



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



Prof. Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583478
cstival@units.it

TEMA 31

Chiusure orizzontali superiori

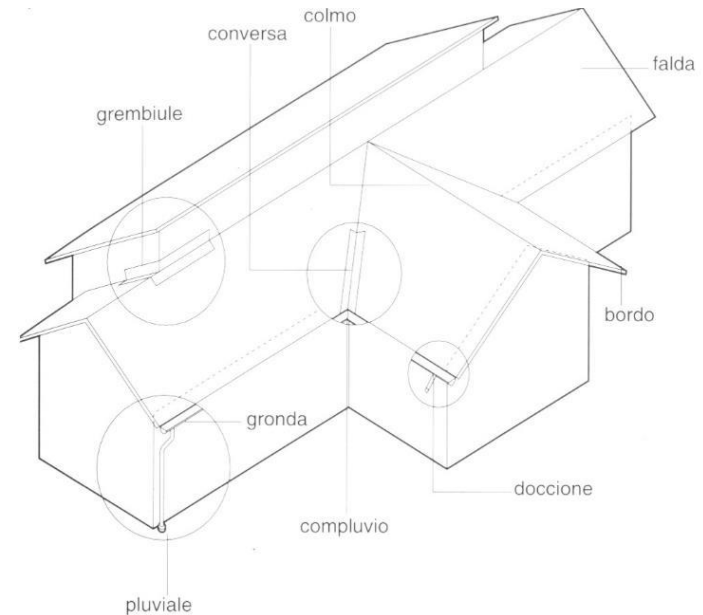
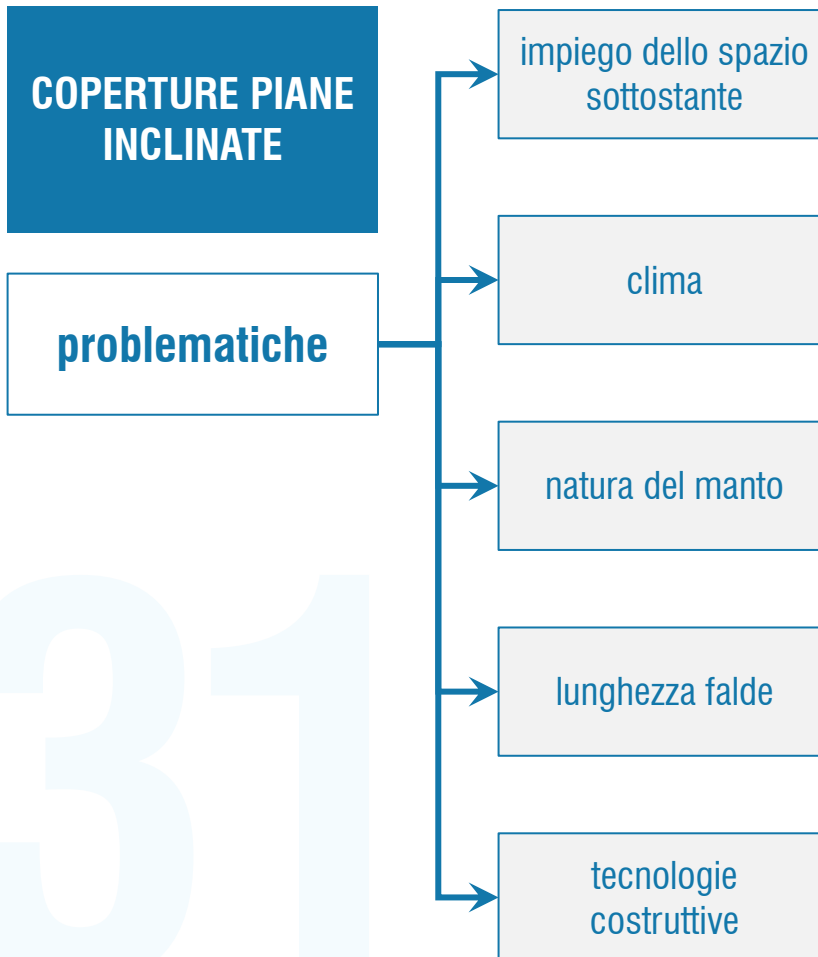
**Completamenti. Gestione delle acque meteorologiche
e dei flussi termici**

Laboratorio di **Progettazione Tecnologica dell'Architettura**
Corso di **Metodi e Strumenti di Progettazione Tecnologica**

31.1

Gestione delle acque meteorologiche

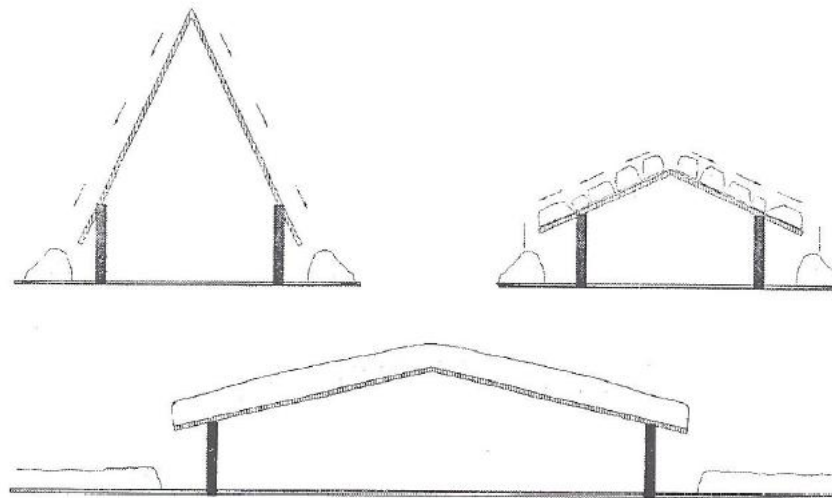
Problematiche generali



Area del tetto in proiezione orizzontale (m ²)	Diametro del canale di gronda (cm)	Diametro del pluviale (cm)
Fino a 10	8	4
Da 11 a 25	10	5
Da 26 a 50	12	7
Da 51 a 100	15	10
Da 101 a 200	18	10

Pendenza

Le **chiusure superiori inclinate** sono caratterizzate da una **configurazione geometrica** determinata dalla pendenza necessaria per il **corretto funzionamento dell'elemento di tenuta** (detto **manto** o tegumento). La chiusura risulta costituita da falde (piani inclinati) la cui pendenza è definita in funzione delle condizioni climatiche del luogo (**nevosità**, **ventosità** e **piovosità**). La nevosità è indice della quantità di neve che tende ad accumularsi sulle falde, costituendo un sovraccarico non trascurabile: a forte nevosità corrisponde pertanto forte pendenza al fine di agevolare lo scorrimento verso il basso della neve sulle falde, limitando quindi il sovraccarico.



**Pendenza tipica delle
coperture con manto
in piccoli elementi
in Italia**

50 - 60% nelle zone alpine

45% nell'alto Appennino

35% nel Basso Appennino

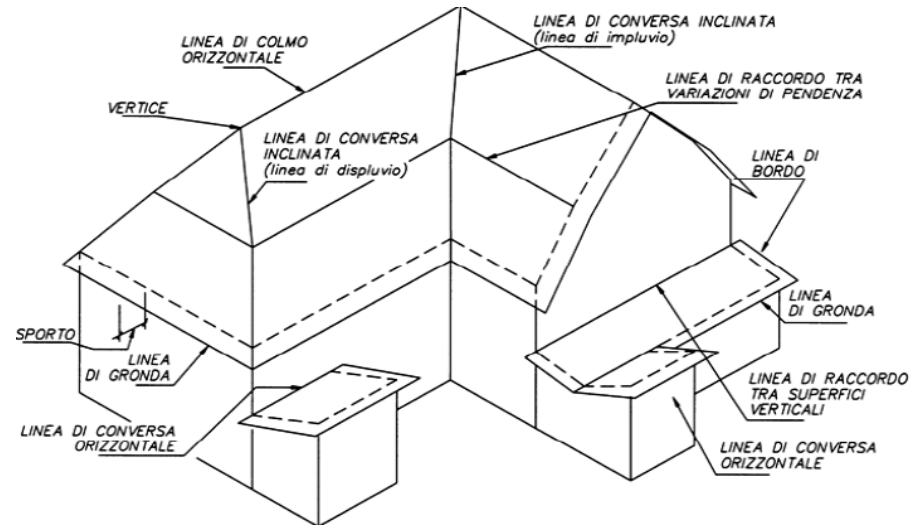
30 - 35% in Italia centrale

20 - 25% in Italia meridionale

Coperture inclinate: definizioni

La norma UNI 8091 introduce la terminologia per la descrizione della geometria dei tetti a falde:

- **falda di copertura**: superficie di copertura inclinata e geometricamente piana;
- linea di **colmo orizzontale**: linea, ad andamento orizzontale, intersezione di due superfici di copertura inclinate a pendenza di senso opposto e divergenti.
- linea di **colmo inclinata**, o **displuvio**: linea, ad andamento inclinato, intersezione laterale di due superfici contigue di copertura non normale alla linea di massima pendenza.
- linea di **gronda**: linea perimetrale inferiore di una superficie di copertura ad andamento orizzontale.
- linea di **conversa orizzontale**: linea, ad andamento orizzontale, intersezione di due superfici di copertura inclinate aventi pendenza di senso opposto e divergenti oppure intersezione di una superficie di copertura con altra verticale nel caso in cui formi un diedro acutangolo.
- linea di **conversa inclinata**, o **compluvio**: linea, ad andamento inclinato, non normale alle linee di massima pendenza, intersezione laterale di due superfici contigue di copertura oppure di una superficie di copertura con una superficie emergente verticale.



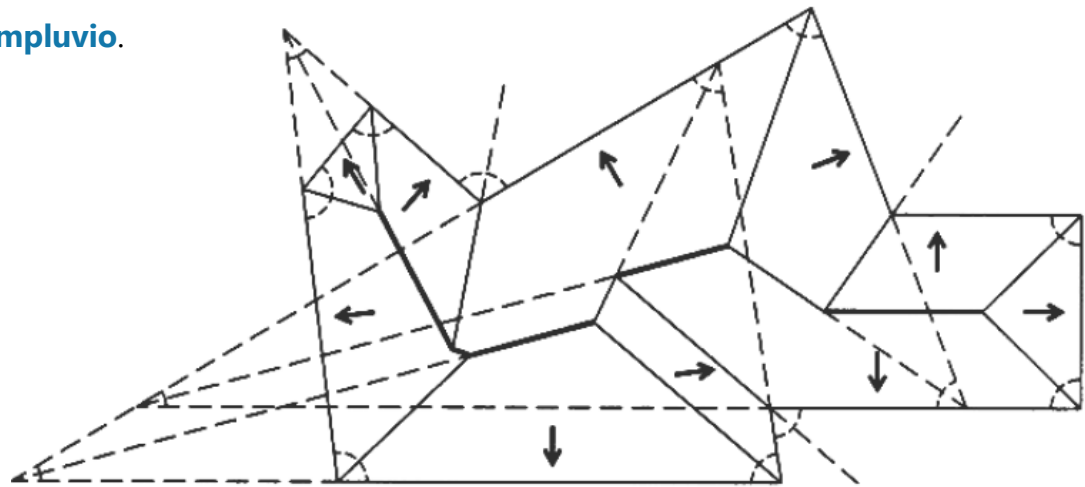
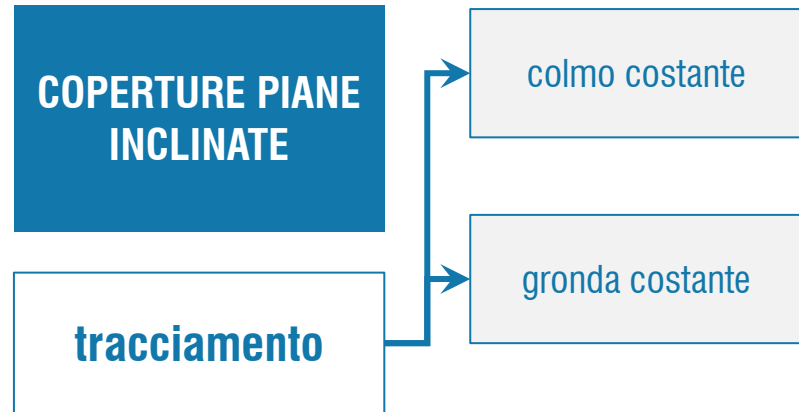
Coperture inclinate: tracciamento

In una copertura discontinua, le falde sono usualmente **tracciate** secondo il **metodo delle bisettrici**.

Le premesse sono che le linee di gronda di un solido si collocano alla medesima quota e le falde di copertura presentano la medesima pendenza.

Le linee di compluvio e displuvio sono determinate dalle bisettrici degli angoli formati da linee di gronda adiacenti:

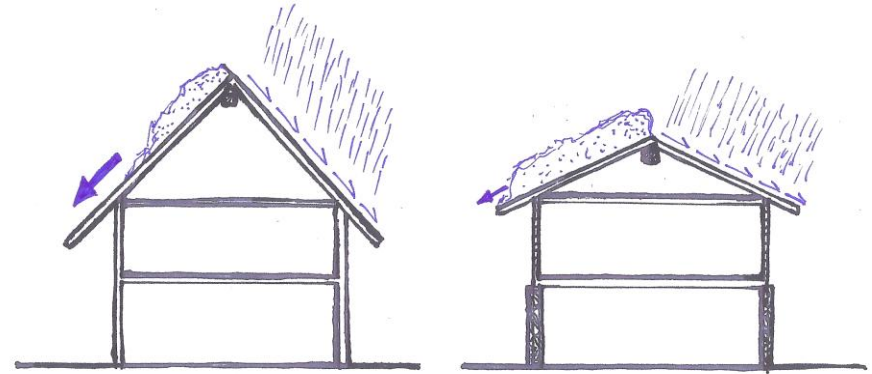
- angoli **concavi** formano linee di **displuvio**;
- angoli **convessi** formano linee di **compluvio**.



