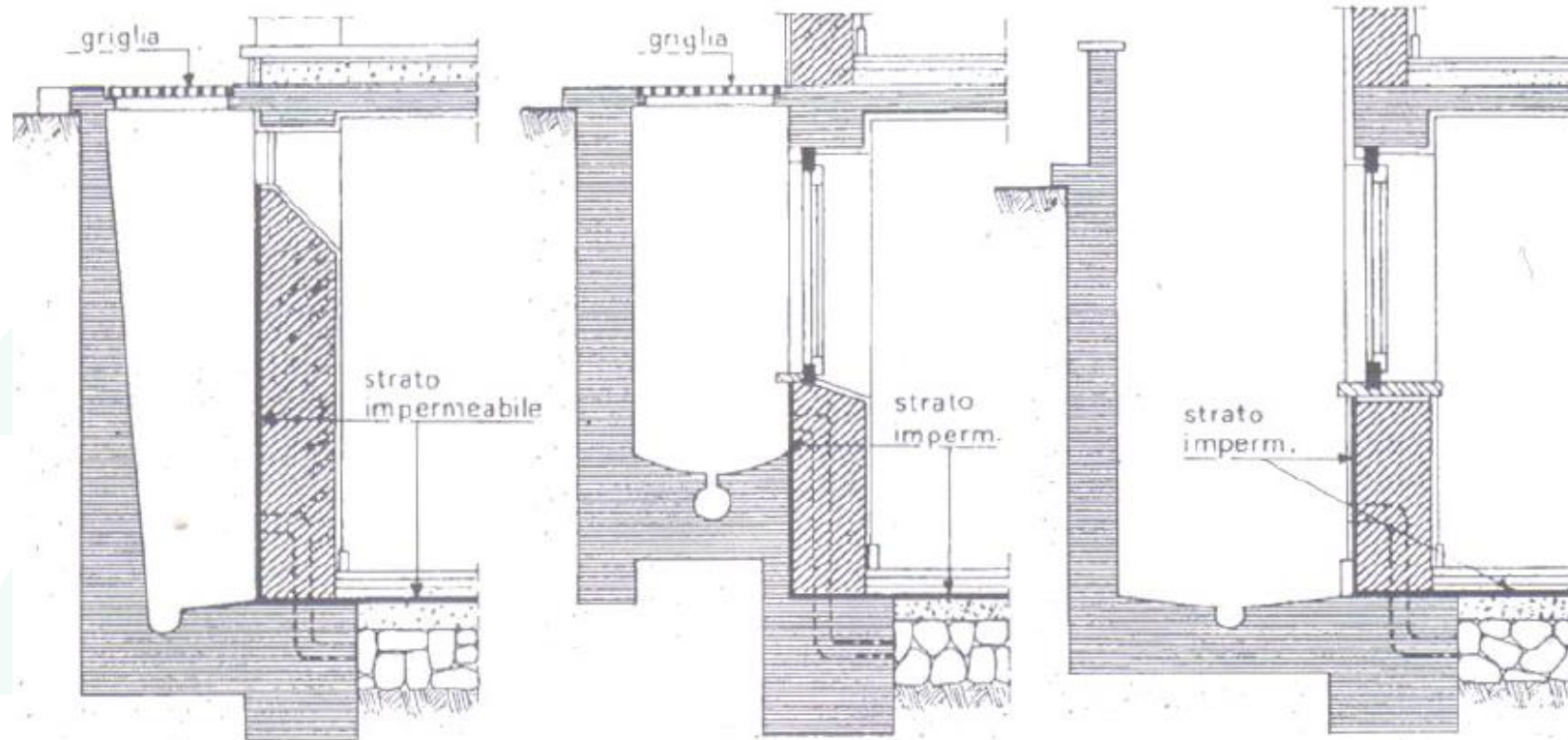
Le pezzature maggiori, avendo una superficie ridotta, si contrappongono al fenomeno di risalita capillare; le pezzature più fini fungono da supporto agli strati soprastanti.

Lo strato finale è costituito da ghiaietto con rifinitura bentonitica.



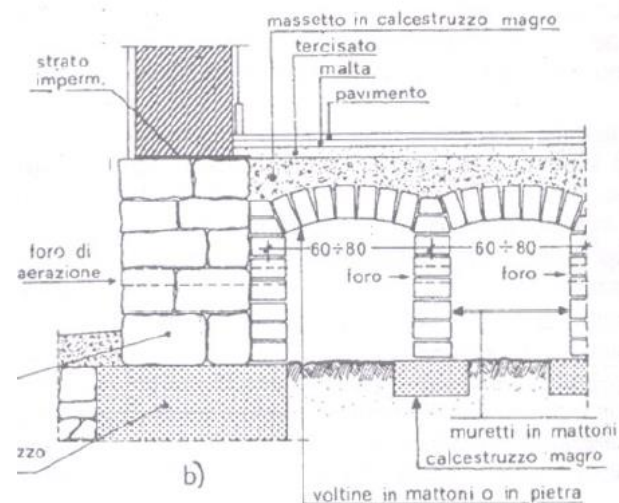
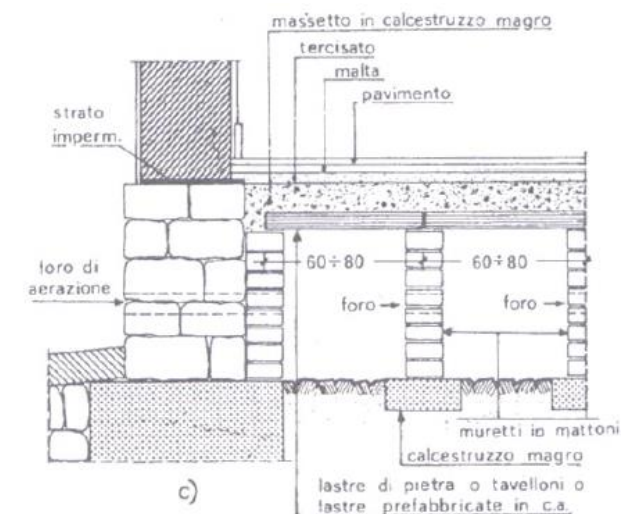
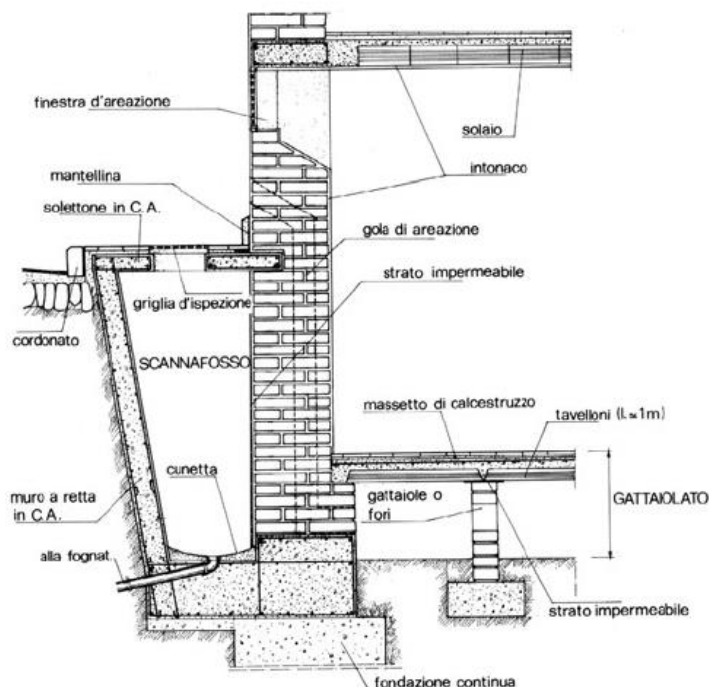
Soluzioni a contatto diretto

