



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE**



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

ARGOMENTO

19

28 APRILE 2022

Chiusure orizzontali superiori

Coperture inclinate

A. A. 2021-2022

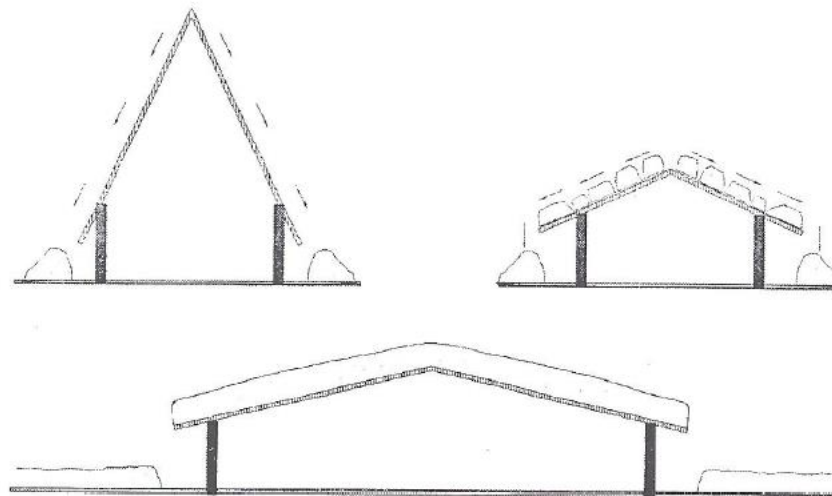
Laboratorio di **Costruzione dell'Architettura**

Corso di **Tecnologie e soluzioni edilizie**

per la sostenibilità ambientale

Rapporto con gli agenti atmosferici

Le **chiusure superiori discontinue** 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

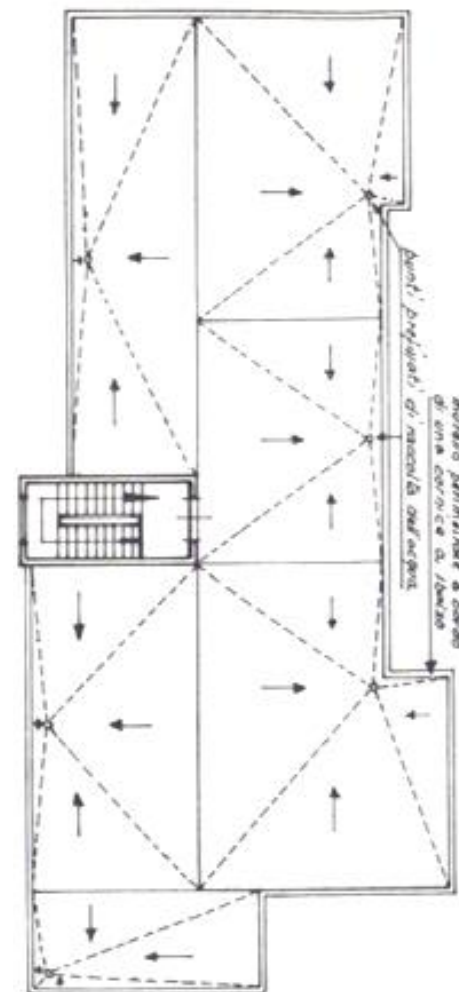
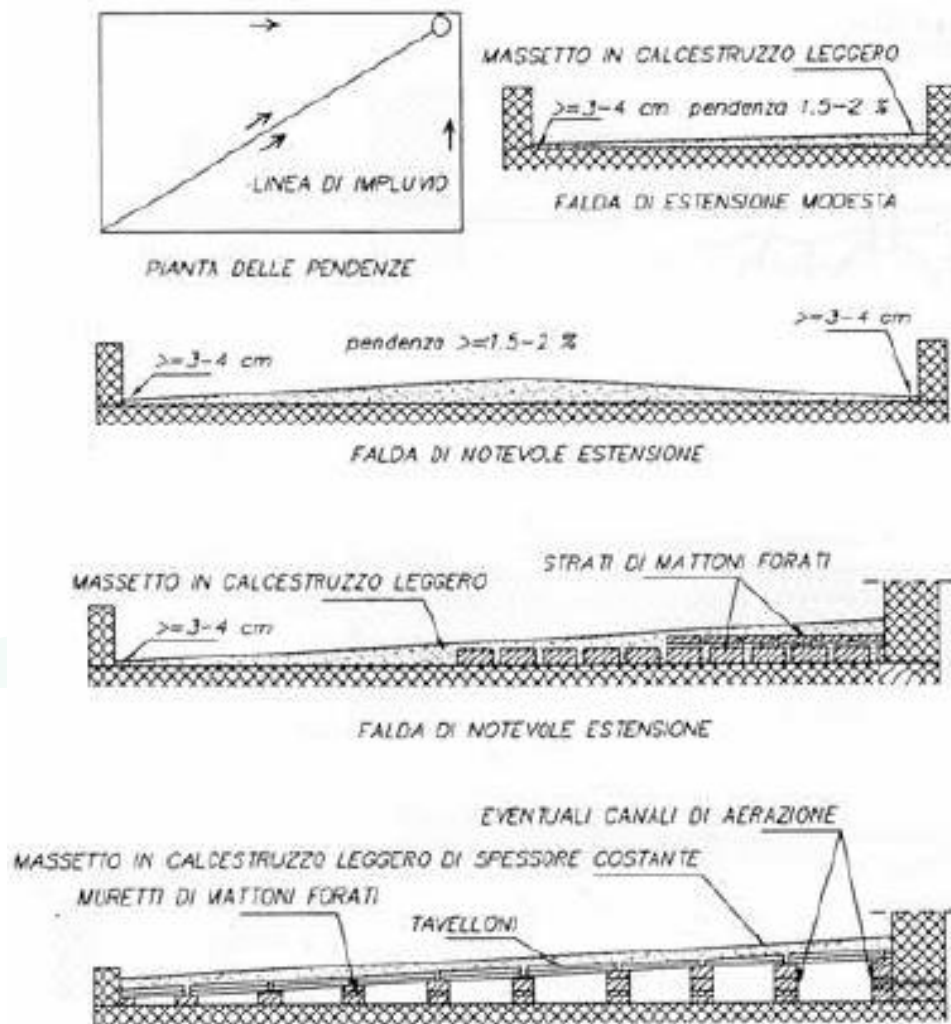
45% nell'alto Appennino

35% nel Basso Appennino

30 - 35% in Italia centrale

20 - 25% in Italia meridionale

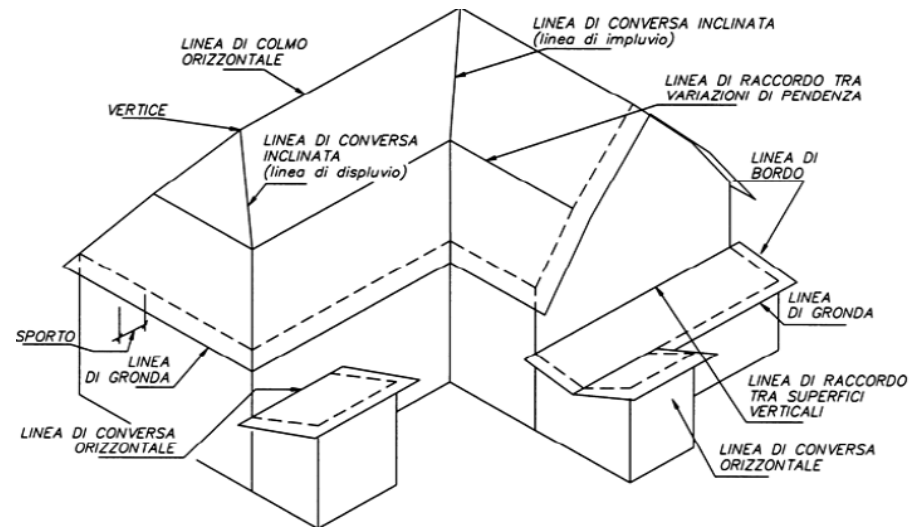
Rapporto con gli agenti atmosferici



Terminologia geometrica

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.