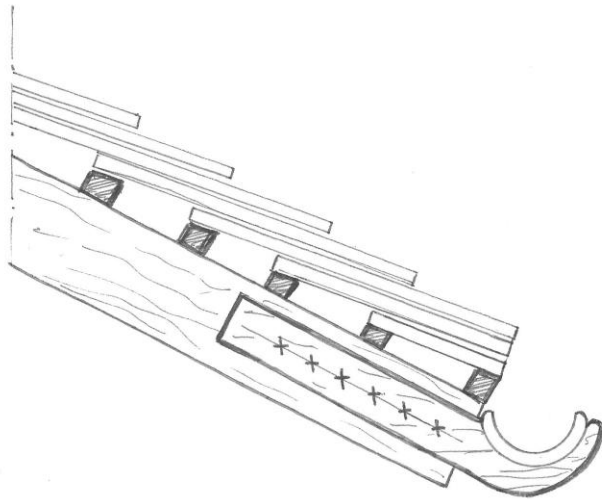
31

Coperture inclinate: finitura

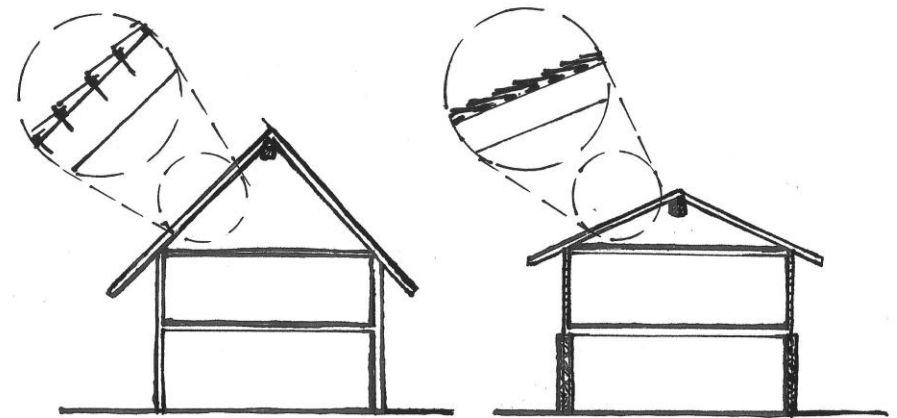
La copertura costituisce l'elemento tecnico d'involucro più **vulnerabile** agli agenti atmosferici e, in generale, alle sollecitazioni provenienti dall'ambiente esterno. Alla luce di ciò, la copertura è caratterizzata da una forte correlazione tra la sua **forma**, i **materiali impiegati** e le **condizioni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



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



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



Coperture orizzontali

COPERTURE PIANE ORIZZONTALI

**massetto
di pendenza**

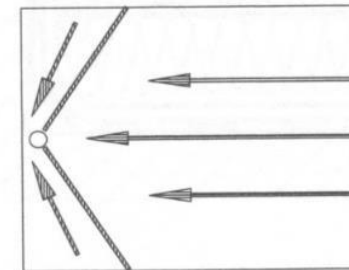
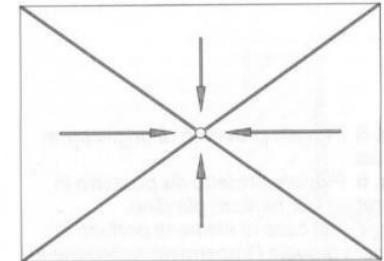
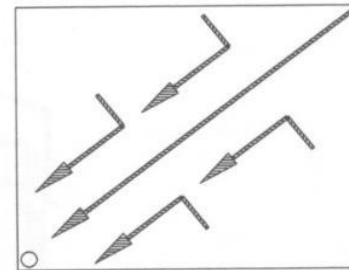
pendenza minima
1%

altezza al minimo
3-5 cm

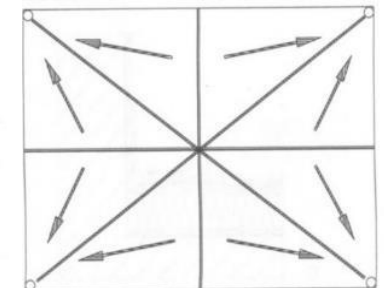
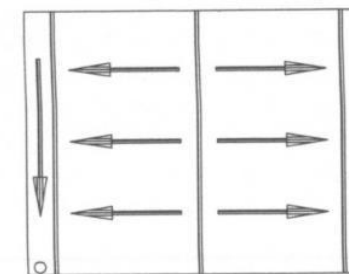
diviso per settori

realizzato a secco
o a umido

deflusso
3 litri / mq



**DISPOSIZIONE DEI
PUNTI
DI RACCOLTA**

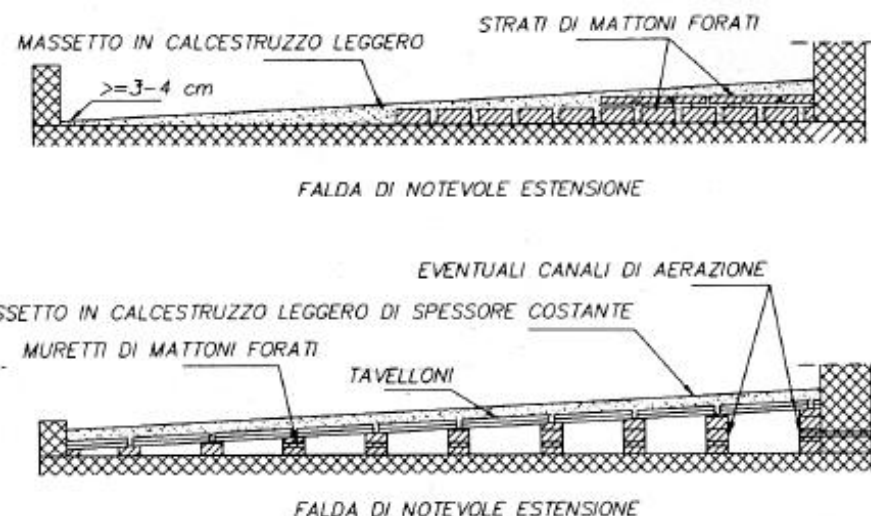


Coperture orizzontali

Le chiusure superiori **continue** sono definite comunemente **tetti piani** o **a terrazzo** per la **configurazione piana ed orizzontale** consentita dalla presenza dell'elemento di **tenuta**. Le coperture continue orizzontali sono infatti dotate di una **minima pendenza, variabile tra l'1% e il 5%**, tale da assicurare l'**allontanamento** delle **acque meteoriche** per scorrimento verso i punti di raccolta; esse sono convogliate verso i pluviali.

Non sono caratterizzate da un buon comportamento in caso di forti precipitazioni nevose o piovose poiché l'**accumulo** di neve, o il ristagno di acqua, determinano **sovraccarichi considerevoli** sulla chiusura nonché rischio di **infiltrazione** attraverso i punti critici dell'elemento di tenuta.

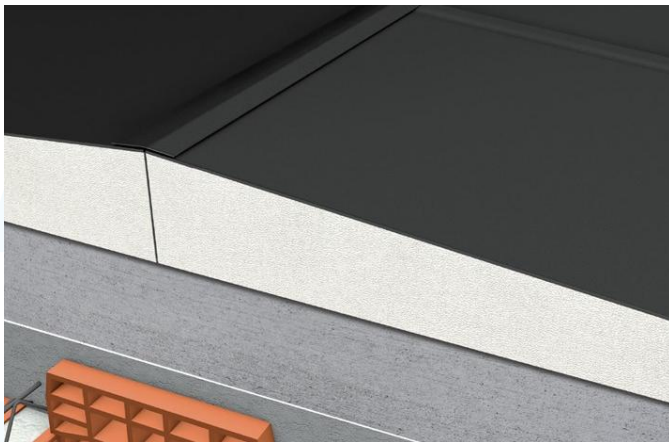
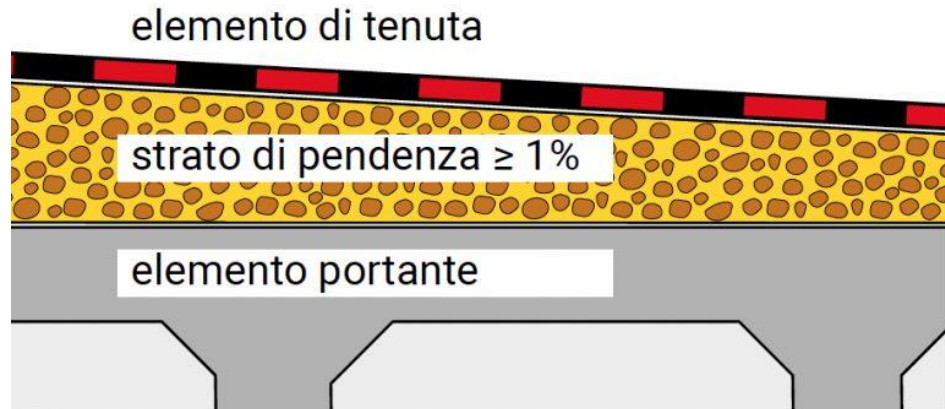
Caratteristica dei tetti a terrazzo è la loro **praticabilità**, ossia la possibilità di essere utilizzati dagli utenti per lo svolgimento di varie attività.



Coperture orizzontali

COPERTURE PIANE ORIZZONTALI

**massetto
di pendenza**



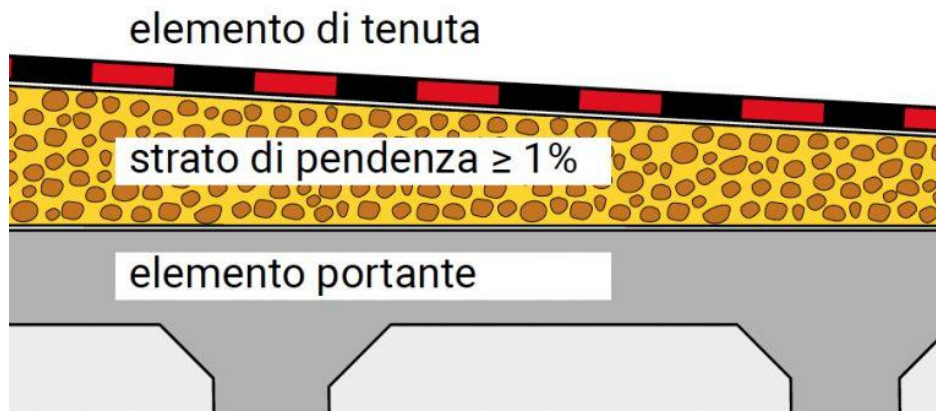
Coperture orizzontali

COPERTURE PIANE ORIZZONTALI

massetto
di pendenza



MASSETTO DI PENDENZA
REALIZZATO A SECCO



Coperture orizzontali

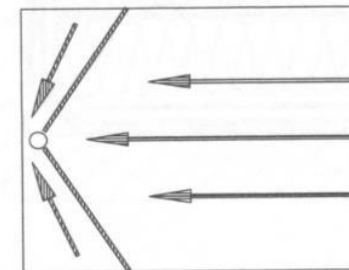
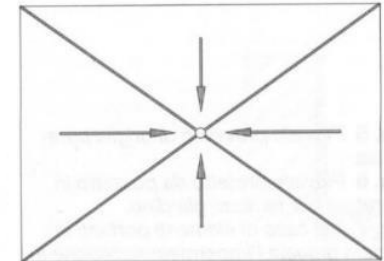
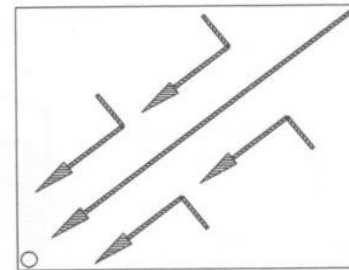
COPERTURE PIANE ORIZZONTALI

attacco pluviali

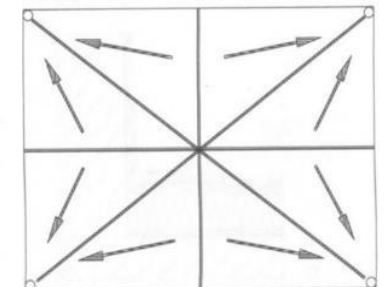
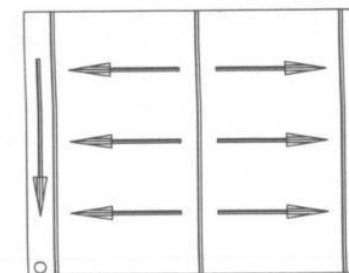
posizionati alla
quota minore
di copertura

