



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento  
di Ingegneria ed Architettura

**Ing. Carlo Antonio Stival**  
via A. Valerio 6/1  
34127 Trieste  
+390405583483  
cstival@units.it

**ARGOMENTO**

**18**

**13 MAGGIO 2021**

**Chiusure orizzontali superiori**

**Coperture piane**

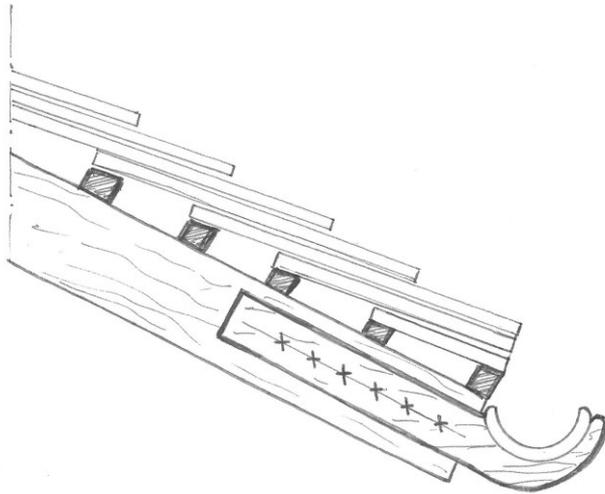
---

A. A. 2020-2021

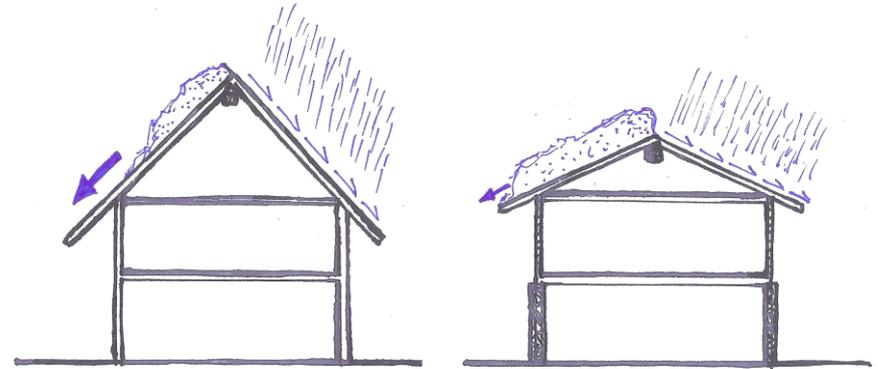
Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura II**  
Corso di **Progetto di componenti edilizi**

# Rapporto con gli agenti atmosferici

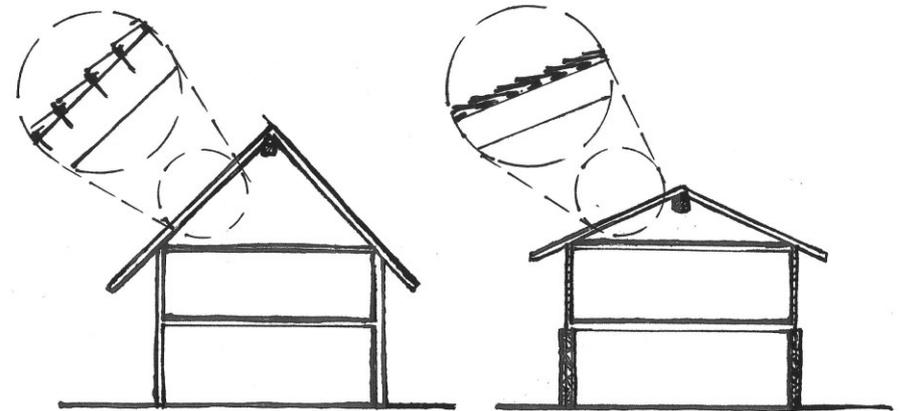
La copertura costituisce l'elemento tecnico d'involucro più **vulnerabile** agli agenti atmosferici e, in generale, alle sollecitazioni provenienti dall'ambiente esterno. Alla luce di ciò, la copertura è caratterizzata da una forte correlazione tra la sua **forma**, i **materiali impiegati** e le **condizioni climatiche** del luogo.



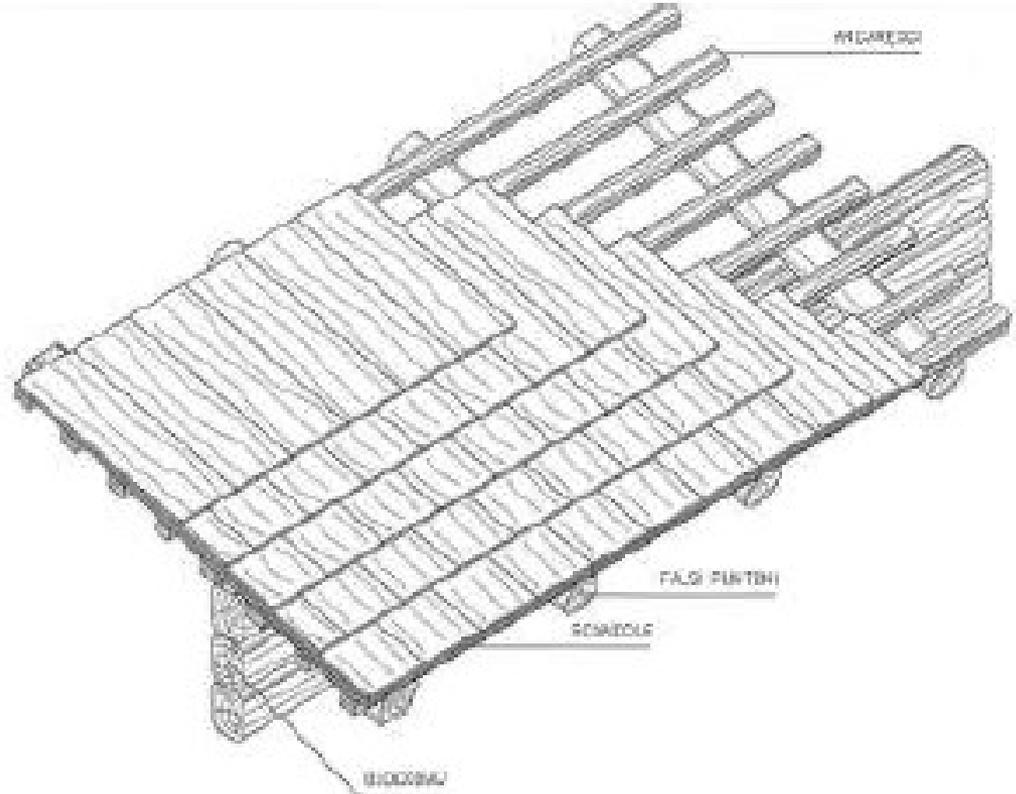
Esempio di manto di copertura in scandole lignee in cui la tenuta all'acqua è assicurata dalla sovrapposizione delle stesse



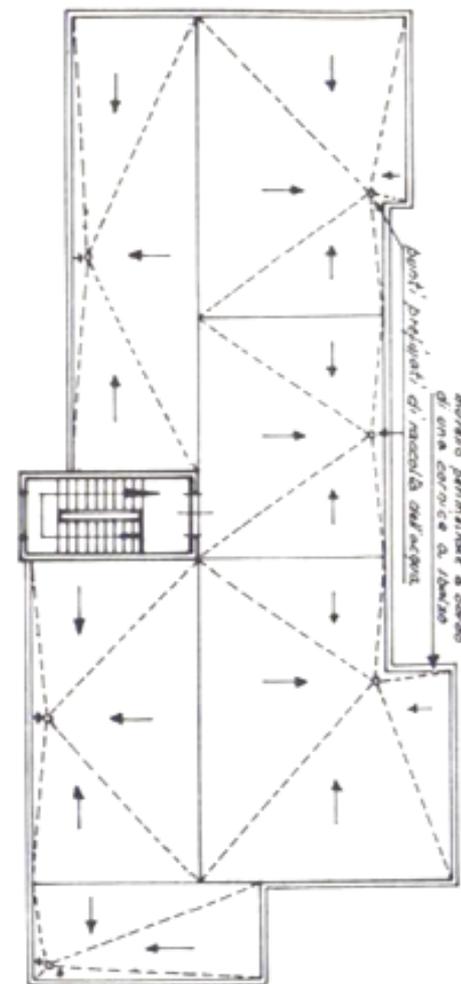
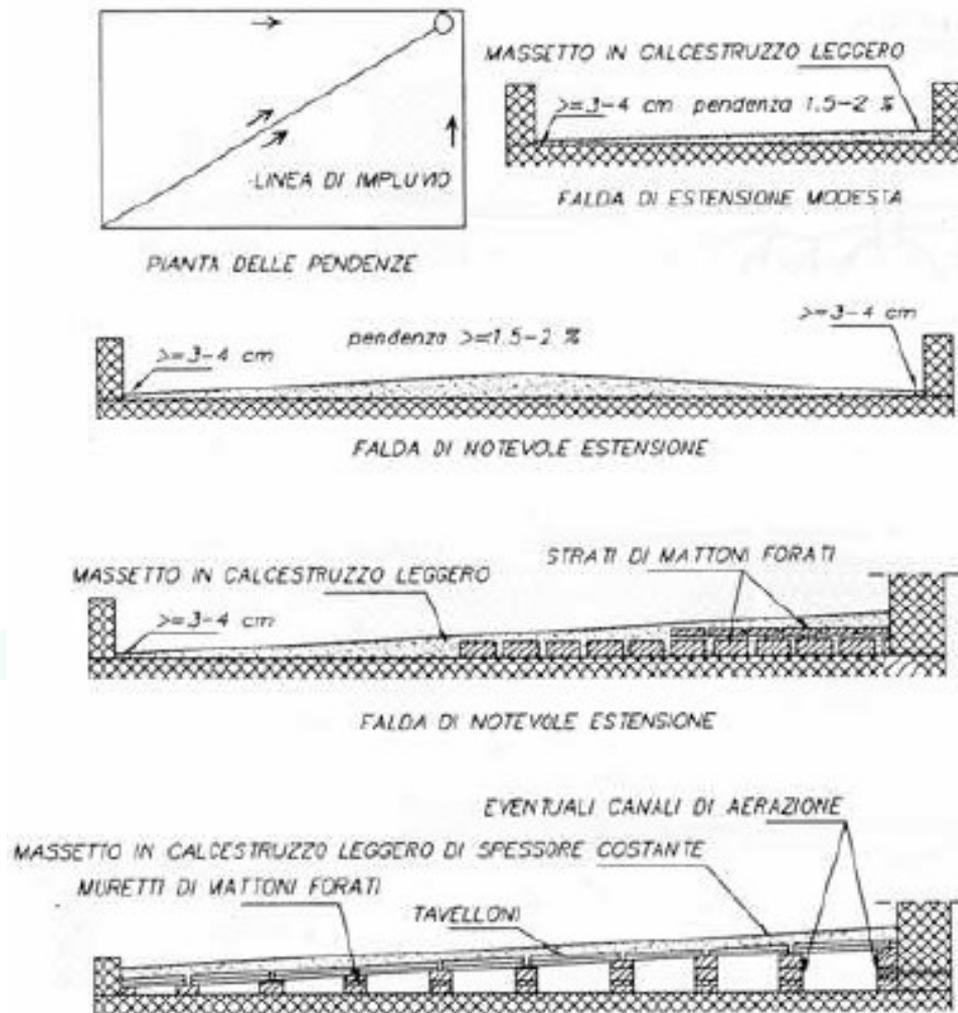
Influenza della pendenza della copertura sulle precipitazioni (sopra) e sulla tipologia di solidarizzazione del manto di finitura



# Rapporto con gli agenti atmosferici



# Rapporto con gli agenti atmosferici



# Coperture piane

Il supporto strutturale è costituito da un **solaio piano**.

