

## PARTE II

# La posa in opera dei manti di copertura in laterizio

## II.1 Gli elementi di supporto del manto

Gli elementi di supporto del manto devono garantire principalmente le seguenti funzioni:

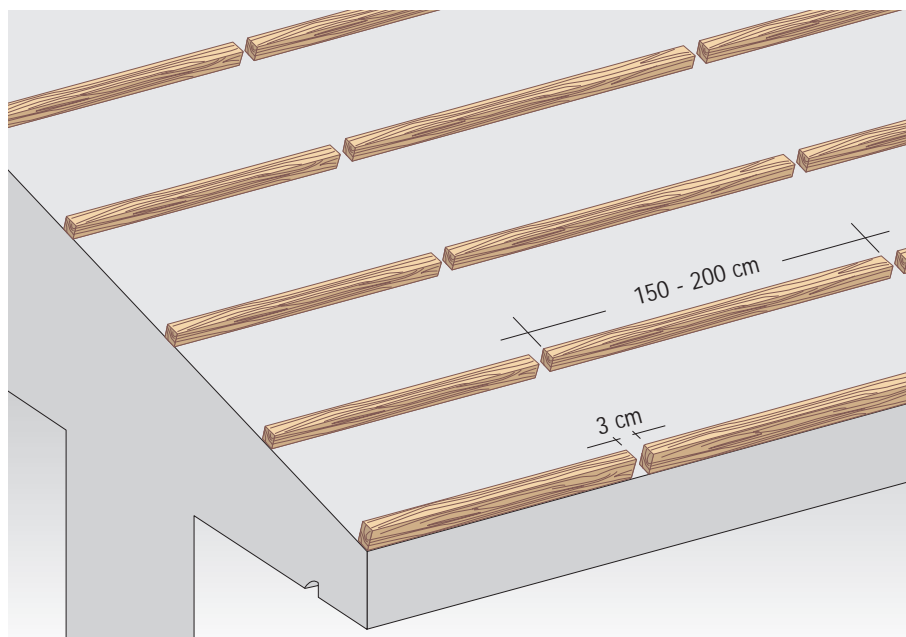
- la micro-ventilazione del sottomanto
- la corretta posa in opera degli elementi in laterizio
- la stabilità degli elementi di copertura in condizioni di esercizio.

Comunemente sono realizzati con rilievi paralleli alla linea di gronda ottenuti mediante listellature, cordoletti di malta, pannelli o lastre nervate.

Prima della posa degli elementi di supporto, occorre verificare la complanarità dello strato portante.

Per favorire la micro-ventilazione sottomanto, ogni 150-200 cm circa, gli elementi di supporto vanno interrotti per 2-3 cm. E' opportuno che le interruzioni siano allineate nel verso della massima pendenza della falda.

Fig. II.1  
Interruzione dei supporti per favorire la micro-ventilazione del sottomanto.



Il passo degli elementi di supporto, generalmente fornito dai produttori del manto (vedere § I.3), deve tener conto della sovrapposizione degli elementi di laterizio che, mentre per le tegole è fissa (incastro), per i coppi oscilla fra 7 e 9 cm, in funzione dell'inclinazione della falda (vedere § I.1.3).

Il passo tra il primo elemento di supporto, in corrispondenza della linea di gronda, e quello immediatamente successivo è inferiore a quello standard per consentire la corretta sporgenza della prima fila degli elementi del manto sul canale di gronda; inoltre, il primo elemento di supporto deve essere più alto di quelli correnti per compensare la mancanza dell'elemento inferiore del manto. La maggior altezza del primo elemento di supporto può anche essere ottenuta mediante speciali manufatti sagomati e forati che facilitano l'ingresso d'aria nel sottomanto, impedendo l'accesso a insetti e volatili.

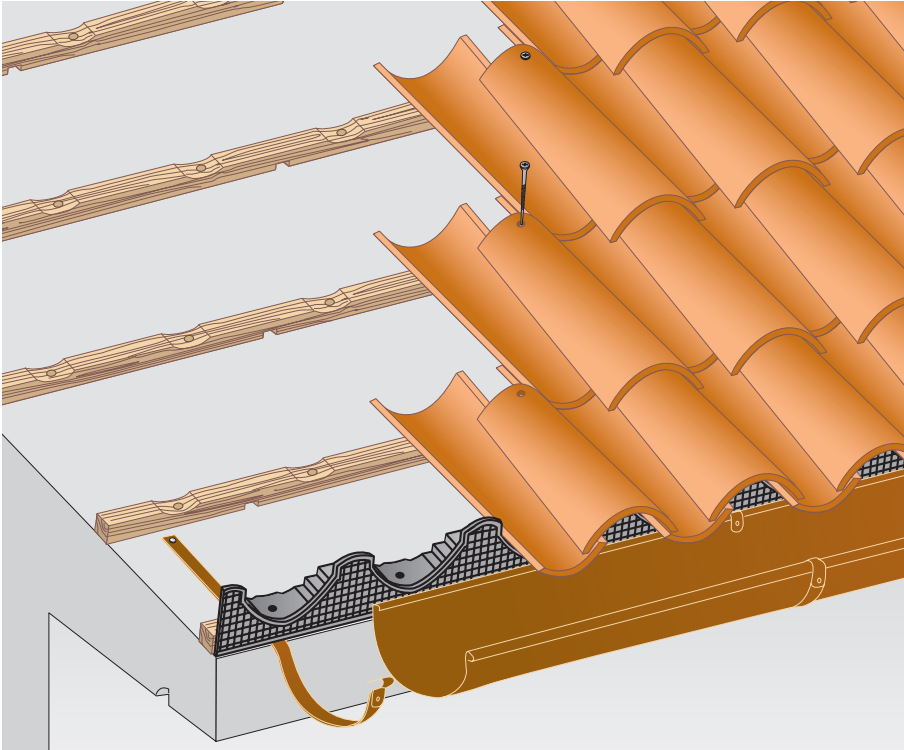


Fig. 11.2  
Supporto di gronda aerato  
con dispositivo antivolatile.

Ulteriori e più specifiche indicazioni relative alla disposizione degli elementi di supporto realizzati mediante listelli di legno sono descritte, in funzione del tipo di manto, nei paragrafi II.1.1 e II.1.2.

### Listellatura in legno

La listellatura di legno rappresenta il sistema di supporto per manti di copertura più diffuso.

E' normalmente costituita da listelli di 4x4 cm ancorati mediante fissaggio meccanico ad uno strato portante perfettamente livellato.

In caso di strato portante discontinuo, le dimensioni sono in relazione alla luce libera tra gli appoggi, ai carichi d'esercizio della copertura e ai sovraccarichi accidentali.

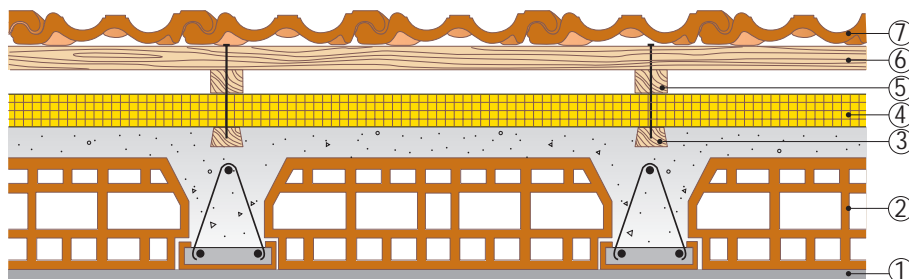
Luci libere (cm)	Dimensioni listelli (cm)
≤ 80	4x4
80-100	5x5
100-140	5x7

Fig. 11.3  
Dimensione dei listelli di  
legno in rapporto alla luce  
libera tra gli appoggi in caso  
di struttura portante  
discontinua.

Quando lo strato portante è costituito da un materiale che non consente facilmente operazioni di chiodatura a mano - come un solaio laterocementizio - i listelli vengono fissati mediante tasselli ad espansione, oppure si ricorre alla chiodatura meccanica mediante apposito utensile 'spara-chiodi'. Un'ulteriore alternativa consiste nella chiodatura a mano a correnti annegati nella soletta (*magatelli*).

Fig. II.4

Listelli (di supporto e di ventilazione) in legno fissati a correnti di legno annegati nella soletta del solaio (*magatelli*) disposti lungo la linea di maggior pendenza (perpendicolare alla linea di gronda).



**Legenda:**

1. intonaco
2. solaio latero-cementizio
3. magatello
4. isolante termico ad alta densità
5. listello di ventilazione
6. listello di supporto del manto
7. tegole marsigliesi

In alternativa al tradizionale listello pieno, possono impiegarsi più vantaggiosamente, ai fini della micro-ventilazione, speciali listelli forati.

**Listellatura in metallo e in materiale plastico**

Le listellature metalliche vengono normalmente realizzate in speciali profili micro-forati in acciaio zincato o inossidabile; quelle in materiale plastico hanno le conformazioni più idonee a garantire, insieme alla stabilità dell'ancoraggio, la micro-ventilazione del sottomanto.

Il loro fissaggio avviene, in funzione del tipo di struttura portante, con viti da legno o tasselli ad espansione, entrambi in acciaio zincato o inossidabile.

Le regole generali di posa in opera coincidono con quelle dei tradizionali listelli in legno.

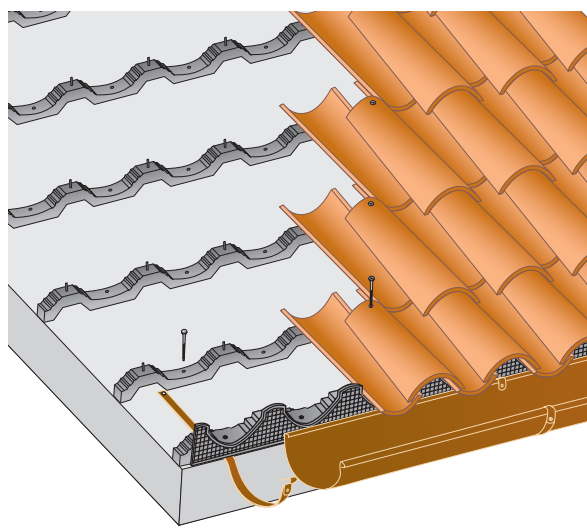
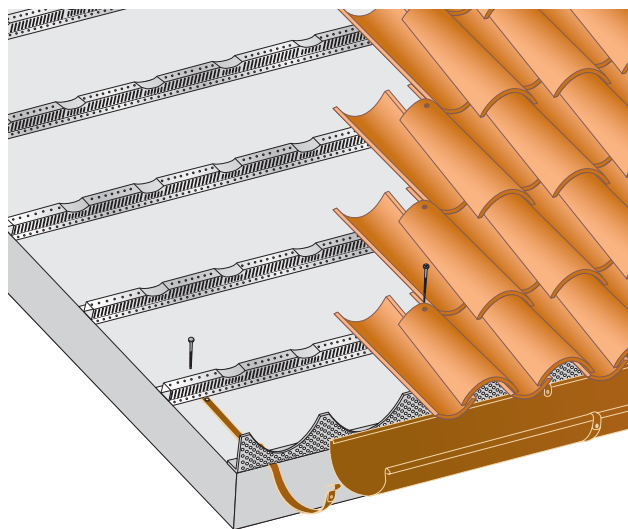


Fig. II.5

A sinistra, esempio di listelli micro-forati in metallo; a destra, listelli in materiale plastico.

**Cordoletti precostituiti di malta**

Si tratta di una soluzione, ormai in disuso, impiegata in presenza di un piano di appoggio continuo, complanare ed omogeneo.

Di fatto è sconsigliata poiché la malta, essendo igroscopica, si comporta come vettore di umidità tra il manto e gli strati sottostanti.

Dovendo ricorrervi, è opportuno seguire i seguenti accorgimenti:

- i cordoletti dovrebbero avere sezione di triangolo rettangolo con base intorno ai 10 cm e altezza pari a 2-3 cm; occorre aver cura di effettuare un buon livellamento dello spigolo superiore per assicurare un appoggio regolare per tutti gli elementi del manto;
- al momento della posa del manto è indispensabile che la malta abbia già fatto una buona presa sullo strato sottostante e che sia perfettamente asciutta per impedire coesioni dannose con il manufatto in laterizio;
- occorre impiegare malta bastarda con il seguente dosaggio per ogni metro cubo di sabbia asciutta di granulometria 0-4 mm: 150 kg di cemento, tipo 325 o 425; 175-225 kg di calce idraulica. Il ricorso a malte di solo cemento è sconsigliato poiché esse danno luogo ad una rigidità eccessiva per il tipo di assemblaggio e potrebbero causare fessurazioni da ritiro.

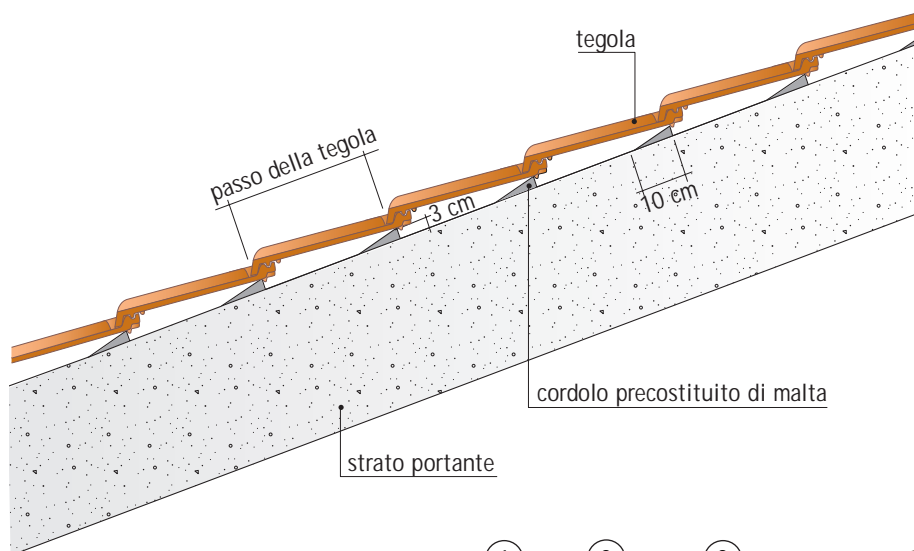


Fig. 11.6  
Dimensione e forma dei  
cordoletti precostituiti di  
malta.

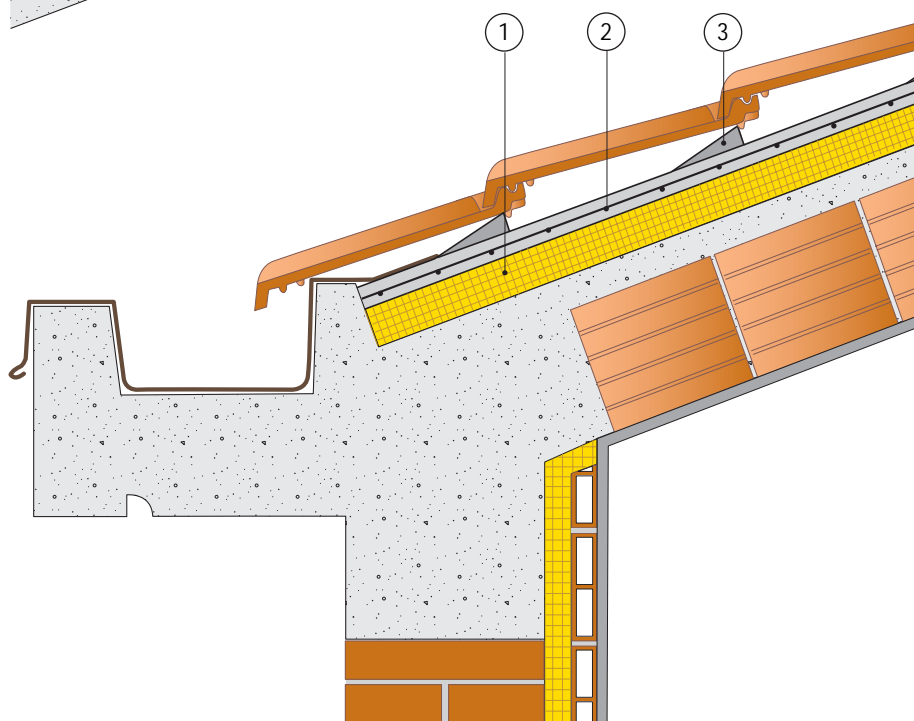


Fig. 11.7  
Soluzione di gronda con  
sporto in calcestruzzo armato  
realizzato in continuità con il  
cordolo.

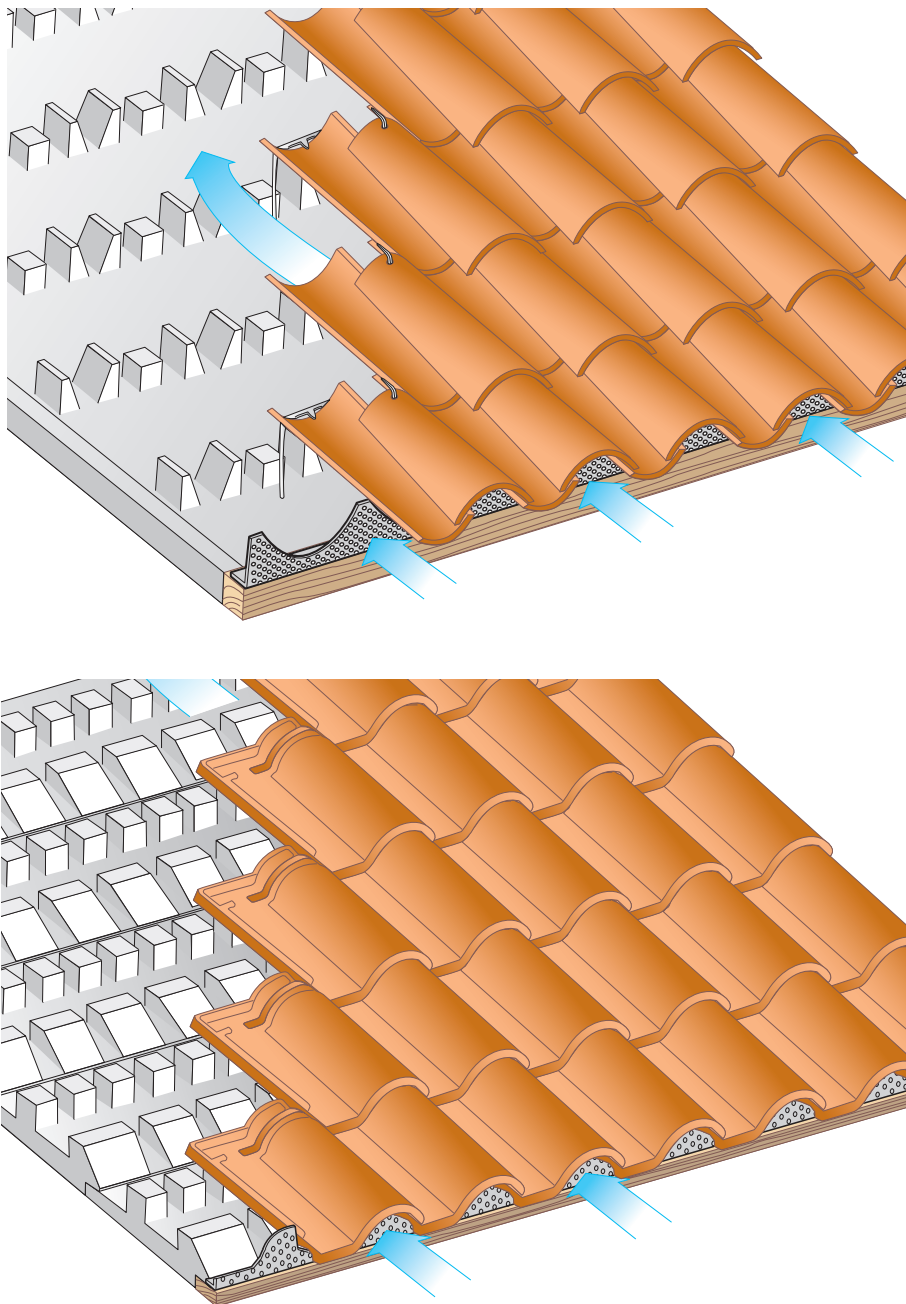
**Legenda:**

1. isolante termico
2. massetto in cls armato con rete
3. cordoletto precostituito di malta

### Pannelli termo-isolanti preformati

Si tratta di manufatti modulari disponibili in materiali, sagome e spessori diversi; possono garantire o meno il soddisfacimento di altri requisiti tecnologici quali la tenuta all'acqua ed il controllo della condensa interstiziale.