corona rivestita in
materiale
impermeabile

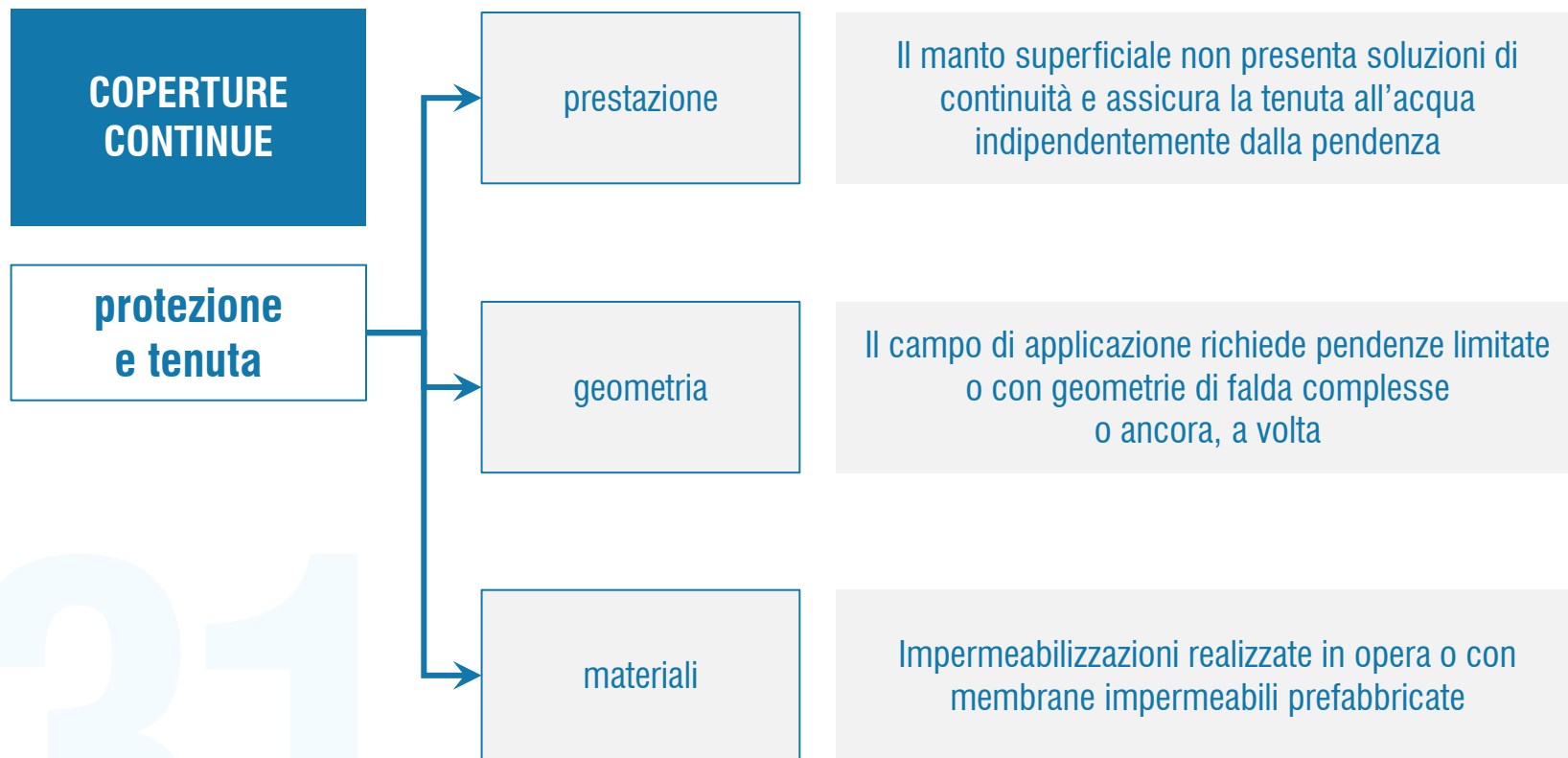
bocchettoni
provvisi di griglia
parafovia