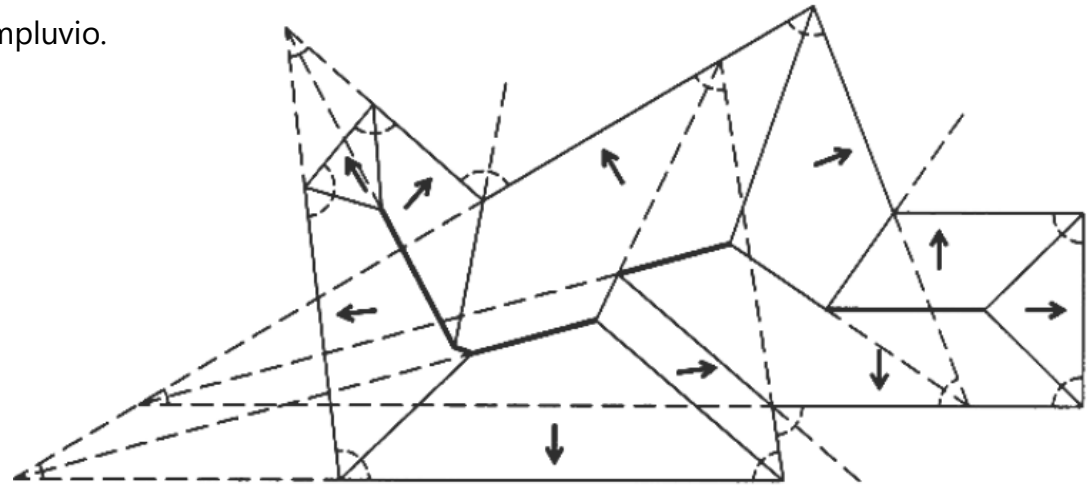
Terminologia geometrica

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.



19

Manto di copertura in laterizio

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

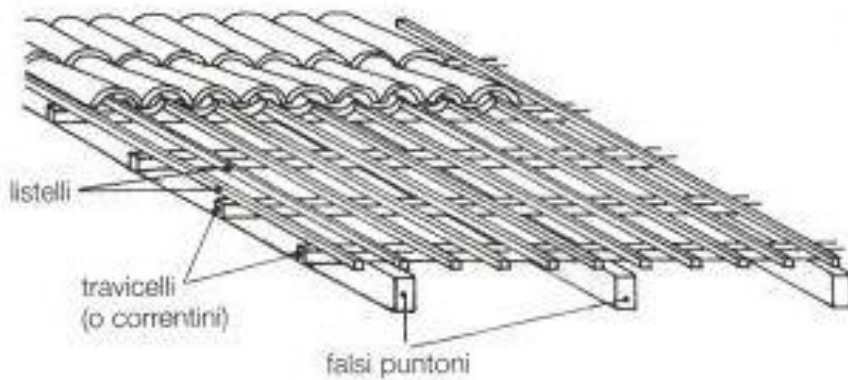


olandese

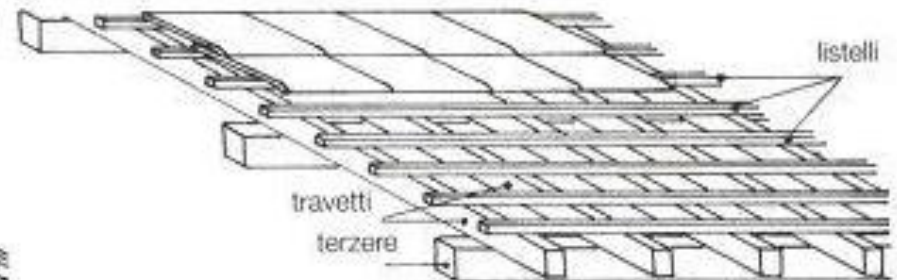
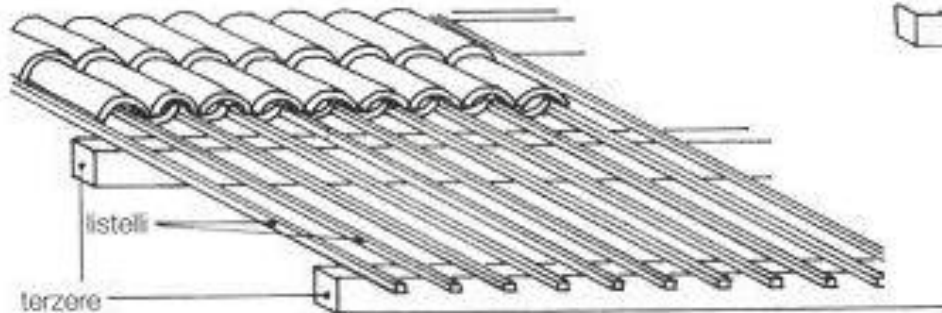
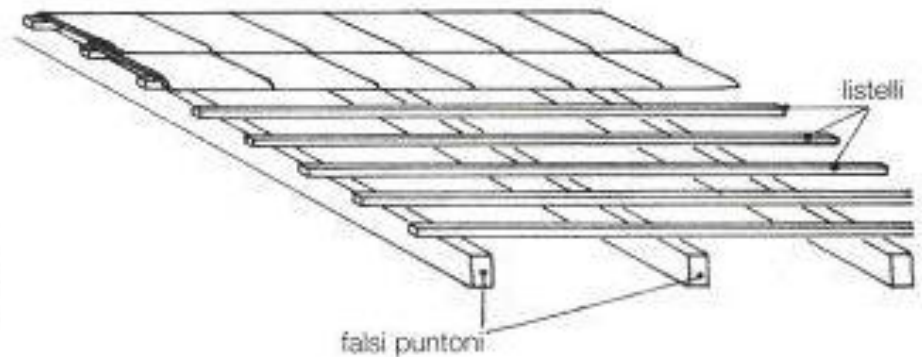
Manto di copertura in laterizio