Il complesso sistema di impermeabilizzazione consente di ottemperare al requisito di **tenuta all'acqua**, in assenza della **pendenza «costruttiva»** che caratterizza le coperture inclinate.

La funzione, in questo caso, è espletata dallo **strato di pendenza** (non inferiore a 1,5%, non superiore al 3%) che consente altresì di portare l'acqua meteorica al perimetro presidiato dal **sistema di smaltimento**; di norma, lo strato di pendenza è in **conglomerato alleggerito** con densità non superiore a  $600 \text{ kg m}^{-3}$ .

L'elemento di tenuta («**manto impermeabile**») può collocarsi sulla superficie esterna e, quindi, dover garantire il **requisito estetico**.

## FUNZIONI ESPLETATE IN UNA COPERTURA PIANA

smaltimento  
dell'acqua

coibentazione termica  
e «acustica»

impermeabilizzazione

calpestabilità

# Impermeabilizzazione di coperture piane

In origine costituiti da prodotti **catramati** o **bituminosi** (cartoni – cartonfeltri) completati a raccordo da miscele bituminose a caldo, a partire dagli anni '60 iniziò in Italia la produzione di **guaine prefabbricate**. Oggi i manti **impermeabili** sono classificabili in:

- totalmente sintetici (**PVC, poliolefine**);
- composizioni **bitume-polimero**, es. **elastomerici**, con funzione **elasticizzante** e di **resistenza alle basse temperature**.

La membrana è costituita essenzialmente da un elemento impermeabilizzante e da una **armatura in fibre di vetro, rete sintetica** o tessuto **poliestere**.

Per quanto concerne il fissaggio:

- membrane sintetiche possono essere semplicemente posate o fissate **meccanicamente**;
- membrane bitume-polimero sono posate in totale adesione, parzialmente **aderenti** o con **esclusivo fissaggio meccanico**.



# Impermeabilizzazione di coperture piane

Flessibilità alle basse temperature

Permeabilità al vapore

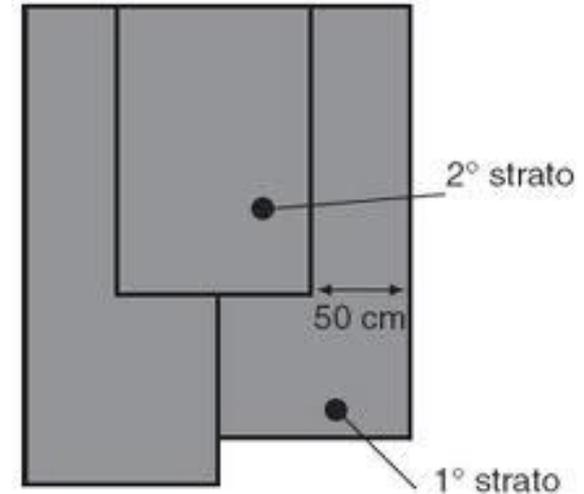
Resistenza meccanica ed agli agenti chimici

Resistenza alle radici

Resistenza all'invecchiamento ed alla fatica

Assenza di ritiro

Resistenza ai raggi ultravioletti



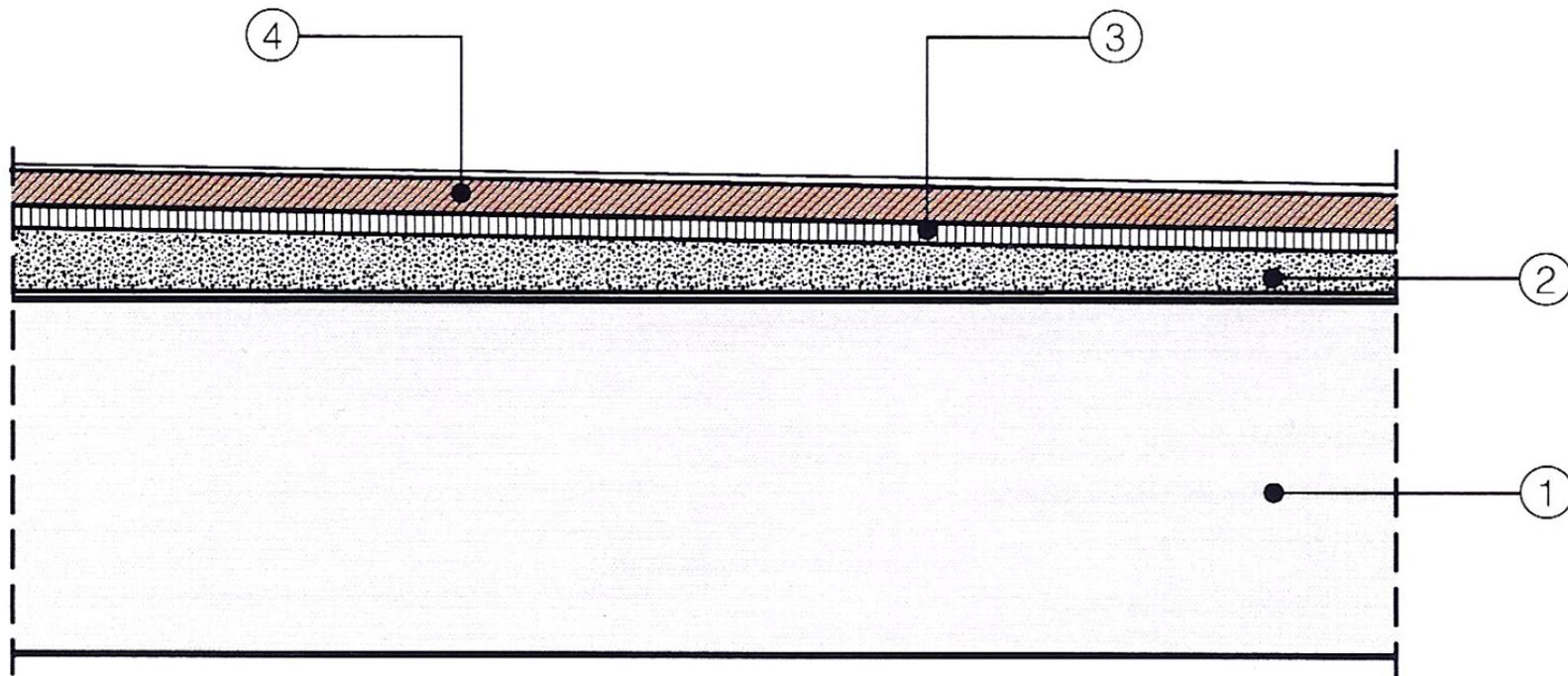
La protezione da assicurare allo strato impermeabile varia in funzione della praticabilità della copertura:

- in coperture **praticabili**, è necessario ricorrere ad un **piano rigido** di camminamento / percorrenza (anche con specifici percorsi) **pavimentato**;
- in coperture **non praticabili**, è possibile ricorrere a pitture **riflettenti**.

Giunti di dilatazione consentono di assorbire le deformazioni dovute alle variazioni di stato termico.



# Coperture piane - Soluzioni conformi



1. Strato portante
2. Strato di pendenza
3. Strato di imprimatura (per il consolidamento del piano di posa)
4. Strato di tenuta autoprotetto

**COPERTURA NON ISOLATA, NON PEDONABILE**

# Coperture piane - Soluzioni conformi

Nel tetto rovescio, **l'elemento di tenuta** risulta **protetto dalle sollecitazioni termiche** e pertanto risultano notevolmente attenuati i fenomeni di **deformazione di origine termica**. Al contrario, lo **strato termoisolante** risulta **soggetto** all'azione degli **agenti atmosferici** e devono quindi essere previsti i necessari accorgimenti per garantire il suo corretto funzionamento

Lo strato di isolamento termico dovrà essere realizzato in materiale **scarsamente sensibile all'acqua** e sovrastato da uno **strato di protezione** che funga da zavorra per impedirne l'asportazione ad opera del vento. Nel tetto freddo, un coibente adatto è il **polistirene estruso**.

Lo scorrimento delle acque meteoriche sull'elemento di tenuta determina vantaggi in regime estivo poiché contribuisce al raffreddamento della chiusura e quindi al miglioramento delle condizioni igrotermiche degli ambienti sottostanti.