DISPOSIZIONE DEI
PUNTI
DI RACCOLTA

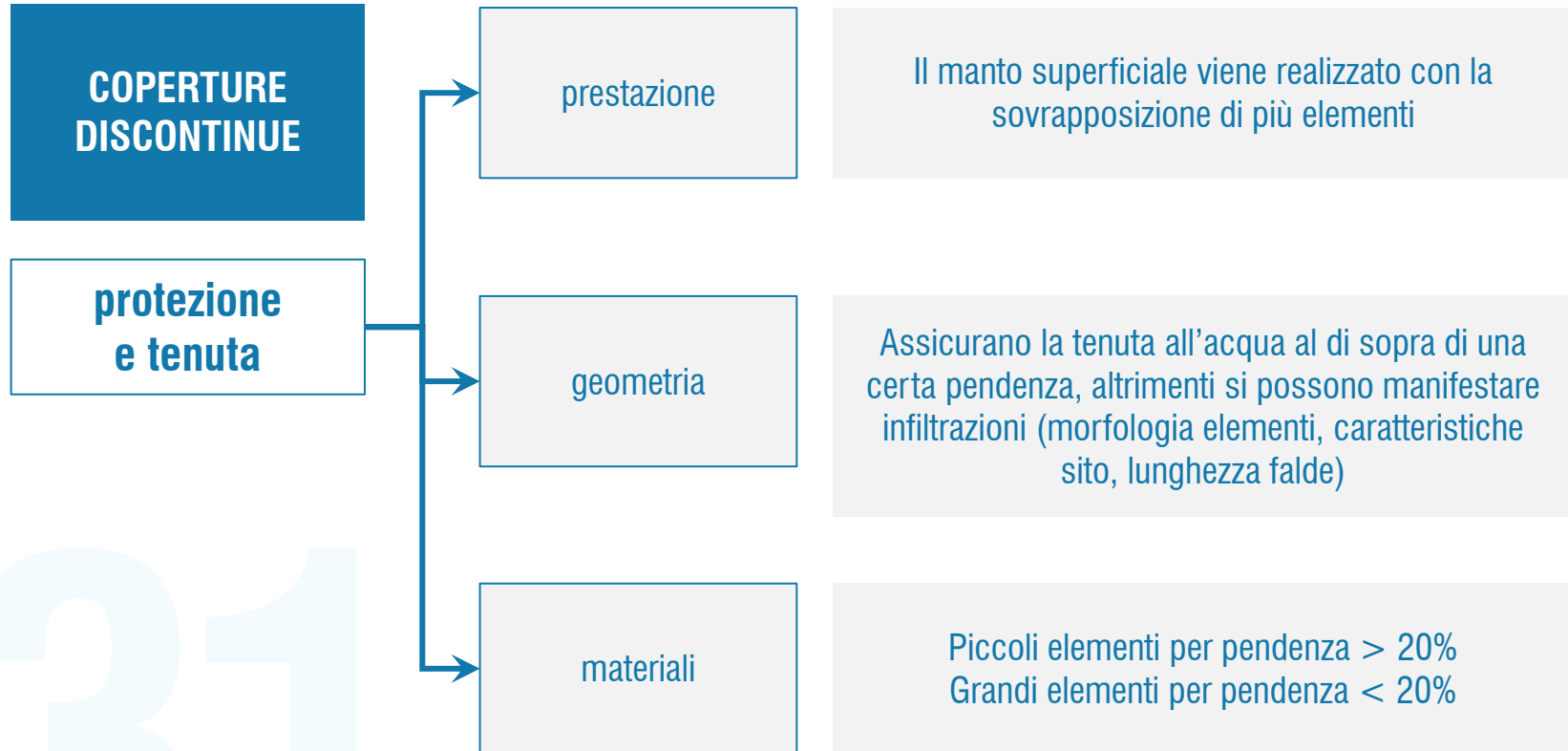


Tenuta all'acqua



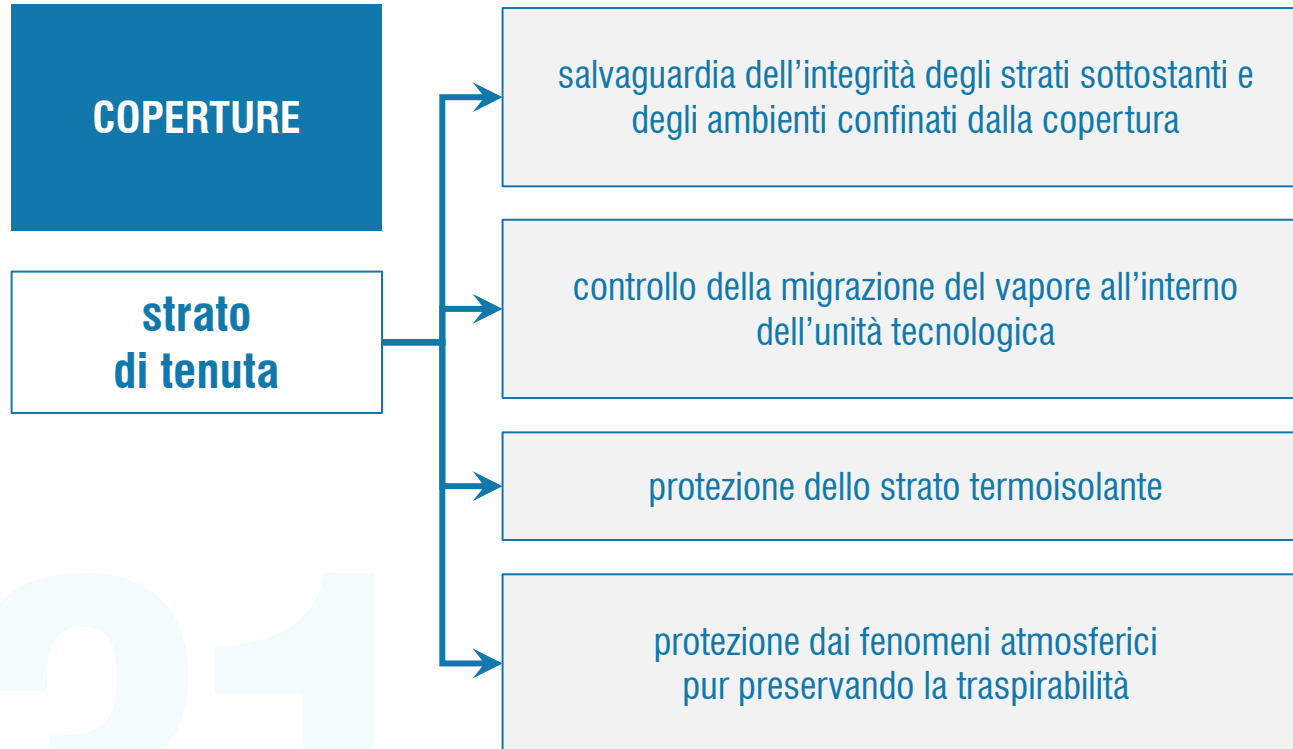
31

Tenuta all'acqua



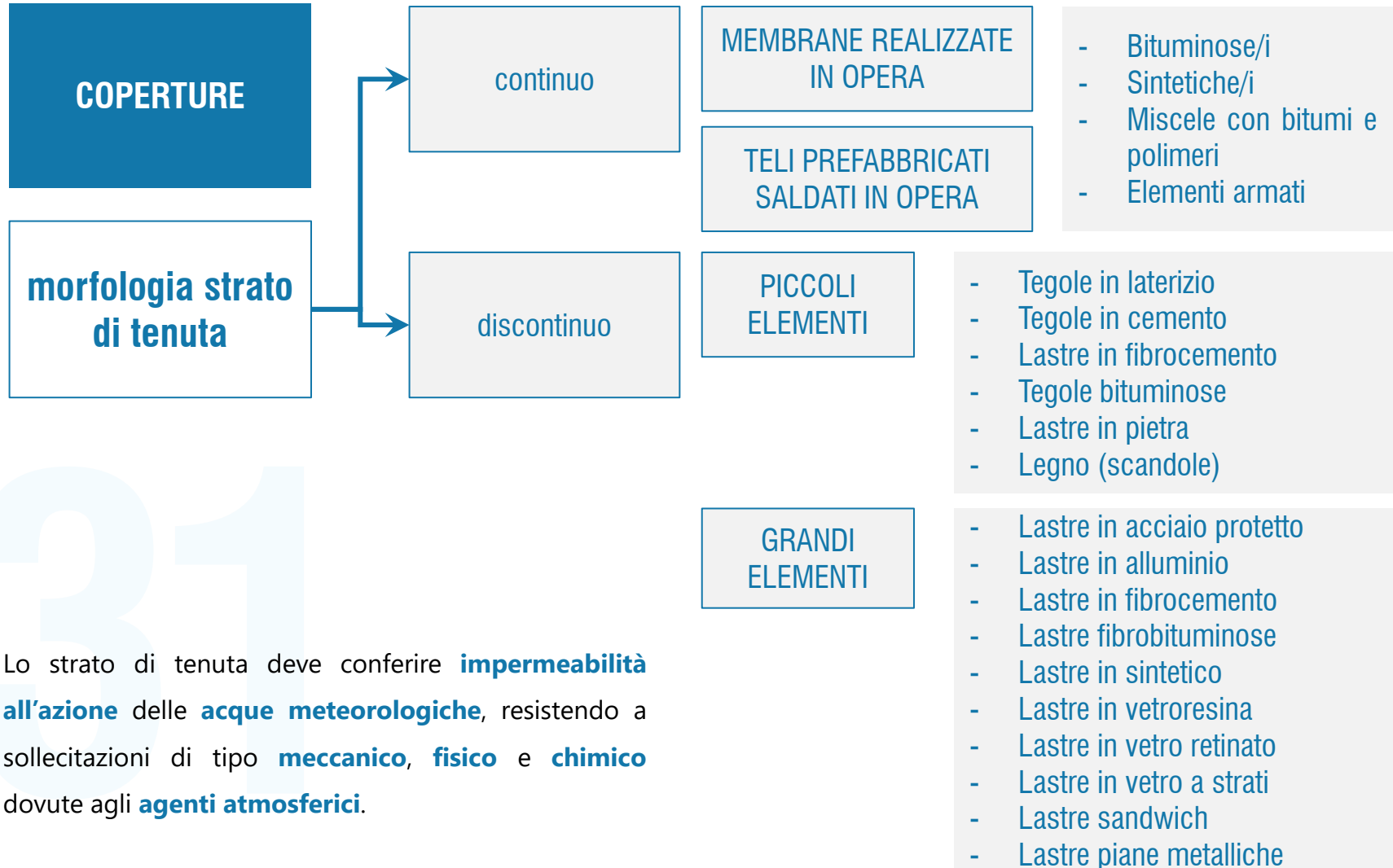
31

Tenuta all'acqua



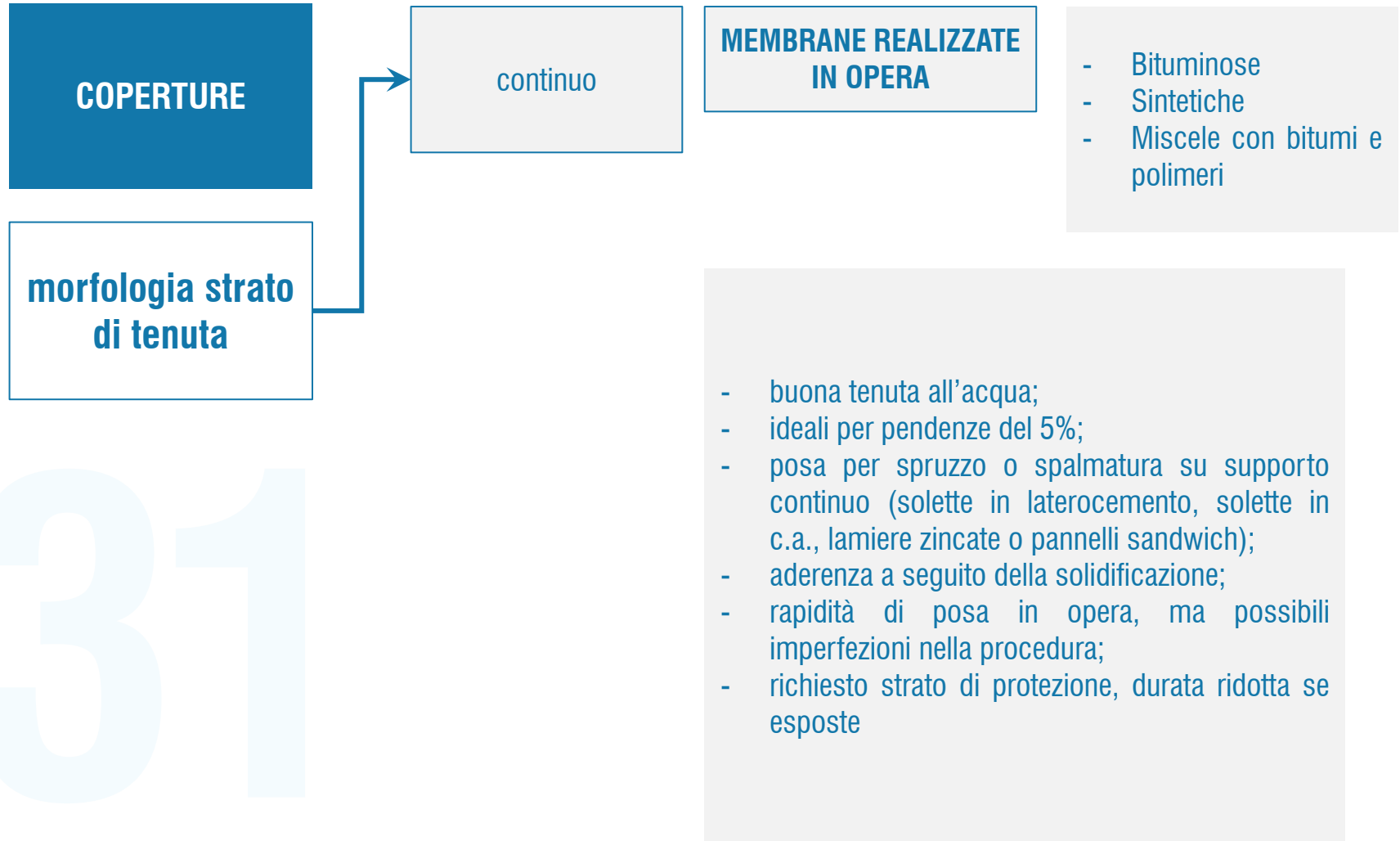
Lo strato di tenuta deve conferire **impermeabilità all'azione** delle **acque meteorologiche**, resistendo a sollecitazioni di tipo **meccanico**, **fisico** e **chimico** dovute agli **agenti atmosferici**.

Tenuta all'acqua



Lo strato di tenuta deve conferire **impermeabilità all'azione** delle **acque meteorologiche**, resistendo a sollecitazioni di tipo **meccanico**, **fisico** e **chimico** dovute agli **agenti atmosferici**.

Tenuta all'acqua

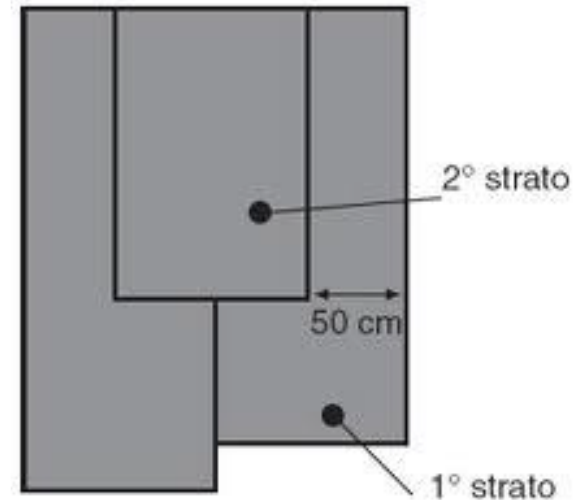


31

Tenuta all'acqua



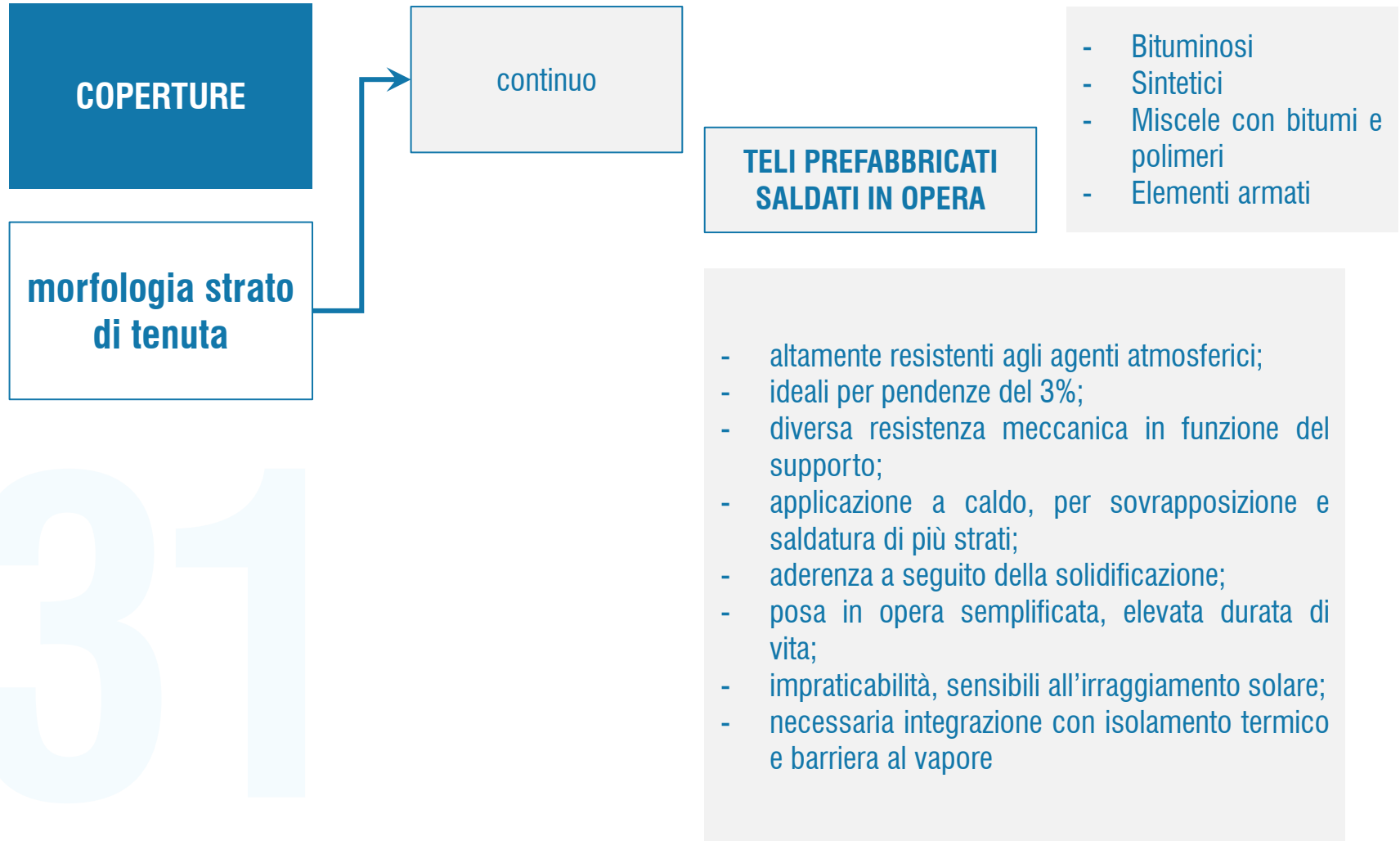
Tenuta all'acqua



Tenuta all'acqua



Tenuta all'acqua



31

Tenuta all'acqua

22



Tenuta all'acqua



Tenuta all'acqua



Tenuta all'acqua

COPERTURE

morfologia strato
di tenuta

discontinuo

PICCOLI ELEMENTI

- Tegole in laterizio
- Tegole in cemento
- Lastre in fibrocemento
- Tegole bituminose
- Lastre in pietra
- Legno (scandole)

- posa su supporti piani oppure lineari, per adesione, fissaggio meccanico, incastro, sovrapposizione
- adatti a pendenze superiori al 20%;
- media resistenza meccanica, buona durabilità, permeabilità ridotta;
- necessario elevato numero di giunti e fissaggi;
- peso non trascurabile;
- necessaria integrazione con isolamento termico e barriera al vapore

31

Tenuta all'acqua

Il manto di copertura può essere costituito da tegole in laterizio, tegole in **cemento**, lastre piane **ondulate** o **nervate** in **fibro-cemento**, lastre di **polistirene armato** con **fibre di vetro**, lastre **metalliche**, **tegole bituminose**, lastre di **ardesia** e **scandole** in **legno** di larice.

Le più diffuse in Italia sono le **tegole in laterizio**, che a loro volta si classificano in **tegole curve** o **coppi**, tegole piane o **embrici**, tegole piane marsigliesi, tegole portoghesi, tegole olandesi.



coppo



embrice



marsigliese



portoghese

31

Tenuta all'acqua

COPERTURE

- posa su supporti piani o lineari, con sovrapposizione e fissaggio per incastro o avvitamento;
- leggerezza, rapidità e semplicità di montaggio, ridotto numero di giunti, dimensioni standardizzate;
- resistenza termica ridotta, sensibilità a corrosione e degrado;
- necessaria integrazione con isolamento termico e barriera al vapore

morfologia strato
di tenuta

discontinuo

GRANDI ELEMENTI

- Lastre in acciaio protetto
- Lastre in alluminio
- Lastre in fibrocemento
- Lastre fibrobituminose
- Lastre in sintetico
- Lastre in vetroresina
- Lastre in vetro retinato
- Lastre in vetro a strati
- Lastre sandwich
- Lastre piane metalliche