SISTEMI SPINGENTI

tegole curve



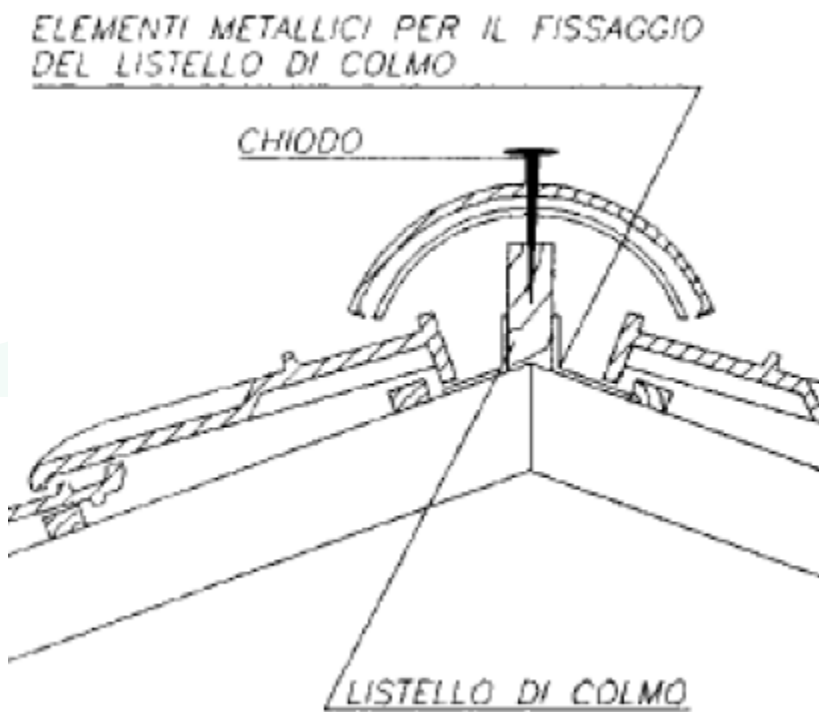
tegole a innesto



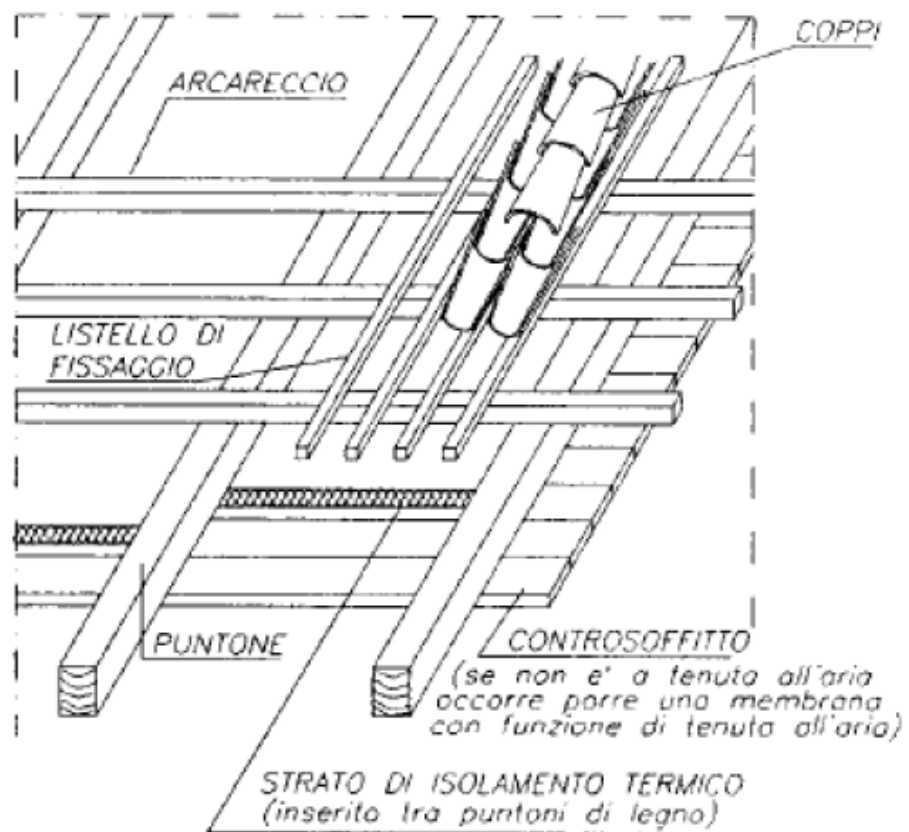
SISTEMI NON SPINGENTI

Manto di copertura in laterizio

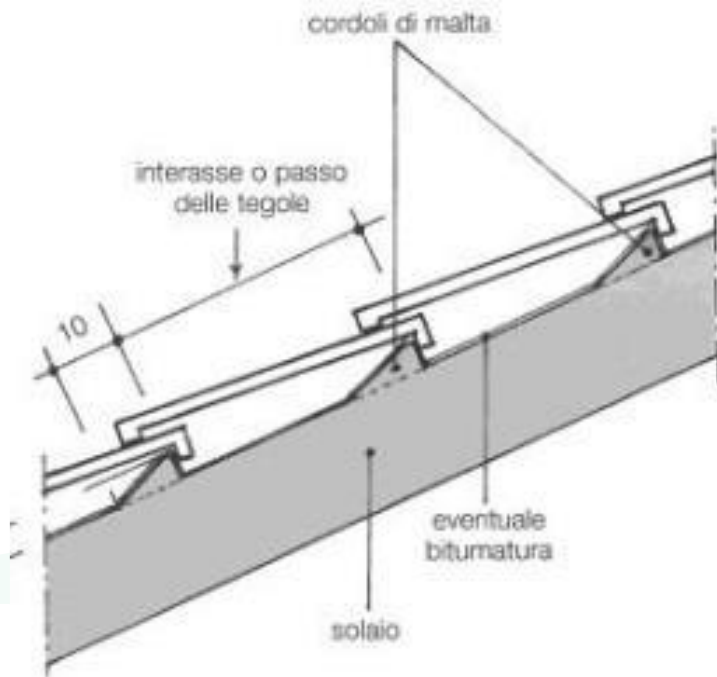
Gli elementi di **grappaggio** / **collegamento** (ganci, graffe, chiodi) servono ad ancorare il manto al supporto e devono essere protetti contro la corrosione.



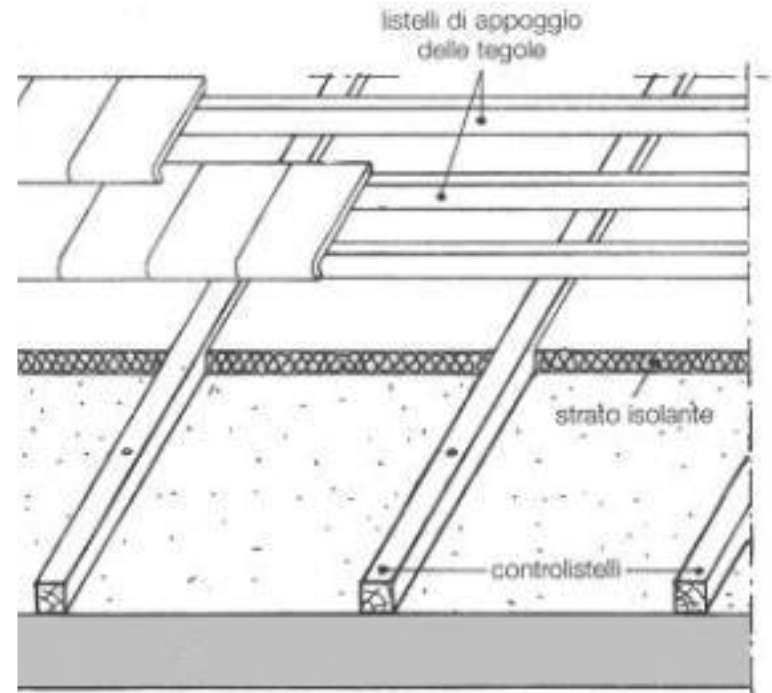
LISTELLATURA DI FISSAGGIO ORTOGONALE ALLA LINEA DI GR (SOLO PER I COPPI PRIVI DI SISTEMI DI AGGANCIAMENTO)