Lo strato impermeabilizzante deve proteggere i locali interrati fino alla quota del piano campagna o fino all'apertura di ventilazione dei locali stessi.



Soluzioni a contatto lineare/puntuale

Nella chiusura con **rapporto lineare**, lo strato portante poggia sul terreno mediante **elementi di sostegno** di diverso sviluppo, ad esempio **tavelloni in appoggio su muretti** di spessore non inferiore a 60 mm, oppure **casseforme cupolari in PVC** o **polipropilene** che sostengono un **massetto in calcestruzzo**.



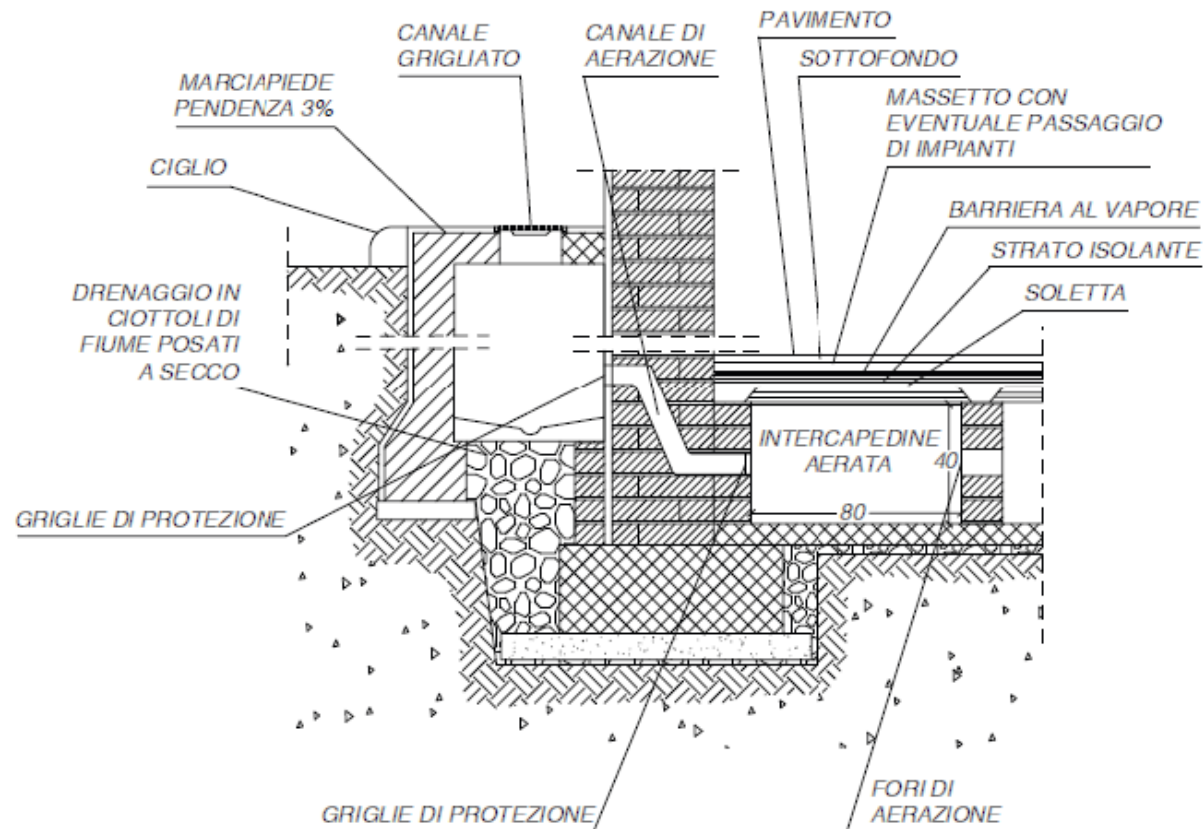
Soluzioni a contatto lineare/puntuale

Uno strato **coibente**, soprastante lo strato resistente, consente il **controllo degli scambi termici** con il terreno.

Il dimensionamento di tale strato deve tener conto:

- della (eventuale) **presenza** di un **sistema** di **riscaldamento radiante** annesso a pavimento;
- dell'interazione fra il **terreno** e la **struttura** per il rispetto delle prescrizioni in materia di **efficienza energetica**.

È necessario prevedere un **massetto** in **calcestruzzo armato** al di sopra dello strato coibente per assicurare la **ripartizione** dei **carichi** trasmessi dalla pavimentazione.



Soluzioni a contatto lineare/puntuale

Può essere necessario prevedere un **secondo strato di barriera al vapore** superiore allo strato coibente:

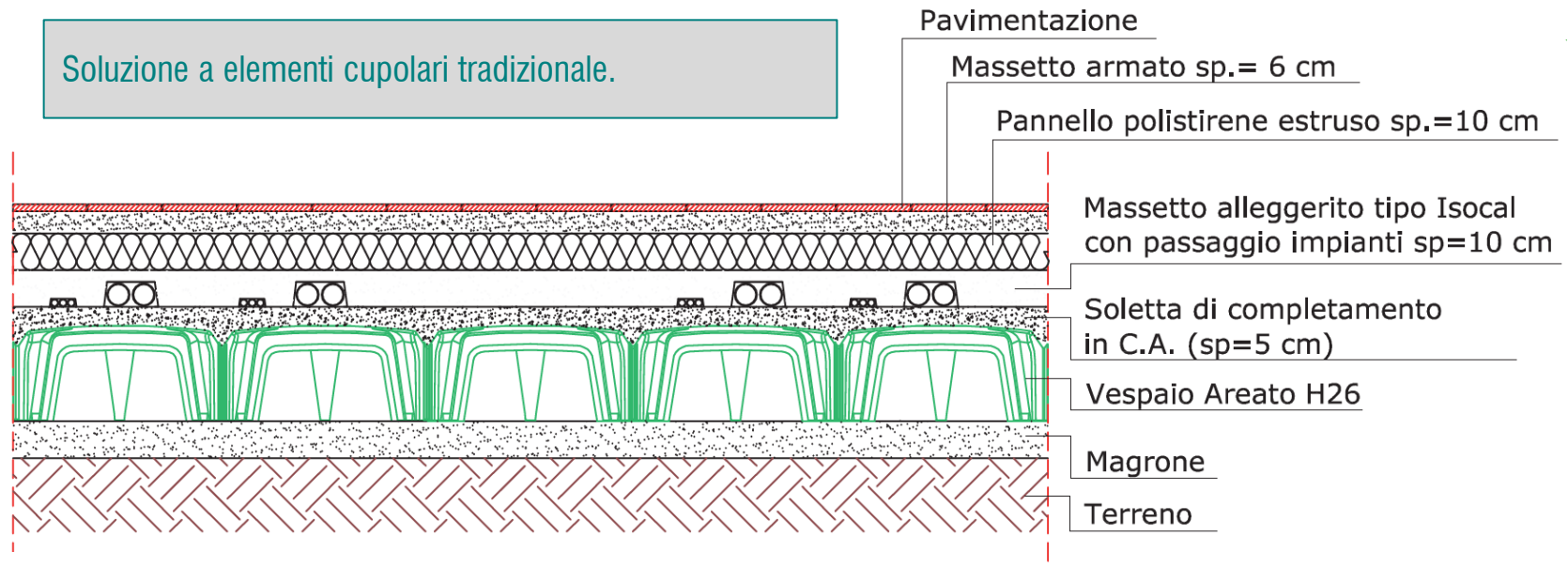
- il primo strato, infatti, protegge lo strato termoisolante dal flusso di vapore proveniente dal terreno, specialmente nel periodo autunnale;
- il secondo strato funge da protezione analoga dal flusso di vapore proveniente dallo spazio confinato, se riscaldato.

Un sistema di contatto puntuale è costituito dai **casseri modulari prefabbricati in PVC**, a quattro o cinque gambe, che fanno denominare il sistema «**a granchio**» o «**a cupole**». Essi poggiano su un **sottofondo di calcestruzzo magro** che conferisce **planarità, orizzontalità e regolarità di posa** a tutto il sistema.

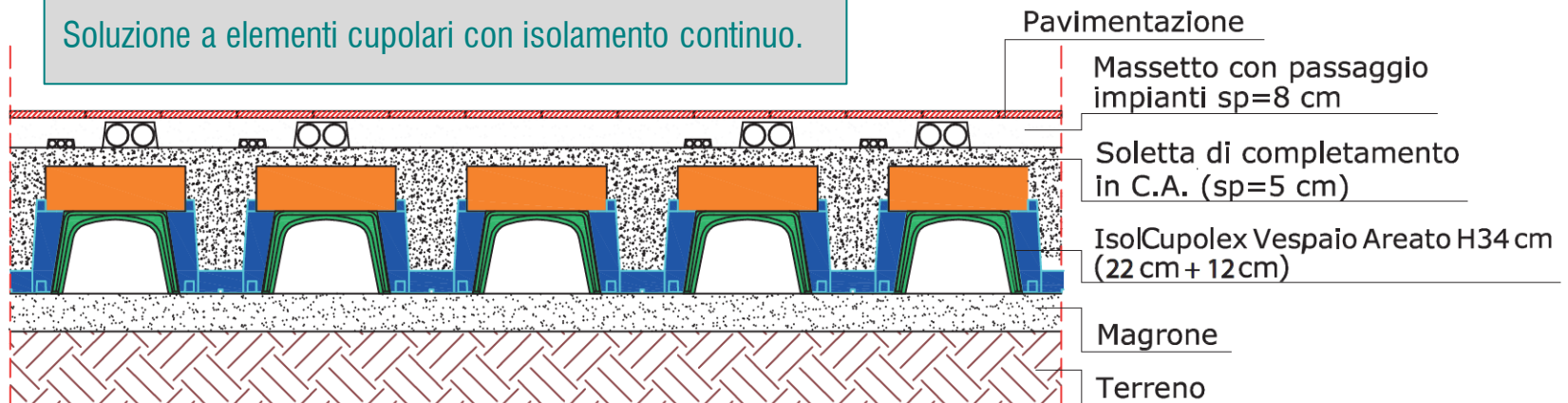


Soluzioni a contatto lineare/puntuale

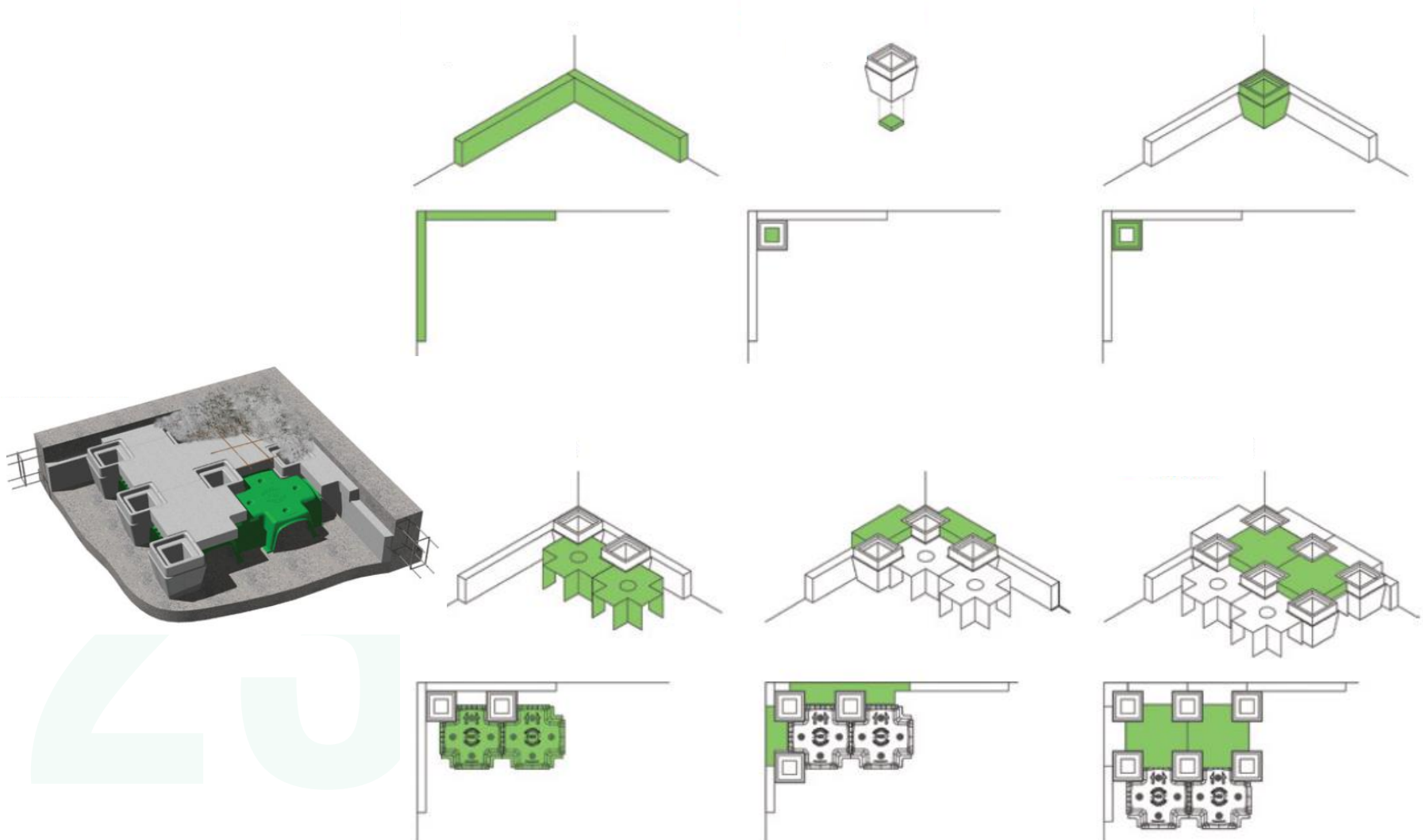
Soluzione a elementi cupolari tradizionale.