## TETTO FREDDO

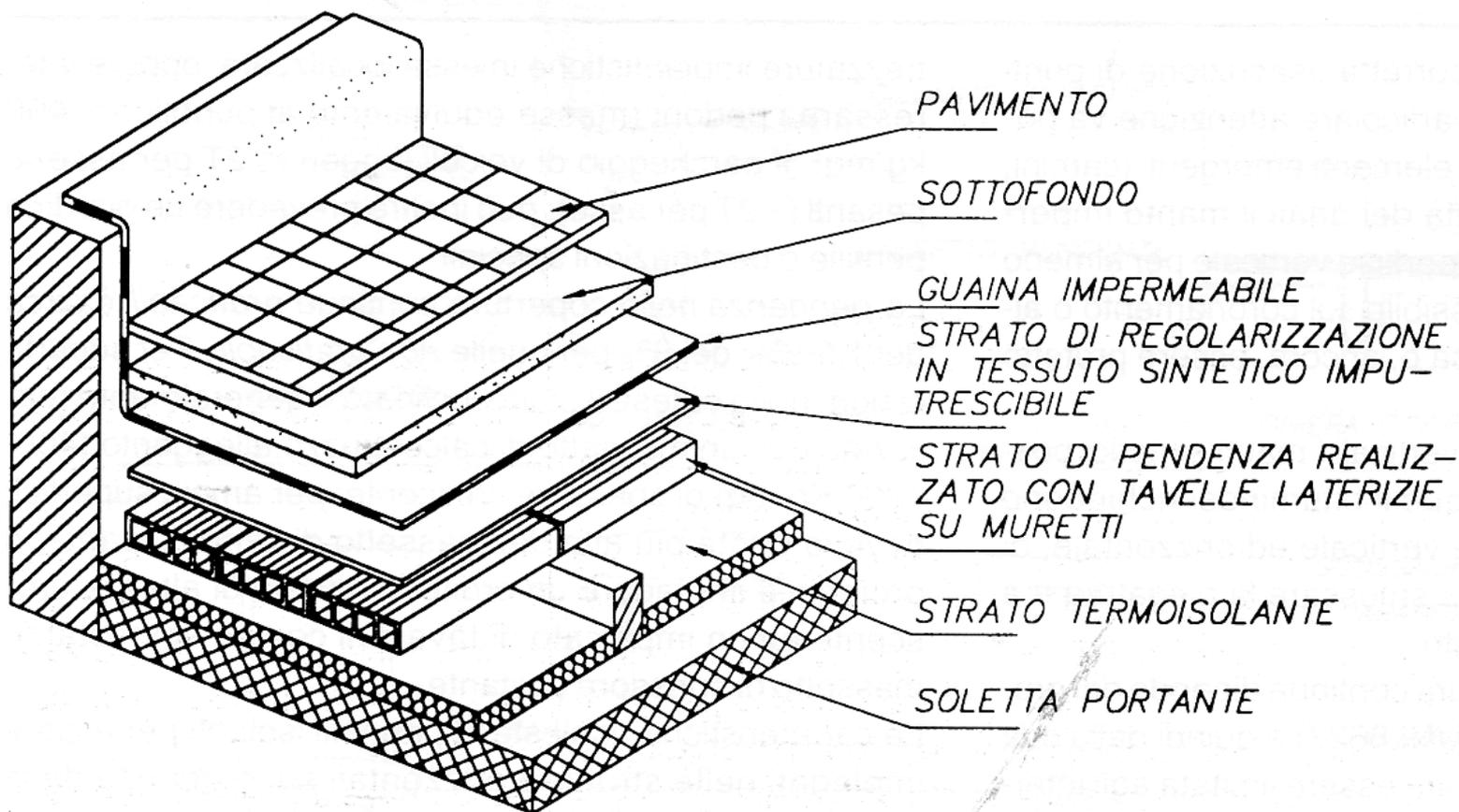
Lo strato di tenuta all'acqua è posto SOPRA allo strato di isolamento termico (se presente), verso l'estradosso della copertura, il quale a sua volta è protetto da uno strato di ventilazione.

## TETTO ROVESCIO

Lo strato di tenuta all'acqua è posto SOTTO allo strato di isolamento termico, verso l'intradosso della copertura.

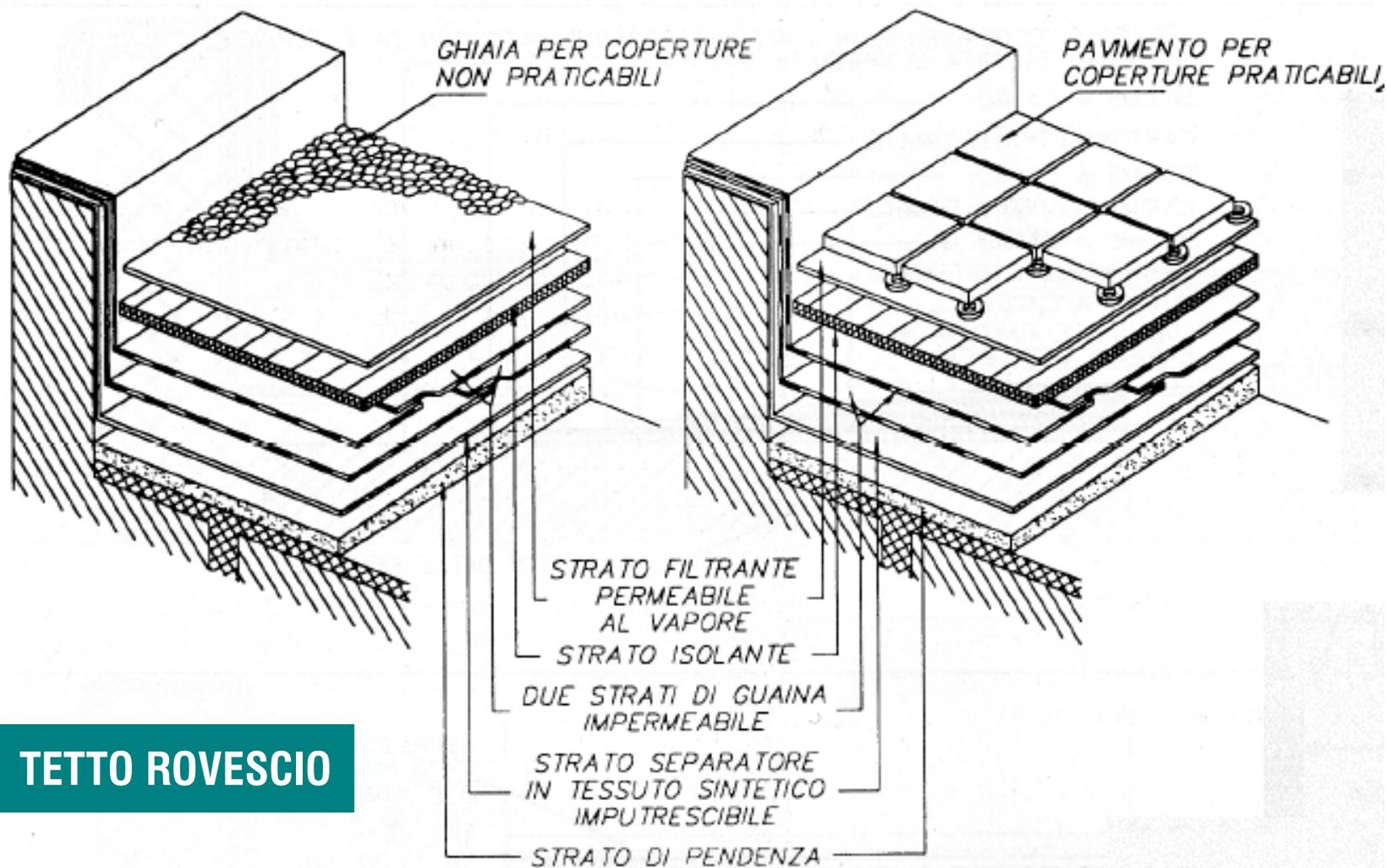
Lo strato termoisolante deve resistere alle sollecitazioni meccaniche indotte. Lo strato di tenuta svolge la funzione di barriera al vapore.

# Coperture piane - Soluzioni conformi



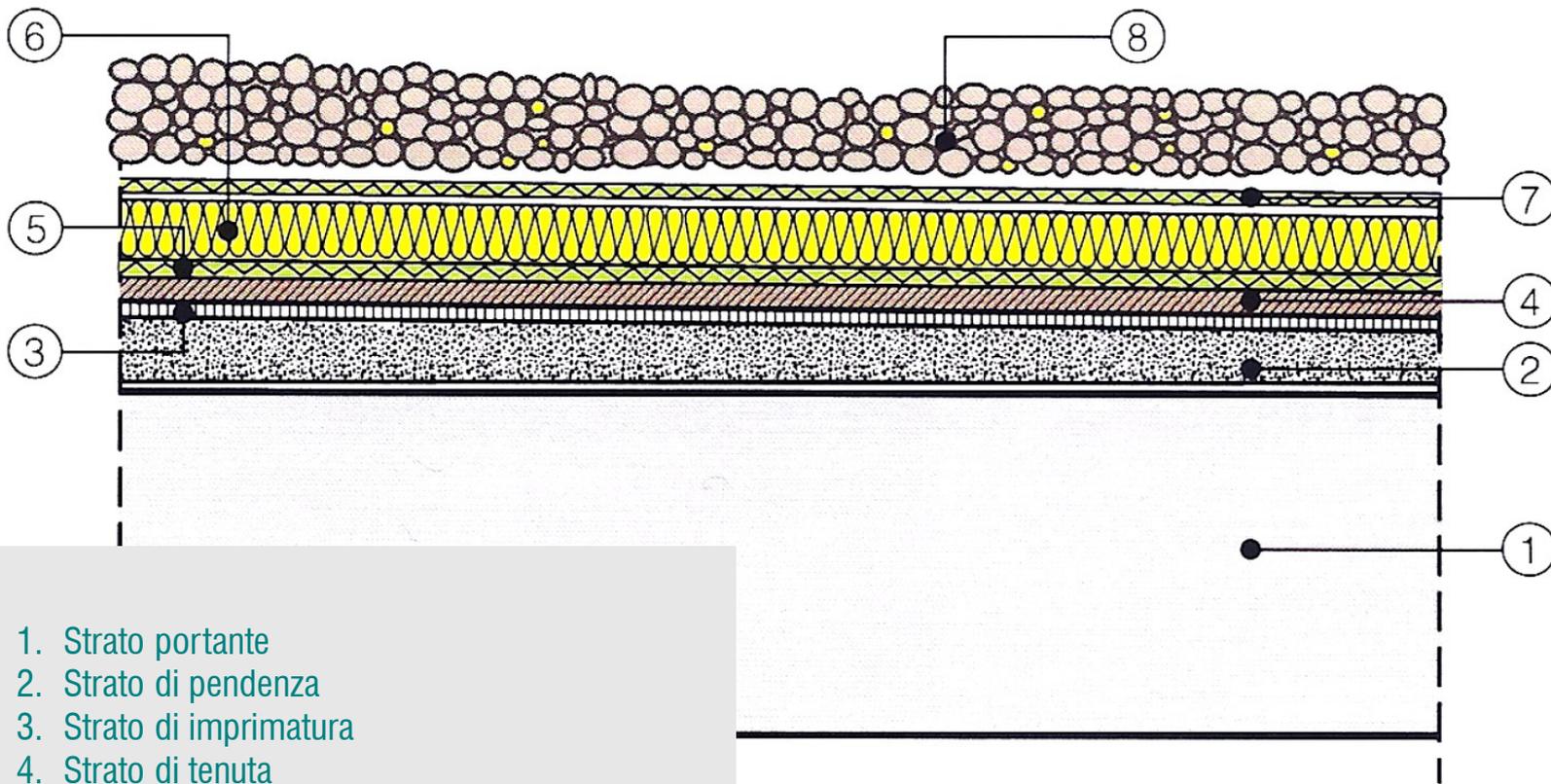
## TETTO FREDDO

# Coperture piane - Soluzioni conformi



**TETTO ROVESCOIO**

# Coperture piane - Soluzioni conformi



- 1. Strato portante
- 2. Strato di pendenza
- 3. Strato di imprimatura
- 4. Strato di tenuta
- 5. Strato di separazione
- 6. Strato termoisolante
- 7. Strato di separazione
- 8. Strato di zavorramento incoerente