Manto di copertura in laterizio



FISSAGGIO SU CORDOLI DI MALTA



FISSAGGIO SU LISTELLI

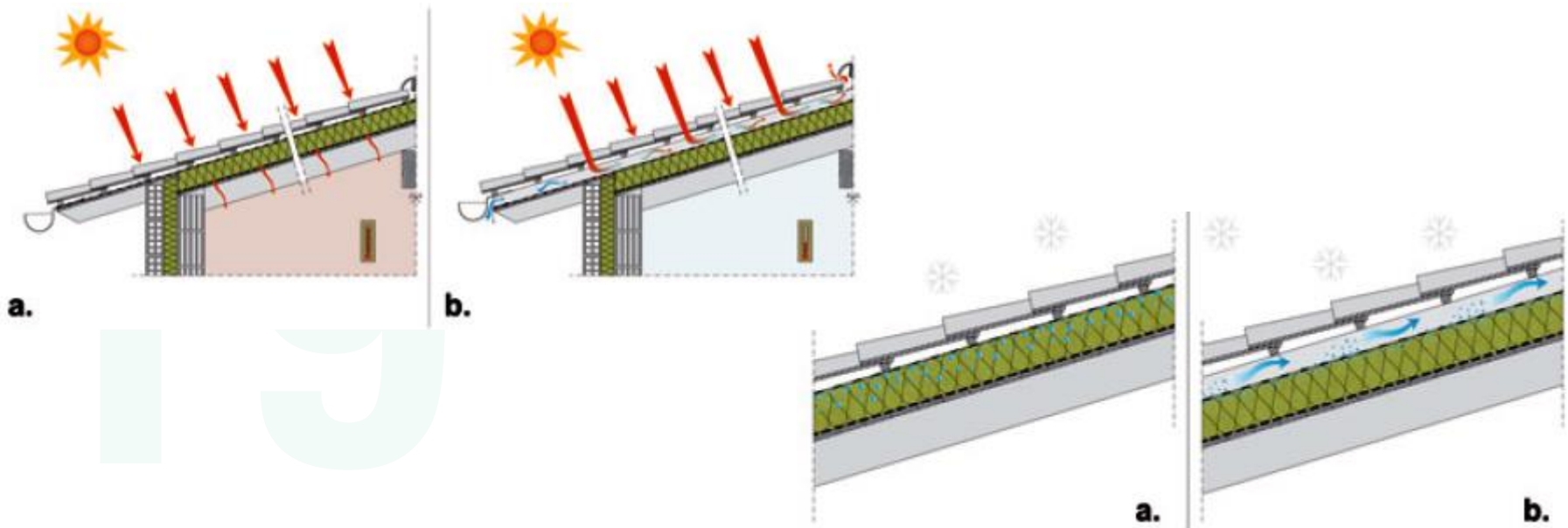
Effetti della ventilazione

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).

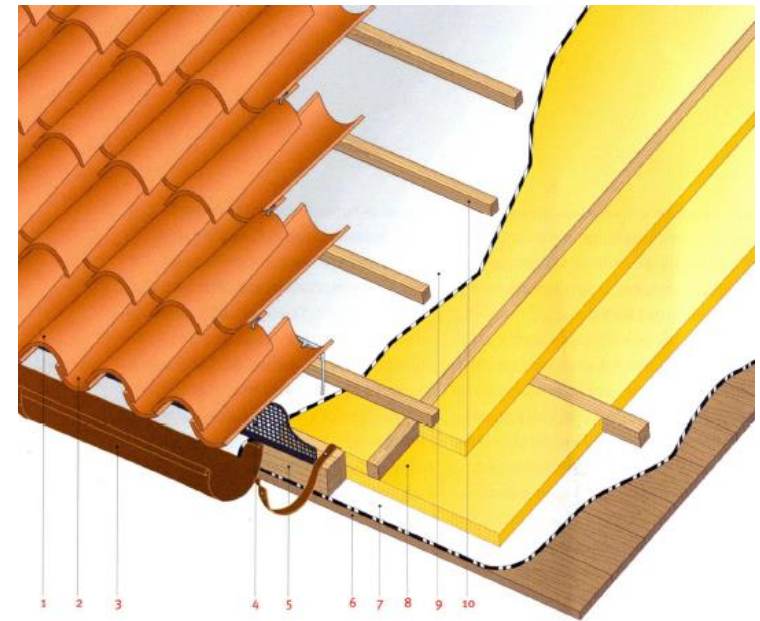
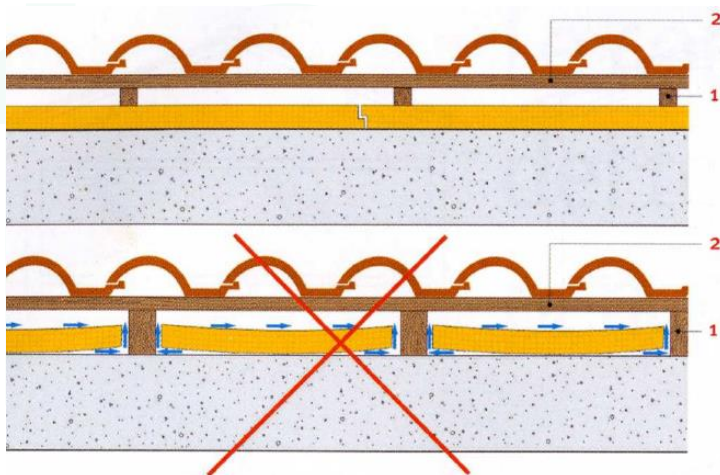
Una copertura si considera ventilata quando nella successione degli strati funzionali è inserito uno **strato di ventilazione** collocato tra l'isolamento termico e il rivestimento esterno.

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



Ventilazione sottomanto

Nella ventilazione **sottomanto** i pannelli coibenti non devono essere installati entro i listelli di ventilazione (diretti lungo la pendenza di falda) in quanto si vengono a creare ponti termici lungo le linee di giunzione: i listelli devono dunque essere **appoggiati direttamente sullo strato coibente** o, in alternativa, si può ricorrere a un **doppio ordine reticolare di listelli**. In quest'ultimo caso, il secondo ordine dovrà avere **altezza superiore allo spessore dei pannelli** coibenti, per realizzare i **canali di ventilazione**.



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

Tenuta all'aria

L'impermeabilità all'aria delle soluzioni tecnologiche di copertura è un requisito critico per la qualità e la durabilità degli strati funzionali impiegati. Se non è garantito, risultano compromesse alcune prestazioni quali **l'isolamento termico** ed **acustico** ai rumori aerei. Si possono infatti manifestare permeazioni di aria con flusso non controllato attraverso l'involucro:

- **infiltrazioni** (dall'esterno verso l'interno);
- **exfiltrazioni** (nel senso contrario).