31

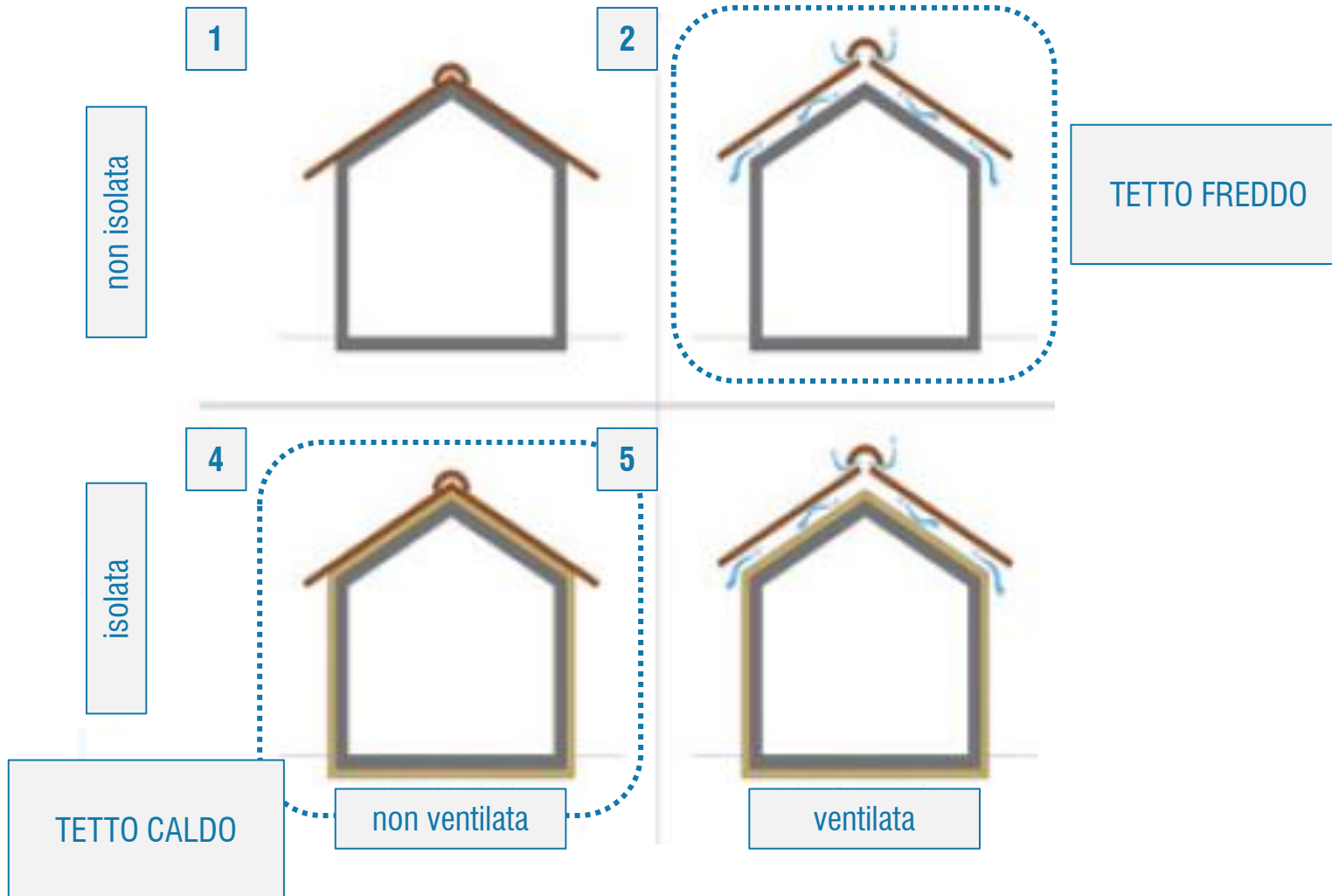
Tenuta all'acqua



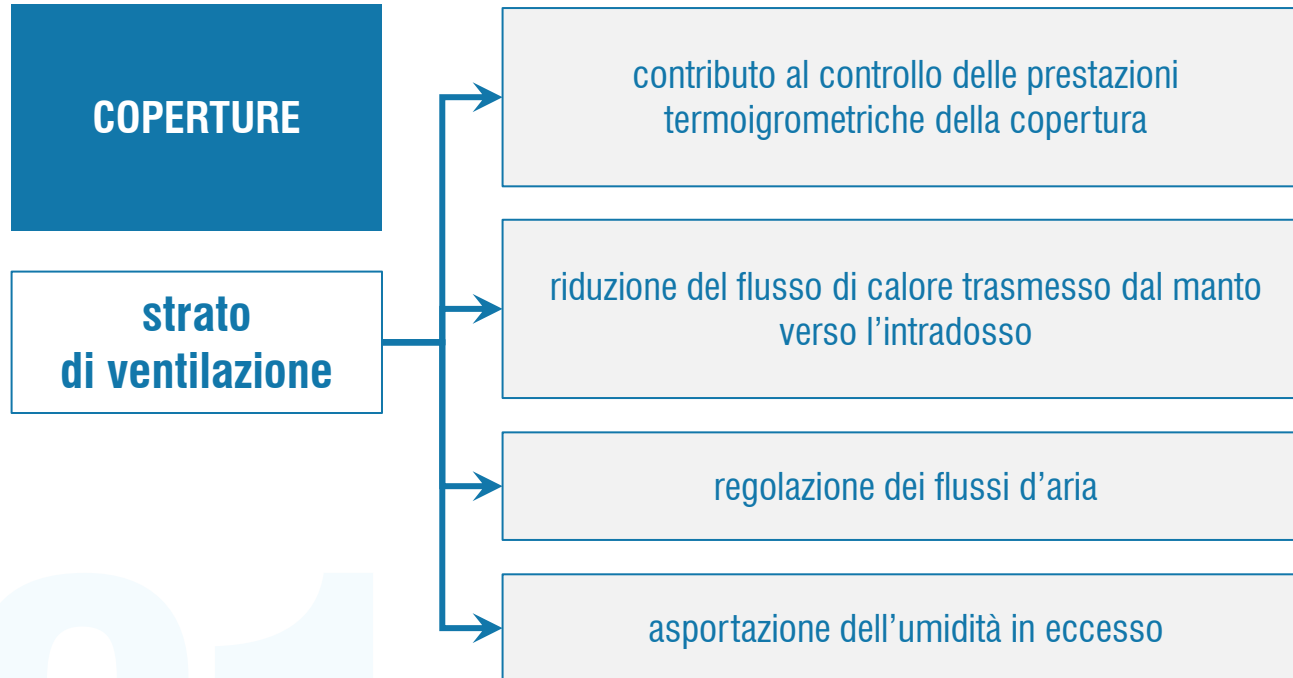
31.2

Gestione dei flussi termici

Comportamento termoigrometrico



Comportamento termoigrometrico



31

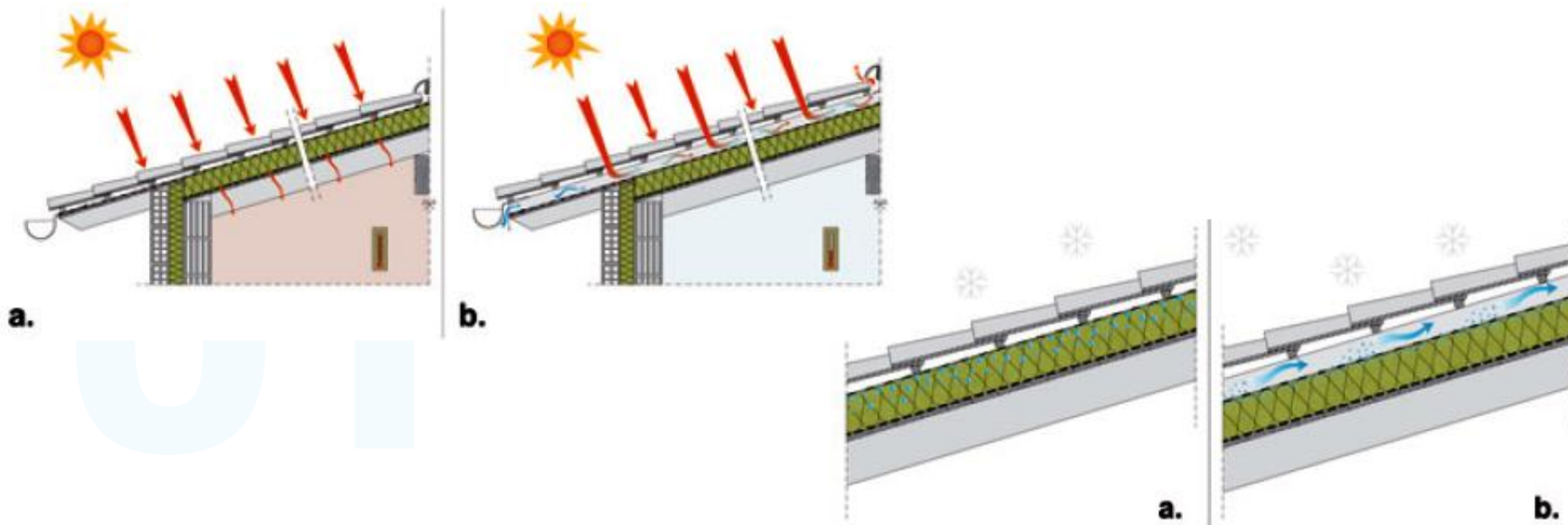
Comportamento termoigrometrico

La **ventilazione** della **copertura** permette il miglioramento delle **prestazioni in regime dinamico**, in particolare:

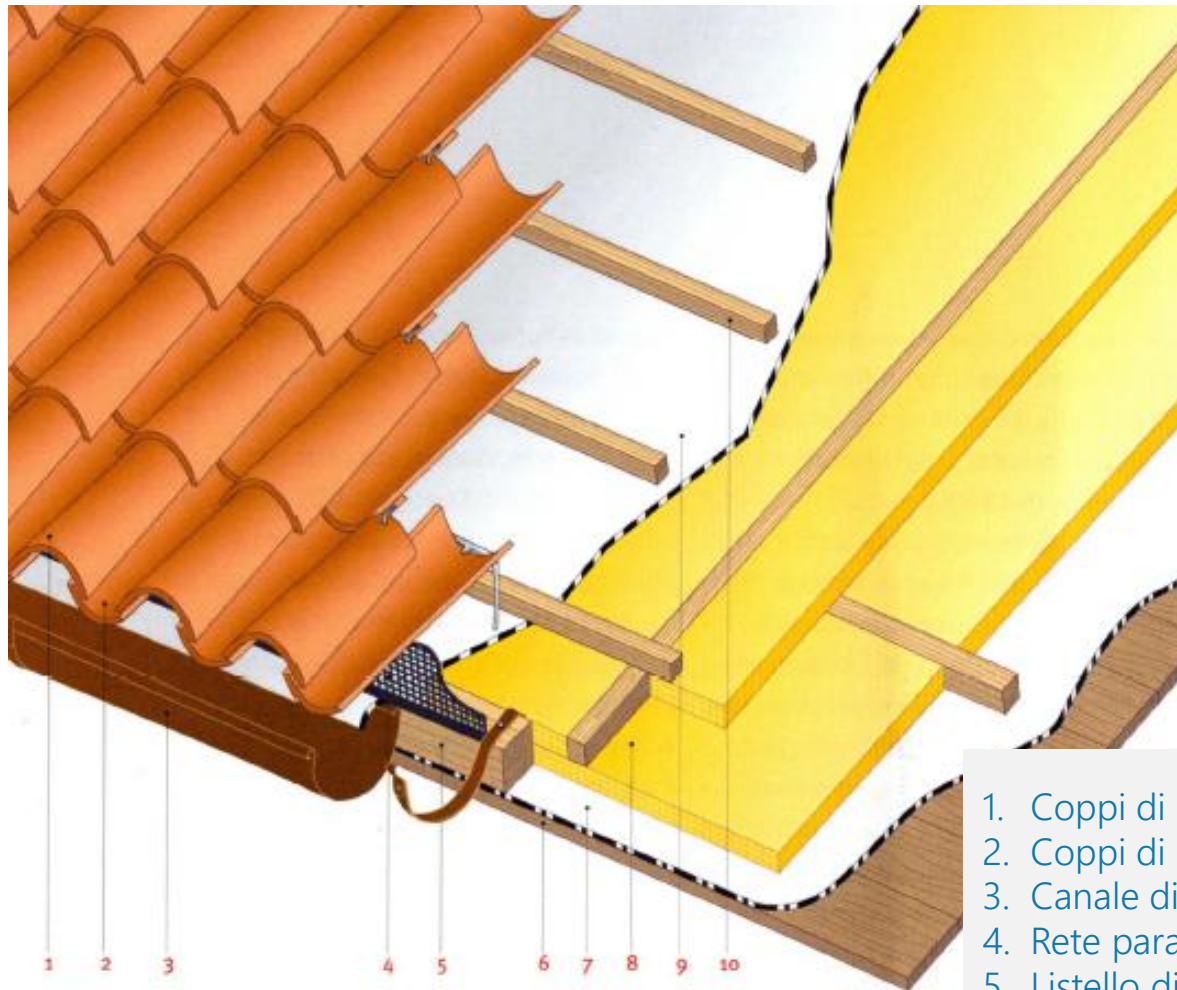
- consente di **asportare** parte dell'**energia termica solare** incidente sulla copertura (stagione estiva);
- trasferisce verso l'esterno il vapore acqueo contenuto nell'aria interna evitando la condensa ed il ristagno in prossimità dello strato isolante (stagione invernale).

Una copertura si considera ventilata quando nella successione degli strati funzionali è inserito uno **strato di ventilazione** collocato tra l'isolamento termico e il rivestimento esterno.

Non è ventilata una copertura realizzata con rivestimenti discontinui in cui è presente solo la **microventilazione** al di sotto del rivestimento stesso (detta **sottotegola**).