**COPERTURA ROVESCIA NON PEDONABILE  
CON ZAVORRAMENTO**

# Coperture piane - Soluzioni conformi

In questa configurazione **l'elemento di tenuta** risulta **soggetto al carico termico** dovuto alla radiazione **solare**: l'innalzamento della temperatura che ne consegue determina fenomeni di dilatazione termica dell'elemento di tenuta che deve essere pertanto realizzato con materiali idonei a sopportare i cicli di **dilatazione** e **contrazione** e posto in opera con particolari accorgimenti, il tutto ad **impedire** lo creazione di **lacerazioni**, inammissibili per garantire la caratteristica di impermeabilità dello strato.

Al di sopra dell'elemento di tenuta è presente generalmente uno strato di protezione che può essere realizzato con **trattamenti superficiali** (eventualmente integrati con lo stesso elemento) o con una pavimentazione, per le coperture praticabili.

La pendenza necessaria allo smaltimento delle acque è garantita dallo **strato di pendenza**, generalmente realizzato con un massetto in calcestruzzo posto al di sotto dell'elemento di tenuta.

## TETTO CALDO

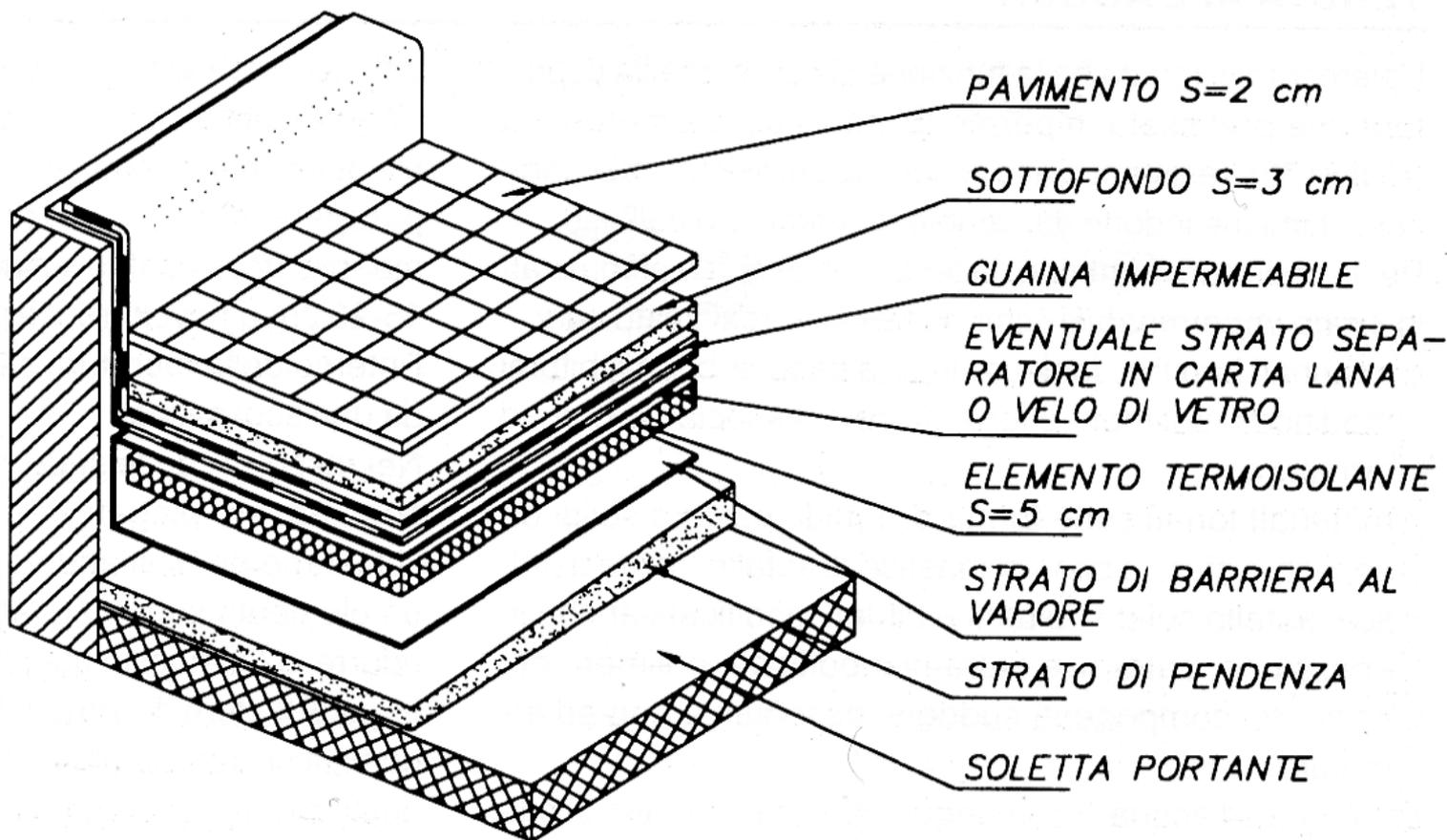
Lo strato di tenuta all'acqua è posto SOPRA allo strato di isolamento termico, verso l'estradosso della copertura.

È necessaria la presenza di uno strato di barriera al vapore che eviti fenomeni di condensazione interstiziale.

## TETTO SANDWICH

Si utilizza in contesti in cui è necessario conferire elevate prestazioni di resistenza termica al sistema copertura; in essa sono presenti due distinti strati di isolamento termico ai quali è interposto lo strato di tenuta all'acqua.

# Coperture piane - Soluzioni conformi



**TETTO CALDO**

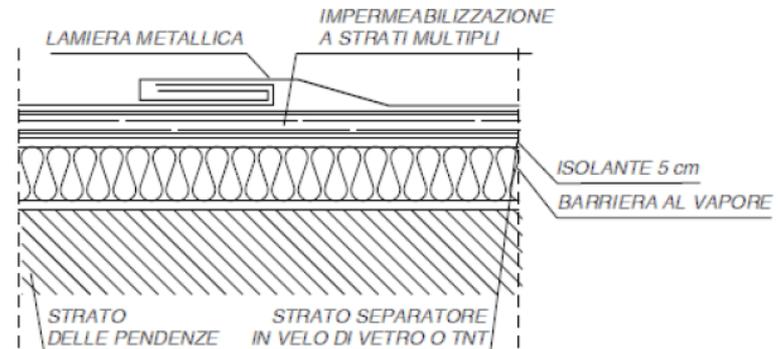
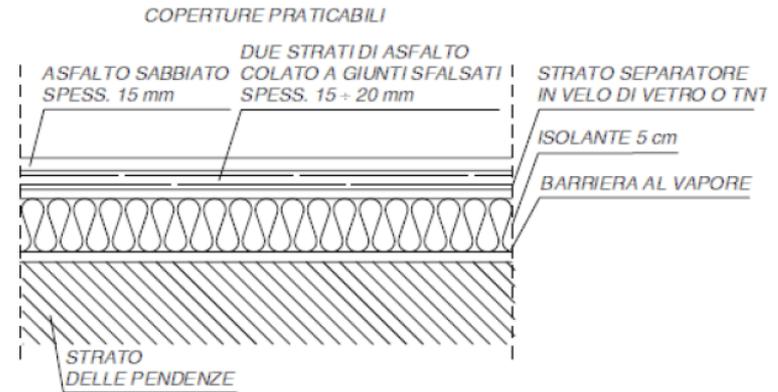
# Coperture piane - Soluzioni conformi

È necessario porre molta attenzione alla **successione** degli **strati funzionali** in merito alla loro **permeabilità al vapore**. La regola dell'arte (**UNI EN ISO 13788**, Appendice Nazionale) vorrebbe che:

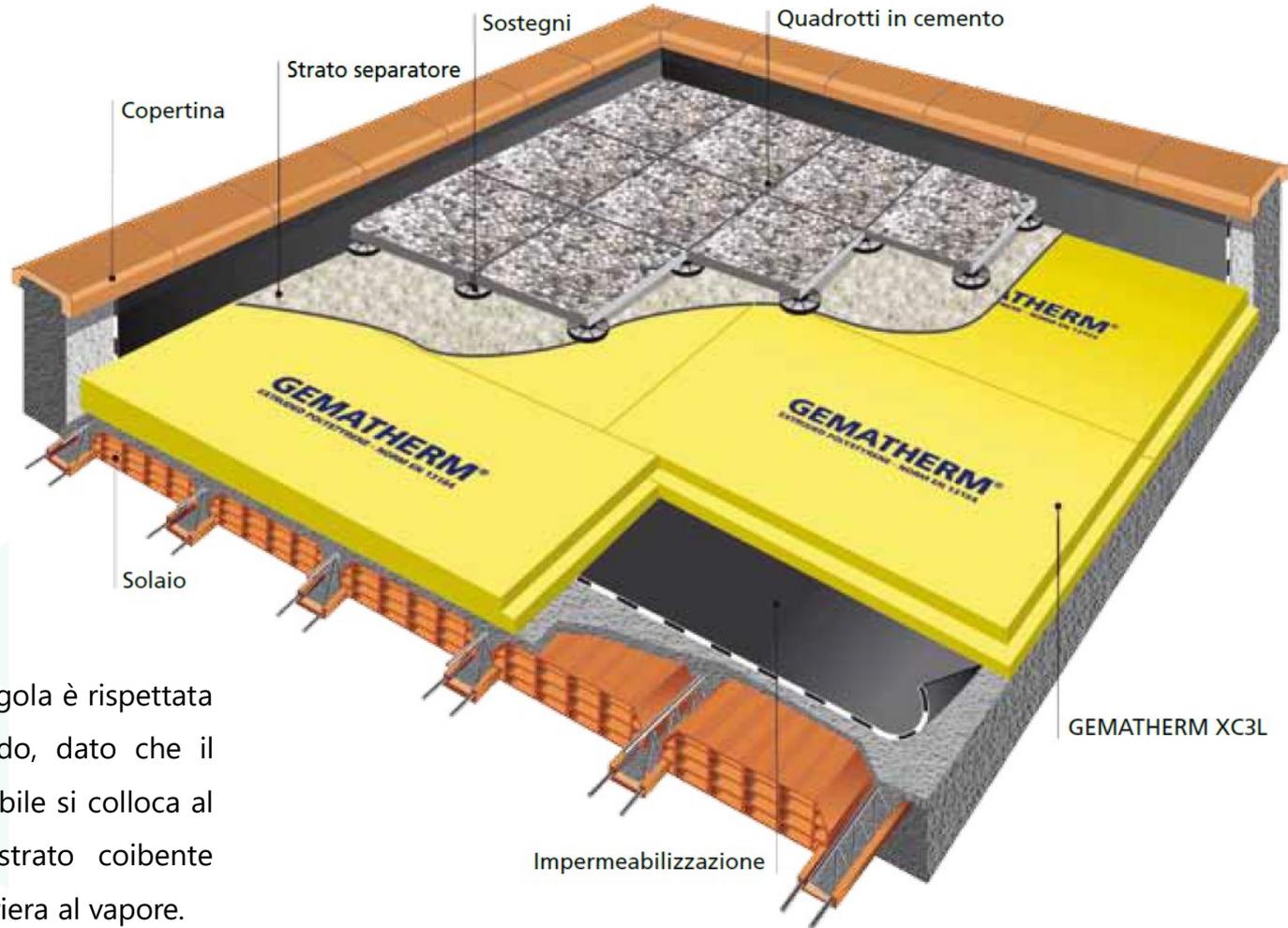
1. gli strati funzionali a maggiore resistenza termica siano posizionati verso l'esterno;
2. gli strati funzionali a maggiore resistenza al passaggio del vapore siano posizionati verso l'interno,

privilegiando quindi un posizionamento degli strati funzionali, **dall'interno verso l'esterno**, con **resistenza termica e permeabilità al vapore crescenti**.

Un manto di copertura impermeabile contrasta con tale regola dell'arte, perciò in questo caso è necessario dotare la soluzione tecnologica di copertura di una affidabile **barriera al vapore**, in posizione **sottostante** lo **strato termoisolante**.

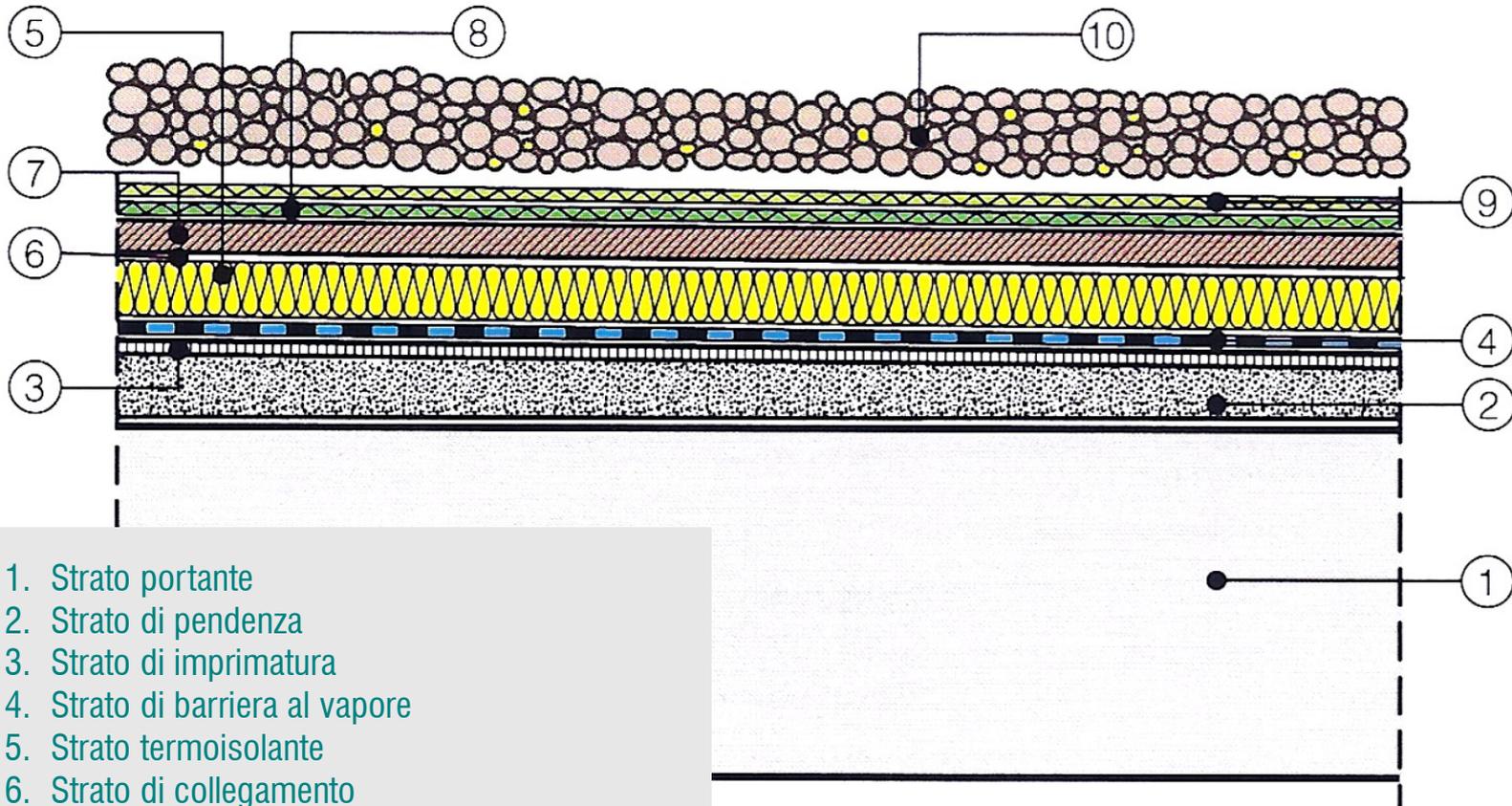


# Coperture piane - Soluzioni conformi



Per inciso, tale regola è rispettata in un tetto freddo, dato che il manto impermeabile si colloca al di sotto dello strato coibente fungendo da barriera al vapore.

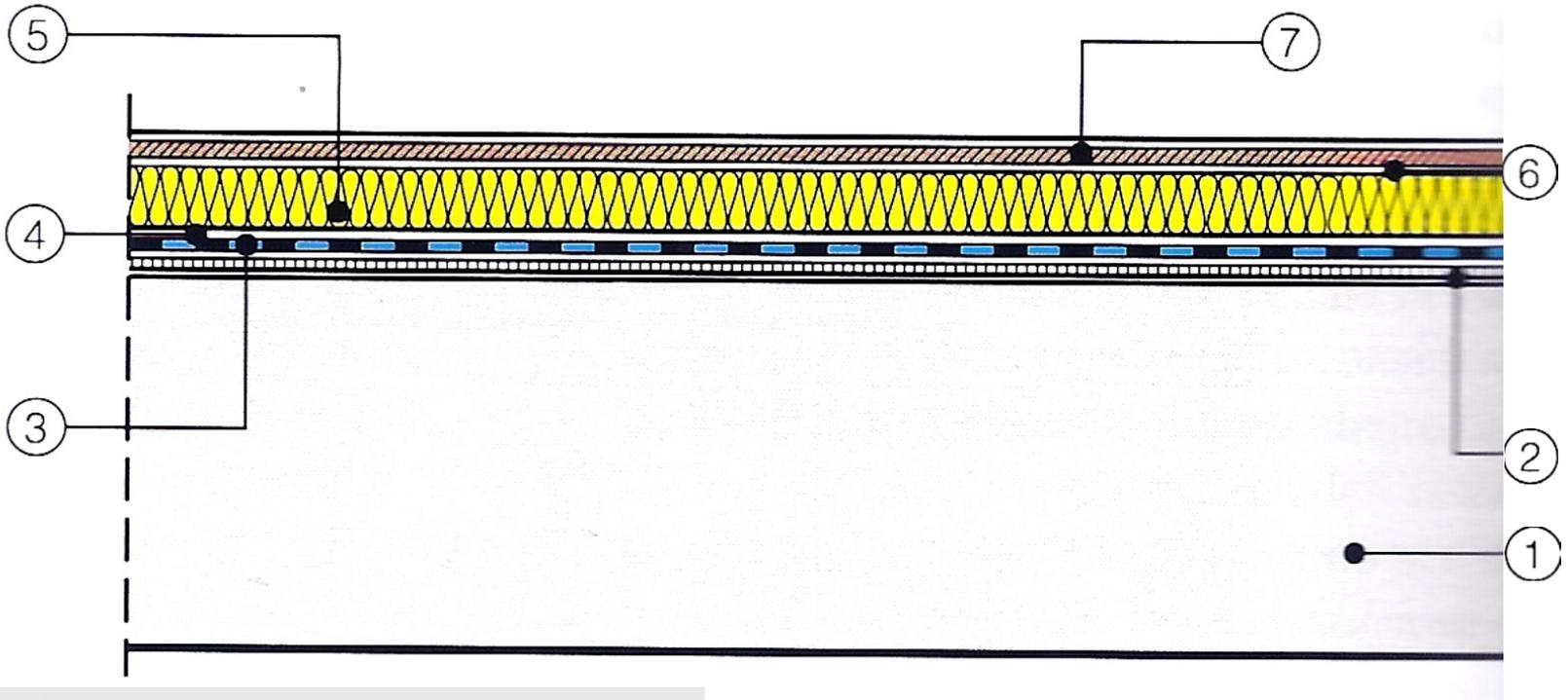
# Coperture piane - Soluzioni conformi



- 1. Strato portante
- 2. Strato di pendenza
- 3. Strato di imprimatura
- 4. Strato di barriera al vapore
- 5. Strato termoisolante
- 6. Strato di collegamento
- 7. Strato di tenuta
- 8. Strato di protezione
- 9. Strato di separazione
- 10. Strato di zavorramento incoerente