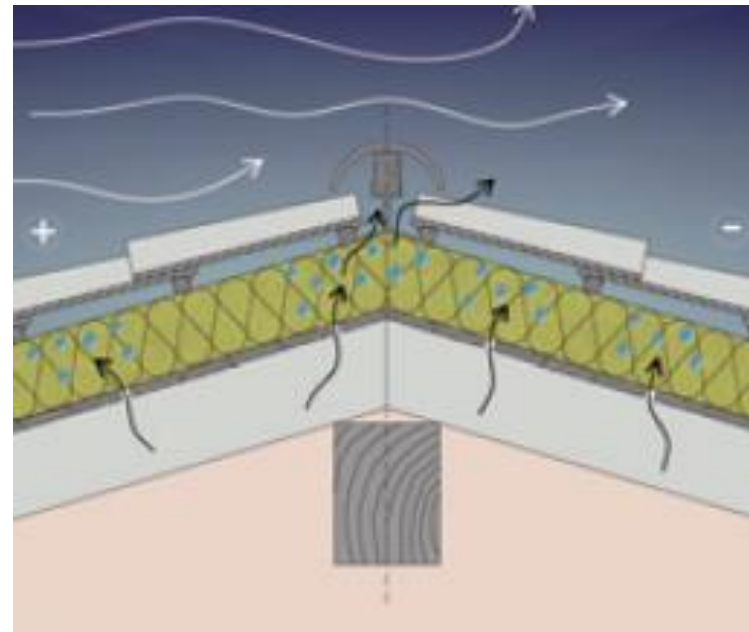
Il fenomeno ha origine da una forzante quale:

- la differente **pressione esercitata dal vento**;
- il **gradiente di temperatura**;
- un eventuale sistema di **ventilazione meccanica**.

La permeazione avviene in genere in corrispondenza di:

- **passaggi impiantistici**;
- **nodi** costruttivi;
- momenti di **discontinuità** o **punti di passaggio** tra elementi costituenti il medesimo strato;
- strati di materiali molto permeabili all'aria.

Oltretutto, materiali termoisolanti a bassa densità non sono in grado di resistere autonomamente ad un flusso d'aria in pressione, e vedono così compromessa la loro prestazione termica. Il punto d'ingresso e di uscita di un flusso d'aria possono essere notevolmente distanti, cosicché il fenomeno interessa più componenti edilizi o addirittura l'intero edificio.



Tenuta all'aria

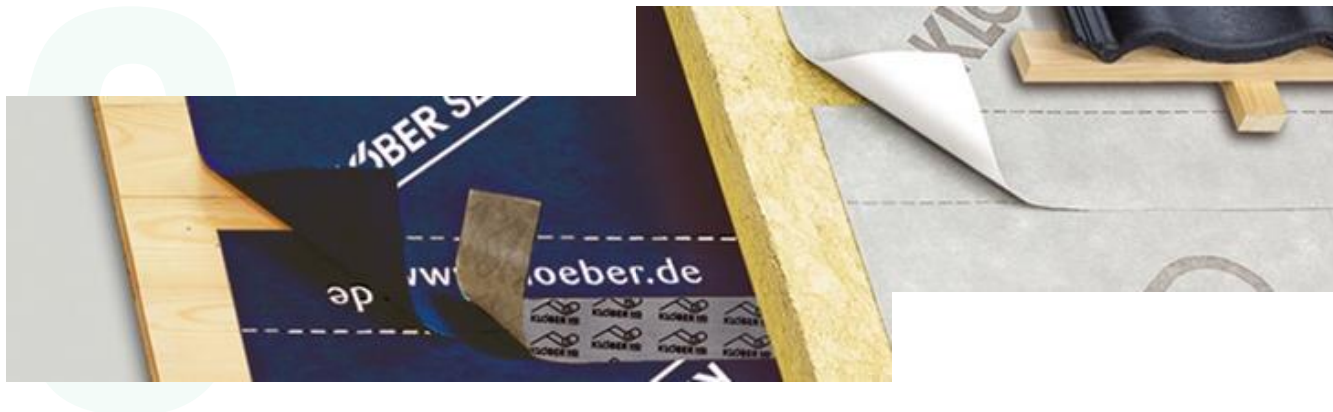
Una non efficace tenuta all'aria comporta:

- conseguenze sul **comportamento energetico** dell'edificio (**carico termico indesiderato** da ventilazione non controllata);
- **fenomeni condensativi**. In regime invernale le infiltrazioni di aria fredda negli ambienti riducono la temperatura superficiale interna;
- **riduzione** del **potere fonoisolante di facciata**;

- ingresso e **trasporto di polveri** in prossimità dei punti di permeazione.

Il principale accorgimento per esercitare il controllo dei flussi d'aria prevede la realizzazione della **continuità** dello **strato** funzionale di **tenuta all'aria**.

Nel caso di sovrapposizione di uno o più strati, devono essere predisposti giunti sfalsati (e possibilmente nastrati) per garantire la continuità della tenuta.



Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



Elemento portante in travi lignee e tavolato sovrapposto

Foglio di polietilene con sovrapposizione a tenuta d'aria

Coibentazione in lana di roccia a doppia densità

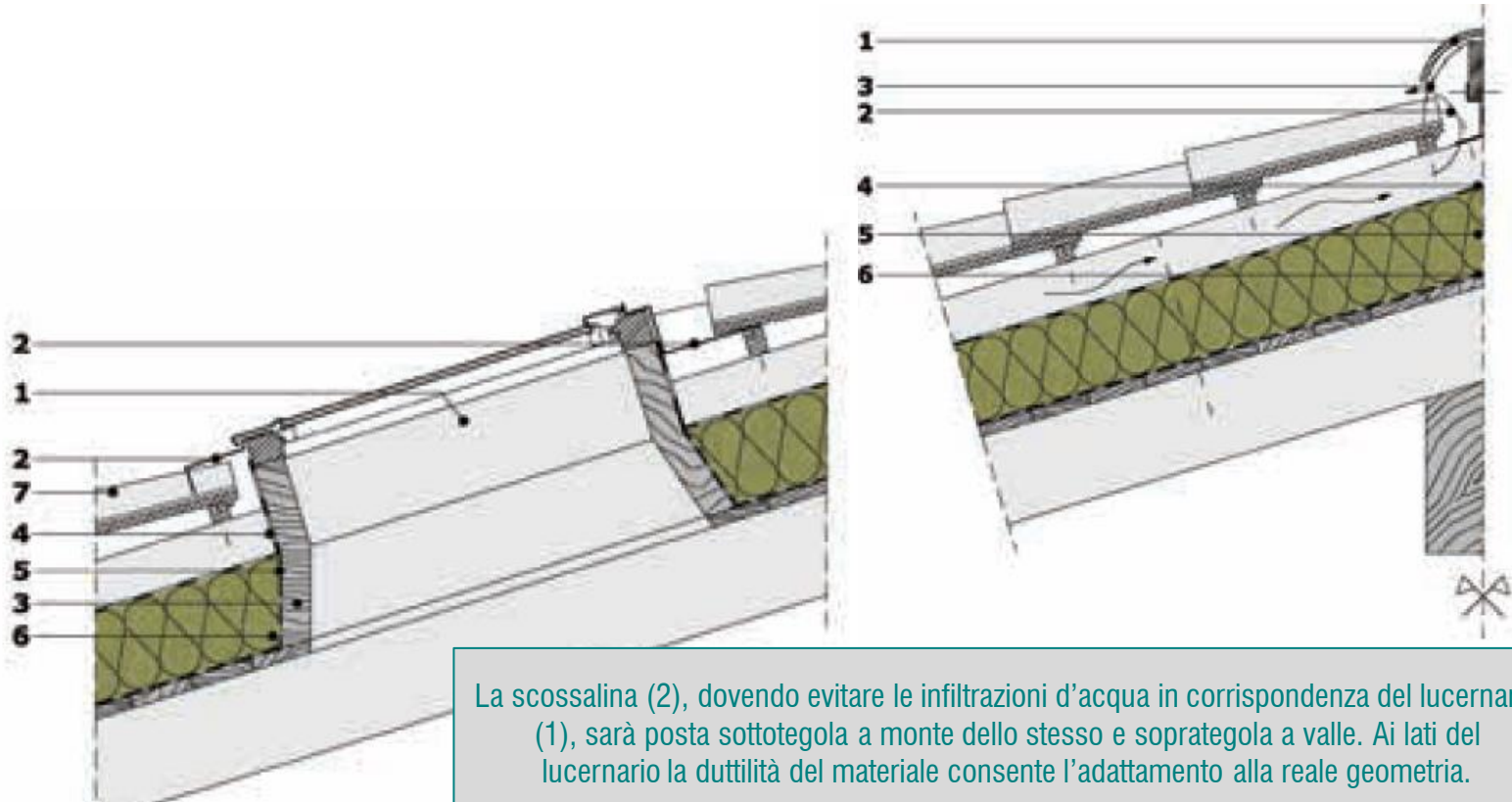
Geotessile non tessuto per tenuta all'acqua