Fig. II.8  
Pannelli isolanti preformati:  
*in alto*, esempio di  
pannello modulare per  
coppi; *in basso*, per tegole.



La tecnica di posa in opera può variare in funzione del prodotto, ma in linea generale ciò che li accomuna è il fatto che viene richiesto solo il fissaggio del pannello sopra la struttura portante del tetto che, normalmente, avviene mediante tasselli ad espansione.

La posa dei pannelli inizia dalla linea di gronda con la collocazione di una tavola di fermo; al colmo, qualora il passo delle scanalature o dei rilievi non coincida con quello degli elementi del manto, si può intervenire in due modi:

- nel caso di tegole, tagliando la parte superiore dell'elemento di copertura, forandolo e fissandolo, se necessario, previo inserimento di uno spessore, ad esempio, in legno;
- nel caso dei coppi, aumentando la sovrapposizione dell'ultima fila di elementi su quella sottostante.

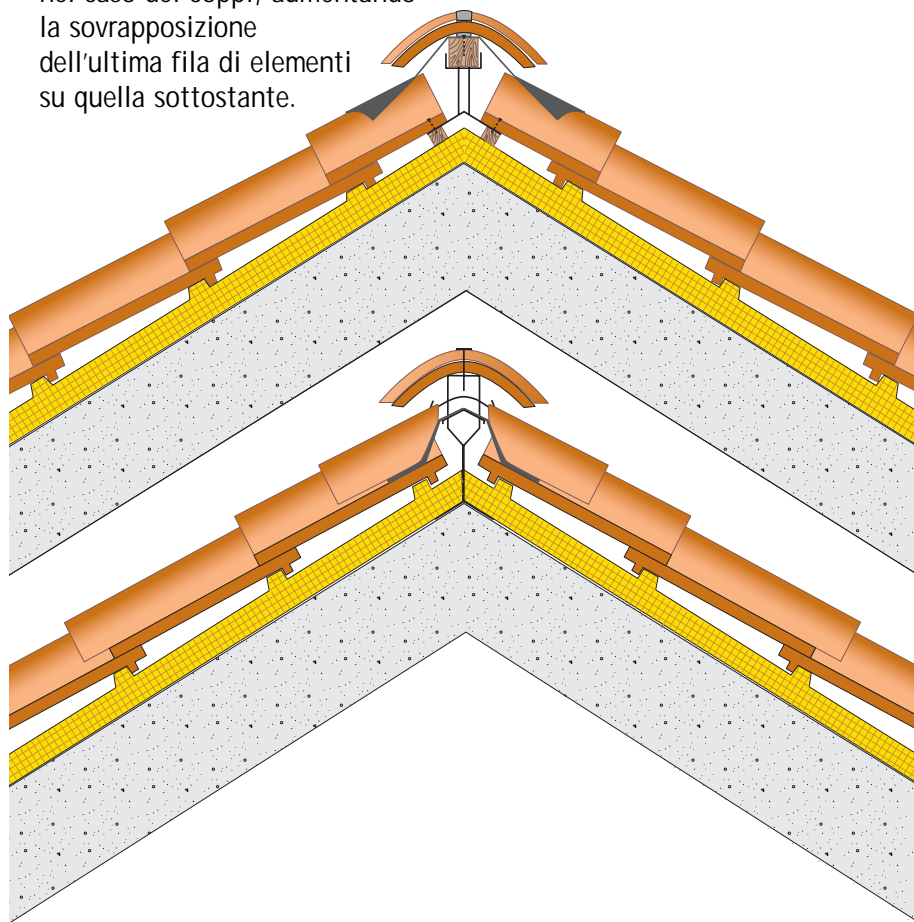


Fig. 11.9

Esempi di soluzione di colmo nella posa in opera dei pannelli termo-isolanti preformati: *in alto*, nel caso di manto di copertura in tegole, mediante taglio dell'elemento di manto ed il suo fissaggio meccanico al supporto previo inserimento di uno spessore in legno; *in basso*, in caso di manto di copertura in coppi (con dentello d'arresto), mediante aumento della sovrapposizione dell'ultima fila rispetto alla sovrapposizione standard.

### Lastre nervate

Le lastre costituiscono il supporto del manto di copertura e un supplementare strato di tenuta all'acqua; quando sono integrate con pannelli termo-isolanti, garantiscono anche il controllo degli scambi termici.

I profili delle lastre devono sempre consentire la micro-ventilazione sotto-manto e, soggette all'azione dei carichi previsti (manto + carichi accidentali), non devono subire deformazioni plastiche.

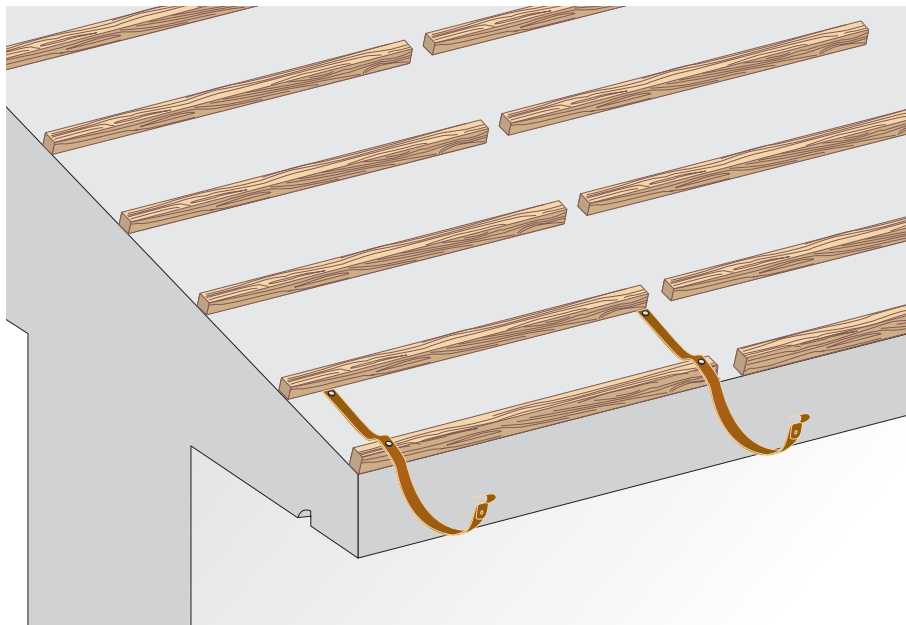
Generalmente le lastre sono ancorate allo strato portante mediante fissaggio meccanico, sormontate lateralmente almeno di una nervatura e, lungo la linea di maggior pendenza, di circa 10-15 cm.

Ad ogni buon conto, per tali prodotti e per le modalità di posa in opera si rimanda alle norme UNI vigenti e alle indicazioni specifiche fornite dai produttori (vedere § 1.2.3).

### II.1.1 Manto di copertura con tegole

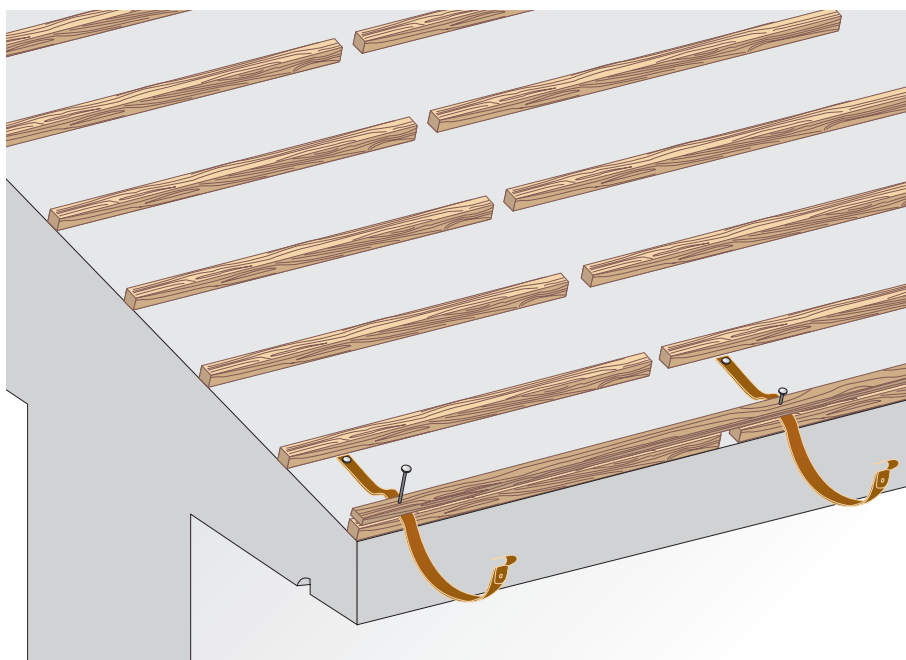
Le tegole, di qualunque tipo, sono conformate in modo da dover poggiare su una orditura di listelli *parallela* alla linea di gronda.

Fig. II.10  
Le staffe che reggono la gronda devono raggiungere almeno la seconda fila di listelli.



Come già sottolineato, per garantire la corretta inclinazione della prima fila di tegole, il primo listello da collocare in corrispondenza della linea di gronda deve essere di 2 cm più alto dei successivi, in modo da compensare la mancanza della tegola inferiore.

Fig. II.11  
Il rialzo del primo listello si può ottenere anche con un sovra-listello di circa 2cm di spessore da fissare sopra le staffe allo scopo di vincolarle più tenacemente.



Ad esempio, utilizzando listelli di sezione 4x4 cm, la prima operazione da compiere è il fissaggio del primo listello di 6x4 cm, col lato maggiore in verticale, oppure di 4x4 cm con un secondo listello di 2x4 cm da fissare successivamente alla posa delle staffe che reggeranno il canale di gronda. Tali staffe, poste a intervalli regolari, devono essere abbastanza lunghe da raggiungere la seconda fila di listelli; qualora dovessero resistere a ingenti sollecitazioni prodotte dalla neve è opportuno prevedere delle *controstaffe*.

Il primo listello può anche essere utilmente provvisto di fori in maniera da favorire l'ingresso dell'aria, ed in questo caso è detto 'aerato'; deve sempre incorporare la *rete parapasseri*, uno speciale dispositivo atto a proteggere il sottomanto dalla intrusione di volatili ed insetti.

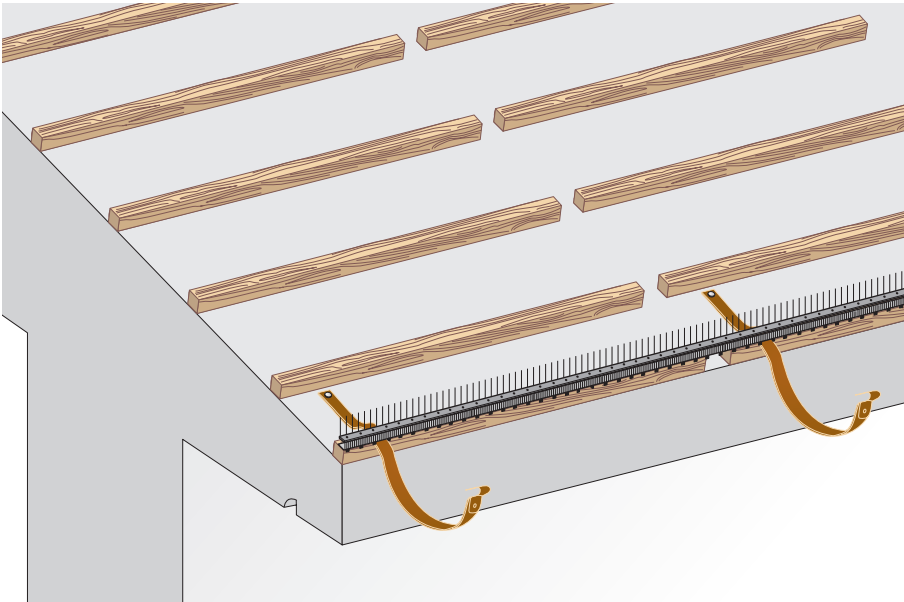


Fig. II.12  
Fissaggio di sostegno del canale di gronda mediante staffe e controstaffe, quest'ultime particolarmente utili per evitare lo strappo del canale di gronda in caso di neve.

**Legenda:**

1. canale di gronda
2. controstaffa
3. staffa

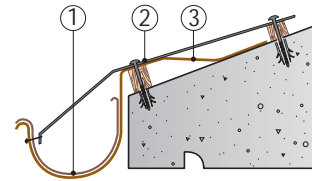


Fig. II.13  
Rete parapasseri fissata al listello di gronda in sostituzione del sovrallistello.

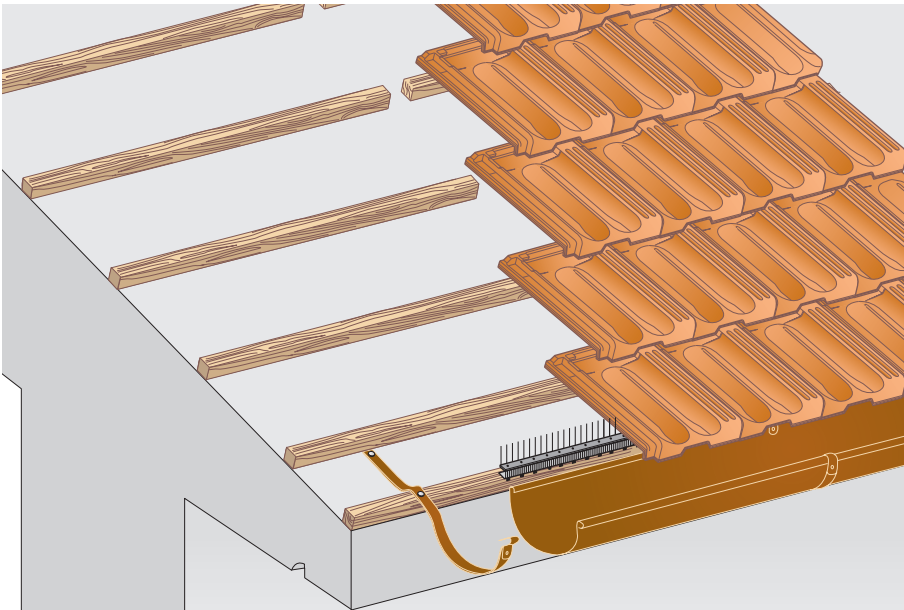
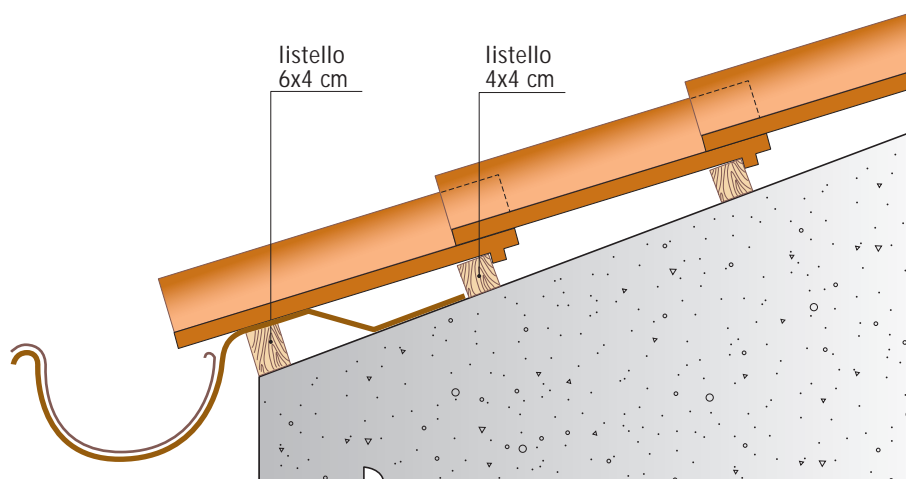


Fig. II.14  
Orditura di listelli, parallela alla linea di gronda e manto di copertura in tegole marsigliesi.

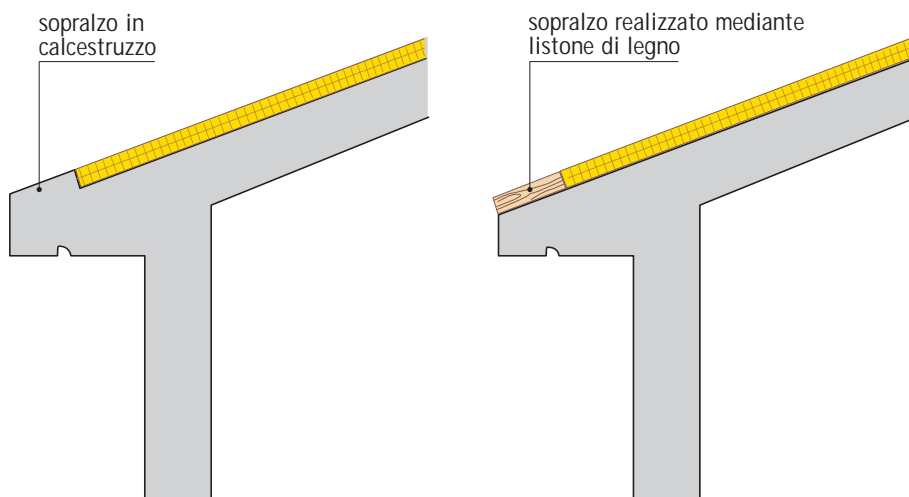
Fig. II.15  
Il primo listello deve essere più alto dei successivi per compensare la mancanza dell'elemento di copertura inferiore.