Soluzione a elementi cupolari con isolamento continuo.



Soluzioni a contatto lineare/puntuale

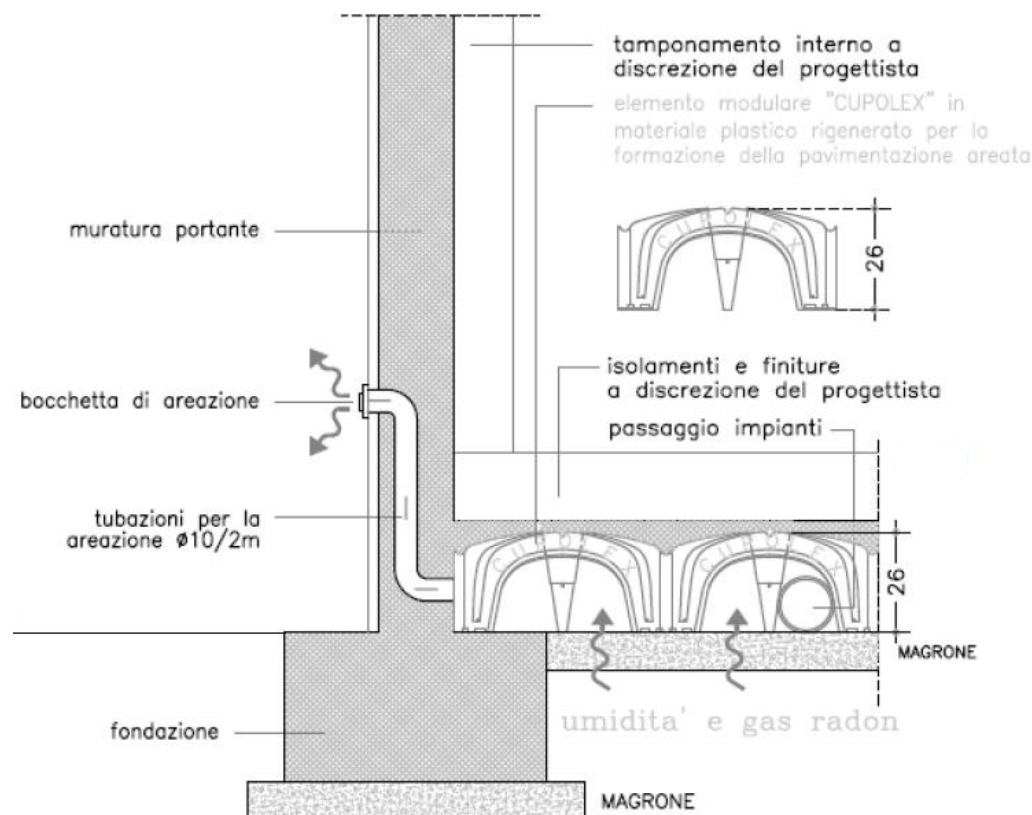


Soluzioni a contatto lineare/puntuale

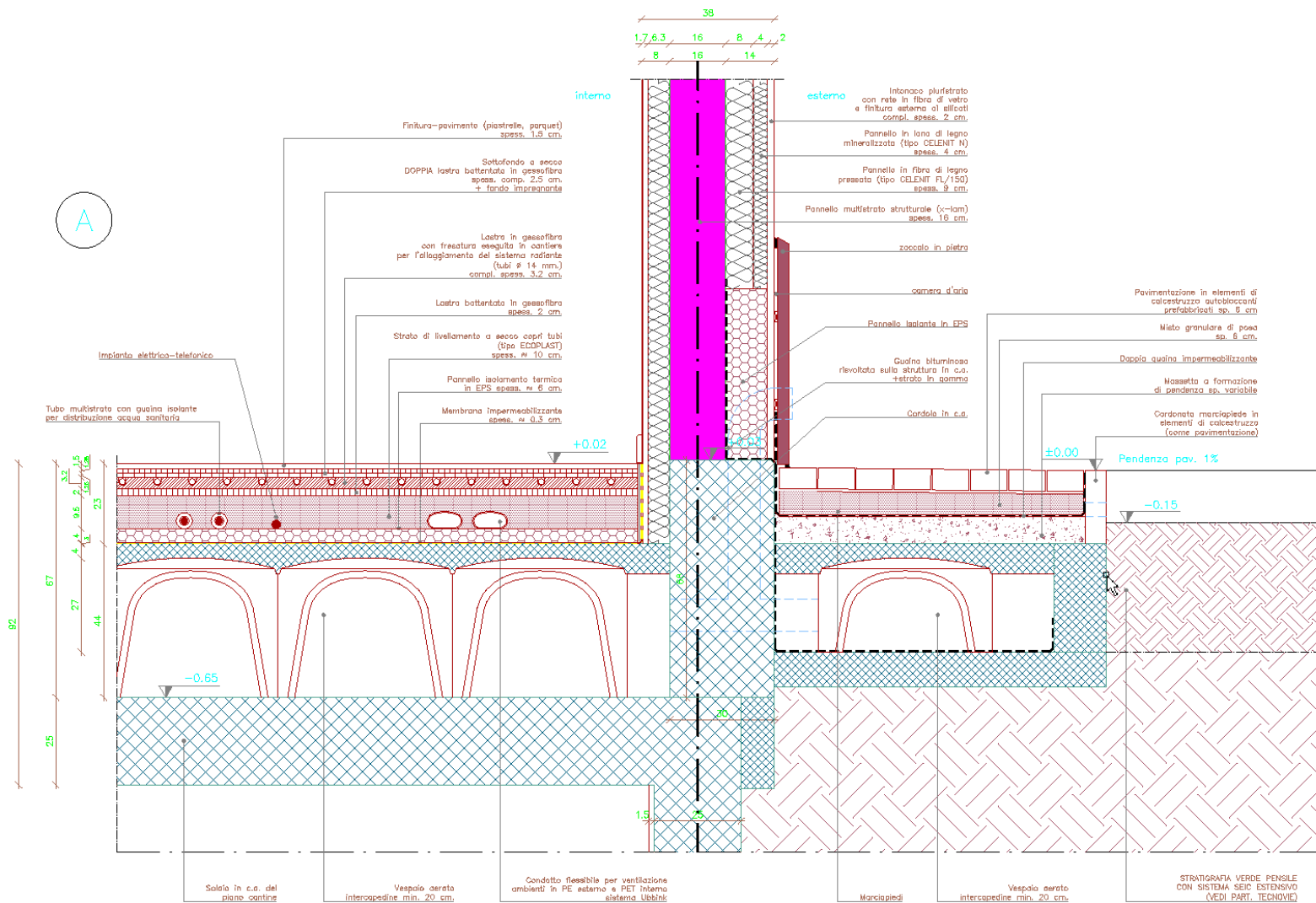
L'utilizzo di **casceforme modulari a perdere** realizza uno spazio tra il terreno ed il piano di calpestio, nel quale è possibile **disporre reti impiantistiche**.