Comportamento termoigrometrico



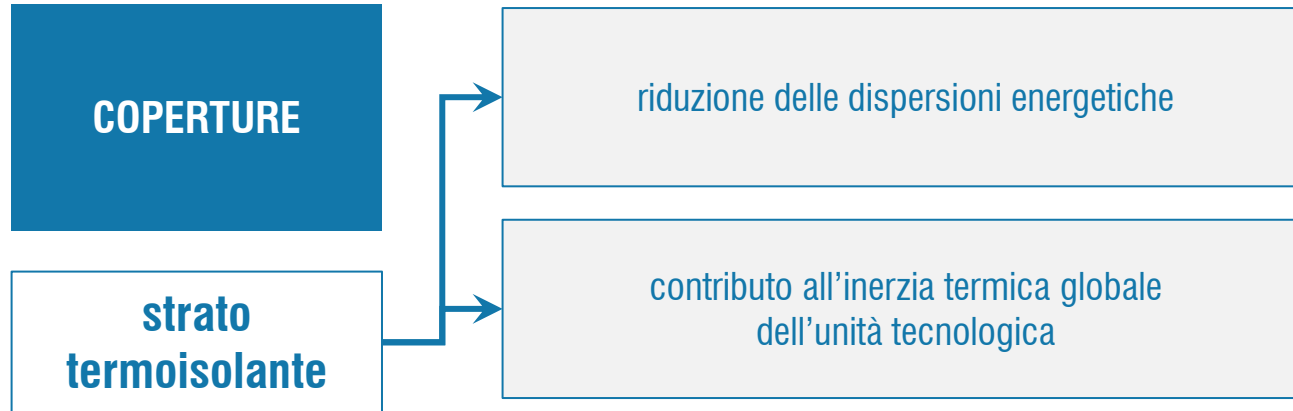
PRESE D'ARIA ALLA
LINEA DI GRONDA

INTERCAPEDINE
VENTILATA

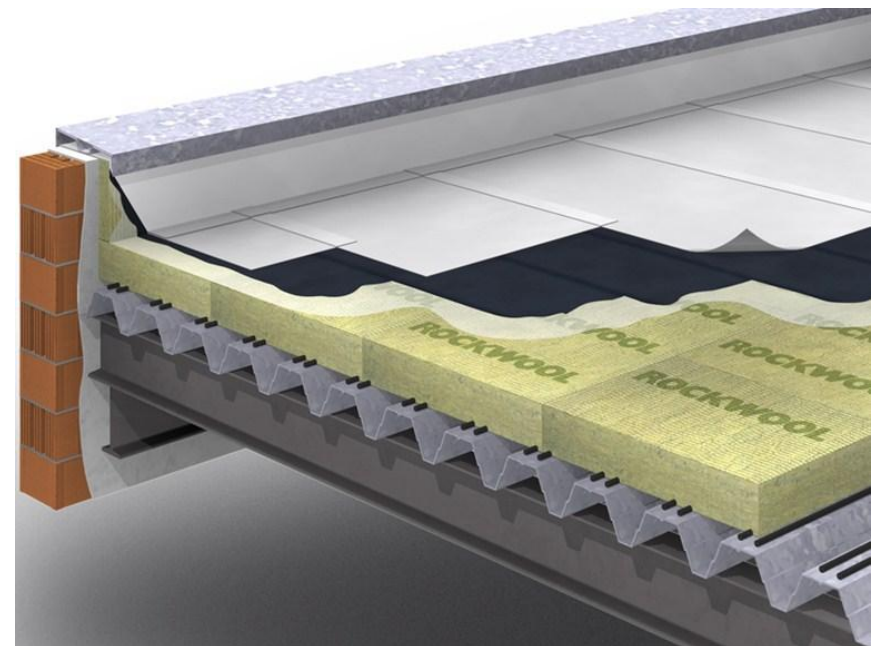
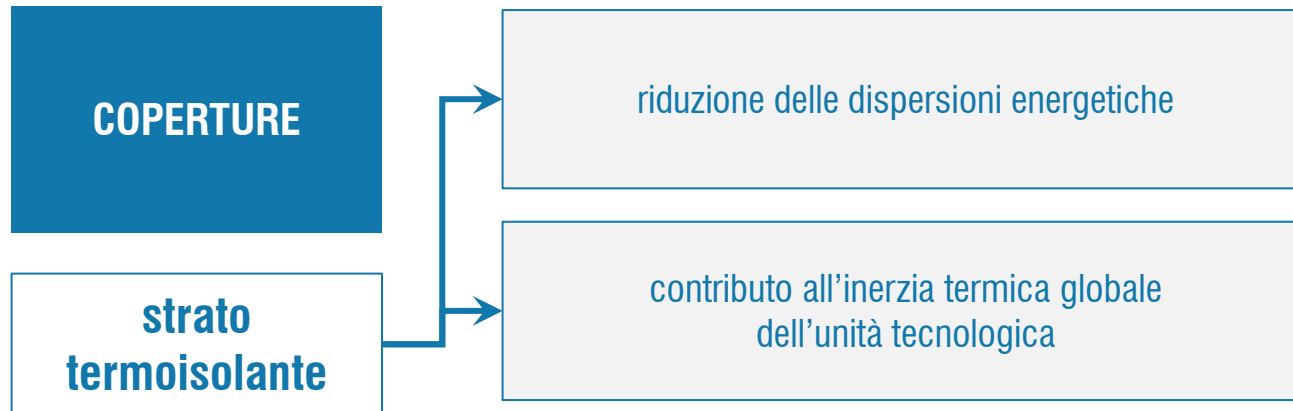
COLMO AERATO

1. Coppi di coperta
2. Coppi di canale
3. Canale di gronda
4. Rete parapasseri
5. Listello di battuta
6. Tavolato di posa
7. Barriera al vapore
8. Pannelli coibenti in doppio strato
9. Strato di tenuta all'acqua
10. Listelli di supporto al manto

Comportamento termoigrometrico



Comportamento termoigrometrico

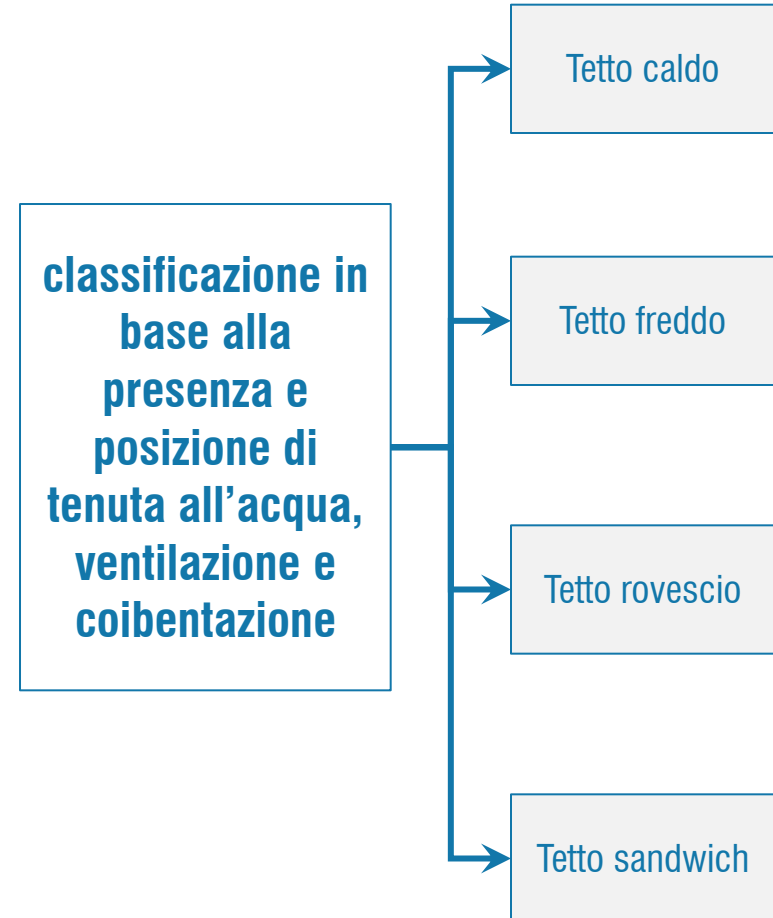


Nomenclatura

Differenti tipologie di chiusure derivano dalla combinazione di strati funzionali; le principali sono:

- tetto **caldo**;
- tetto **freddo**;
- tetto **rovescio**.

La **posizione** reciproca degli **strati principali** determina conseguenze rilevanti sul loro comportamento, sugli strati accessori da inserire e sulla scelta dei materiali da utilizzare.



31

Nomenclatura

TETTO FREDDO

Lo strato di tenuta all'acqua è posto SOPRA all'eventuale strato di isolamento termico, verso l'estradosso della copertura.
È presente uno strato di ventilazione, sottotetto.

TETTO CALDO

Lo strato di tenuta all'acqua è posto SOPRA allo strato di isolamento termico, verso l'estradosso della copertura.
È necessaria una barriera al vapore che eviti fenomeni di condensazione interstiziale.
Privo di ventilazione o con ventilazione sottomanto.

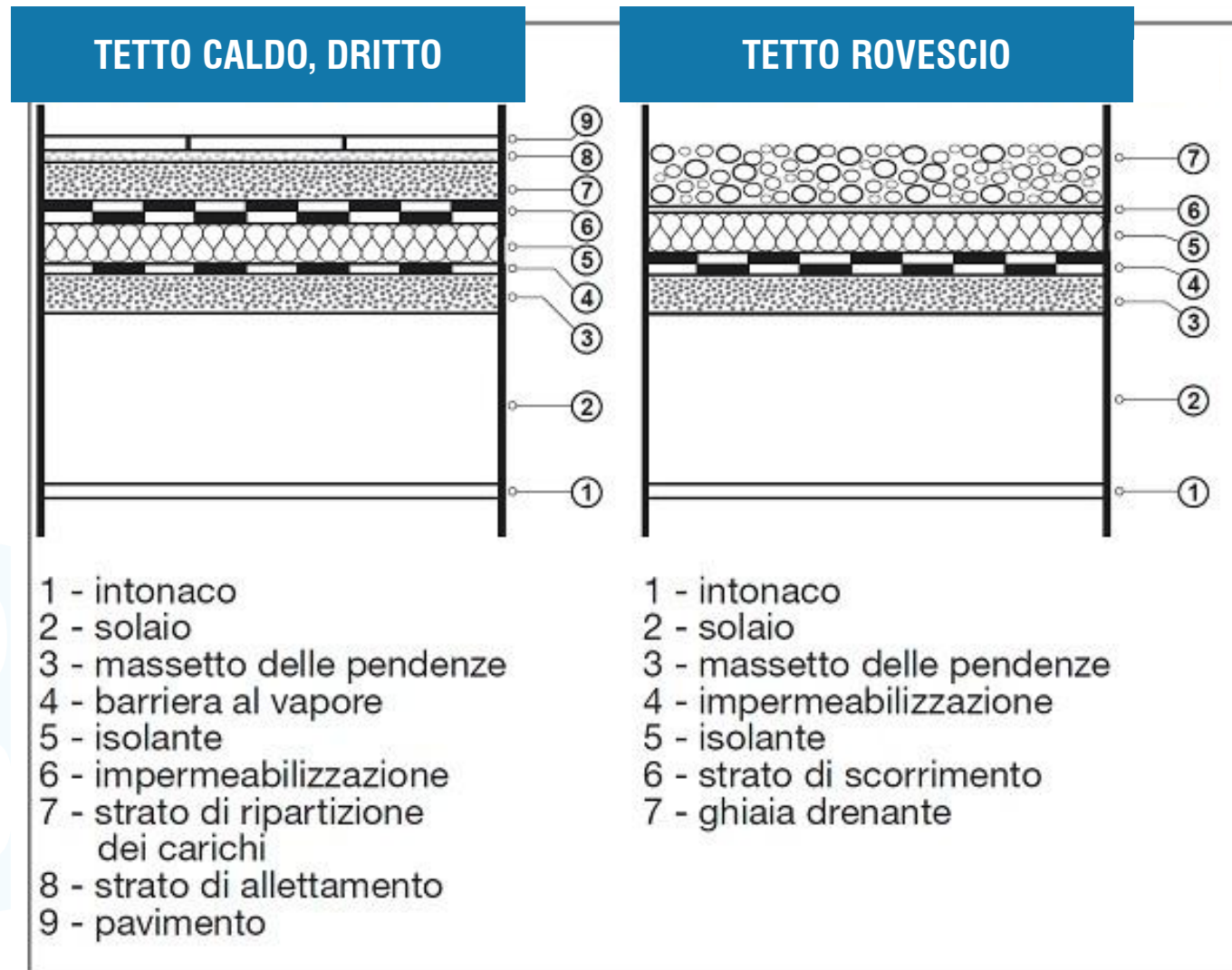
TETTO ROVESCOIO

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.

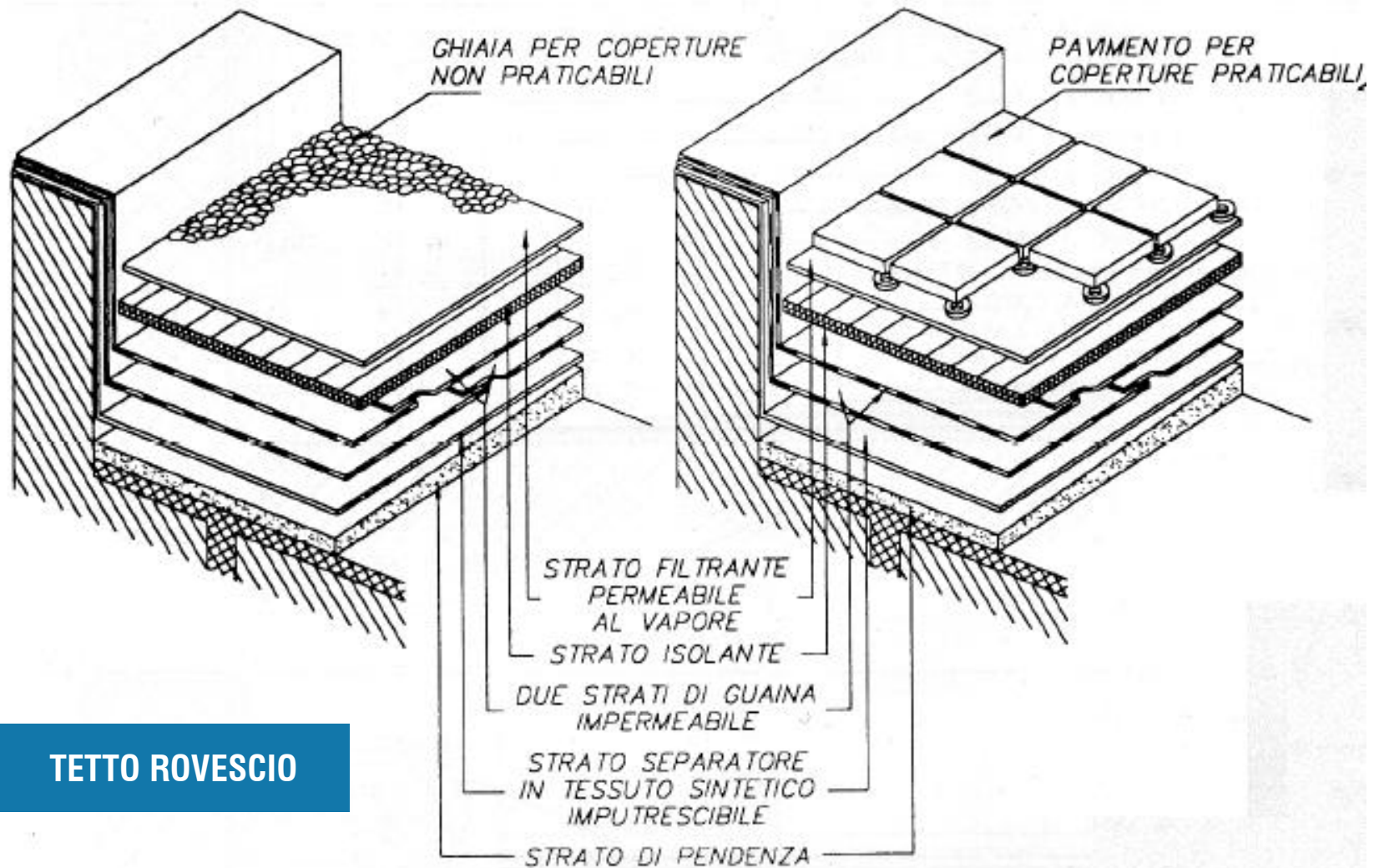
TETTO SANDWICH

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.