**COPERTURA CALDA NON PEDONABILE  
CON ZAVORRAMENTO**

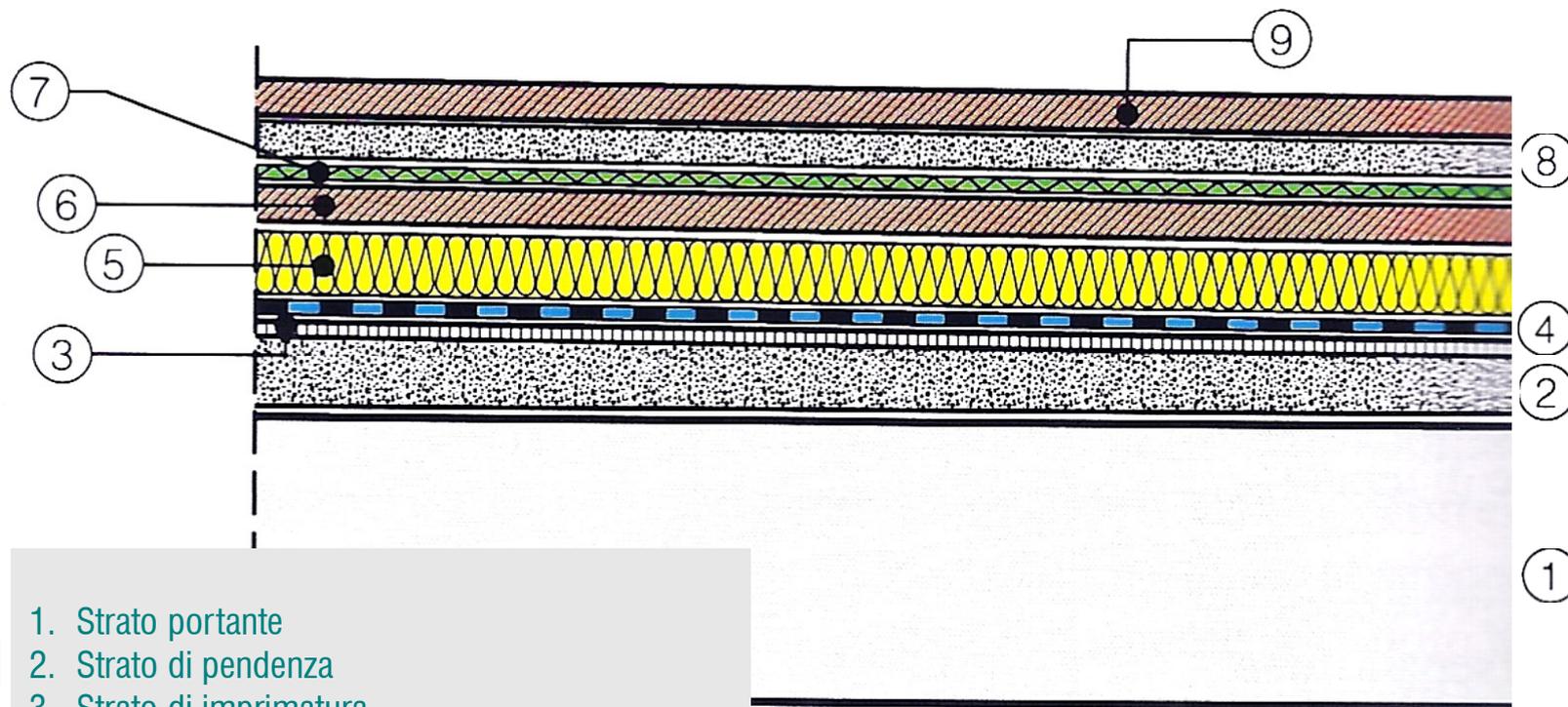
# Coperture piane - Soluzioni conformi



1. Strato portante
2. Strato di imprimatura
3. Strato di barriera al vapore
4. Strato di collegamento
5. Strato termoisolante
6. Strato di collegamento
7. Strato di tenuta autoprotetto

**COPERTURA CALDA NON PEDONABILE**

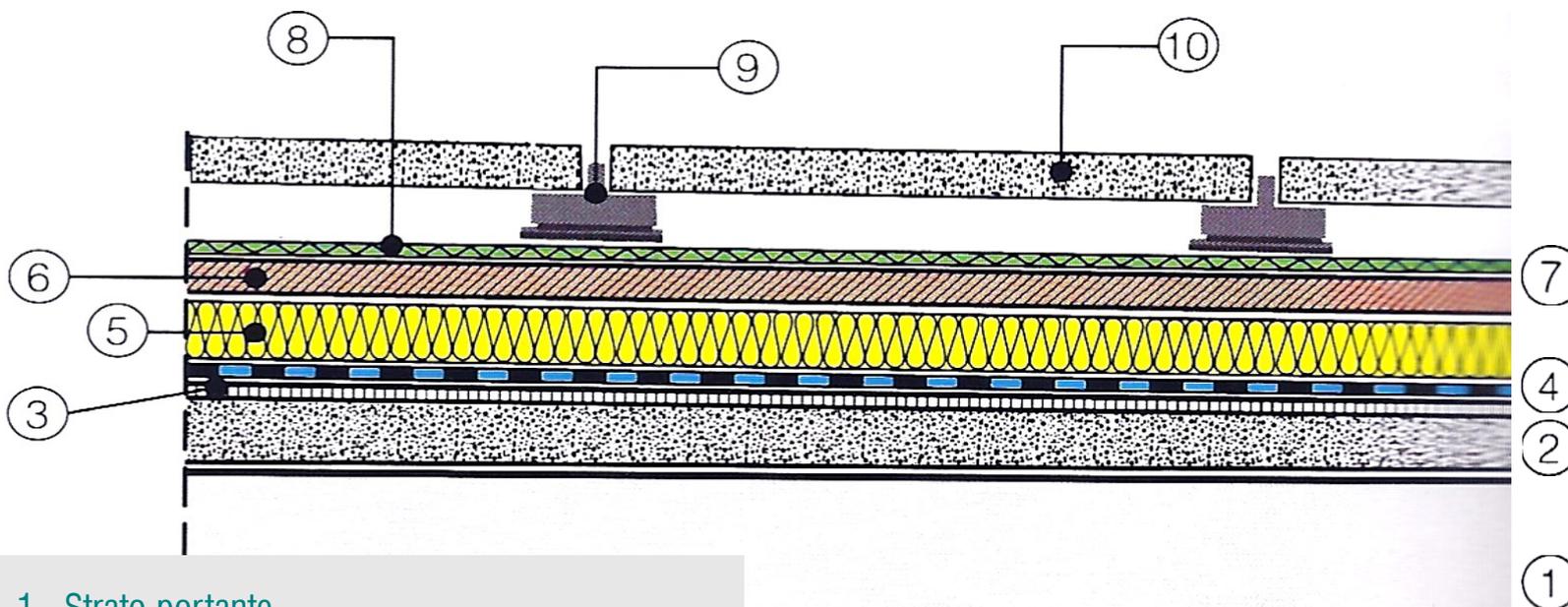
# Coperture piane - Soluzioni conformi



1. Strato portante
2. Strato di pendenza
3. Strato di imprimatura
4. Strato di barriera al vapore
5. Strato termoisolante
6. Doppio strato di tenuta
7. Strato di separazione
8. Strato di regolarizzazione
9. Strato di finitura

**COPERTURA CALDA PEDONABILE**

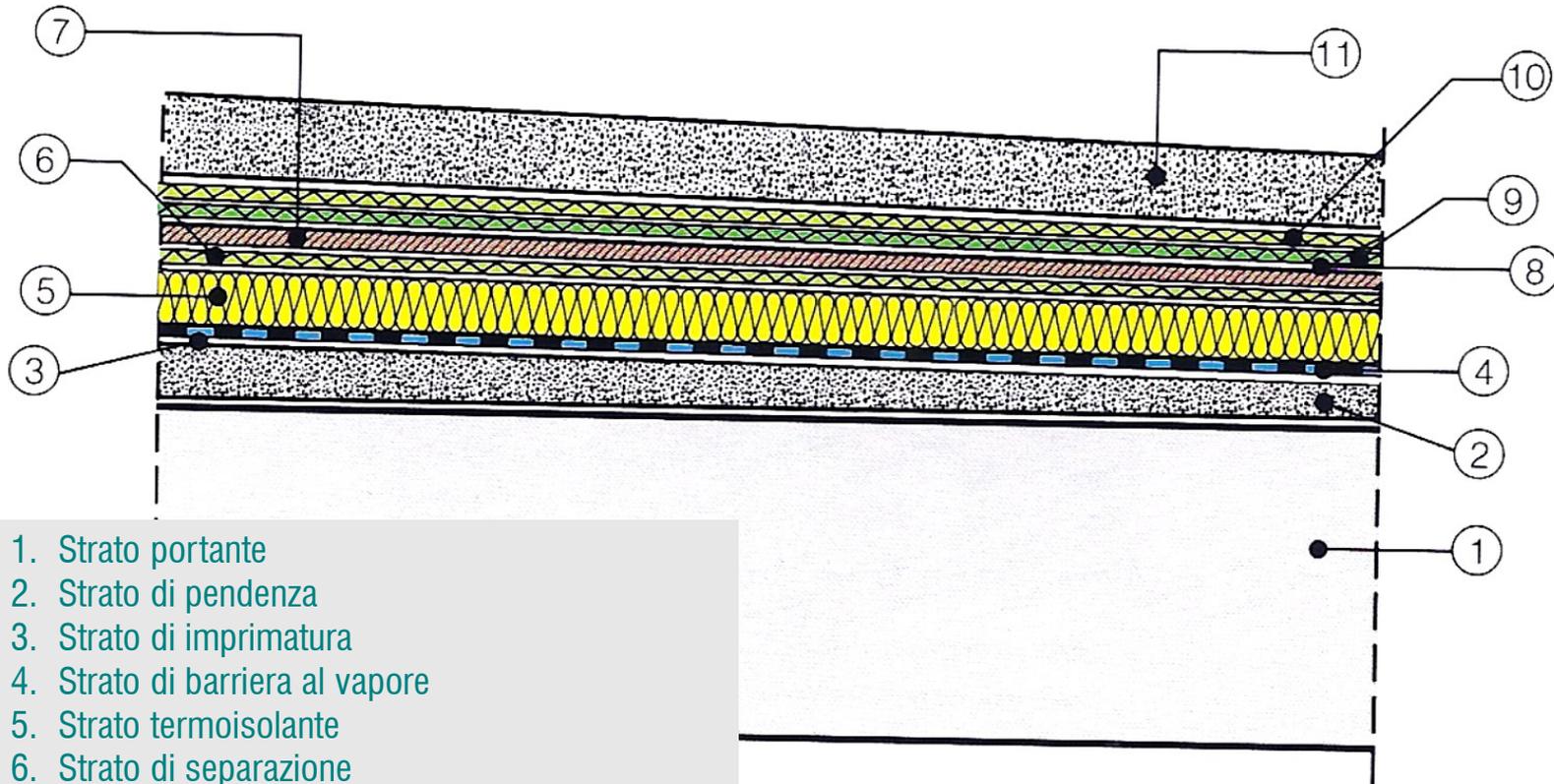
# Coperture piane - Soluzioni conformi



1. Strato portante
2. Strato di pendenza
3. Strato di imprimatura
4. Strato di barriera al vapore
5. Strato termoisolante
6. Doppio strato di tenuta
7. Strato di collegamento
8. Strato di protezione meccanica
9. Elementi tecnici di supporto
10. Strato di finitura calpestabile