Nelle coperture con struttura portante continua, se è presente lo *strato termo-isolante* occorre prevedere in corrispondenza della linea di gronda un *sopralzo di battuta* lungo quanto la stessa linea di gronda e di altezza pari allo spessore dello strato stesso. Il sopralzo può essere realizzato in fase di getto o mediante un listone di legno fissato alla struttura portante mediante tasselli ad espansione.

Parimenti può essere previsto un tratto di falda corrispondente allo sporto privo di strato termo-isolante. Nel fare ciò occorre operare per evitare che si determinino dei ponti termici.

Fig. II.16  
Sopralzo di battuta realizzato in corrispondenza della linea di gronda.



Dopo la predisposizione del listello di gronda, i listelli successivi devono essere posizionati ad una distanza tale da consentire l'aggancio ai listelli stessi del dente di arresto delle tegole ed il corretto incastro della loro estremità inferiore con l'estradosso superiore della tegola già posta in opera. Una volta presa tale misura, per facilitare la posa dei successivi listelli, l'operatore può utilizzare degli elementi distanziatori (*dime*).

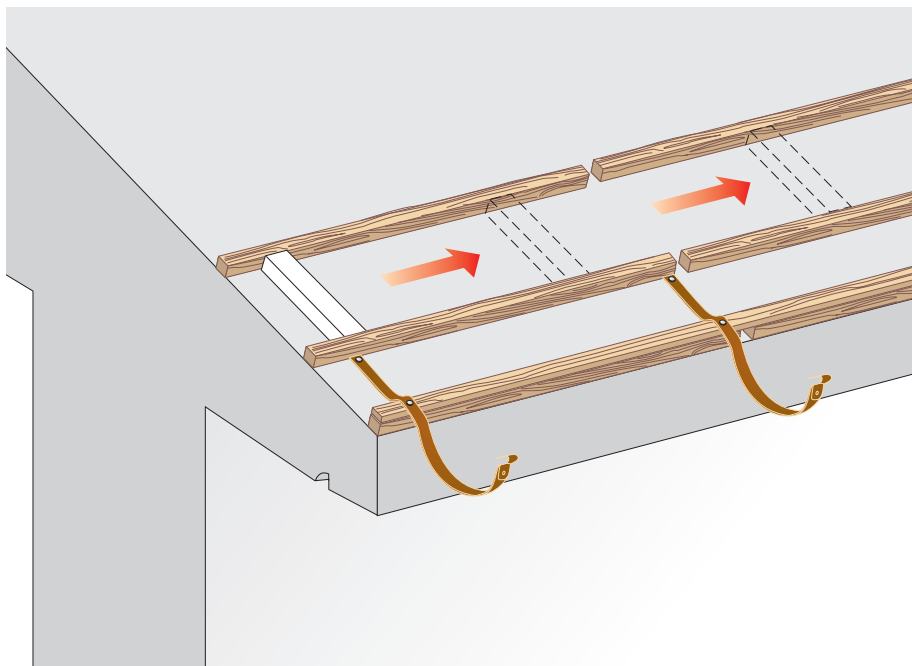


Fig. II.17  
Impiego di distanziatore (dima) in legno per la posa rapida dei listelli.

Occorre ricordare che la distanza fra primo e secondo listello è diversa dalle altre, dato che la prima fila di tegole, per garantire il corretto deflusso dell'acqua piovana, deve sporgere dal bordo della falda di una misura almeno pari a circa  $\frac{1}{3}$  del diametro del canale di gronda e comunque non superiore a 7 cm.

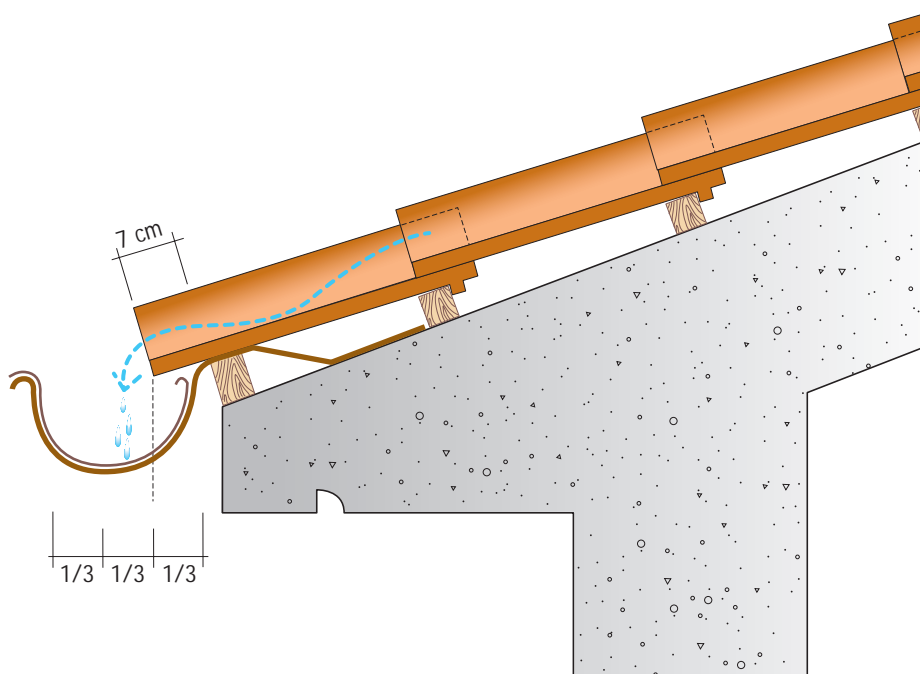
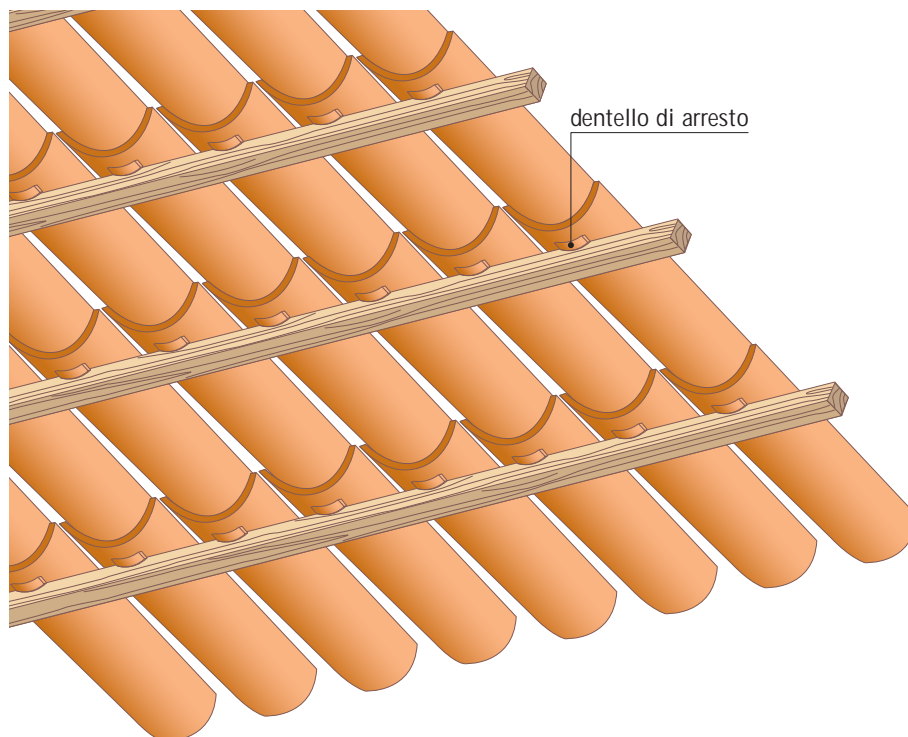


Fig. II.18  
Corretta sporgenza della prima fila di tegole sul canale di gronda.

## II.1.2 Manto di copertura con coppi

Se i coppi di canale sono dotati di *dentelli di arresto* sporgenti all'intradosso, l'orditura dei supporti, del tutto simile a quella descritta per le tegole, è parallela alla linea di gronda ('alla lombarda'). La distanza fra i listelli deve garantire la necessaria sovrapposizione dei coppi e al contempo consentire, possibilmente, di raggiungere il colmo con una fila di coppi di canale interi.

Fig. II.19  
Intradosso dei coppi di canale  
muniti di dentello di  
arresto, disposti su orditura  
di supporto 'alla lombarda'.



Viceversa, se i coppi di canale non presentano dispositivi di arresto, possono essere adottati due metodi di posa su listello:

- realizzare una sede stabile per i coppi di canale mediante doppia orditura di listelli;
- fissare a secco tutti i coppi di coperta con i coppi di canale appoggiati a speciali listelli sagomati.

Nel primo caso, la doppia orditura si realizza nel seguente modo:

- quella inferiore è composta da listelli di sezione 4x4 cm *paralleli* alla linea di gronda e posti ad interasse tale che i listelli superiori possano sopportare il carico del manto più i carichi accidentali senza flettere eccessivamente;
- quella superiore è composta da listelli o da *coppie di listelli* di sezione 5x5 cm *perpendicolari* alla linea di gronda ('alla piemontese').

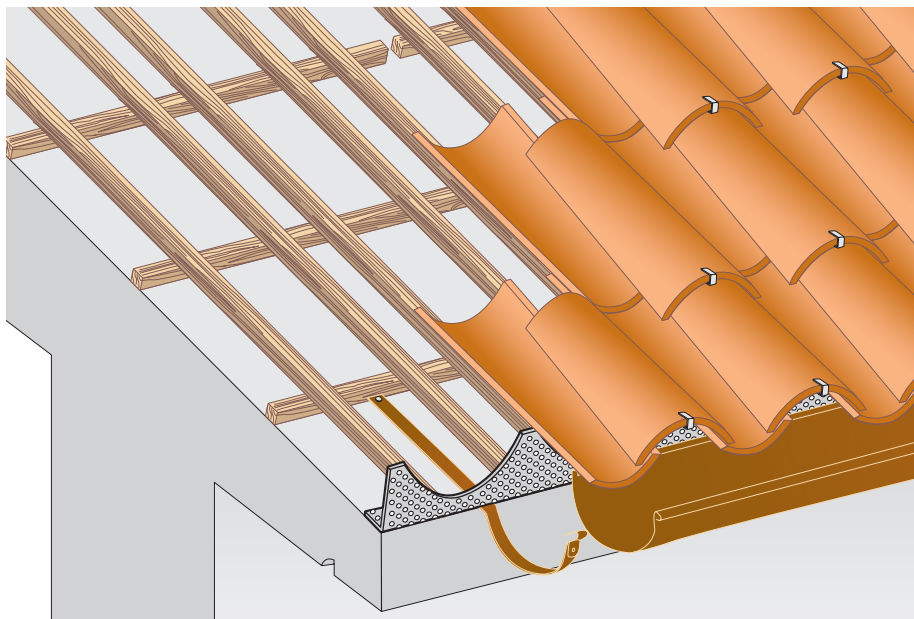


Fig. 11.20  
Sistema di posa di coppi di canale privi di dentelli di arresto su doppia orditura di listelli ('alla piemontese') con dispositivo di fissaggio meccanico (ganci) sull'elemento di coperta.

Nel secondo caso, il fissaggio dei coppi di coperta può essere effettuato mediante viti oppure mediante appositi ganci (vedere cap. 11.2).  
Alla linea di gronda, per ottenere l'allineamento degli elementi, i coppi di coperta devono avere una lunghezza inferiore di quella standard (coppi tre-quarti).

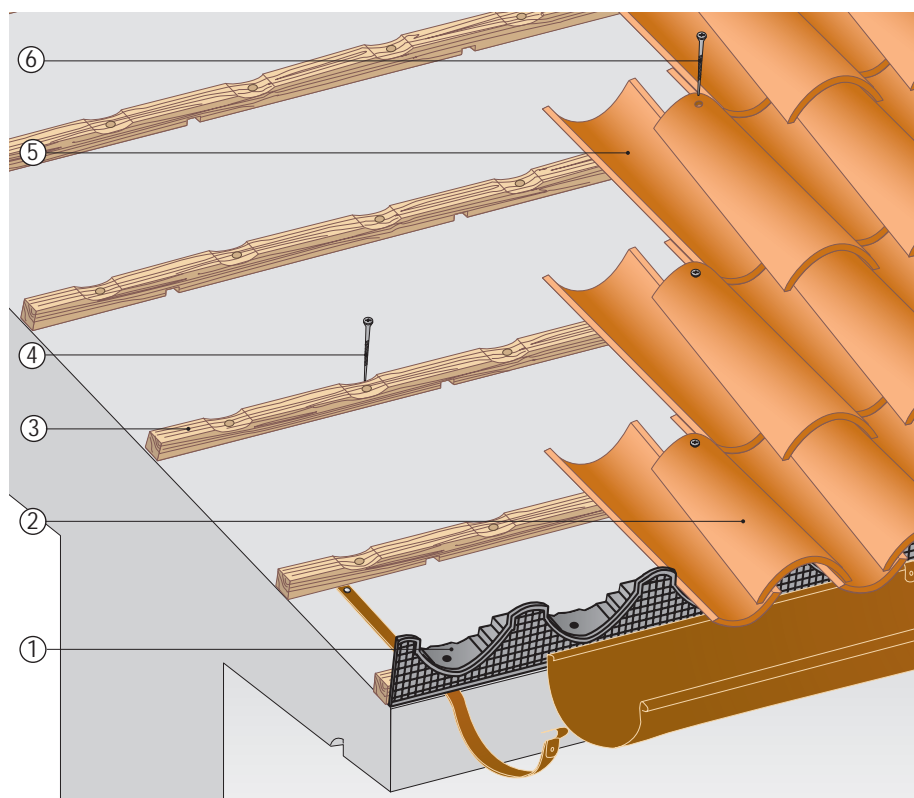
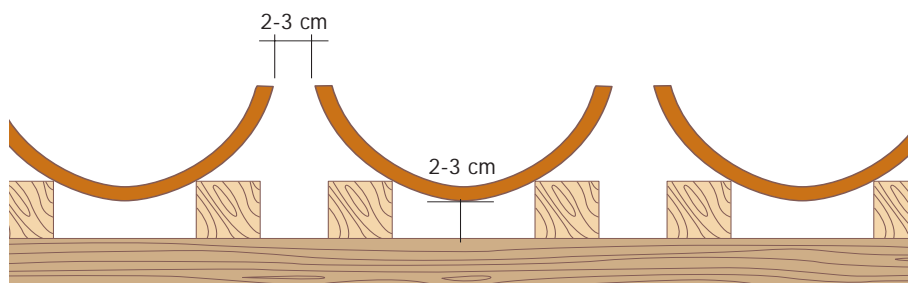


Fig. 11.21  
Sistema di posa di coppi di canale privi di dentelli di arresto su listelli sagomati 'alla lombarda' con ancoraggio mediante viti.

- Legenda:**
1. dispositivo parapasseri
  2. coppo di coperta trequarti forato
  3. listello sagomato di legno
  4. vite per il fissaggio dei listelli alla struttura portante
  5. coppo di canale
  6. vite per il fissaggio dei coppi di coperta ai listelli

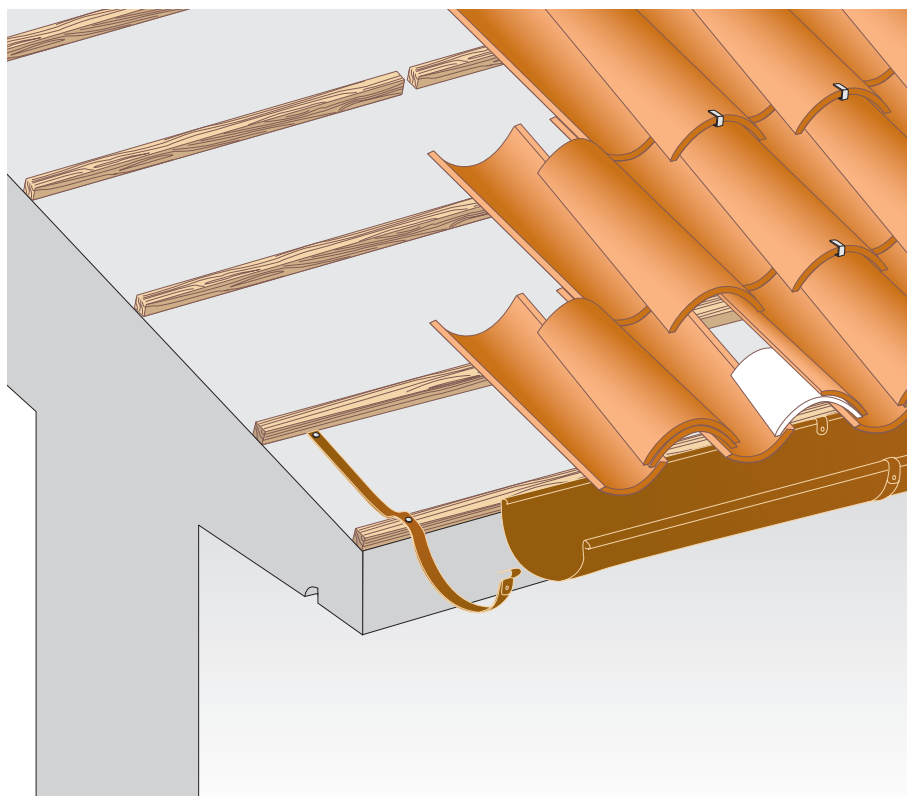
Nel caso di posa 'alla piemontese', nell'orditura superiore la distanza tra i listelli, o quella tra i listelli di ciascuna coppia e tra due coppie vicine, deve impedire il contatto dei coppi tra di loro e con i listelli dell'orditura inferiore (in entrambi i casi, una distanza di 2-3 cm può ritenersi sufficiente); è sempre opportuno, inoltre, cercare di sfruttare la tolleranza del passo in modo da avere un numero intero di coppi uniformemente distribuiti lungo tutta la larghezza della falda.

Fig. II.22  
Orditura 'alla piemontese': la distanza tra i listelli deve essere tale da evitare punti di contatto dei coppi tra di loro e con i listelli dell'orditura inferiore.



Anche per i coppi è necessario rialzare la prima fila di elementi del manto in corrispondenza della linea di gronda ricorrendo ad un primo listello di altezza maggiore, come per le tegole. L'impiego di una porzione di coppo di una decina di centimetri di lunghezza detta 'mezza', posta al di sotto dei coppi di coperta della prima fila, è ormai in disuso, anche perchè tende a scivolare verso il basso. Una valida alternativa è costituita da una griglia antivolatile con funzione di rialzo.

Fig. II.23  
Uso (sconsigliato) della 'mezza' per rialzare la prima fila dei coppi di coperta in corrispondenza della linea di gronda.