Soluzioni conformi

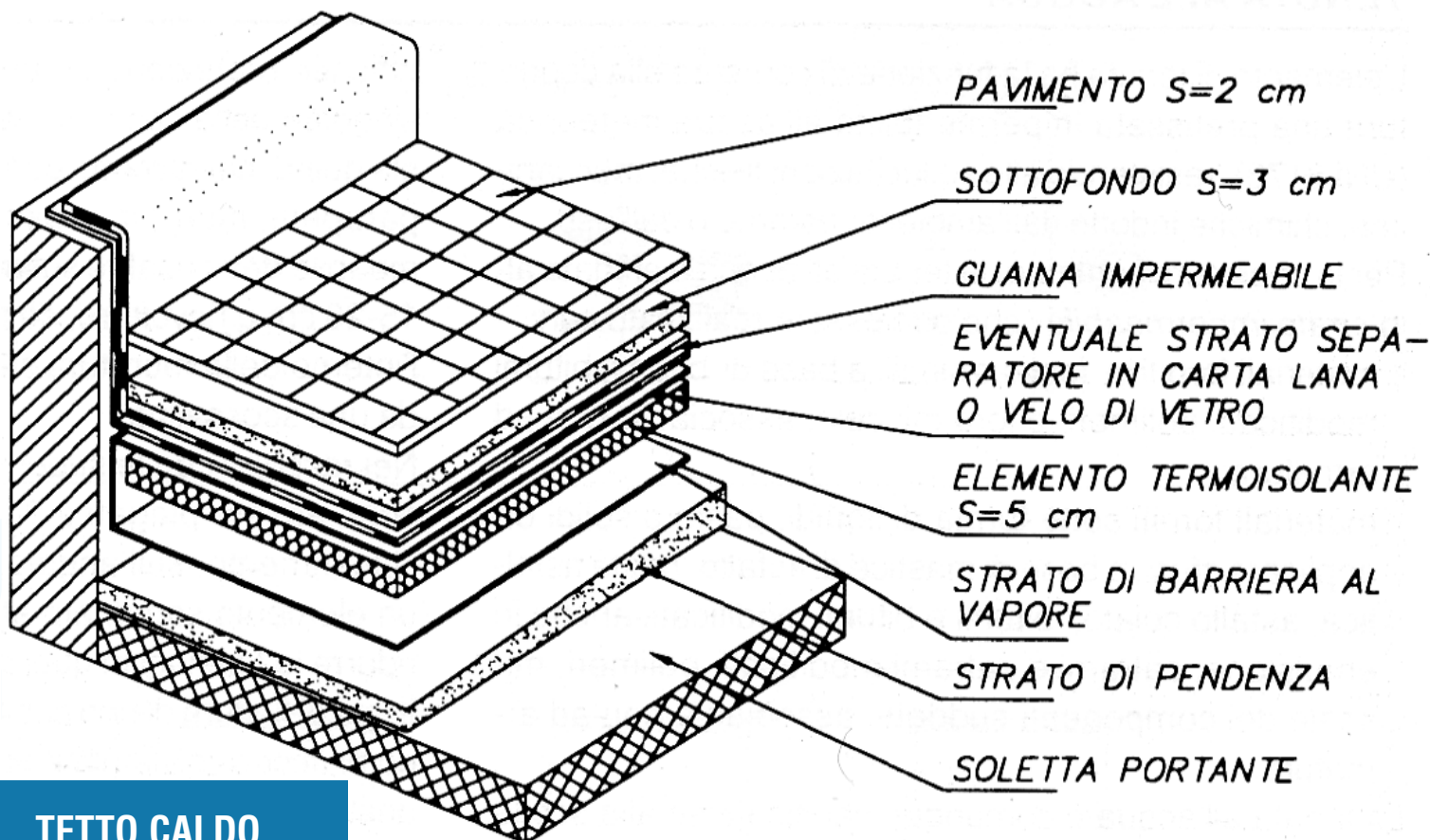


Soluzioni conformi



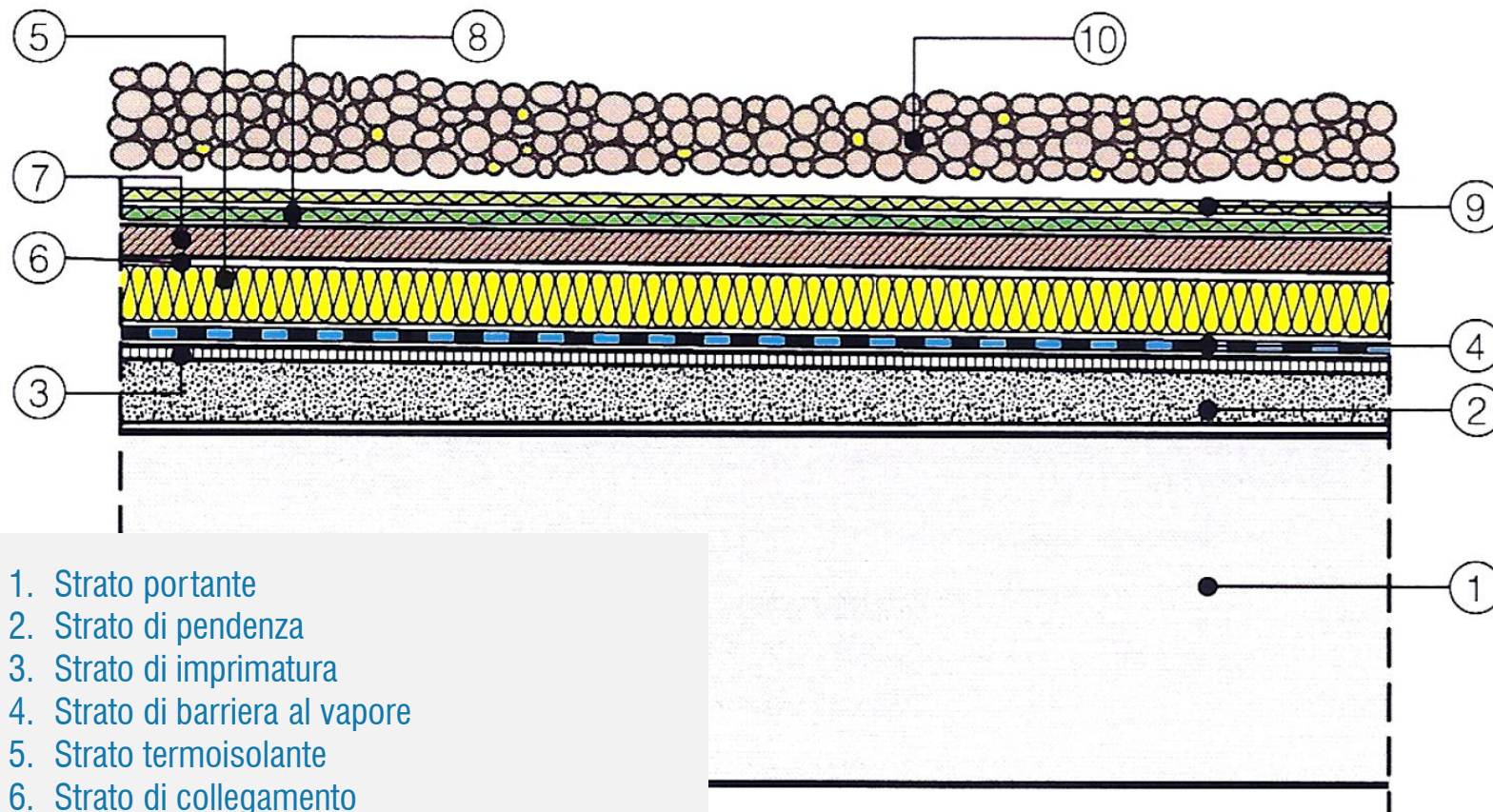
TETTO ROVESCOIO

Soluzioni conformi



TETTO CALDO

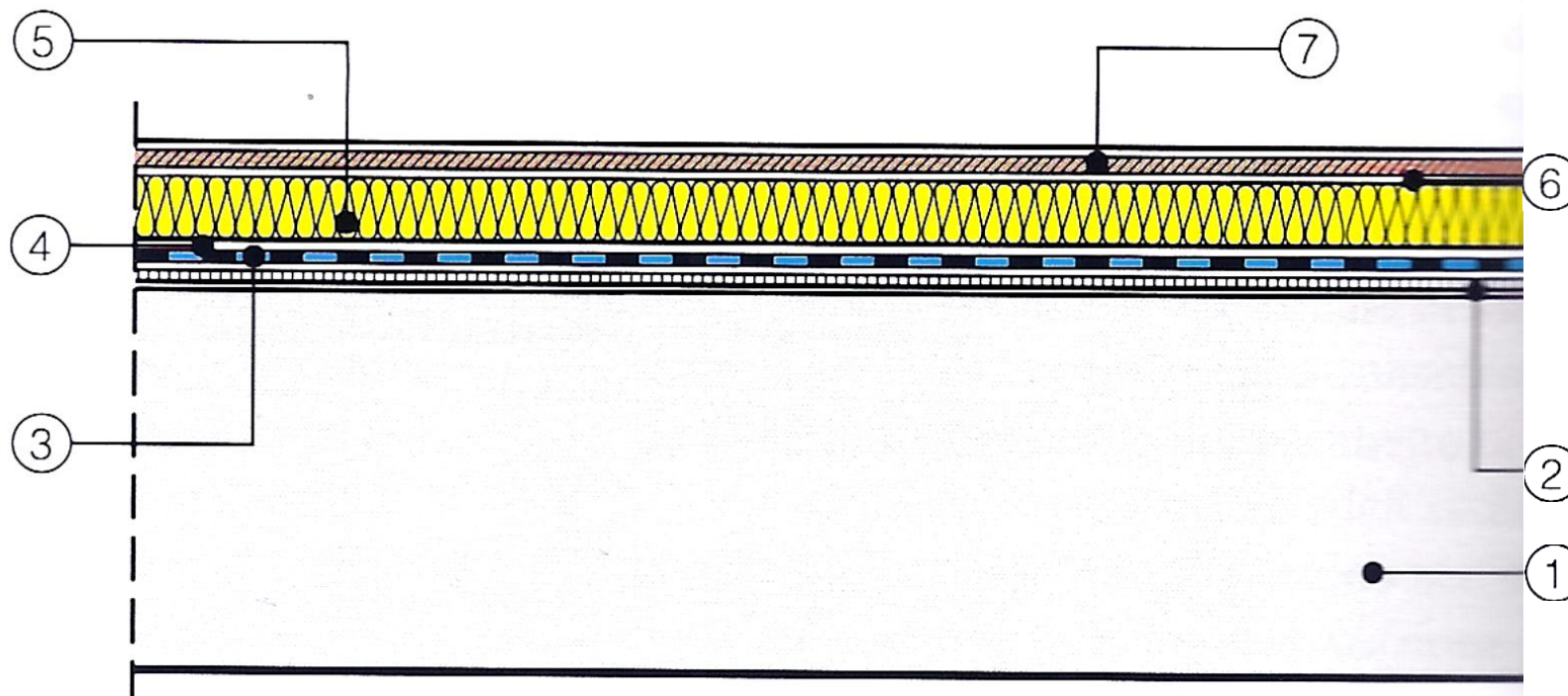
Soluzioni conformi



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

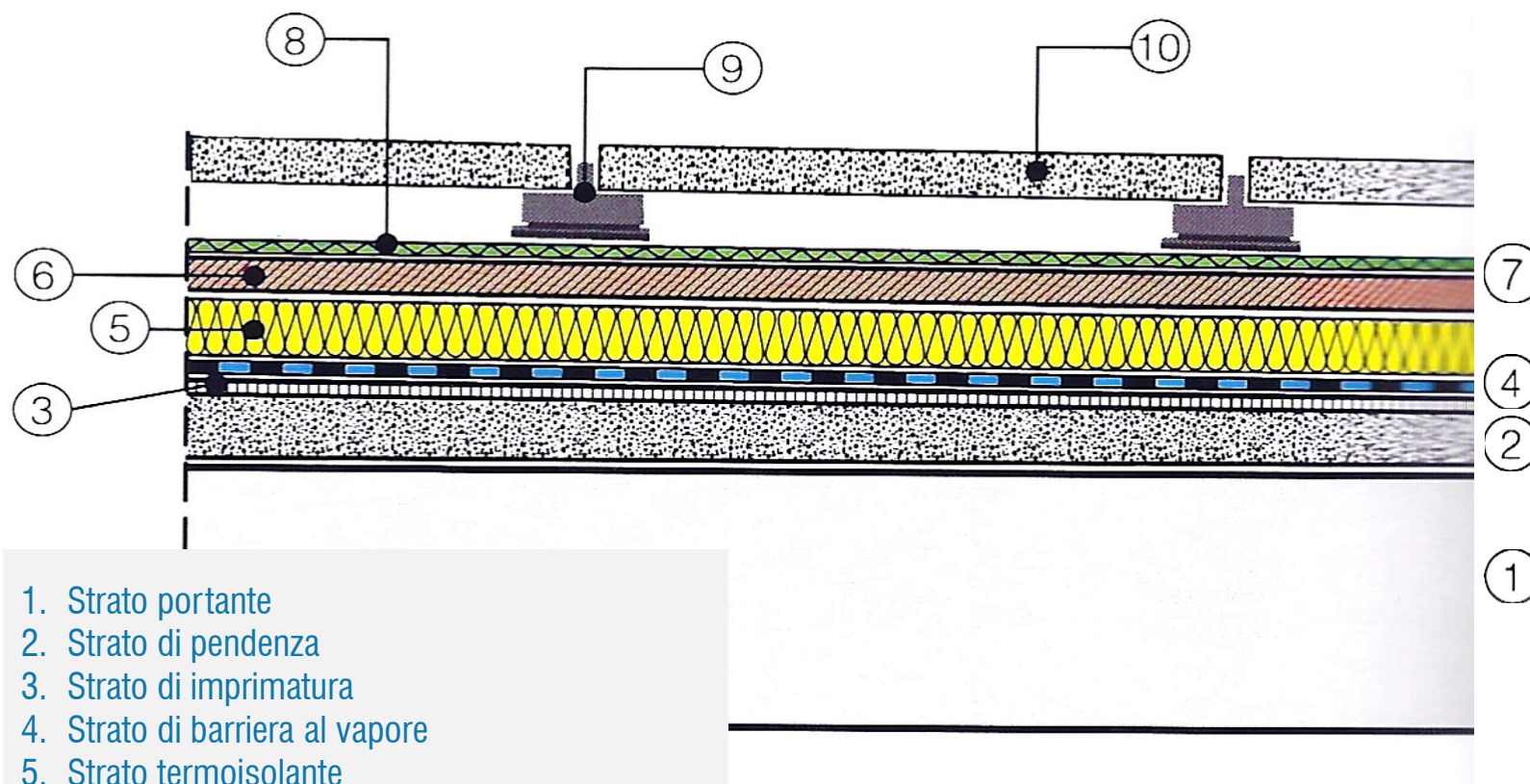
Soluzioni conformi



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

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 verdi



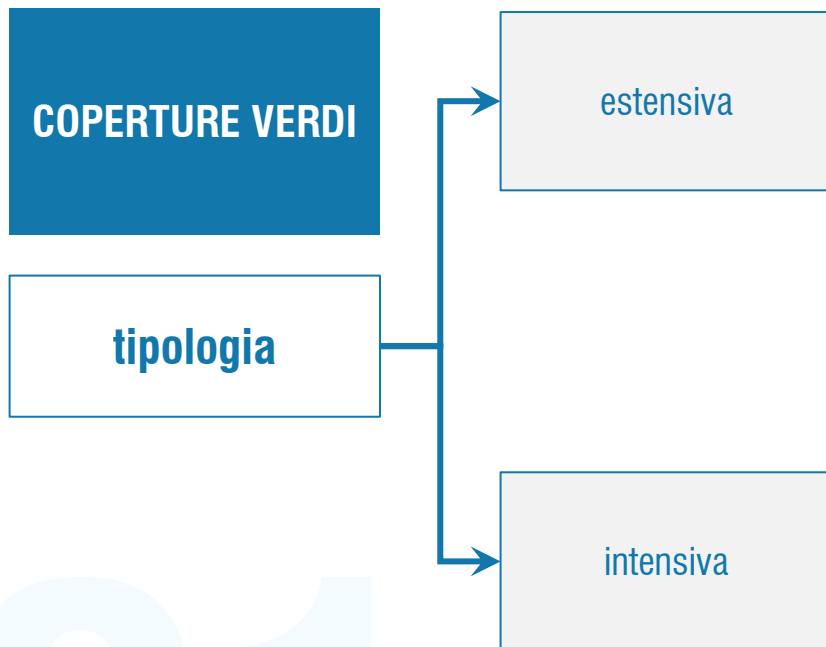
Tipologie



Tipologie



Tipologie



Le specie vegetali impiegate sono capaci di svilupparsi e adattarsi alle condizioni ambientali, con livelli di manutenzione minimi (elevata resistenza agli stress idrici e termici).

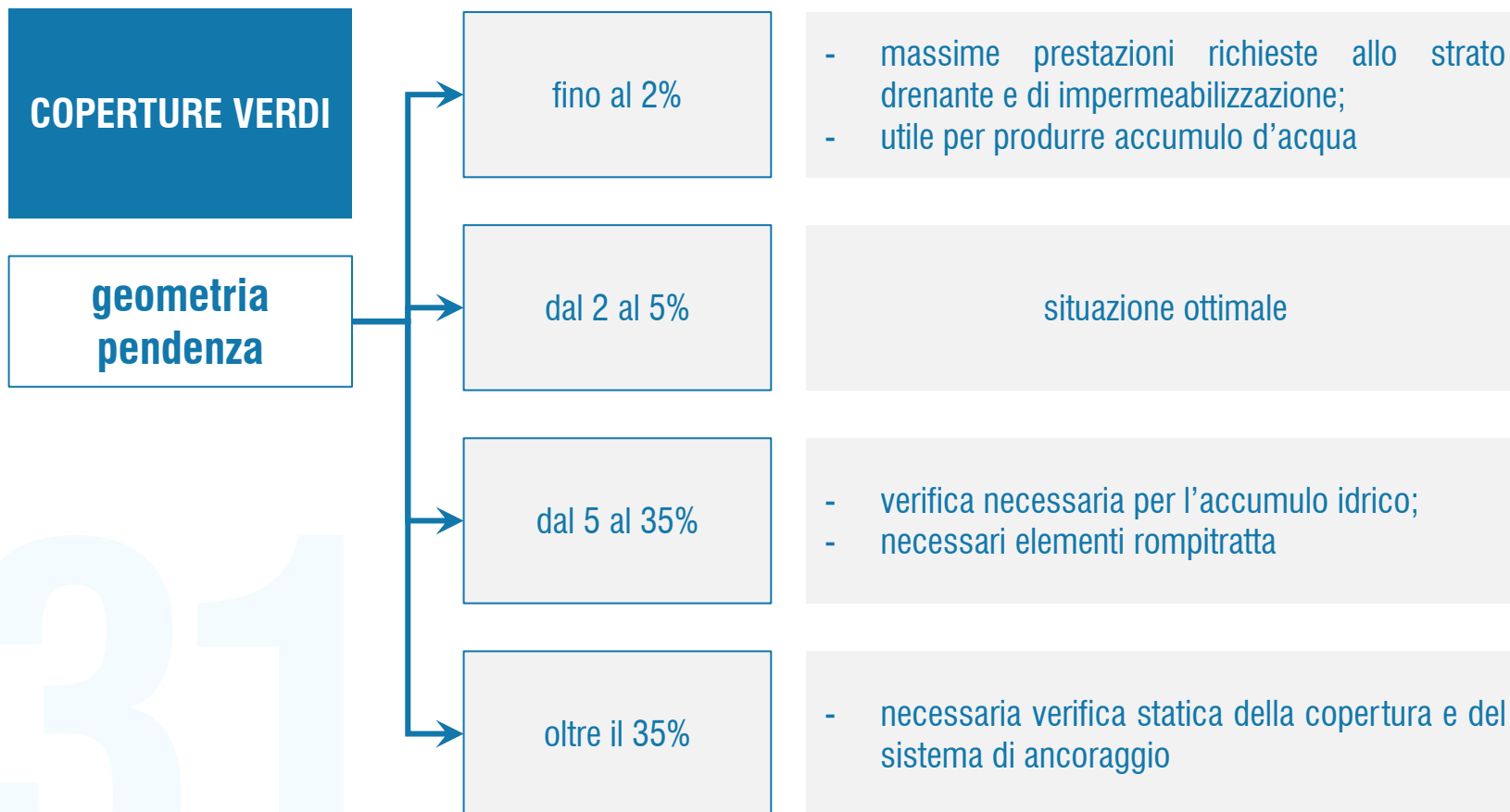
Presentano un ridotto spessore dello strato colturale (5÷15 cm) e sono applicabili a coperture inclinate, per un peso contenuto dell'installazione.

Caratterizzate da strati colturali di tipo organico, di maggiore profondità; a maggior livello di manutenzione, sfruttano giaciture a pendenza pressoché nulla.

Per l'inverdimento intensivo è più ampia la rosa delle specie vegetali impiegabili, valutando sia specie erbacee, sia specie arbustive ed arboree. In funzione della tipologia di inverdimento previsto variano lo spessore dello strato colturale e il sovraccarico sulla struttura.