È comunque necessario mantenere **aperture al perimetro** per consentire un'adeguata ventilazione; lo **sfiato** deve essere **in quota** rispetto al piano campagna per evitare risalita e caduta dell'acqua piovana.

Il requisito di attrezzabilità impiantistica è reso inoltre possibile dalla predisposizione di un massetto di alloggiamento per gli impianti tecnici che ivi sono annegati, oppure attraverso un pavimento sopraelevato che consente una più semplice accessibilità alle reti di distribuzione.



Soluzioni a contatto lineare/puntuale

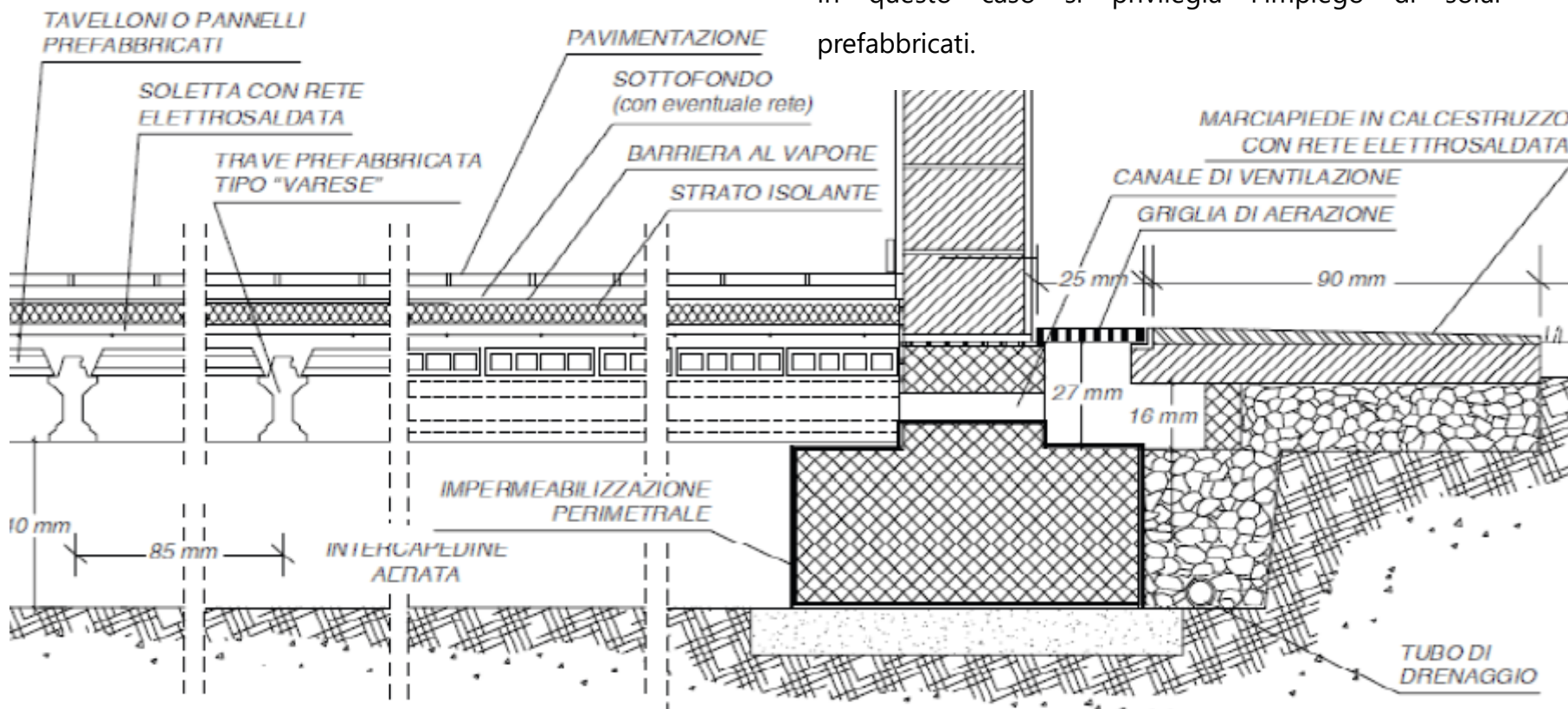


Soluzioni a contatto (rapporto) nullo

La realizzazione di uno **spazio vuoto** al di sotto della chiusura rappresenta una soluzione più laboriosa in termini di **costi** e di **caratteristiche meccaniche** da conferire alla chiusura stessa, soggetta a **flessione**.

È importante che la **quota** della **pavimentazione interna** superi di almeno **0,50 ml** la **quota del piano campagna**, al fine di evitare possibili fenomeni di **infiltrazione** ed **allagamento**.

In questo caso si privilegia l'impiego di solai prefabbricati.