## II. 2 Gli elementi di fissaggio del manto

Il fissaggio degli elementi del manto ha lo scopo di evitarne lo spostamento a causa del vento, di vibrazioni, di dilatazioni termoigrometriche ecc.

Il fissaggio deve *sempre* avvenire a secco mediante tecniche che favoriscano la semplice smontabilità e sostituibilità degli elementi eventualmente danneggiati.

Come si è già visto, i fattori che determinano la necessità o meno di effettuare il fissaggio e la scelta delle tecniche da utilizzare sono principalmente:

- la pendenza della falda
- la natura del supporto del manto
- la spinta del vento nelle diverse realtà locali.

In rapporto alla sola pendenza della copertura, possono darsi le seguenti indicazioni (vedere § I.1.3):

- il fissaggio è sempre necessario per pendenze superiori al 45%;
- nel caso dei coppi, il fissaggio è opportuno per pendenze comprese tra 30 e 45%;
- nel caso delle tegole, per pendenze comprese tra 45 e 60%, è sufficiente il fissaggio degli elementi costituenti la linea di gronda e di 1 elemento ogni 5 per il resto della falda; per pendenze superiori è necessario il fissaggio di tutti gli elementi.

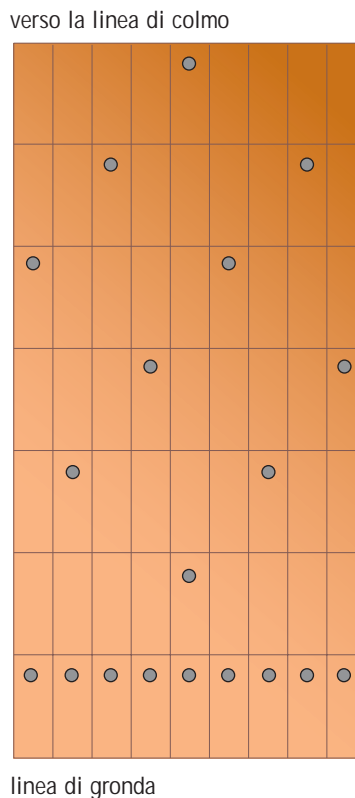
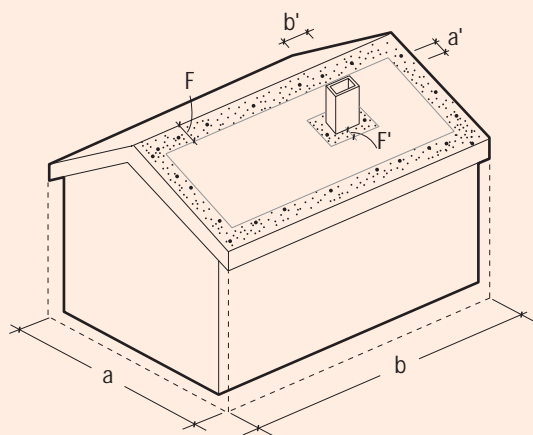


Fig. II.24  
Schema di fissaggio delle tegole sulla falda per pendenze comprese tra 45 e 60%.

Se la copertura è fortemente esposta al vento, è opportuno fissare anche tutti gli elementi del manto in corrispondenza dei bordi della falda, della linea di gronda e di colmo e del perimetro dei corpi emergenti (vedere § 1.2.2).

#### Dimensionamento delle zone di fissaggio degli elementi



Se  $a < 30$  m

$$F = a/8$$

comunque:  $1 \text{ m} \leq F \leq 2 \text{ m}$

Se  $a/8 \geq 1 \text{ m}$   $F = 1 \text{ m}$

Se  $a/8 > 2 \text{ m}$   $F = 2 \text{ m}$

Se  $a \geq 30$  m

$$F = a/8$$

Se  $0,50 < b' \leq 2$  m

$$F' = 1 \text{ m}$$

Se  $b' > 2$  m

$$F' = b'/2$$

comunque:  $1 \text{ m} \leq F' \leq 2 \text{ m}$

Se  $b'/2 < 1 \text{ m}$   $F' = 1 \text{ m}$

Se  $b'/2 > 2 \text{ m}$   $F' = 2 \text{ m}$

Fig. II.25  
Dimensionamento delle parti della falda in cui le tegole vanno sempre fissate in zone particolarmente ventose.

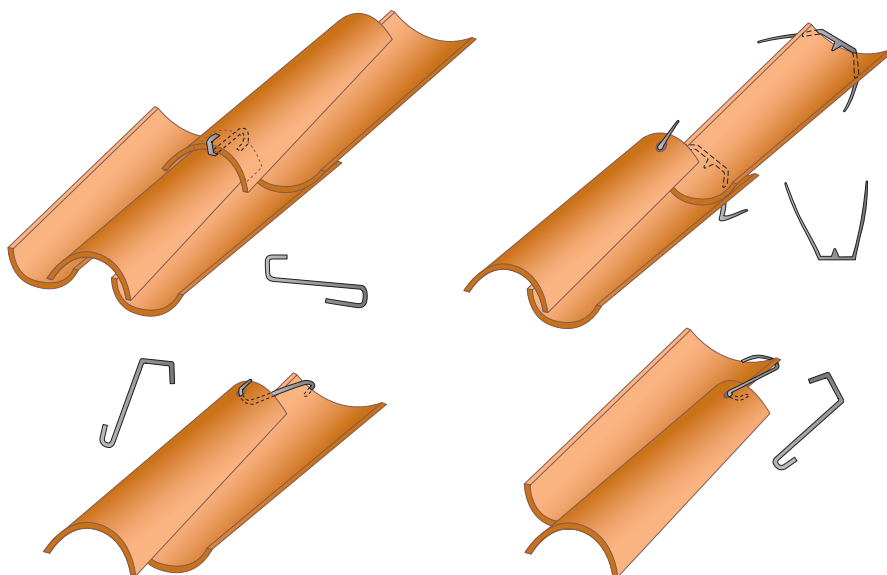
La zona di fissaggio all'estremità della falda (F) si calcola a partire dal lato minore (a) della figura geometrica ottenuta proiettando il tetto sul piano orizzontale.

La zona di fissaggio all'estremità dei corpi emergenti (F') si calcola a partire dal loro lato maggiore (b').

I dispositivi per il fissaggio degli elementi del manto di copertura si possono dividere in due tipologie:

- ganci, staffe, fili metallici, ecc., per i quali non è sempre necessaria la presenza del foro di fissaggio nell'elemento in laterizio. Alcuni sistemi pre-

Fig. II.26  
Esempi di ganci per il fissaggio dei coppi.



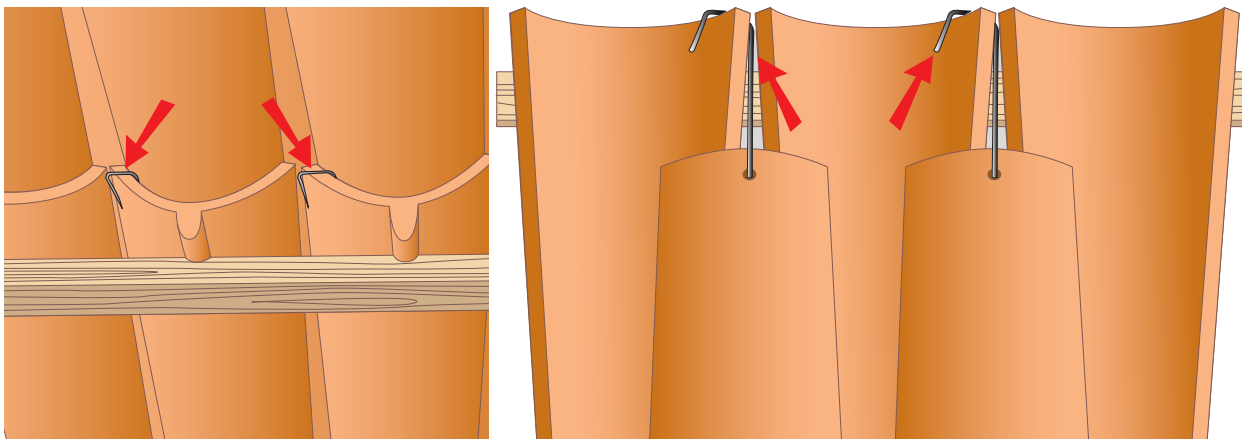


Fig. 11.27  
Intradosso (a sinistra) ed estradosso (a destra) di un manto di coppi fissati tra loro mediante ganci.

vedono il fissaggio meccanico del gancio al supporto e, successivamente, il posizionamento e bloccaggio della tegola o del coppo. Altri, invece, devono prima essere fissati alla tegola (o coppo) e solo quando questa è posizionata vanno fissati al supporto. Per la realizzazione di manti in coppi alcuni sistemi prevedono l'ancoraggio degli elementi superiori a quelli inferiori, per impedirne il reciproco spostamento;

- chiodi, viti, ecc., che prevedono prima il posizionamento dell'elemento del manto e successivamente il suo bloccaggio attraverso il foro presente sul bordo superiore dell'elemento stesso.

Nelle zone molto piovose, prima di 'chiodare' o 'avvitare' l'elemento, è sempre utile inserire nel foro dell'elemento stesso una goccia di mastice siliconico o altra guarnizione per impedire possibili infiltrazioni: questo può rendere meno agevole la sostituzione, nel tempo, degli elementi deteriorati.

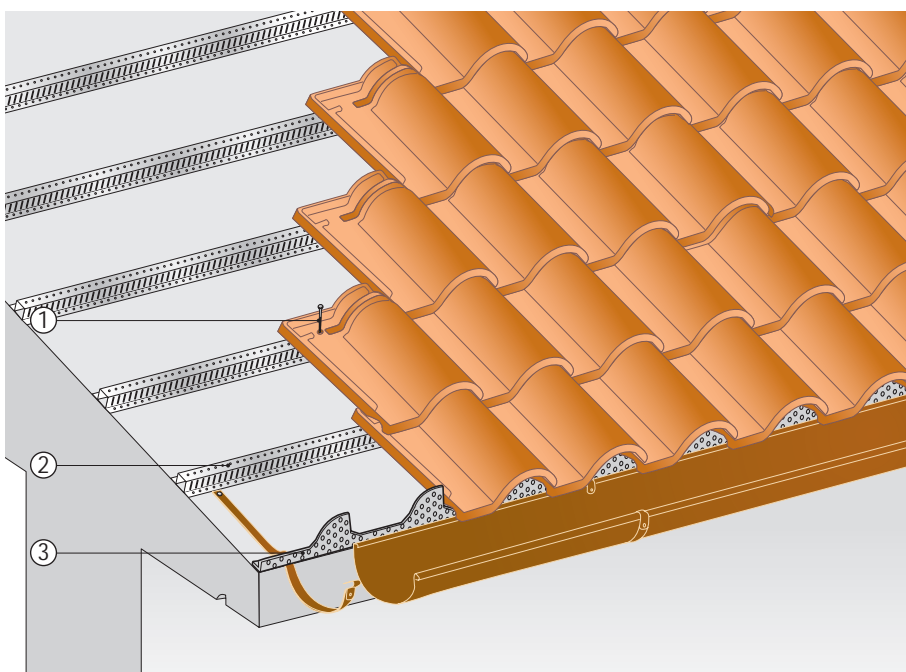


Fig. 11.28  
Esempio di fissaggio di un manto in tegole mediante viti.

- Legenda:**
1. vite di fissaggio
  2. listelli di supporto microforati per il passaggio dell'aria
  3. rete parapasseri

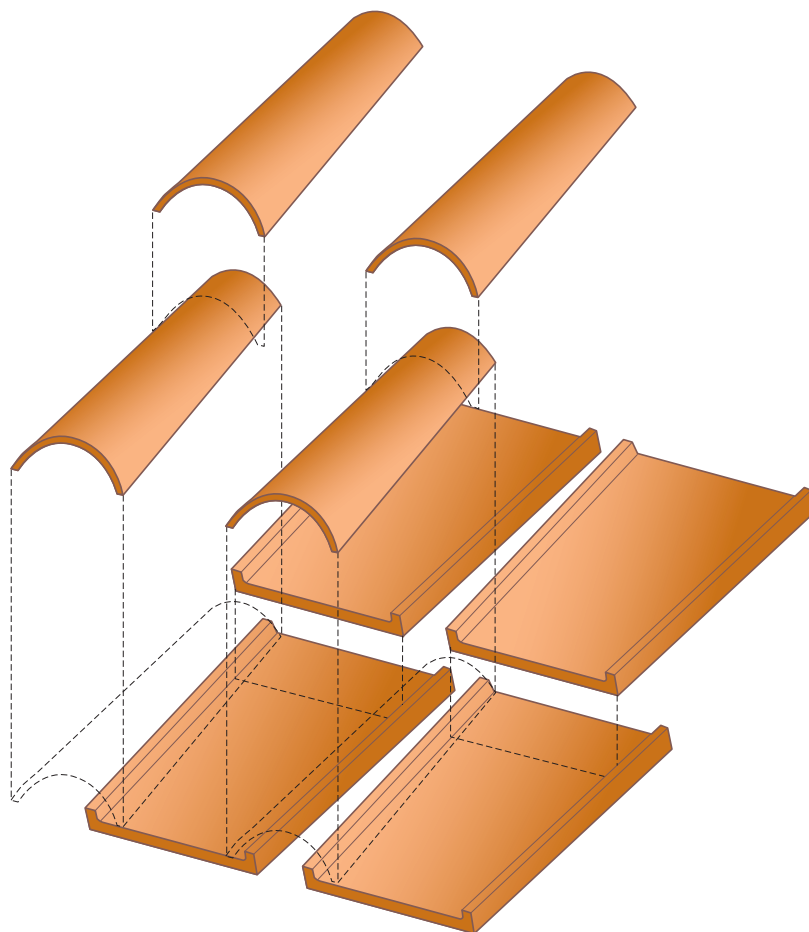
## II.3 La disposizione degli elementi del manto di copertura

### II.3.1 Manto di copertura con tegole

#### - *Manto di copertura con tegole maritate*

È costituito da uno strato inferiore di embrici, con funzione di canale, e da uno strato superiore di coppi di coperta posizionati a cavallo fra le file parallele.

Fig. II.29  
Embrici con coppo superiore di coperta ('alla romana').  
Il coppo di coperta sopravanza di 7-9 cm l'allineamento degli embrici.



Tanto gli embrici quanto i coppi hanno la proiezione sul piano orizzontale di forma trapezia: i primi si pongono in opera col lato minore verso il basso, i secondi col lato minore verso l'alto. La posa avviene, procedendo dalla gronda verso il colmo, per file in direzione della linea di massima pendenza: i coppi possono essere collocati almeno ogni due file di embrici. L'allineamento degli elementi deve essere controllato con una staggia. La sovrapposizione dei coppi di coperta e degli embrici deve essere di 7-9 cm in funzione della pendenza di falda.

**- Manto di copertura con embrici**

La disposizione è analoga alla precedente, con la variante dell'uso degli embrici anche per lo strato di coperta.

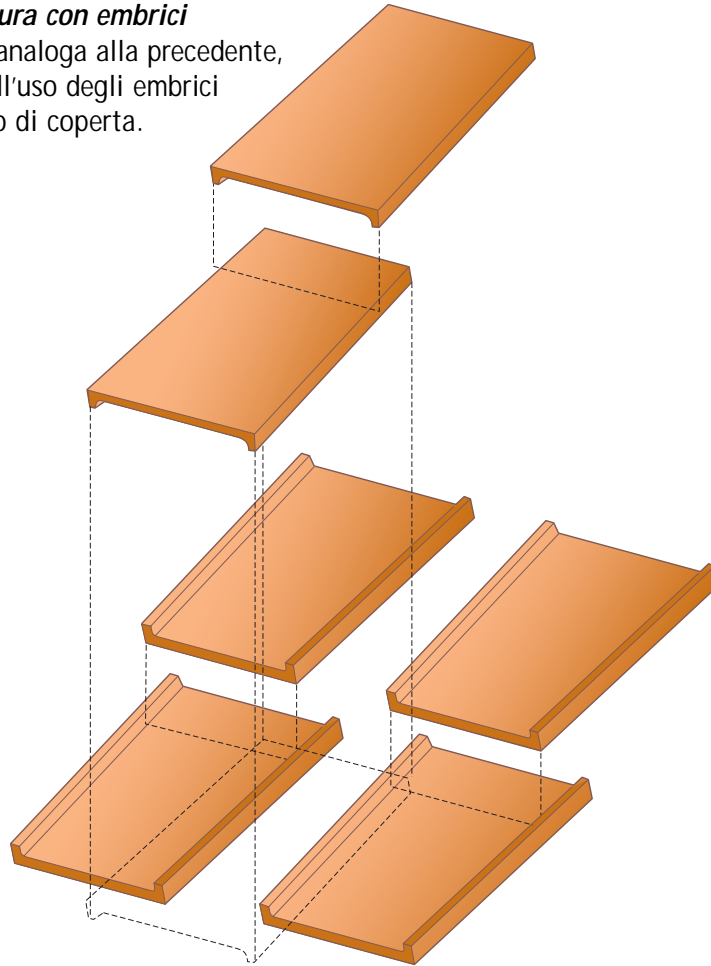


Fig. II.30  
Manto in embrici:  
sovrapposizione tra tegole di  
canale e tegole di coperta.