Tegole in laterizio

**COPERTURA DISCONTINUA
ISOLATA E VENTILATA**

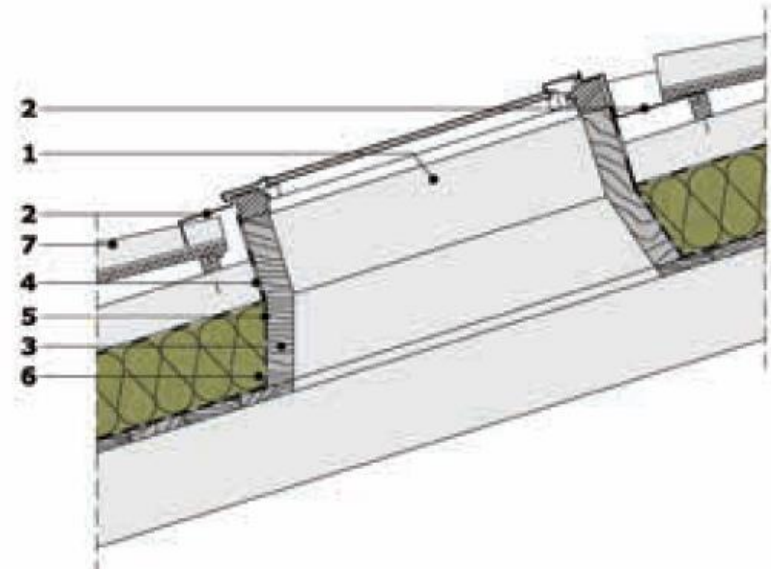
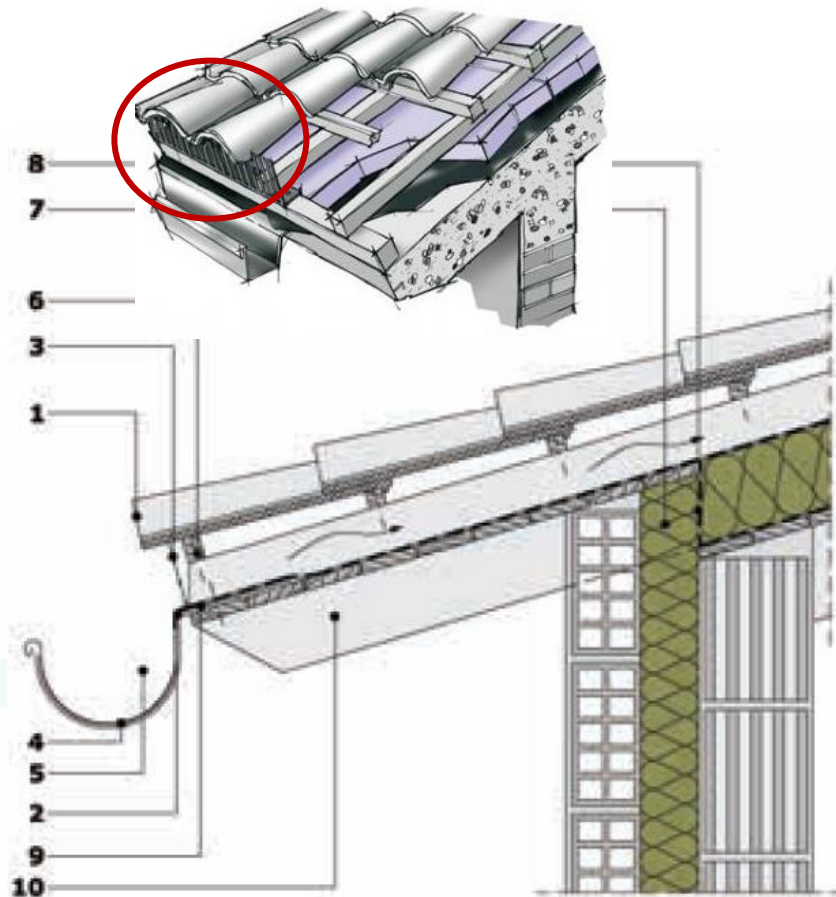
Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche

L'elemento di aerazione (1) è fissato ad un supporto ligneo solidale con la struttura principale e provvisto di rete parapasseri (3); la sezione di aerazione al colmo (2) non deve presentare restrizioni rispetto al canale di falda.