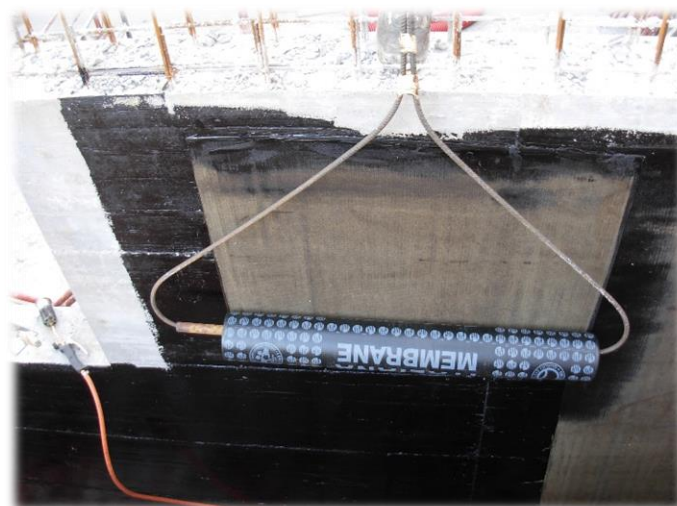
Chiusure verticali interrato

Nelle chiusure in tutto o in parte realizzate al di sotto del piano campagna, è fondamentale **controllare l'umidità** proveniente dal suolo.

È dunque necessario interporre un elemento tecnico di **barriera contro l'umidità** a protezione delle chiusure:

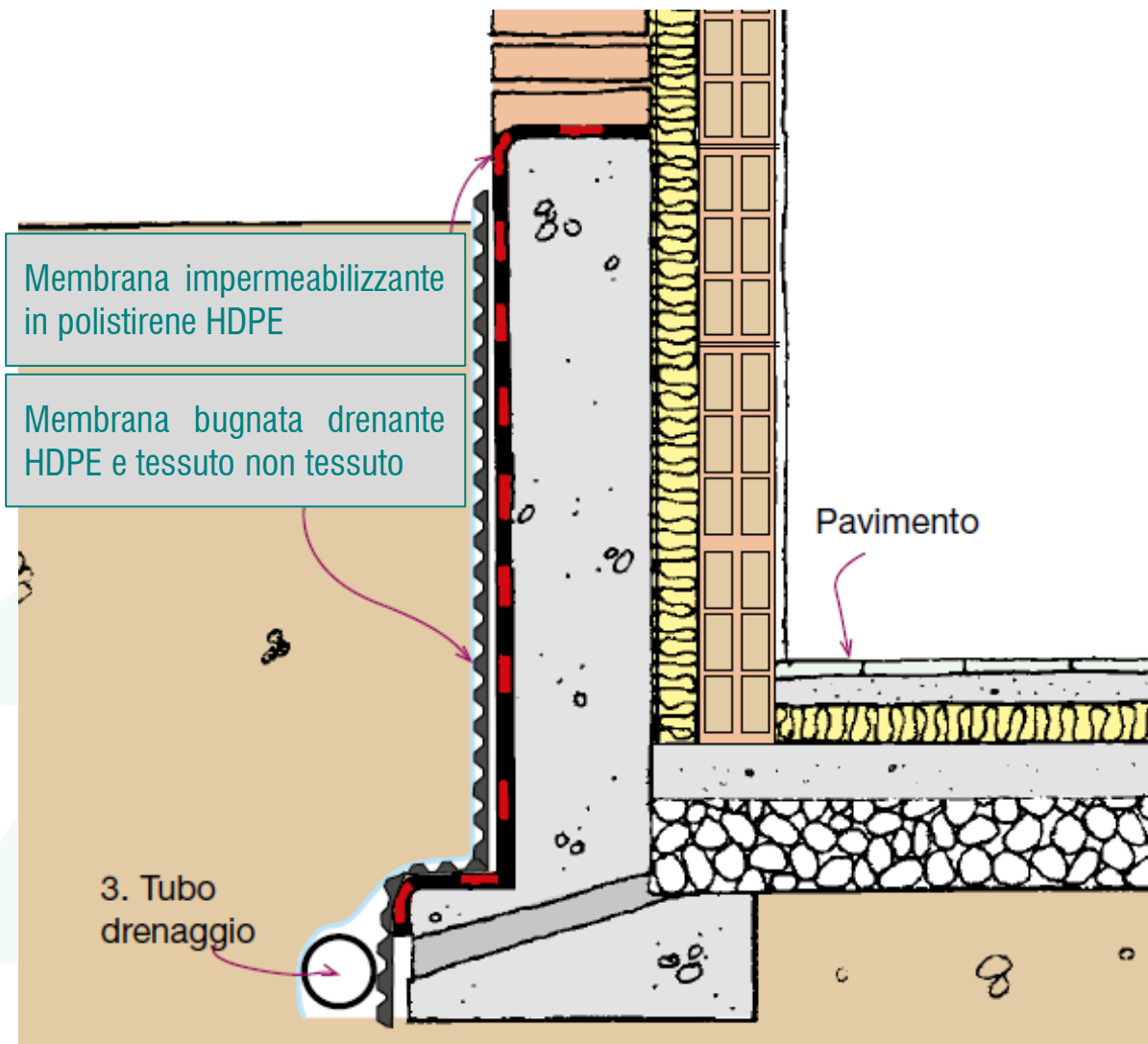
- strati **impermeabilizzanti** in pasta elastomero-bituminosa, che bloccano anche il passaggio del gas radon qualora richiesto;
- soluzioni per il **drenaggio** poste alla base, mediante materiali di riporto **porosi** e **tubazioni**;
- predisposizione di **un'intercapedine** tra il terreno e la chiusura, frequentemente utilizzata con terreni ad elevato contenuto d'acqua. La parete opposta alla chiusura, realizzata in calcestruzzo armato, funge da sostegno al terreno.

L'intercapedine, che deve essere larga almeno 0,90 ml per consentirne **l'ispezionabilità**, consente la realizzazione di **aperture di ventilazione** a servizio dei locali interrati.