**- Manto di copertura con tegole portoghesi o olandesi**

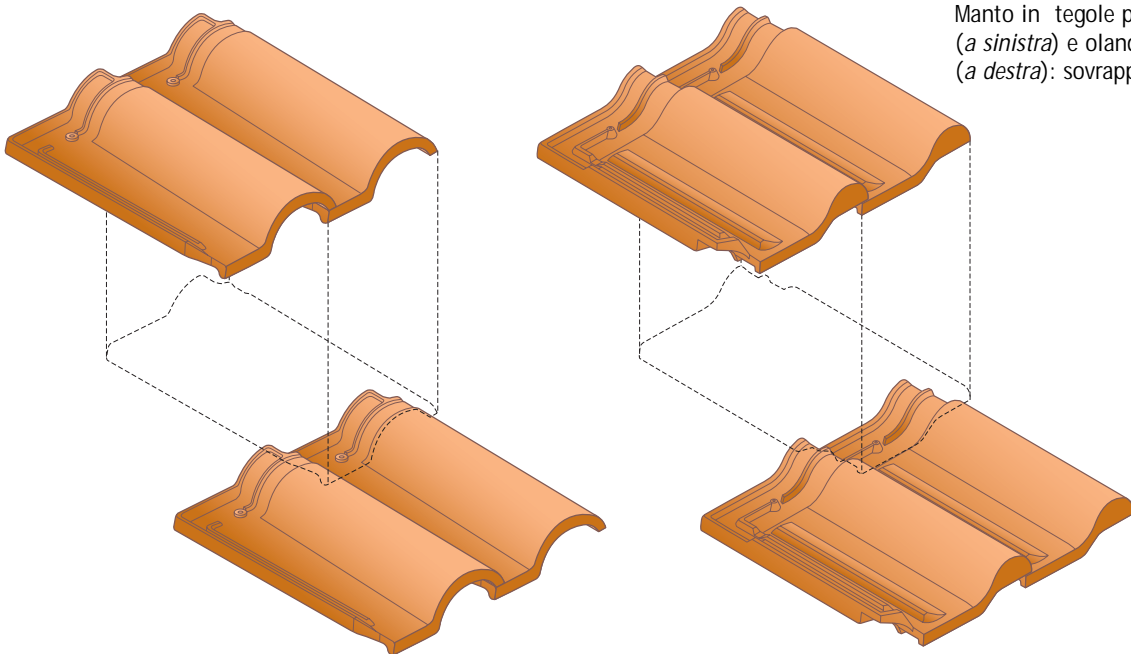
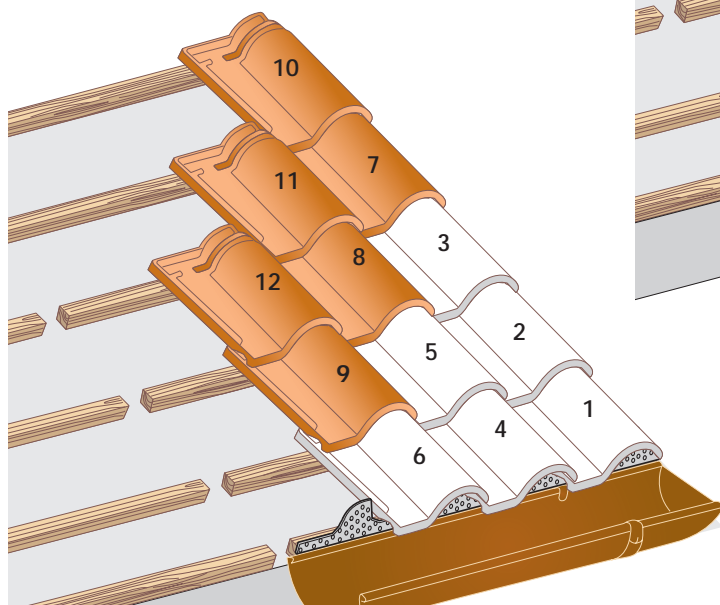
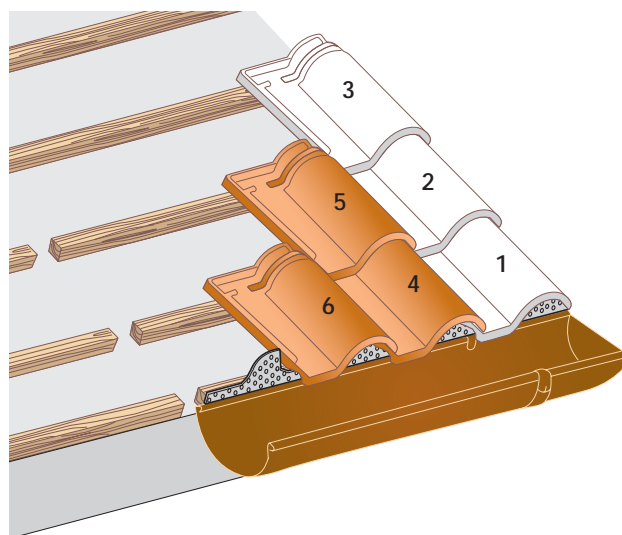
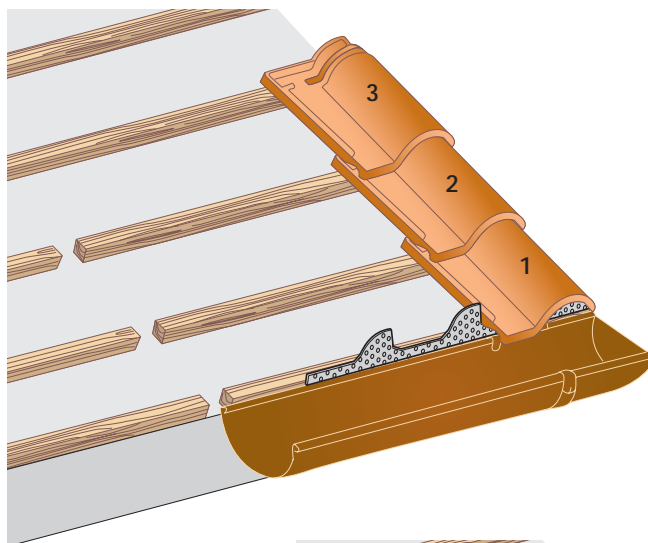


Fig. II.31  
Manto in tegole portoghesi  
(a sinistra) e olandesi  
(a destra): sovrapposizione.

La messa in opera viene eseguita realizzando tre file in direzione della linea di massima pendenza, posando gli elementi secondo uno schema diagonale, controllandone l'allineamento, per poi passare alle tre file successive.

Fig. II.32  
Successione di posa delle  
tegole portoghesi ed  
olandesi secondo lo schema  
diagonale.



Per le tegole con la parte curva a destra il tutto procede da destra verso sinistra; se la parte curva è a sinistra occorre invertire la direzione di montaggio.

### - Manto di copertura con tegole marsigliesi

Normalmente le tegole marsigliesi vengono posate per file parallele alla linea di gronda, una alla volta, oppure procedendo con due o tre file contemporaneamente, iniziando dalla linea di gronda e procedendo verso l'alto. Per realizzare le file a giunti sfalsati in modo che, cadendo il giunto fra due tegole adiacenti al centro della tegola sottostante, si riduca il pericolo di infiltrazioni, una fila si ed una no devono essere iniziate con una *mezza tegola*. Questa si può anche ottenere mediante il taglio di una tegola standard utilizzando una mola fissa su banco.

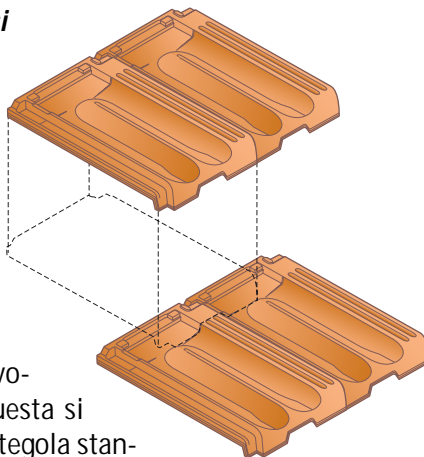


Fig. II.33  
Manto in tegole marsigliesi: sovrapposizione a giunti sfalsati.

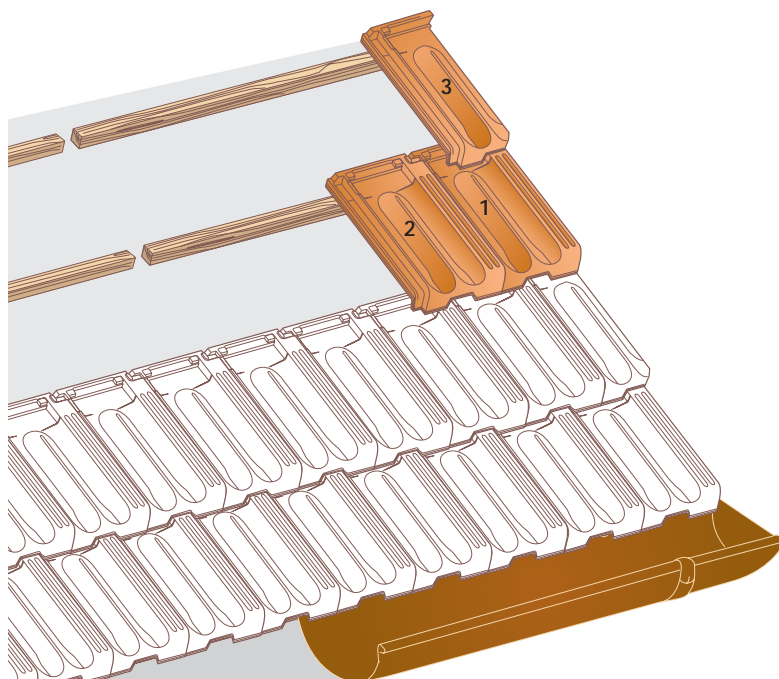
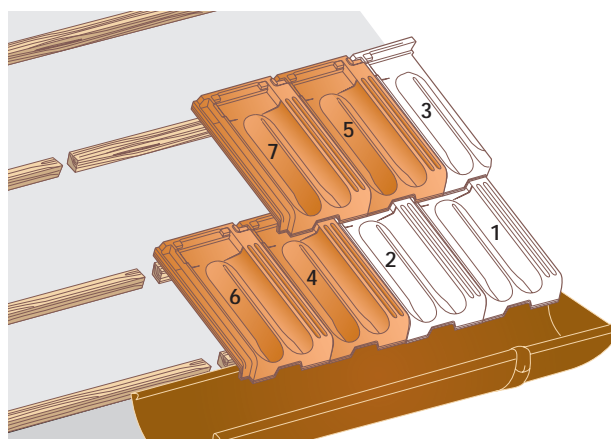
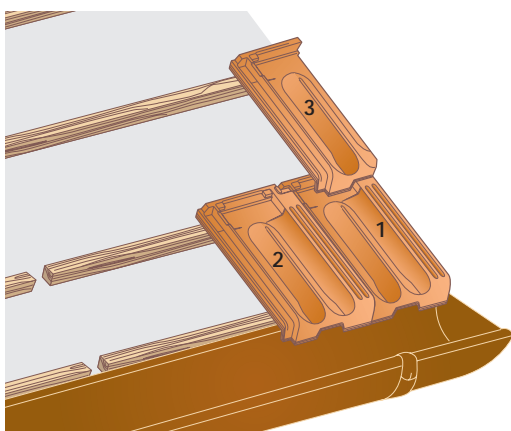


Fig. II.34  
La posa delle tegole marsigliesi avviene per file parallele alla linea di gronda: si noti la *mezza tegola* della seconda fila (3).

Fig. II.35  
Terminate le prime due file si inizia con le successive due file superiori.

Per realizzare un manto di marsigliesi a giunti allineati, con un effetto estetico diverso, si può procedere sia per file orizzontali, sia per file verticali: in quest'ultimo caso però, dopo la prima fila, occorre alzare ogni tegola per sovrapporre ed incastrare le tegole della fila parallela verificando continuamente l'allineamento con la staggia.

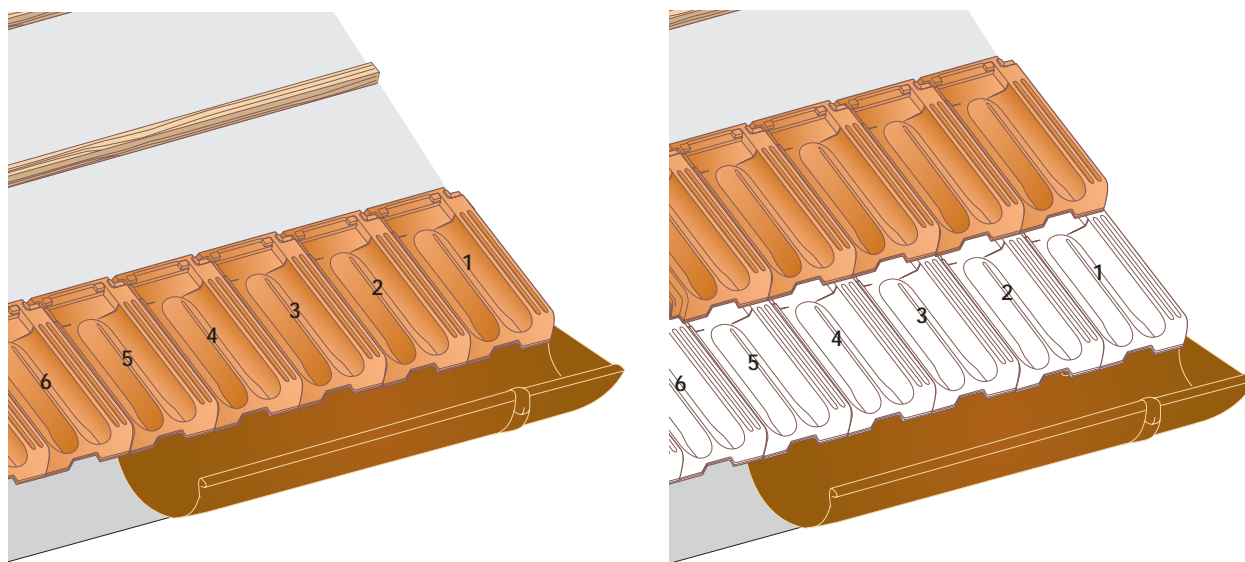
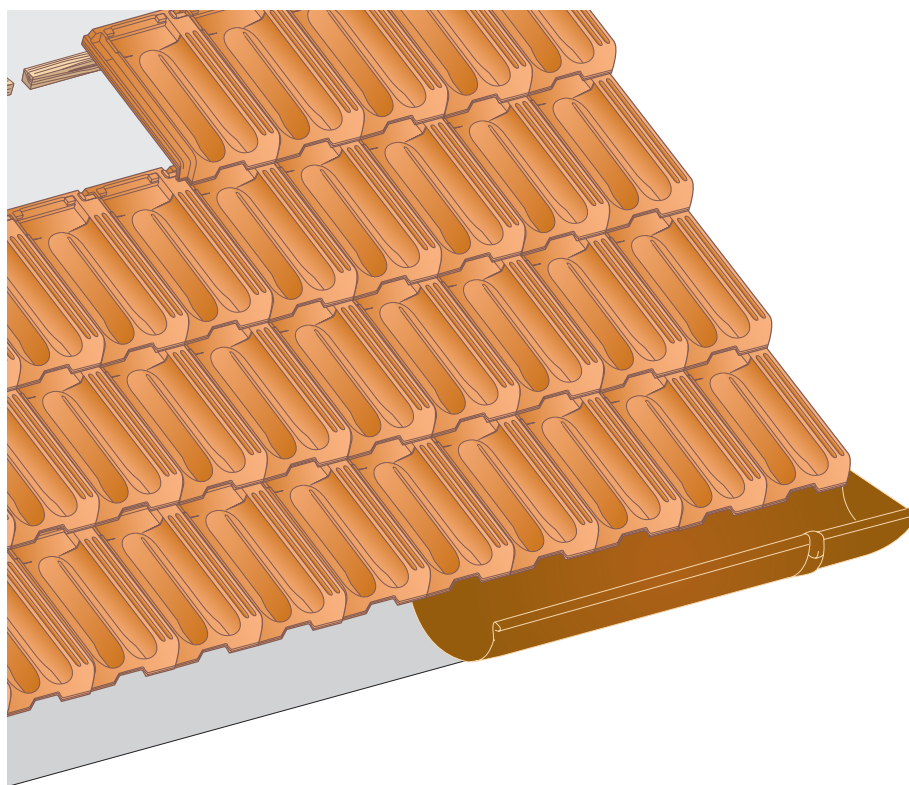


Fig. II.36  
La posa delle tegole  
marsigliesi a giunti  
allineati può avvenire  
anche per file orizzontali.



### II.3.2 Manto di copertura con coppi

La tradizionale posa dei coppi su listelli di supporto ortogonali alla linea di gronda, detta 'alla piemontese', avviene posando dapprima una intera fila verticale di coppi di canale, dalla gronda fino al colmo: i canali di una stessa fila devono essere sovrapposti di 7-9 cm, in funzione dell'inclinazione della falda, ma modeste deroghe sono possibili per cercare di raggiungere il colmo con un coppo intero. In base alla geometria della falda, può convenire posare dapprima una fila di bordo oppure la fila centrale.

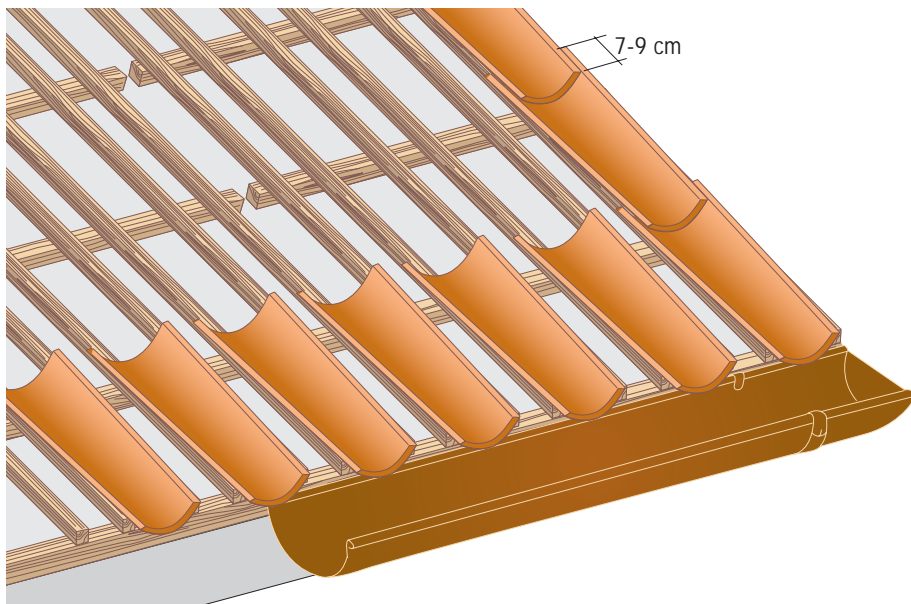


Fig. II.37

*In alto:* prima fila sul bordo di falda; *in basso:* prima fila centrale.