31

Applicabilità



31

Strati funzionali

Si distinguono:

- strati **primari** o fondamentali caratterizzanti una copertura verde, necessari a garantirne il corretto funzionamento;
- strati **complementari**, non necessariamente sono presenti in tutte le soluzioni;
- strati funzionali **accessori**, volti a garantire la stabilità meccanica su coperture inclinate ed il controllo dell'afflusso idrico alle piante su coperture pesanti di tipo intensivo.

STRATI FUNZIONALI PRIMARI O FONDAMENTALI

- vegetale superficiale
- colturale o di materia organica
- di separazione o filtrante
- drenante
- di accumulo idrico
- di protezione meccanica
- di tenuta all'acqua
- termoisolante
- portante

STRATI FUNZIONALI SECONDARI O COMPLEMENTARI

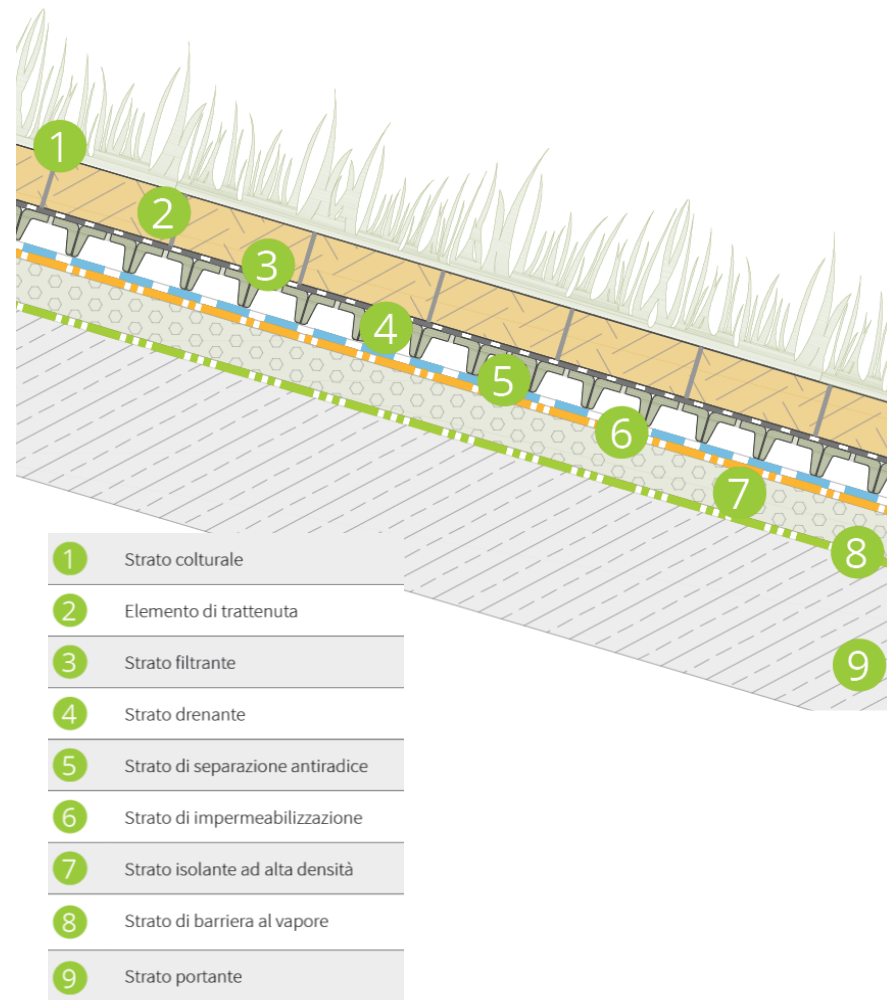
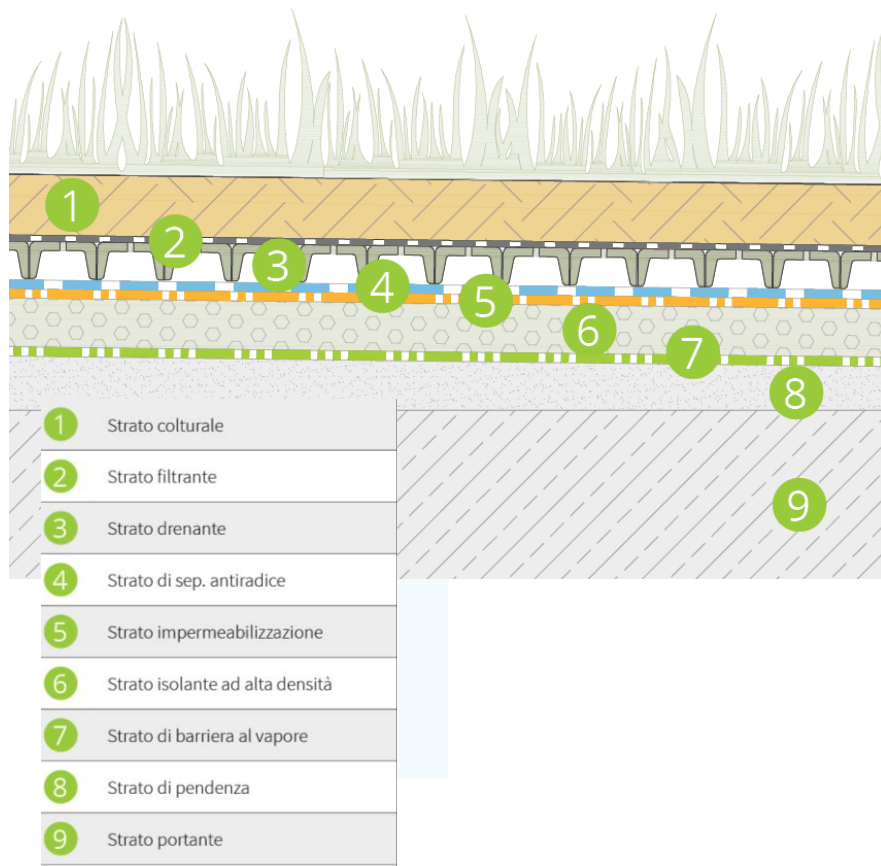
- di ventilazione
- di barriera al vapore
- di continuità e regolarizzazione
- di pendenza
- di supporto
- di ripartizione dei carichi

STRATI FUNZIONALI ACCESSORI

- impianto di irrigazione
- impianto di smaltimento delle acque meteoriche
- di ancoraggio per la vegetazione
- di trattenimento dello strato colturale
- di compartimentazione antincendio

31

Strati funzionali



Strati funzionali