**COPERTURA CALDA PEDONABILE  
CON ZAVORRAMENTO**

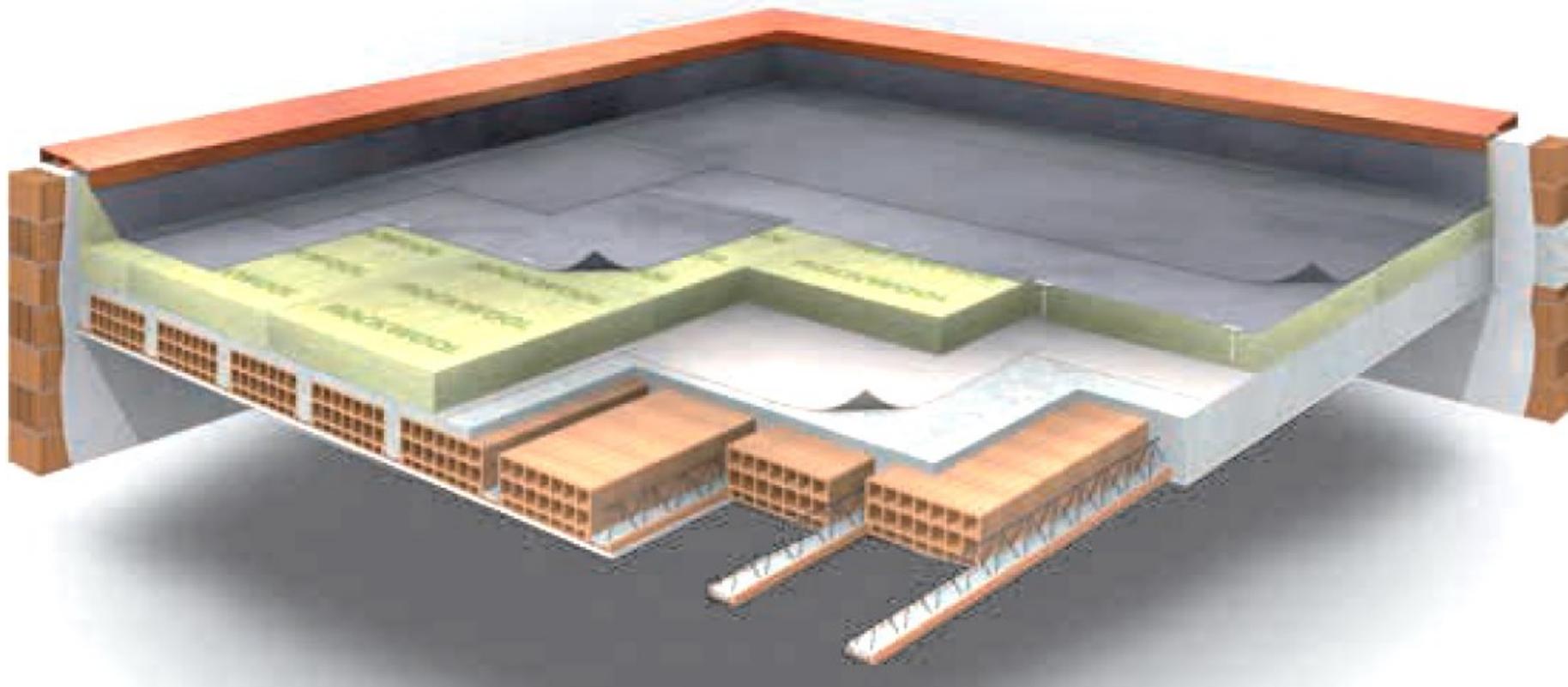
# Coperture piane - Soluzioni conformi



1. Strato portante
2. Strato di pendenza
3. Strato di imprimatura
4. Strato di barriera al vapore
5. Strato termoisolante
6. Strato di separazione
7. Strato di tenuta all'acqua
8. Strato di separazione
9. Strato di ripartizione e irrigidimento
10. Strato di separazione
11. Strato di finitura carrabile

**COPERTURA CALDA CARRABILE**

# Coperture piane - Soluzioni tecnologiche



## COPERTURA CONTINUA ISOLATA NON VENTILATA

Solaio in laterocemento

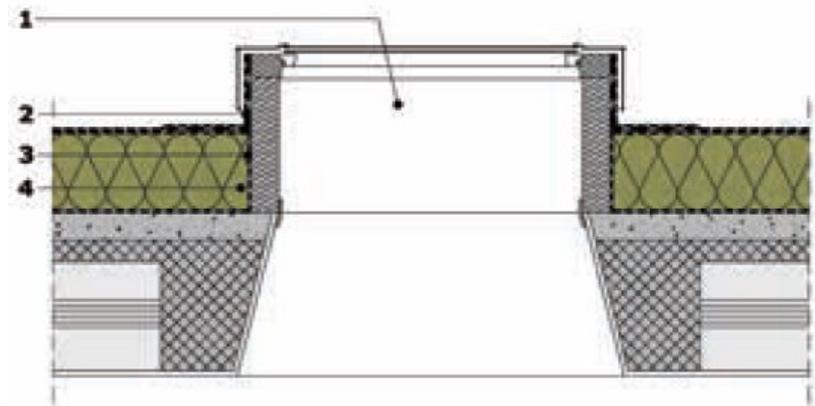
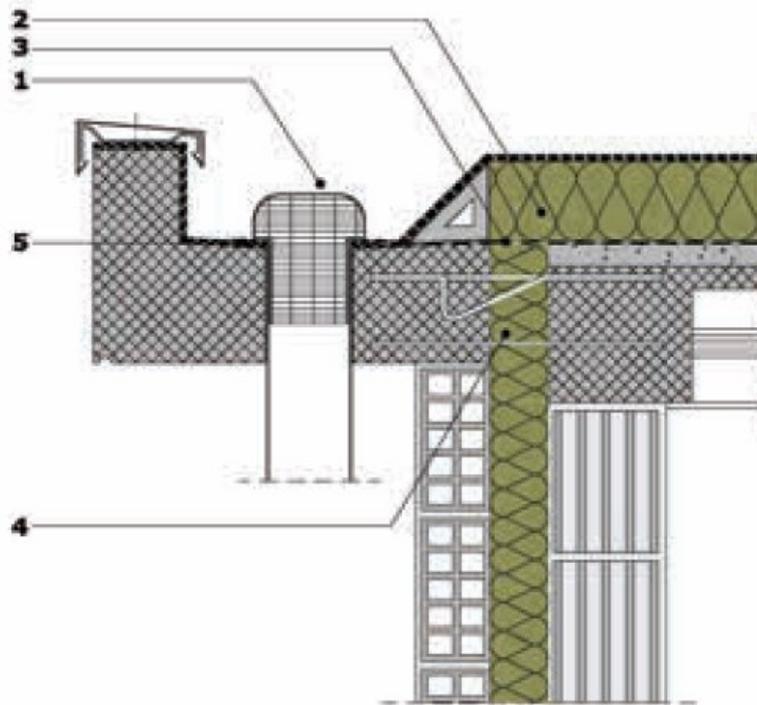
Membrana flessibile bituminosa autoprotetta

Coibentazione in lana di roccia con barriera al vapore

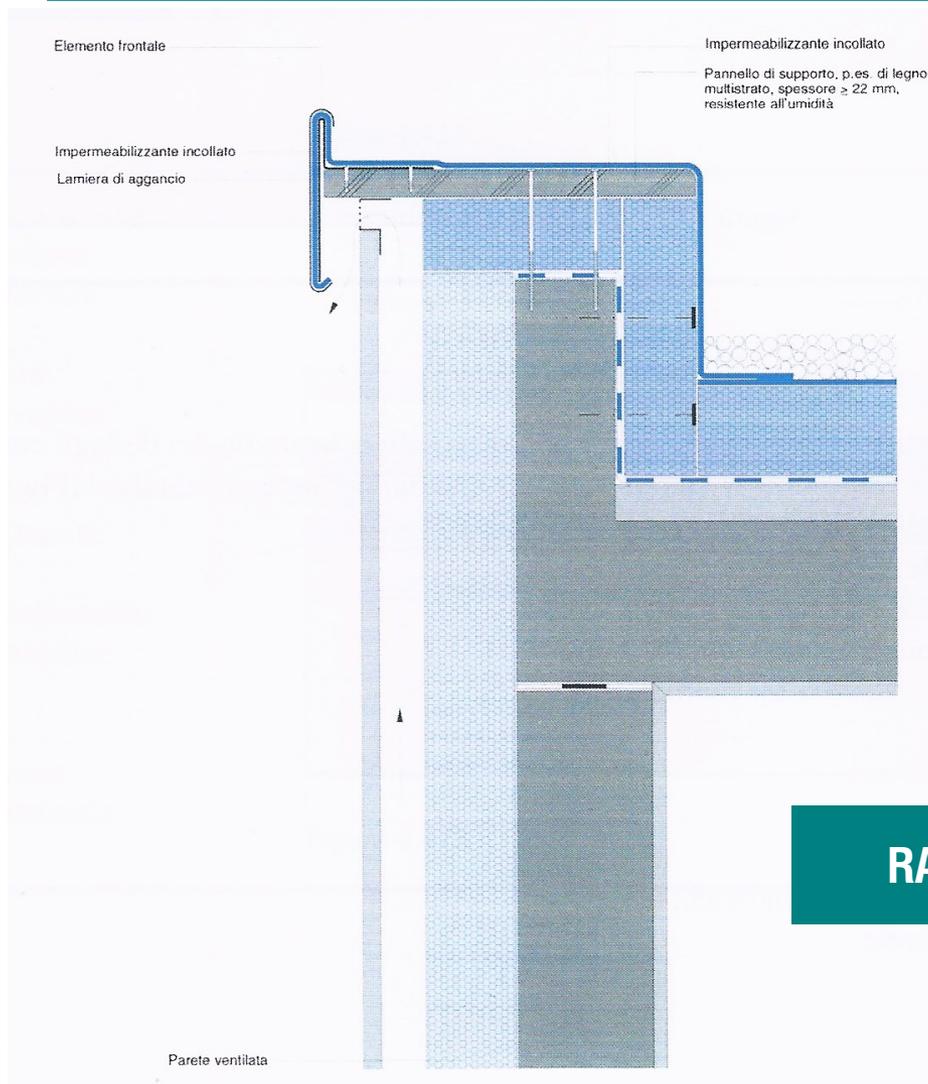
# Coperture piane - Soluzioni tecnologiche

La continuità dell'elemento termoisolante (2) è garantita mediante elementi prefabbricati di ripresa dell'armatura. Lo strato di controllo vapore (3) prosegue fino allo strato di tenuta.