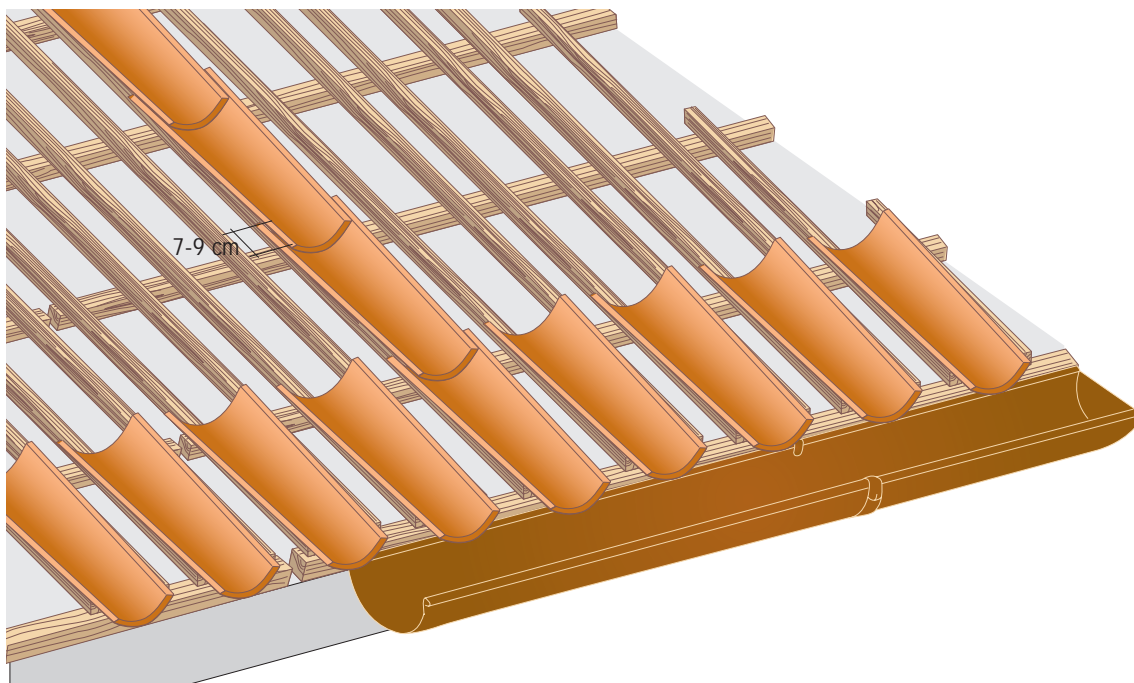
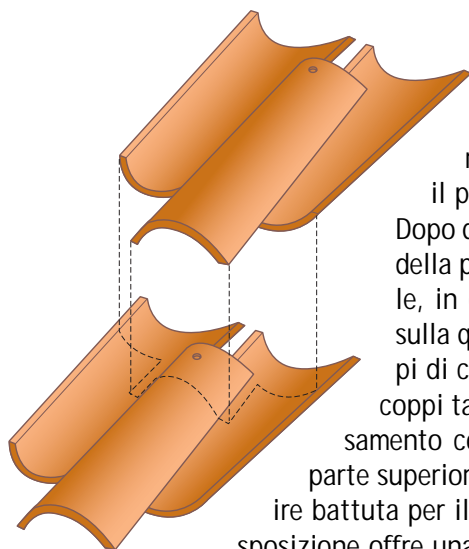


Fig. II.38  
Sovrapposizione sfalsata tra  
coppo di coperta e coppo  
di canale.

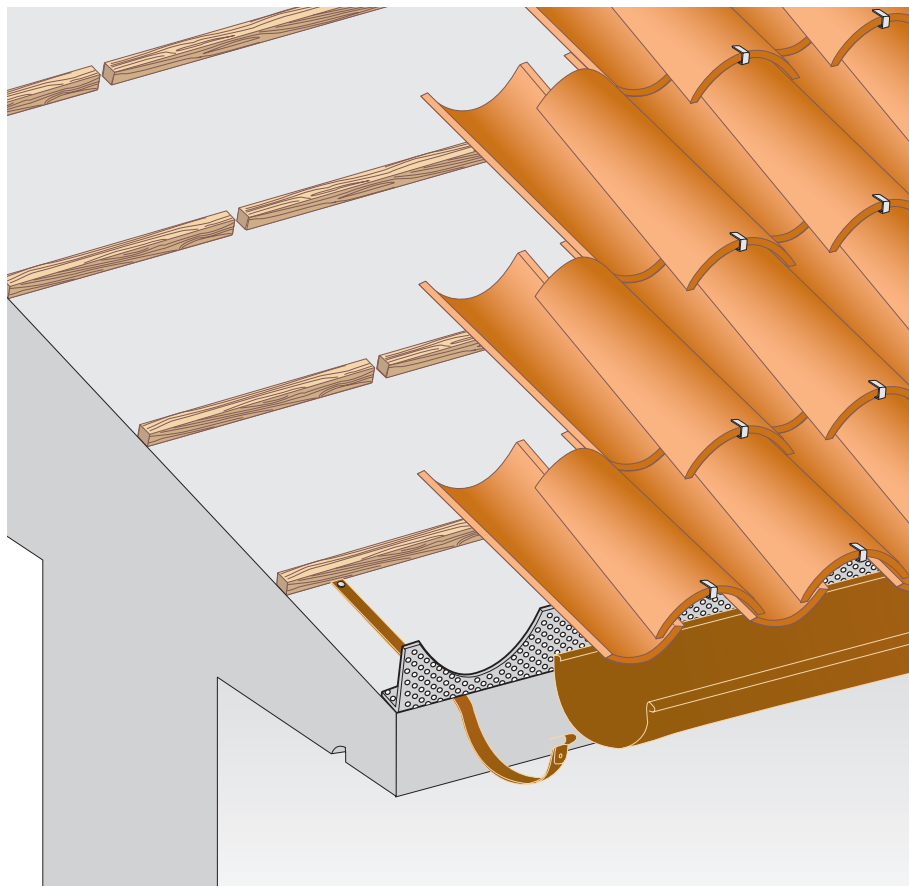


Se l'orditura di supporto è 'alla lombarda', e cioè con i listelli di supporto paralleli alla linea di gronda, tale valutazione deve essere effettuata preventivamente durante il posizionamento dei listelli.

Dopo questa prima operazione, inizia la posa della prima fila orizzontale di coppi di canale, in corrispondenza della linea di gronda, sulla quale si posano successivamente i coppi di coperta iniziando con una prima fila di coppi tagliati a 3/4 della lunghezza: tale sfalsamento comporta che, nelle file successive, la parte superiore del coppo di coperta vada a costituire battuta per il coppo di canale sovrastante. Tale disposizione offre una maggiore garanzia contro le infiltrazioni di acqua e consente, fissando i coppi di coperta, di bloccare anche quelli di canale.

La posa dei coppi muniti di dentello di arresto avviene, su una orditura di listelli alla 'lombarda', secondo uno schema diagonale analogo a quello utilizzato per le tegole portoghesi o olandesi.

Fig. II.39  
La posa dei coppi muniti di  
dentello di arresto avviene,  
su una orditura di listelli  
alla 'lombarda', secondo  
uno schema diagonale  
analogo a quello utilizzato  
per le tegole. L'impiego di  
ganci consente di ancorare  
tra loro gli elementi  
impedendone il reciproco  
spostamento.



## II.4 Problemi particolari

Nella realizzazione di un manto di copertura sono generalmente presenti punti critici in corrispondenza dei quali si ingenerano tipiche cadute prestazionali. Di seguito sono descritti solo i principali, rimandando ai testi specialistici per una trattazione più approfondita.

### II.4.1 Displuvi

I *displuvi* - orizzontali (colmi) o inclinati - hanno il compito di garantire il soddisfacimento del requisito di tenuta all'acqua in corrispondenza del raccordo tra falde con pendenza divergente.

I displuvi devono consentire la fuoriuscita dell'aria che circola nel sottomanto. Si realizzano in genere mediante un apposito listello di supporto, di legno o altro materiale, inserito in apposite forcelle fissate alla struttura portante.

Gli elementi in laterizio di colmo possono essere direttamente chiodati o avvitati sul listello, oppure fermati mediante ganci metallici.

I dispositivi in commercio per la corretta esecuzione dei displuvi ventilati sono normalmente integrati con uno strato di tenuta all'acqua di larghezza sufficiente a sormontare in modo appropriato gli elementi del manto in corrispondenza della intersezione delle due falde.

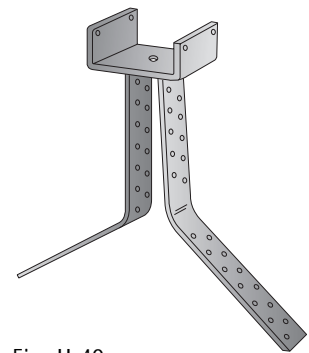


Fig. II.40  
Forcella metallica per listello di colmo (*in alto*) e particolare di colmo ventilato (*a sinistra*).

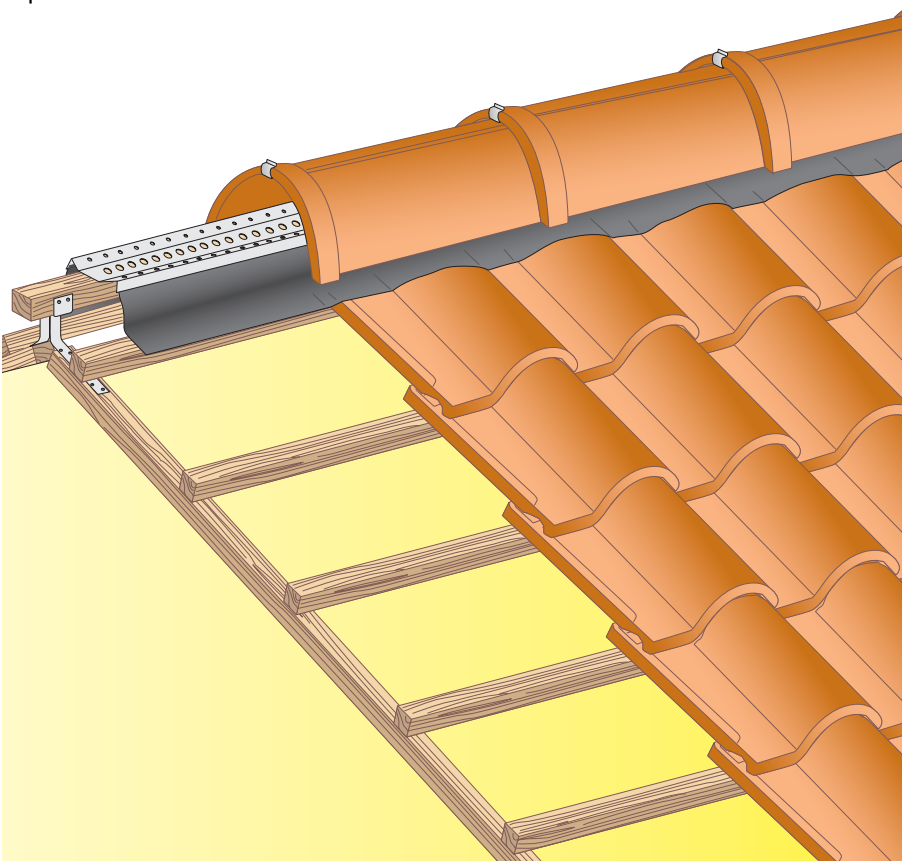
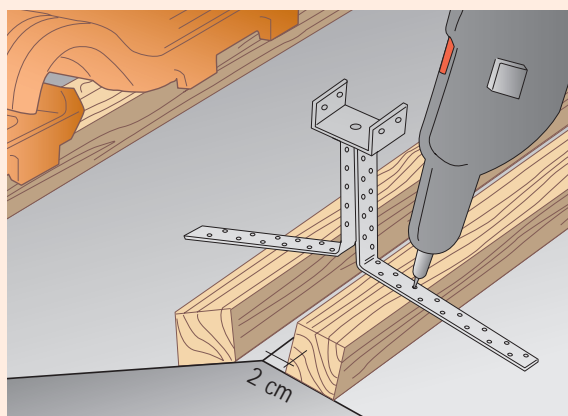
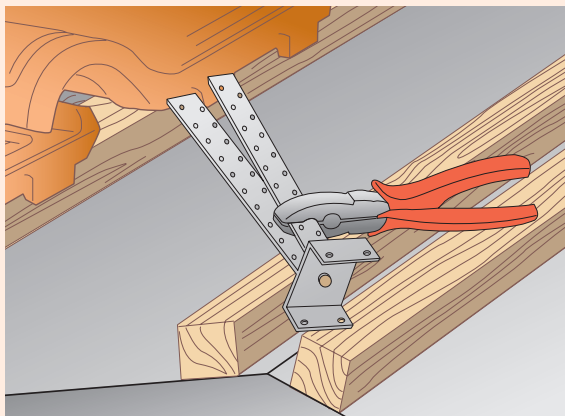
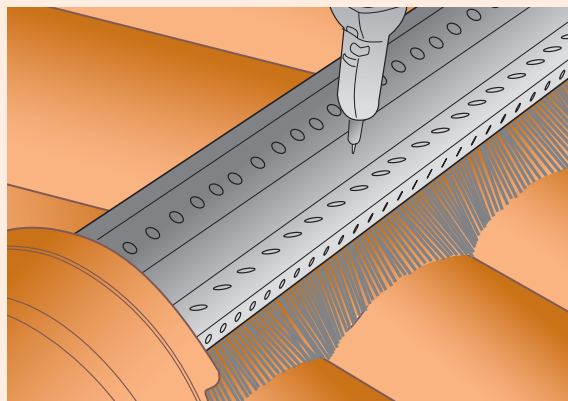
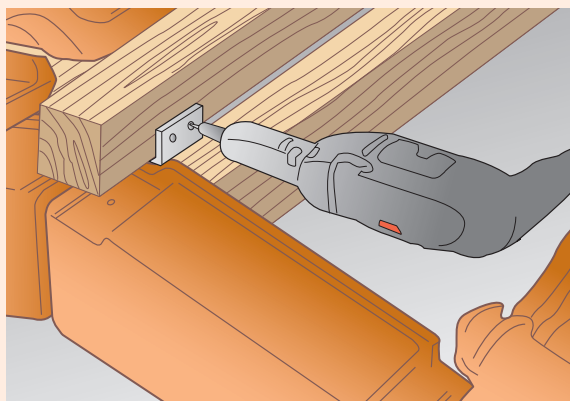


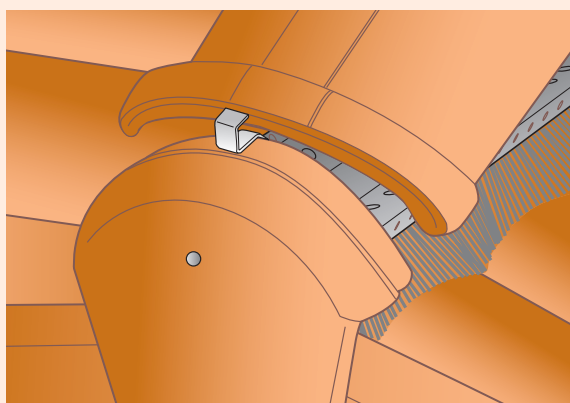
Fig. II.41 - Sistema di fissaggio per colmi ventilati particolarmente adatto per manti di copertura in tegole: fasi esecutive.



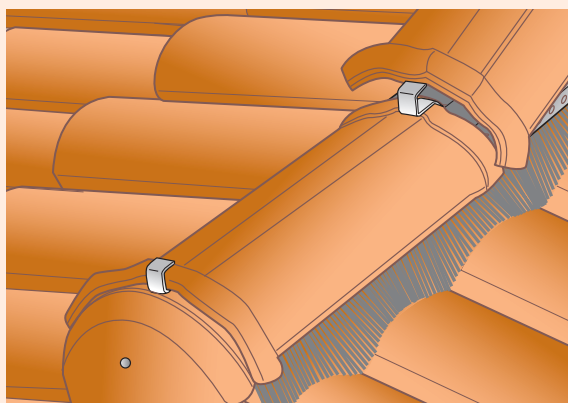
Dopo aver disposto, su ciascuna falda, l'ultima fila di listelli a 2 cm dalla linea di colmo e dopo aver verificato l'altezza del listello di supporto degli elementi di colmo, si piegano le ali della forcella portalistello e si fissano all'orditura. Le forcelle vanno poste ad un interasse di circa 1 metro.



Dopo aver completato la falda (compresa la linea laterale mediante tegole di bordo o scossaline metalliche), si fissano i listelli di colmo, di sezione 5 x 5 cm, alle forcelle. Dopo aver posizionato l'elemento terminale del colmo, si dispone e si fissa il dispositivo sottocolmo di aerazione in maniera che vada a sovrapporsi adeguatamente sugli elementi del manto.

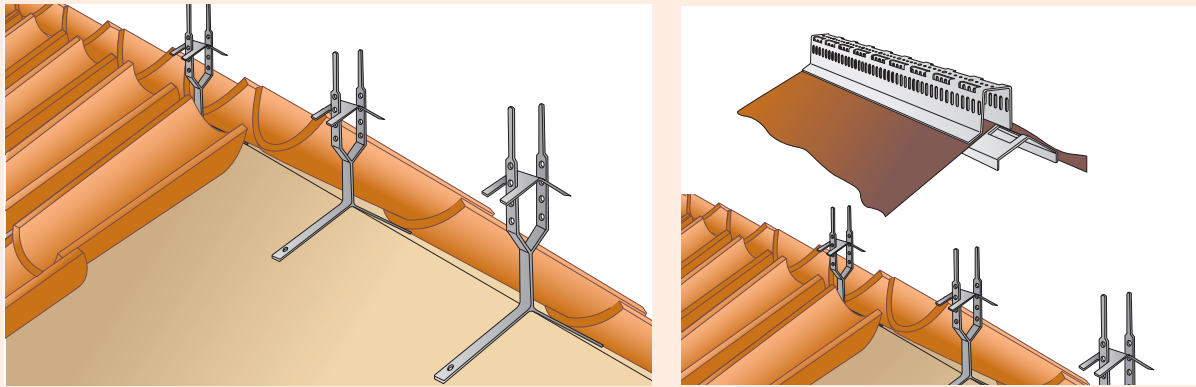


Si dispone il primo elemento di colmo mediante speciali ganci metallici i quali vengono fissati al listello di supporto del colmo.

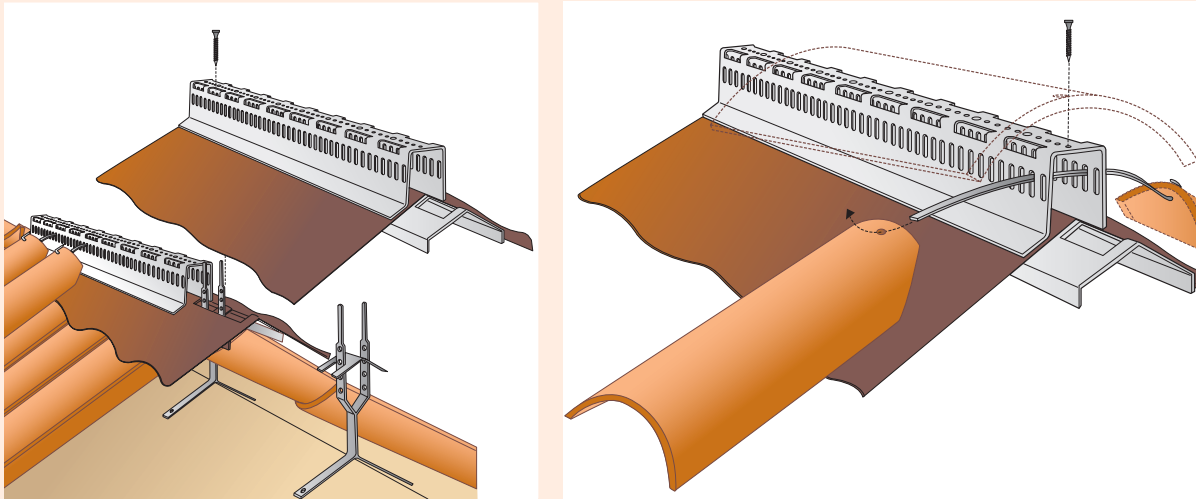


Ciascun elemento di colmo viene incastrato da una parte nel gancio dell'elemento di colmo precedente, dall'altra nel successivo gancio. Si procede in questo modo fino al completamento della linea di colmo.