Chiusure verticali interrato

**SOLUZIONE PER
TERRENI DRENANTI**



Chiusure verticali interrato

SOLUZIONE PER
TERRENI UMIDI

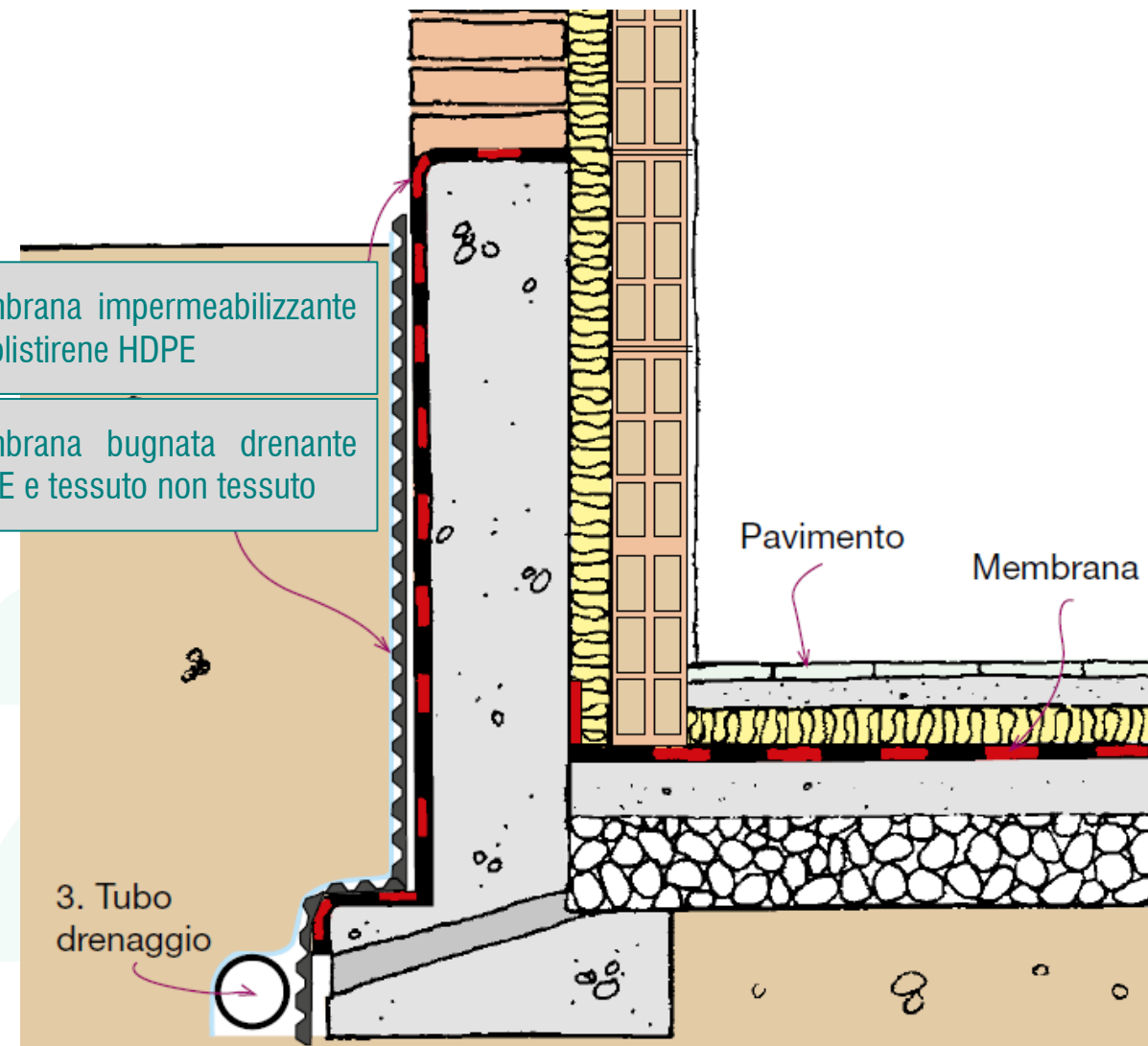
Membrana impermeabilizzante
in polistirene HDPE