La membrana bituminosa (tenuta all'acqua, 2) e il foglio in polietilene (controllo vapore acqueo, 3) devono essere risvoltati fino alla scossalina del lucernario



# Coperture piane - Soluzioni tecnologiche

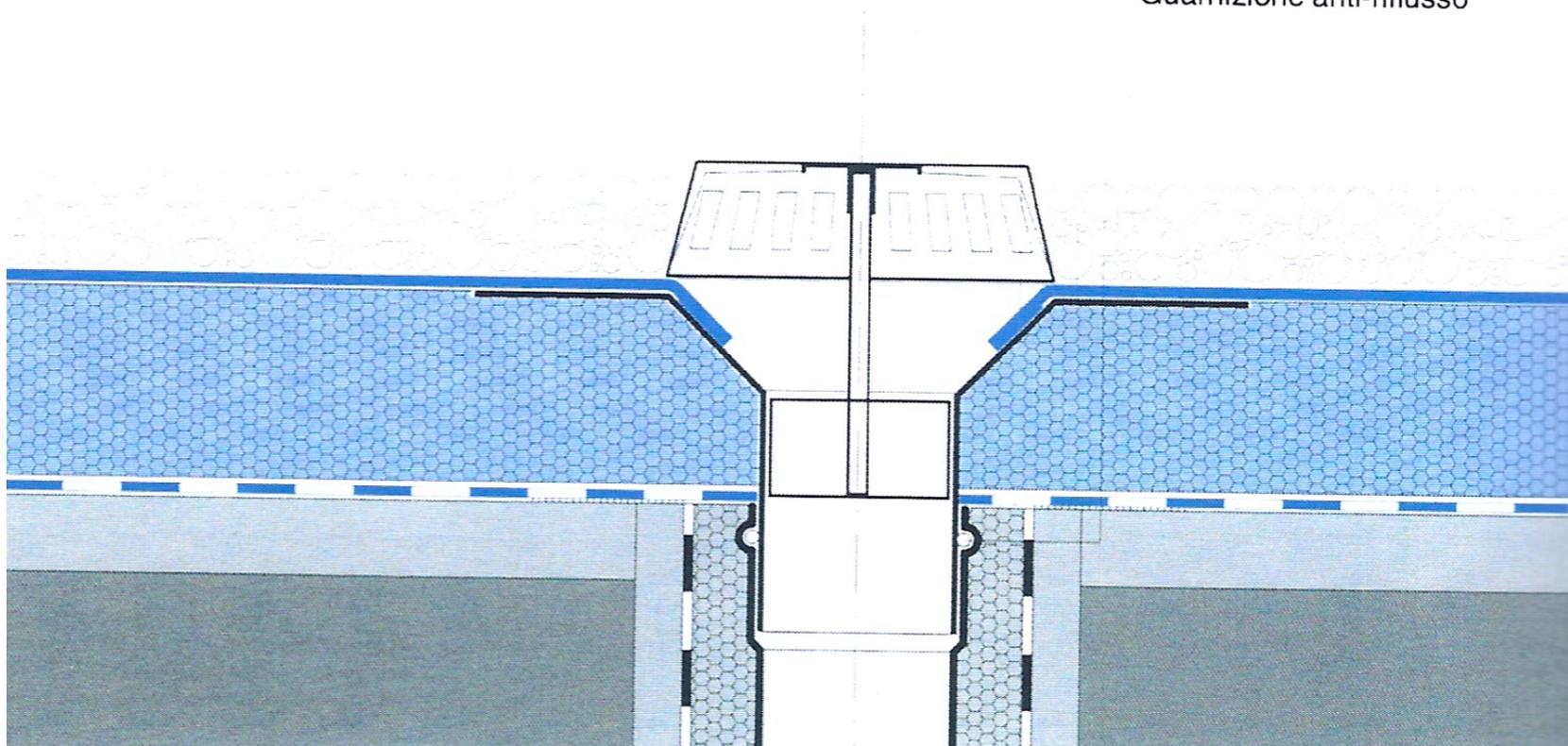


**RACCORDO CON PARETE VENTILATA**

# Coperture piane - Soluzioni tecnologiche

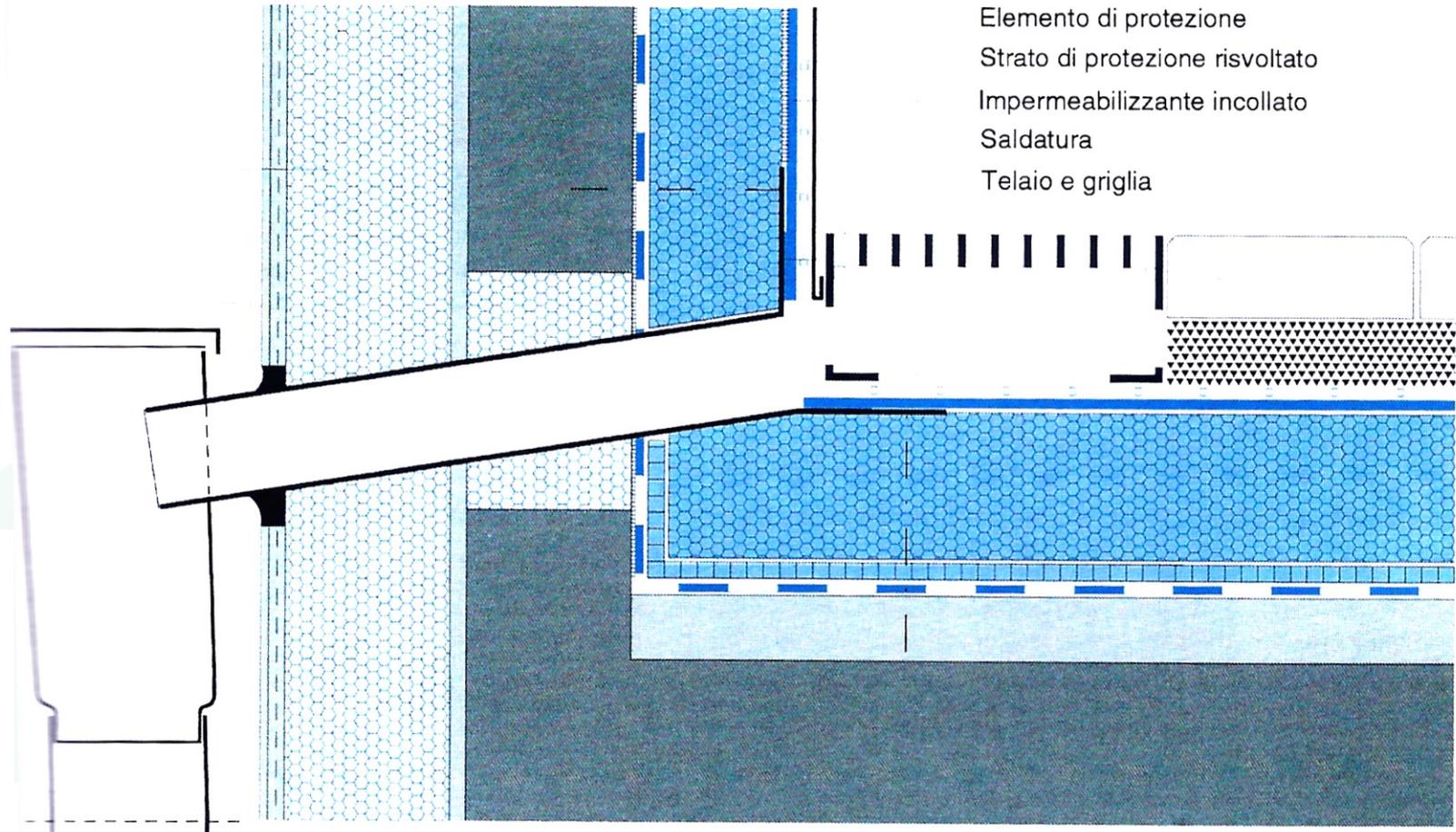
## RACCORDO CON BOCCHETTA DI SCARICO

- Paraghiaia
- Saldatura
- Bocchetta di scarico plastificata
- Guarnizione anti-riflusso



# Coperture piane - Soluzioni tecnologiche

## RACCORDO DI SCARICO VERSO PLUVIALE



# Bibliografia

- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”.
- Lechner N., Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects, 1a ed. John Wiley & sons Incorporated, New York, 2001. ISBN: 978-04-700-4809-2.
- Tortorici G. (a cura di), Architettura Tecnica. Edizioni Alinea, Firenze, 2012.
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 “Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”.
- Ciaramella A., Tronconi O., Qualità e prestazioni degli edifici. Gruppo Editoriale il Sole 24 ore, Milano, 2011.
- Wienke U., Aria calore luce – Il comfort ambientale negli edifici. Tipografia del Genio Civile, Roma, 2005. ISBN: 884961441.
- Dassori E., Morbiducci R., Costruire l'architettura - Tecniche e tecnologie per il progetto. Edizioni Tecniche Nuove, Milano, 2010. ISBN 978-88-481-2298-6.
- Fiorito F., Involucro edilizio e risparmio energetico. Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2009. ISBN: 978-88-7758-863-0.
- Trevisi A. S., Laforgia D., Ruggiero F., Efficienza energetica in edilizia. Maggioli Editore, Rimini, 2006. ISBN: 978-88-387-3824-6.
- <https://www.guidaedilizia.it/company/sirap-insulation/profile/>
- [www.rockwool.it](http://www.rockwool.it)
- <http://www.indexspa.it/>