Fig. II.42 - Sistema di fissaggio per colmi ventilati particolarmente adatto per manti di copertura in coppi: fasi esecutive.

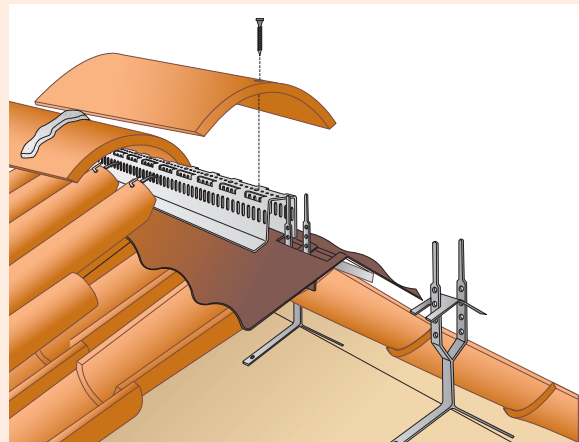


Dopo aver fissato le staffe di sostegno, si posano i coppi di canale fino alla linea di colmo. Successivamente si inseriscono nelle staffe speciali dispositivi che svolgono il ruolo di supporto degli elementi di colmo e presentano, lateralmente, una bandella di tenuta all'acqua da inserire nelle concavità dei coppi di canale.



Dopo aver fissato i dispositivi di supporto del colmo tra di loro e alle staffe di sostegno, si inseriscono le lamelle di ancoraggio dei coppi di coperta nelle feritoie laterali dei dispositivi stessi, una per ogni coppia di coppi di coperta. A questi coppi vanno tagliati gli angoli superiori in modo che gli spigoli non danneggino la bandella di tenuta all'acqua.

Da un lato l'elemento di colmo è fissato al dispositivo di supporto mediante viti autofilettanti; dall'altro lato il fissaggio sull'elemento di colmo precedente avviene mediante malta bastarda o, preferibilmente, silicone, avendo cura di evitare il contatto tra malta e componenti metallici del colmo.



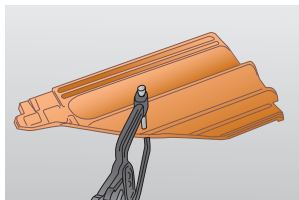
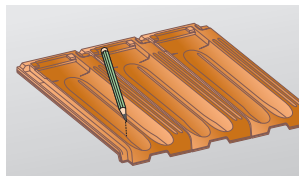


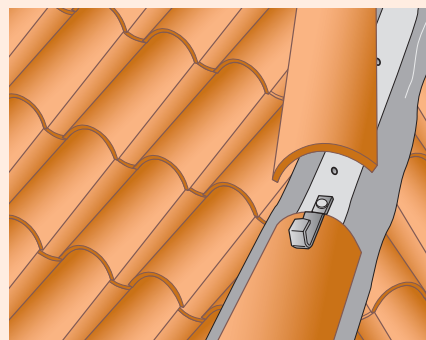
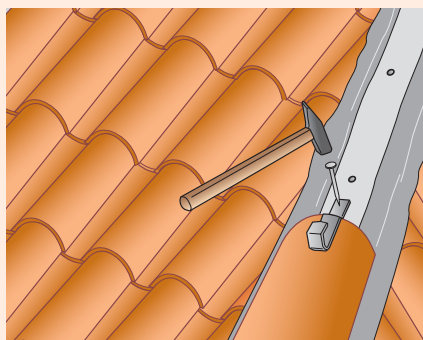
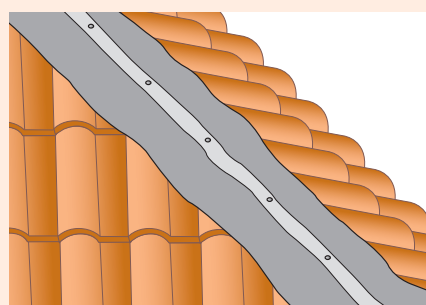
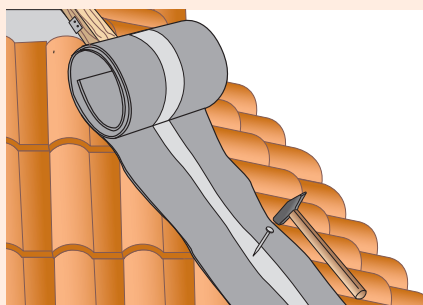
Fig. II.43  
Operazioni di tracciamento e taglio manuale delle tegole per la posa in prossimità dei displuvi inclinati.

Fig. II.44  
Particolare di displuvio ventilato.

Per la realizzazione dei *displuvi inclinati* occorre tagliare in diagonale le tegole (o i coppi) del manto in prossimità del displuvio: allo scopo si può utilizzare la tenaglia a due punte, manovrabile comodamente anche sul tetto; ma se i tagli sono molti e ripetitivi è preferibile ricorrere alla mola fissa su banco a piè d'opera.

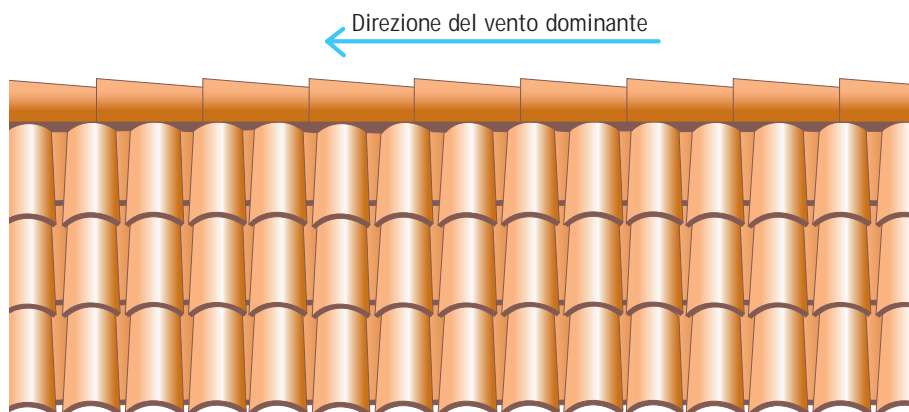
Se nell'operazione di taglio degli elementi viene asportata la parte provvista dei dentelli d'arresto, si dovranno praticare dei fori nelle tegole per fissarle saldamente ai listelli.

Fig. II.44 - Posizionamento della banda di tenuta all'acqua e fissaggio dell'elemento di colmo



Gli elementi del displuvio inclinato si posizionano sovrapponendoli e procedendo dal basso verso l'alto, mentre per il colmo orizzontale si procede in modo da sovrapporli in direzione contraria a quella del vento dominante.

Fig. II.45  
Gli elementi del colmo orizzontale devono essere disposti in modo da sovrapporli in direzione contraria a quella del vento dominante.



## II.4.2 Compluvi

I compluvi rappresentano linee di congiunzione di falde con pendenza convergente; oltre a raccogliere e convogliare le acque meteoriche all'incontro di due piani di falda, possono essere interessati (in particolare se orizzontali) anche da accumuli di neve. Nel caso di compluvi inclinati, l'acqua può raggiungere una certa velocità di scorrimento e, coadiuvata dal vento o deviata dalla linea di scorrimento sulla massima pendenza da qualche ostacolo lungo il percorso (foglie, rami, muschio), può infiltrarsi nel sottomanto.

Come si è già visto (vedere § I.1.3), i compluvi necessitano di uno specifico strato di tenuta all'acqua (*conversa*) normalmente realizzato con una lamiera in acciaio zincato o in rame, di spessore pari ad almeno 8/10 di mm, che abbia i bordi rialzati di almeno 15 mm e che raggiunga lateralmente almeno il primo listello di supporto del manto. In corrispondenza del compluvio, è sempre opportuno prevedere al di sotto della conversa un ulteriore strato di tenuta all'acqua (ad esempio, una membrana bituminosa) che si inoltri al di sotto del manto per oltre 50 cm nelle due direzioni.

Le converse sono poste in opera subito dopo aver terminato la listellatura, insieme alle scossaline ed ai canali di gronda.

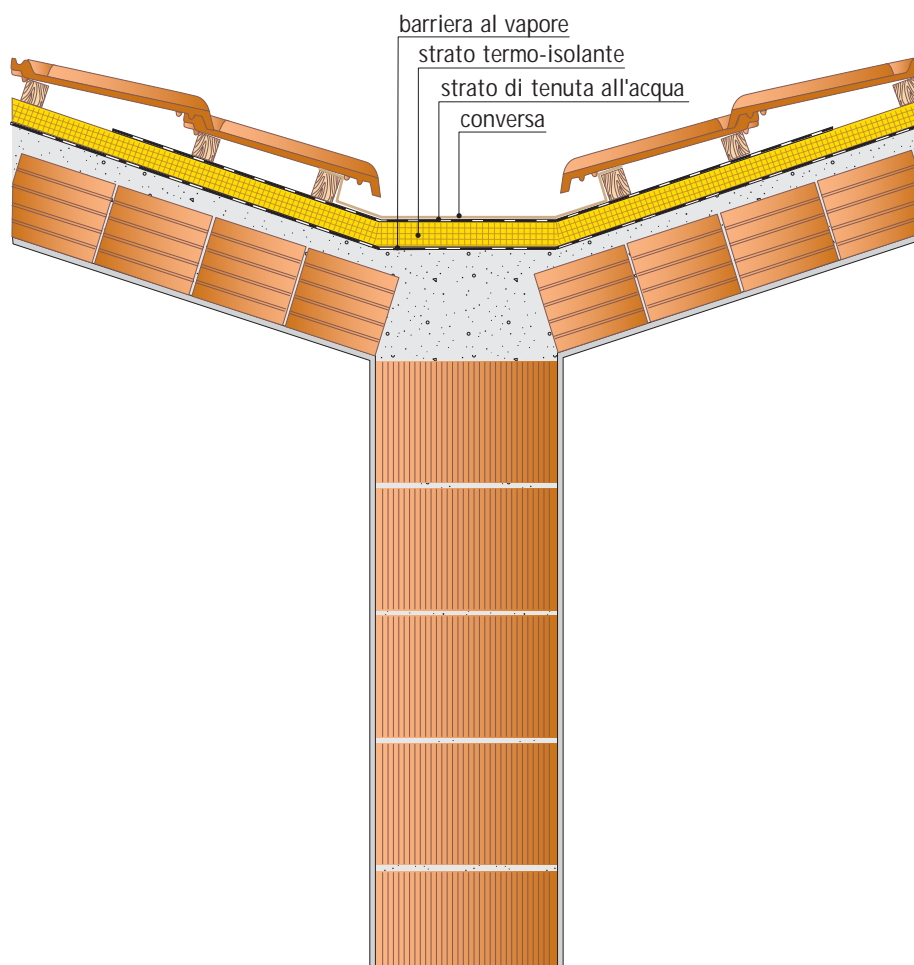


Fig. II.46  
Compluvio con conversa in metallo; sotto la conversa è presente un ulteriore strato di tenuta all'acqua.

### II.4.3 Linee di raccordo

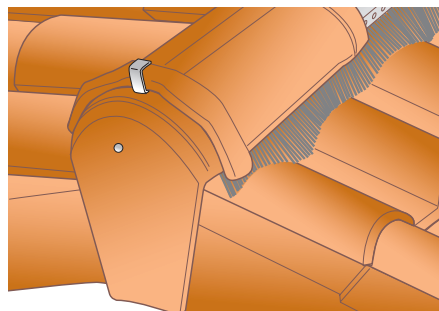
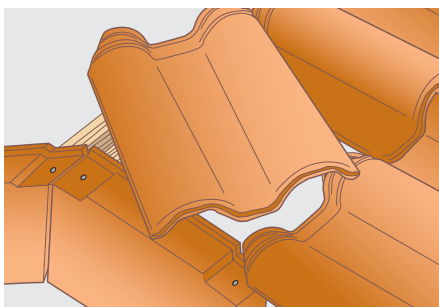
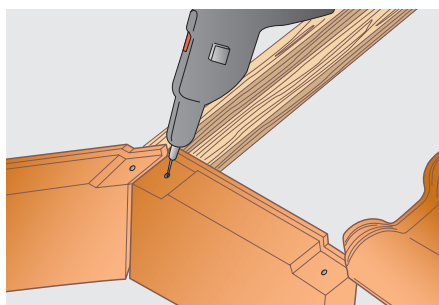
La tenuta all'acqua del manto deve essere controllata anche in corrispondenza dei bordi dei piani di falda, sia laterali che frontali.

I bordi liberi, così come le linee di raccordo con pareti che non superano la quota del manto di copertura, si realizzano mediante:

- *profili laterali* in laterizio, più elemento speciale di sormonto
- *tegole laterali di bordo*
- *scossaline* in metallo o in plastica.

I profili laterali in laterizio vanno posti in opera partendo dalla linea di gronda dopo aver posato gli elementi standard sulla falda; a causa della particolare posizione e delle sollecitazioni prodotte dal vento cui potrebbero essere soggetti, devono essere sempre fissati, con chiodi o viti, ai listelli di supporto. Devono essere sormontati opportunamente dagli elementi del manto per impedire le infiltrazioni d'acqua senza dover ricorrere al taglio degli elementi standard del manto. Per facilitare il raccordo tra profilo laterale e manto può adottarsi la *tegola a doppia onda*.

Fig. II.47  
Esecuzione della linea di bordo di un manto mediante profilo laterale, tegola a doppia onda (sormonto) ed elemento di testata.



In corrispondenza della linea di intersezione di due falde, i profili laterali possono essere coperti mediante *elementi di testata* i quali andranno sempre fissati al supporto mediante viti o tasselli ad espansione.

Le tegole laterali di bordo sono elementi speciali che inglobano il profilo laterale e si posano come una tegola standard.

Volendo adottare scossaline (metalliche o in plastica) si può ricorrere a sistemi con canalina, che raccolgono l'acqua e la conferiscono al canale di gronda, o con aletta di sormonto del manto.

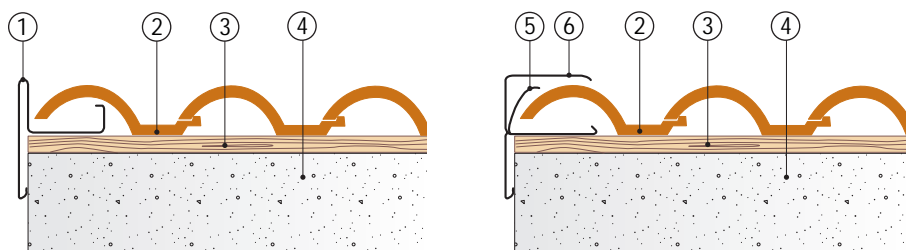


Fig. 11.48  
Due soluzioni per proteggere il bordo della falda mediante scossalina: *a sinistra*, con canalina che raccoglie l'acqua e la conferisce al canale di gronda; *a destra*, con aletta di sormonto del manto.

#### Legenda:

1. scossalina
2. tegola
3. listello
4. supporto
5. *conversa sottotegola*
6. *profilo frontale copricornicione*

I raccordi con pareti emergenti, perpendicolari o paralleli alla linea di gronda, devono essere eseguiti in modo da impedire infiltrazioni d'acqua sia verso la copertura, sia verso la parete. Normalmente si adotta una doppia scossalina: la prima (inferiore), semplicemente appoggiata, ricopre parzialmente la prima fila di tegole (o coppi) e risale in verticale; la seconda (superiore), assicurata alla parete mediante fissaggio meccanico, sormonta la prima ad impedire che il velo d'acqua che dilava lungo la parete si infilti sotto di essa. Le due scossaline devono essere tra loro indipendenti o collegate con giunto scorrevole.

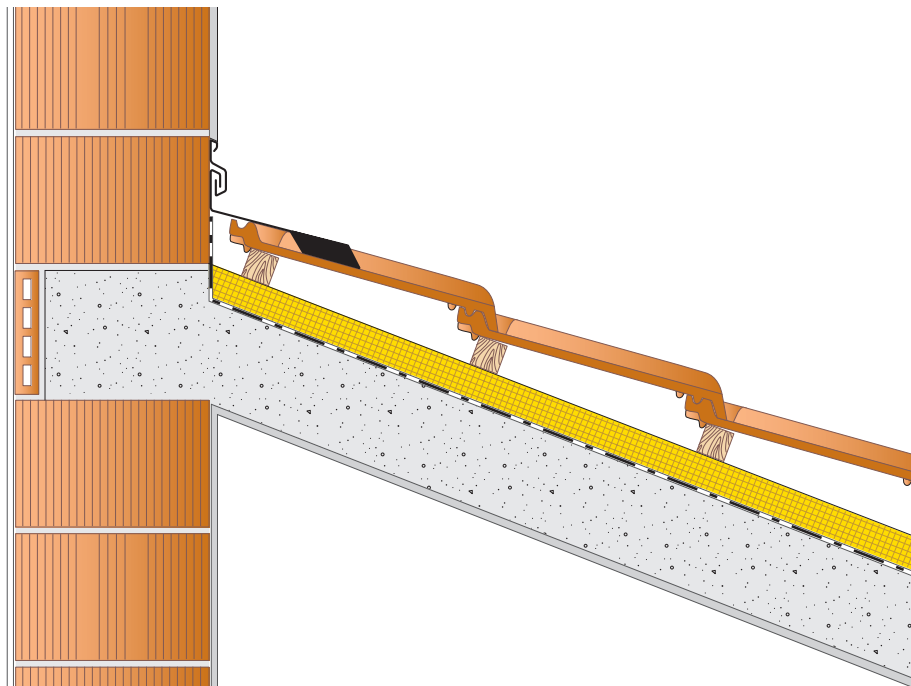


Fig. 11.49  
I raccordi con pareti emergenti, perpendicolari o paralleli alla linea di gronda, devono essere eseguiti in modo da impedire infiltrazioni d'acqua sia verso la copertura, sia verso la parete.

Anziché andare a coprire il manto con la scossalina inferiore, si può realizzare anche un canale di scolo lungo il raccordo, risvoltando comunque la lamiera sul manto e utilizzando i medesimi criteri di aggancio.

La scossalina inferiore viene talvolta sostituita con una membrana bituminosa, soluzione più economica ma meno affidabile; in questo caso, comunque sconsigliato, la guaina dovrebbe essere fissata *a secco* attraverso un listello di legno chiodato alla parete, in modo almeno da limitare gli effetti negativi delle variazioni dimensionali di origine termica e da semplificare le operazioni manutentive. La guaina deve essere del tipo protetto.