Membrana bugnata drenante
HDPE e tessuto non tessuto

3. Tubo
drenaggio

Pavimento

Membrana



Chiusure verticali interrato

1. Ciclo di impermeabilizzazione previsto nei casi precedenti

Tubazione di sfiato

Membrana bugnata drenante HDPE e tessuto non tessuto

Membrana antiradon in bitume distillato, elastomeri e plastomeri

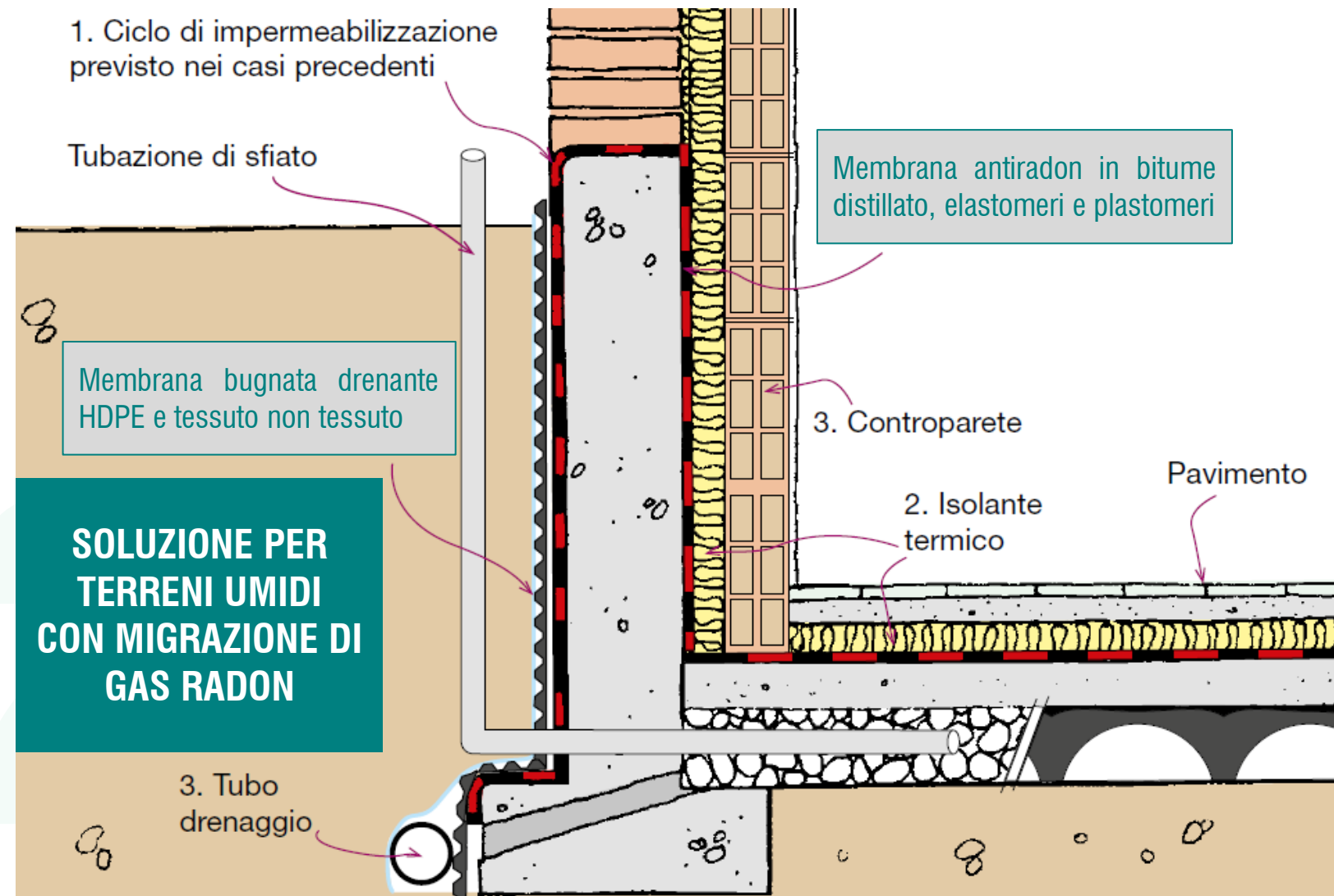
3. Controparete

2. Isolante termico

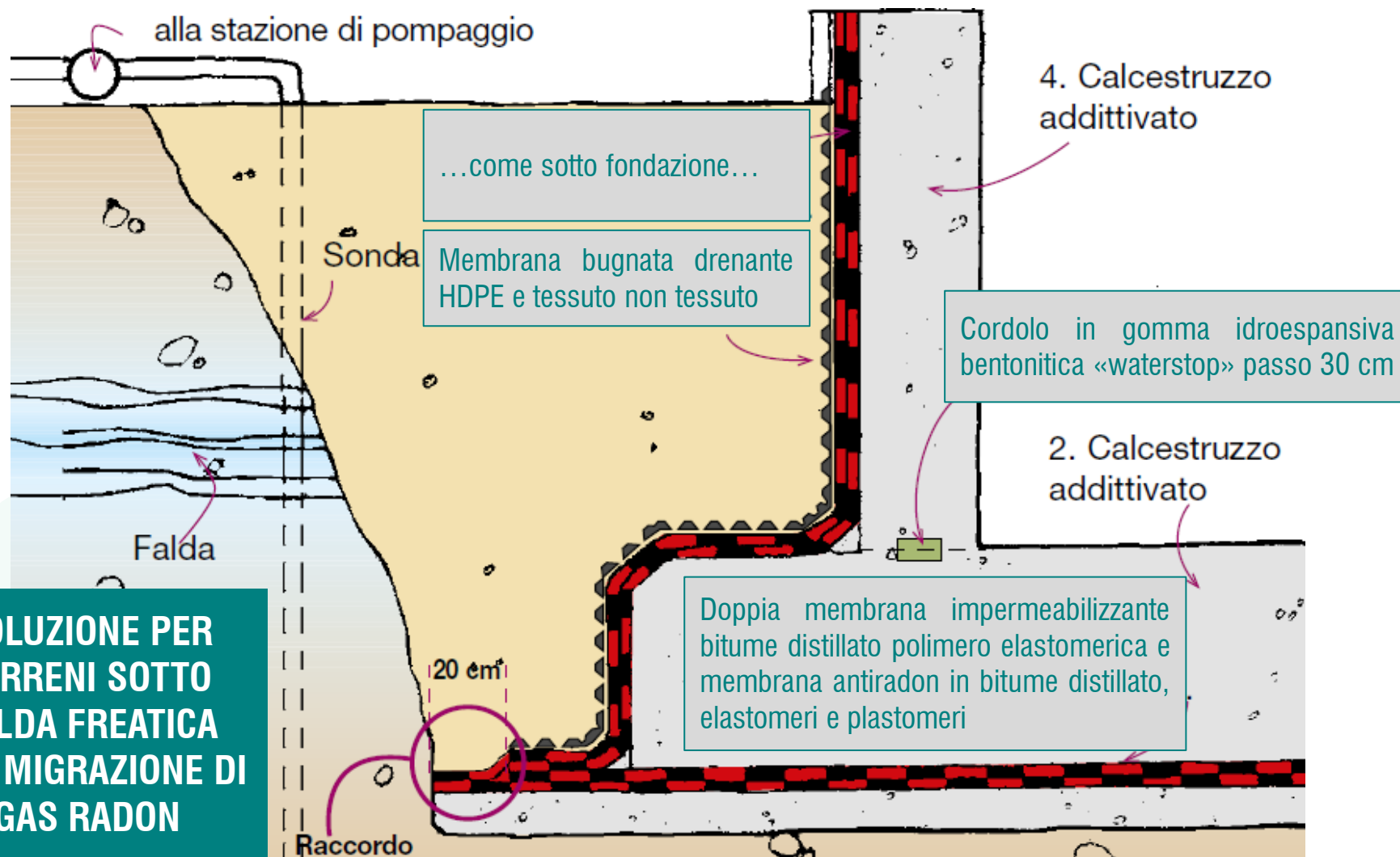
Pavimento

**SOLUZIONE PER
TERRENI UMIDI
CON MIGRAZIONE DI
GAS RADON**

3. Tubo
drenaggio



Chiusure verticali interrato



**SOLUZIONE PER
TERRENI SOTTO
FALDA FREATICA
CON MIGRAZIONE DI
GAS RADON**

Bibliografia

- Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241 "Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti".
- Grosso M., Peretti G., Piardi S., Scudo G., *Progettazione ecocompatibile dell'architettura*. Sistemi Editoriali / Gruppo Editoriale Esselibri, Napoli, 2005.
- Masi M., Soccol B., *Inquinamento indoor outdoor*. DEI, Tipografia del Genio Civile, Roma, 2006.
- ISPESL Il radon in Italia: guida per il cittadino. Disponibile all'indirizzo <http://www.ispesl.it/ossvita/pdf/radon.pdf>
- Minach L., *Metodi di bonifica e prevenzione del radon*. Contributo dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Bolzano all'11^a conferenza nazionale delle Agenzie Ambientali, Roma, 2009.
- Radon: *Guida tecnica*. Ufficio federale della Sanità Pubblica - Servizio tecnico e d'informazione sul radon, Berna (CH), 2003. Disponibile all'indirizzo www.bag.admin.ch
- Tortorici G. (a cura di), *Architettura Tecnica*. Edizioni Alinea, Firenze, 2012.
- Valcovich E., Ferneti V., Stival C. A., *Un approccio ecosostenibile alla progettazione edilizia - il Protocollo di valutazione energetico - ambientale (VEA) della Regione Friuli Venezia Giulia*. Edizioni Alinea, Firenze, 2011. ISBN: 978-88-6055-596-0.
- Zannoni G., Biglietto C., *Gas Radon. Monitoraggio e bonifica*. Edicom Edizioni, Monfalcone (GO), 2008. ISBN: 978-88-8672-987-1.
- ARPA FVG, *Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici dal radon*
- <http://www.indexspa.it/>
- <http://www.pontarolo.com>