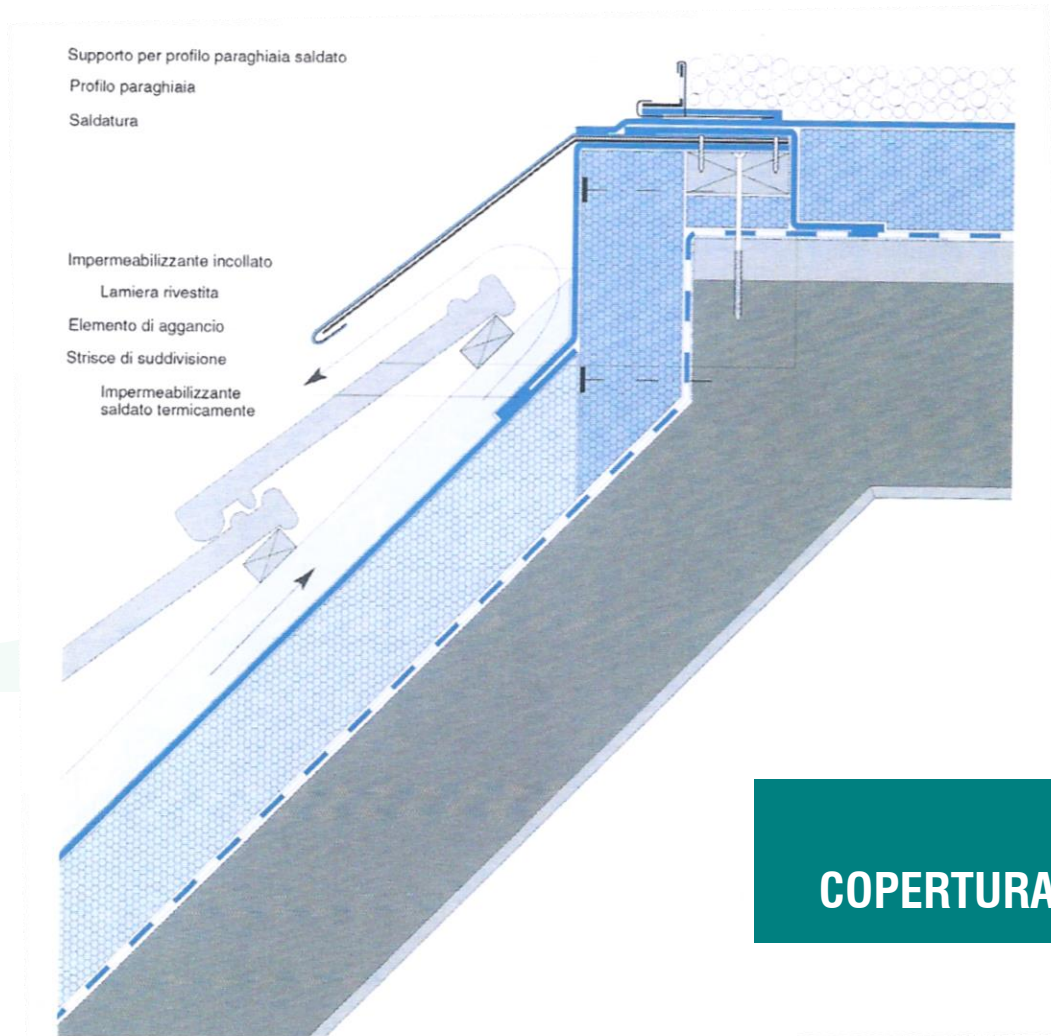
La scossalina (2), dovendo evitare le infiltrazioni d'acqua in corrispondenza del lucernario (1), sarà posta sottotegola a monte e sopra tegola a valle. Ai lati del lucernario la duttilità del materiale consente l'adattamento alla reale geometria.

Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



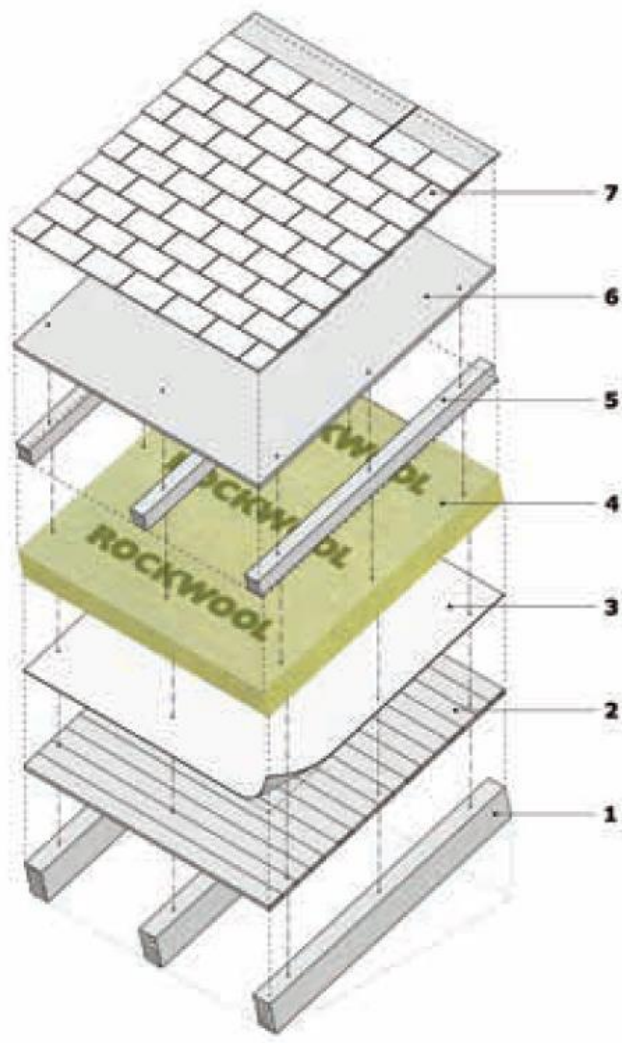
Il manto di copertura (1) deve sporgere per circa 1/3 della larghezza del canale di gronda (5) per consentire la caduta dell'acqua meteorica. Lo strato di tenuta all'acqua (2) deve raggiungere il canale di gronda; nella stessa sezione, la bocca dei canali di ventilazione (3) deve possedere una rete parapasseri. Il primo listello (6) presenta un'altezza maggiore rispetto alle altre per uniformare la pendenza delle tegole. Lo strato di tenuta all'aria deve raggiungere la chiusura perimetrale.

Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



**RACCORDO
COPERTURA PIANA - FALDA VENTILATA**

Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



SOLUZIONE CON TEGOLE BITUMINOSE

Elemento portante in travi lignee e tavolato sovrapposto

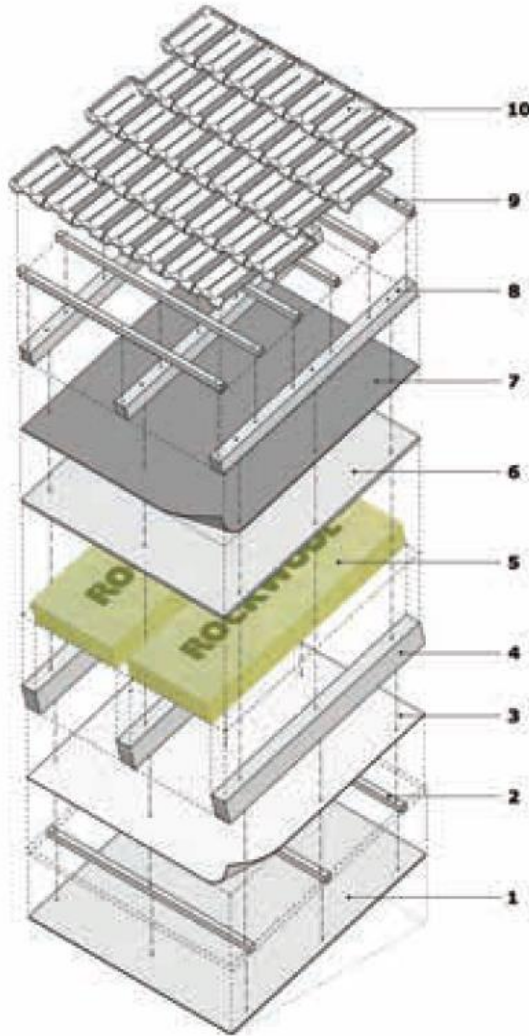
Foglio di polietilene con sovrapposizione a tenuta d'aria

Coibentazione in lana di roccia a doppia densità

Strato di supporto al manto in pannelli lignei

Tegole bituminose saldate a fiamma

Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



SOLUZIONE ISOLATA INTERNAMENTE

Rivestimento interno in cartongesso rivestito o gessofibra

Strato di supporto in listelli lignei

Foglio di polietilene con sovrapposizione a tenuta d'aria

Elemento portante in travi lignee con coibente interposto

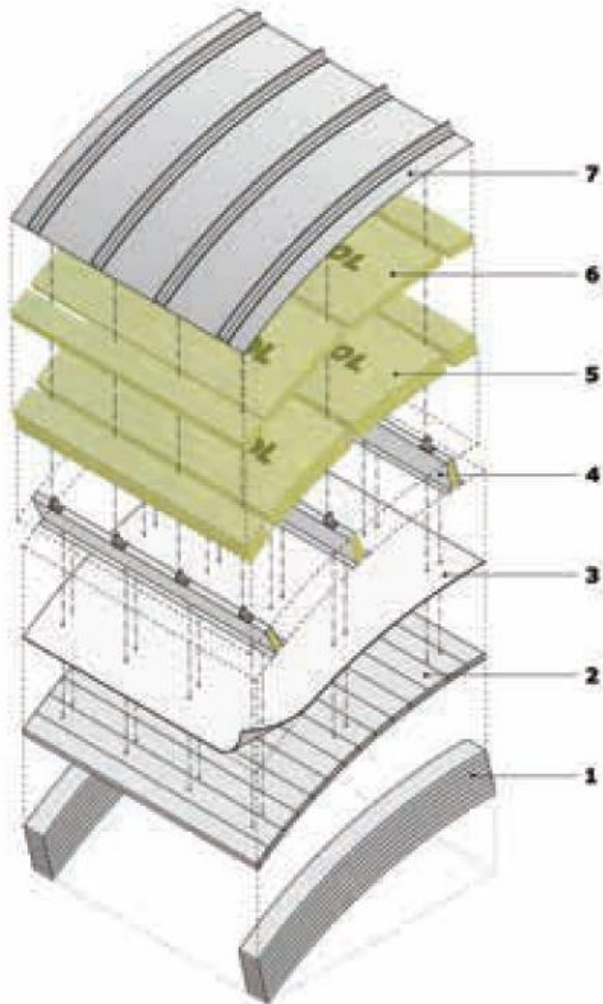
Strato di supporto in tavolato ligneo

Geotessile non tessuto per tenuta all'acqua

Strato di supporto al manto in pannelli lignei

Tegole in laterizio

Coperture inclinate - Soluzioni tecnologiche



COPERTURA DISCONTINUA IN LASTRE METALLICHE (ZINCO / ZINCO-TITANIO)

Elemento portante in travi lignee e tavolato sovrapposto

Foglio di polietilene con sovrapposizione a tenuta d'aria

Strato di supporto in elementi metallici staffati...

...con interposizione di pannelli isolanti

Elemento di tenuta in lastre metalliche UNI 10372

ADDENDUM

Per riepilogare

Riepilogo coperture

MATRICE DELLE SOLUZIONI TECNICHE UNI 8627

	Pendenza			Accessibilità, fruibilità e vivibilità						Posizione elemento tenuta			Caratteristiche elemento tenuta			
	Copertura orizzontale, pendenza < 1%	Copertura suborizzontale, 1% < pendenza < 5%	Copertura inclinata, pendenza > 5%	Accessibile per manutenzione copertura	Accessibile per manutenzione impianti	Accessibile a pedoni	Copertura a verde	Coperture a destinazione speciale	Copertura per parcheggio mezzi leggeri	Copertura per parcheggio mezzi pesanti	Estradosso della copertura	Sottostrato protezione	Sottostrato isolante	Grandi elementi	Piccoli elementi	Membrane
Copertura continua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■
Copertura discontinua			■	■	■			■			■	■		■	■	

Riepilogo coperture

COPERTURE DISCONTINUE	SCHEMI FUNZIONALI			
	Copertura con elemento termoisolante		Copertura senza elemento termoisolante	
	Con strato ventilazione	Senza strato ventilazione	Con strato ventilazione	Senza strato ventilazione
Elemento o strato funzionale				
Strato di schermo al vapore/barriera vapore	eventuale			
Elemento termoisolante	fondamentale	fondamentale		
Strato di tenuta all'aria	eventuale		eventuale	
Strato di collegamento	eventuale			
Strato di ventilazione	fondamentale		fondamentale	
Strato di pendenza	integrato	integrato	integrato	integrato
Elemento portante	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale
Elemento di collegamento		eventuale		
Strato di supporto		eventuale		
Strato di schermo vapore/barriera vapore		fondamentale		
Elemento termoisolante		fondamentale		
Strato di irrigidimento		eventuale		
Elemento di collegamento	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale
Elemento di tenuta		eventuale	eventuale	eventuale
Elemento di supporto*	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale
Elemento di collegamento	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale
Elemento di tenuta	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale
Strato di protezione	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale

Riepilogo coperture

COPERTURE CONTINUE	SCHEMI FUNZIONALI			
	Copertura con elemento termoisolante		Copertura senza elemento termoisolante	
	Con strato ventilazione	Senza strato ventilazione	Con strato ventilazione	Senza strato ventilazione
Elemento o strato funzionale				
Elemento portante	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale
Elemento di collegamento		eventuale		eventuale
Strato di continuità		eventuale		eventuale
Strato di imprimitura		eventuale		eventuale
Strato di pendenza		fondamentale		fondamentale
Strato di regolarizzazione	eventuale	eventuale		
Strato di imprimitura		eventuale		
Strato di diffusione pressione vapore		migliorativo		
Strato barriera al vapore/schermo vapore	migliorativo	fondamentale		
Elemento di collegamento (strato incollaggio)	eventuale	eventuale		
Elemento termoisolante	fondamentale	fondamentale		
Elemento di collegamento	eventuale	eventuale		
Strato di irrigidimento/strato di continuità	fondamentale/ complementare	eventuale		
Strato di ventilazione	fondamentale		fondamentale	
Elemento portante	fondamentale		fondamentale	
Elemento di collegamento	eventuale		eventuale	
Strato di continuità	eventuale		eventuale	
Strato di imprimitura	eventuale		eventuale	
Strato di pendenza	fondamentale		fondamentale	
Strato di regolarizzazione	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale
Strato di imprimitura	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale
Elemento di collegamento	eventuale	eventuale	eventuale	eventuale
Strato di diffusione pressione al vapore	migliorativo	migliorativo	migliorativo	migliorativo
Elemento di collegamento/strato di separazione	migliorativo	migliorativo	migliorativo	migliorativo
Elemento di tenuta	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale
Strato di separazione	migliorativo	migliorativo	migliorativo	migliorativo
Strato drenante	fondamentale/ migliorativo	fondamentale/ migliorativo		
Elemento termoisolante	fondamentale	fondamentale		
Strato filtrante	fondamentale	fondamentale		
Strato di protezione	fondamentale	fondamentale	fondamentale	fondamentale

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.indexspa.it/>