#### II.4.4 Soluzioni di continuità del manto

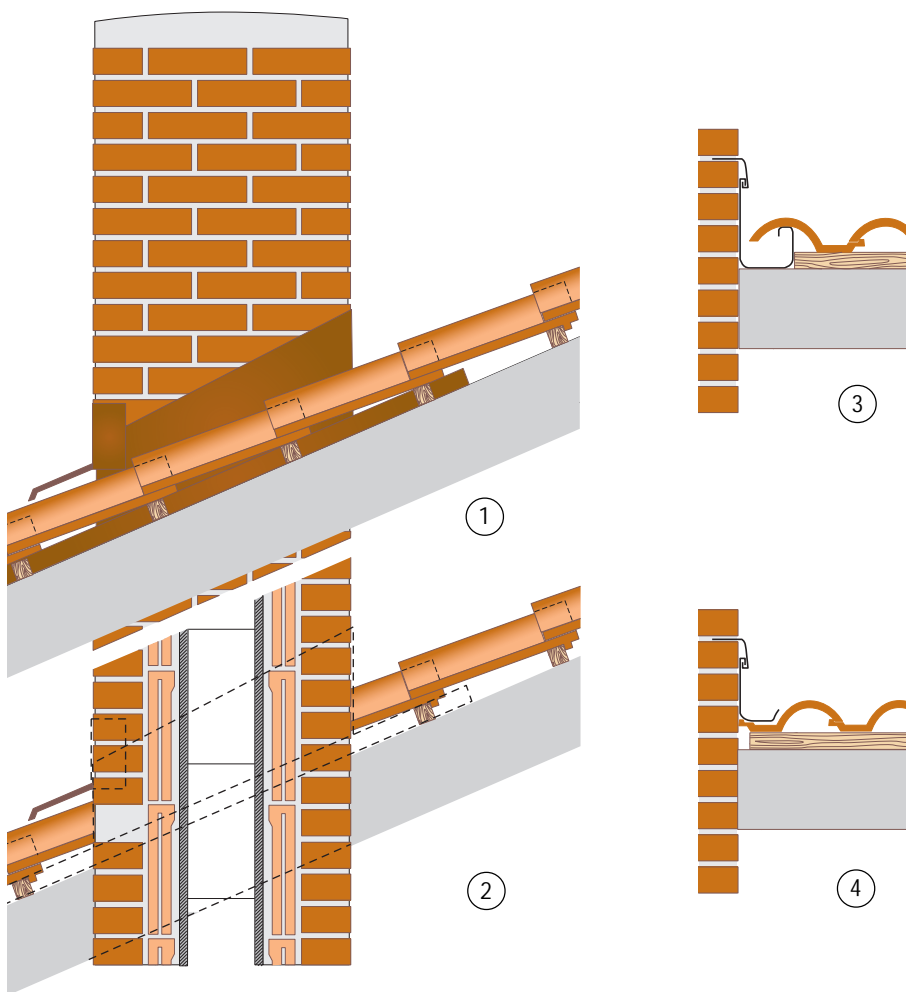
Nel caso in cui un corpo emergente ostacoli il normale deflusso dell'acqua (ad esempio, un abbaino o una canna fumaria), occorre impiegare una grebbiulina che, sul lato a monte, si prolunghi *al di sotto* della prima fila di tegole (o coppi) al pari di una conversa e, sul lato a valle, *sormonti* la prima fila di tegole (o coppi).

In fase realizzativa, compatibilmente con la struttura del solaio e con la distribuzione degli ambienti sottostanti, è opportuno realizzare il vano a una distanza dal canale di gronda e dai bordi laterali che tenga conto della modularità degli elementi del manto onde evitare tagli.

Fig. II.50  
Quando un corpo emergente ostacola il normale deflusso dell'acqua, la scossalina, sul lato a monte, deve prolungarsi al di sotto del manto e, sul lato a valle, deve sormontare la prima fila di tegole.

##### Legenda:

1. sezione sulla falda
2. sezione sulla canna fumaria
- 3, 4. soluzioni alternative per il raccordo laterale



La realizzazione di una finestra-tetto è normalmente effettuata mediante l'impiego di una speciale grebbiulina di raccordo in lamiera metallica. La finestra viene collocata nel vano preventivamente predisposto e l'opera morta fissata alla struttura. Il vano deve avere dimensioni (larghezza e lunghezza) maggiori di 1 cm rispetto a quelle della finestra; in presenza dello strato termo-isolante (o dello strato di ventilazione) la lunghezza del vano sarà, naturalmente maggiore.

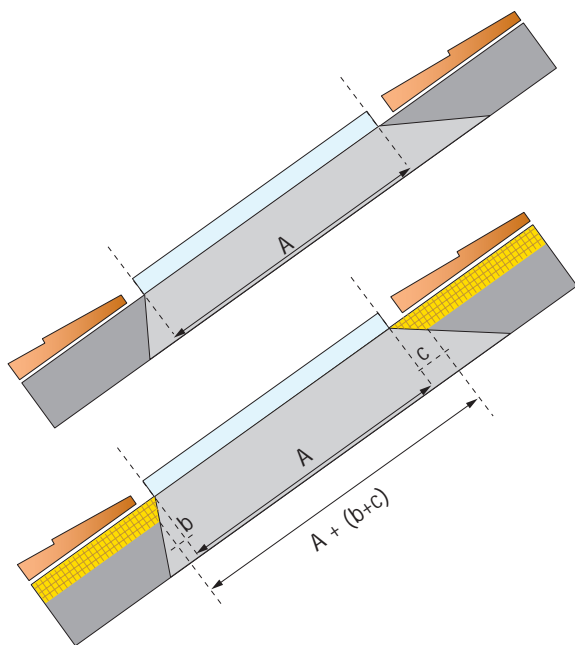


Fig. 11.51  
Misura della lunghezza del vano della finestra in assenza (*sopra*) o in presenza (*sotto*) dello strato termo-isolante.

Successivamente viene posato il manto di copertura sormontando la grembiulina sul lato superiore e sulle fasce laterali; la lamiera sporgente sul bordo inferiore, invece, sormonta gli elementi del manto e viene sagomata sul loro profilo.

I bordi del vano dove è alloggiata la finestra-tetto vanno realizzati in maniera da favorire la diffusione della luce naturale: il taglio orizzontale del bordo superiore ha anche lo scopo di ridurre i rischi di urto accidentale; quello verticale del bordo inferiore serve per ridurre i rischi di condensa superficiale, soprattutto in presenza di elementi radianti sottostanti.

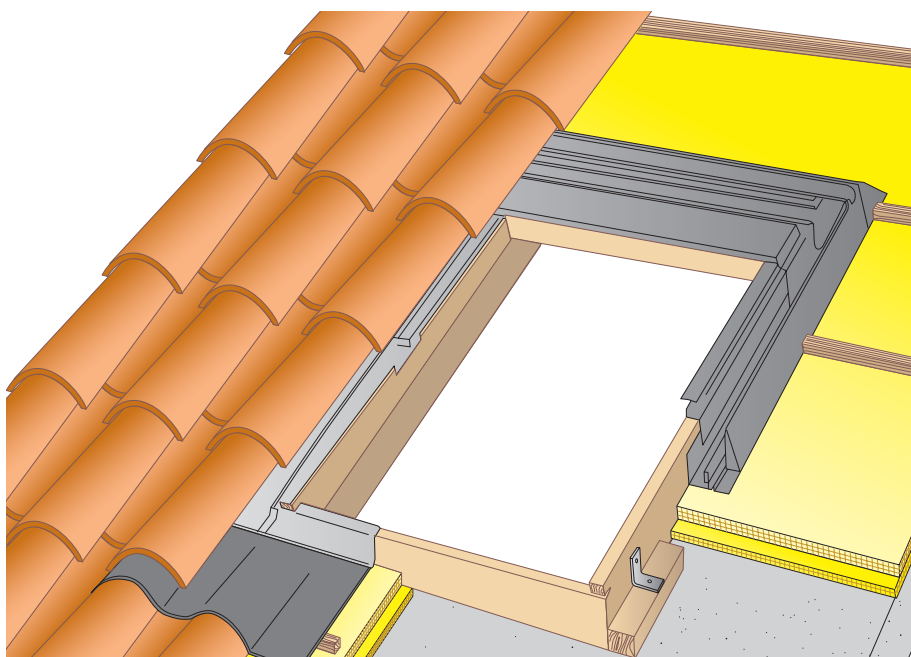
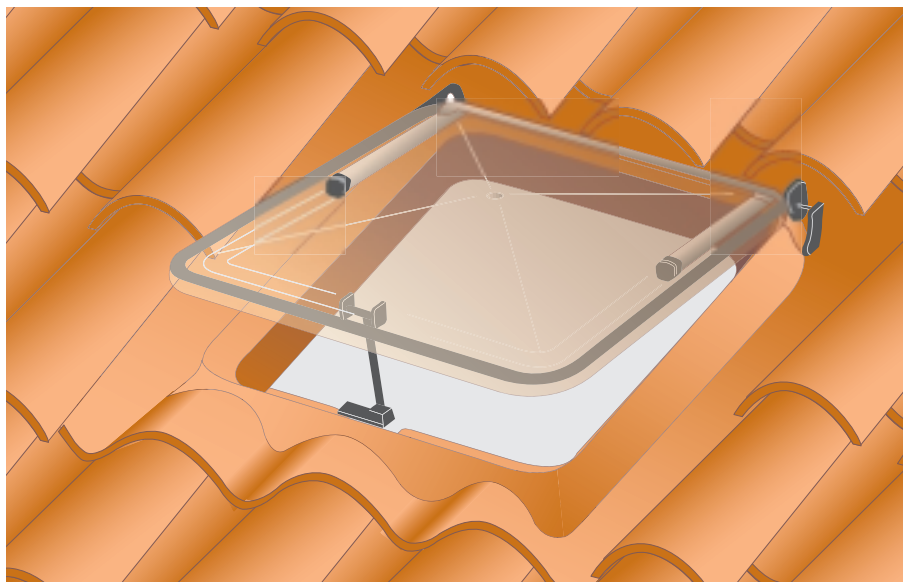


Fig. 11.52  
Spaccato assometrico della finestra in caso di tetto con struttura continua laterocementizia.

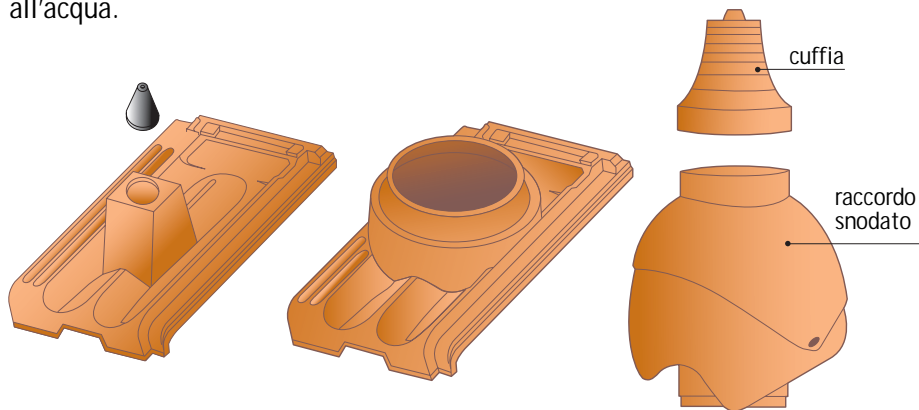
Fig. II.53  
Lucernario su base profilata  
per la corretta integrazione  
con gli elementi standard del  
manto.



In presenza di corpi emergenti puntuali, possono utilizzarsi gli elementi accessori descritti al capitolo I.3.

Ad esempio, per l'installazione di una antenna TV, i diversi produttori di manti in laterizio propongono soluzioni basate sull'uso di una tegola speciale: questa può essere specificatamente conformata per l'alloggiamento di una antenna oppure, più genericamente, adattata ad ospitare elementi diversi mediante l'uso di adeguati raccordi. Il supporto dell'antenna deve essere fissato preventivamente alla struttura portante continua, generalmente in latero-cemento, o, in caso di struttura discontinua, alle travi; dopodiché si predispone dall'alto la tegola speciale e la si posa sul manto; si inserisce se necessario l'eventuale raccordo e, infine, si posiziona la guarnizione in gomma di tenuta all'acqua.

Fig. II.54  
Tegola per antenna di tipo  
marsigliese (*a sinistra*) con la  
guarnizione di gomma per  
impedire le infiltrazioni  
d'acqua.  
Su una tegola speciale  
provvista di foro (*al centro*),  
mediante adeguati raccordi,  
si possono fissare vari tipi di  
elementi sporgenti dal manto:  
nell'esempio (*a destra*) gli  
accessori necessari per  
disporre una antenna TV.



## II.5 Cenni sulla verifica di qualità dei prodotti in cantiere

La certificazione di qualità di un prodotto (vedere l'Appendice) costituisce una garanzia essenziale per progettisti e posatori. Tuttavia, la sua validità è subordinata alle condizioni di conservazione ed impiego del materiale.

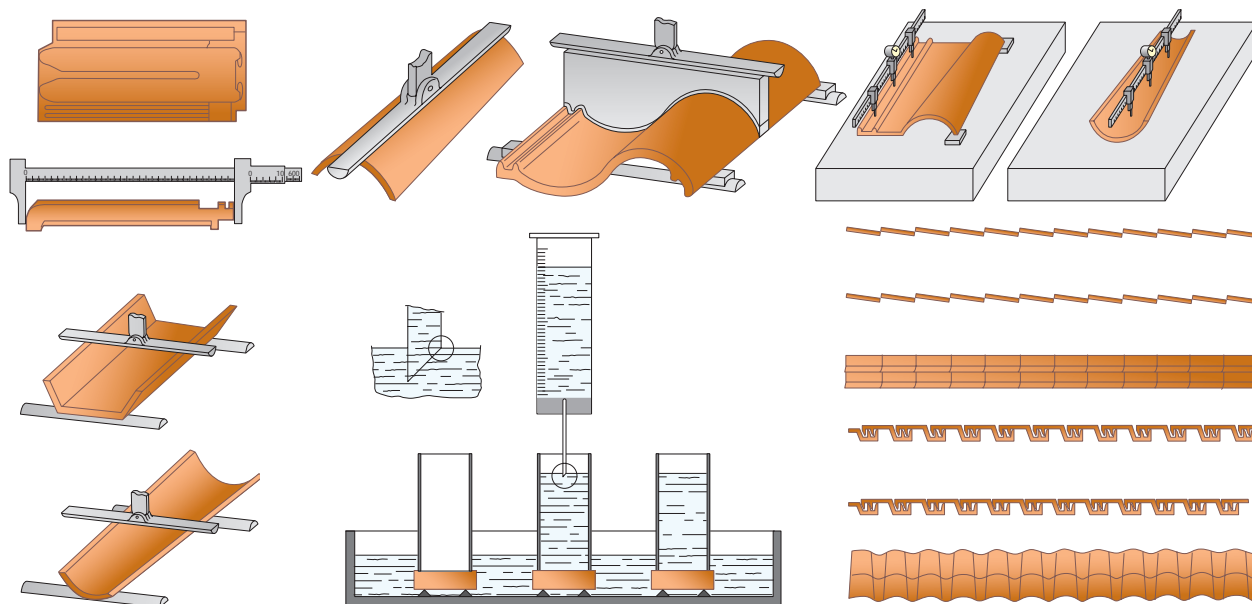
Nel momento in cui un prodotto arriva in cantiere occorre, controllarne l'integrità e l'omogeneità: i tempi di stoccaggio, talvolta anche molto lunghi, ed eventuali trascuratezze nella sua conservazione possono infatti alterarlo o danneggiarlo.

Verificata la qualità del materiale, è bene depositare i bancali su appoggi che li tengano sollevati da terra, proteggendoli dagli agenti atmosferici e da urti accidentali.

Un problema a parte riguarda la verifica dell'aspetto cromatico. Purtroppo, non è raro che giungano in cantiere bancali di materiali prodotti dalla medesima fornace in epoche diverse e/o che hanno subito una diversa esposizione al sole. Dato che il trascorrere del tempo e le radiazioni solari rappresentano due fattori che possono modificare, seppur lievemente, il colore degli elementi in laterizio, il materiale, una volta posato, può presentare delle indesiderate ed impreviste disomogeneità cromatiche. Osservare a breve distanza due elementi accostati non permette di valutare le lievi differenze di colore: per apprezzarle occorrerebbe realizzare una porzione di manto e controllarne l'aspetto ad una distanza non inferiore ai 10-12 m. Quando non è possibile attuare questa verifica, è buona norma almeno mescolare elementi provenienti da bancali diversi.

Un' ultima raccomandazione riguarda la messa in opera: se durante la realizzazione della copertura si rende necessario camminare sul manto, è indispensabile poggiare su di esso tavole di ripartizione per evitare che il manto stesso sia assoggettato a carichi concentrati non previsti.

Fig. II.55  
Le prove di accettazione dei prodotti in laterizio per copertura secondo la normativa UNI EN 1304.



## II.6 La sicurezza in cantiere negli interventi sulle coperture

L'installazione di un cantiere per la realizzazione, il rifacimento o la manutenzione di una copertura a falde è aggravata da alcuni fattori di rischio specifici che vanno ad aggiungersi ad altri che riguardano, più genericamente, ogni lavorazione edile: in particolare, si deve tener presente che l'altezza e l'inclinazione del piano di lavoro fanno sì che gli incidenti dovuti alla caduta di un operaio o di un oggetto, sebbene meno frequenti di altri, sortiscano effetti molto gravi o perfino letali.

È altresì noto che il carattere temporaneo delle costruzioni edili comporta sovente una trascuratezza nei confronti della sicurezza dei lavoratori, sia riguardo l'installazione e manutenzione delle attrezzature e dei dispositivi, per questioni prettamente economiche, sia riguardo il loro corretto e costante impiego da parte degli operatori. Da questo punto di vista la gravità del problema appare inversamente proporzionale alla dimensione del cantiere e dell'intervento da eseguire. Infatti, i pericoli maggiori si presentano con maggior frequenza laddove, a causa dei ridotti tempi di esecuzione dell'opera e del modesto impegno economico (come nel caso di un intervento localizzato di riparazione o di manutenzione), sembra non sussistere la necessità di adottare adeguati dispositivi di sicurezza.

È purtroppo comune vedere sui tetti maestranze al lavoro che operano senza alcun dispositivo atto a prevenire o a ridurre gli effetti di cadute o d'incidenti e che si espongono ad un rischio elevatissimo che essi certamente sottovalutano facendo esclusivo affidamento alla propria abilità e alla propria esperienza.

Il controllo della sicurezza sul cantiere dovrebbe essere affrontato da tutti gli operatori del processo edilizio coinvolti: da chi programma l'intervento a chi lo progetta, a chi lo esegue praticamente; esso deve essere ben conosciuto in tutti i suoi aspetti per evitare che scenari operativi, ritenuti a torto marginali, possano determinare situazioni di rischio.

In Italia, sono stati soprattutto il D.Lgs. 626/1994, il D.P.R. 459/1996, il D. Lgs. 494/1996 e la letteratura scientifica ad essi conseguente ad aver svolto un ruolo decisivo nella formazione di una più consapevole cultura della sicurezza e nella diffusione di metodologie e attrezzature di lavoro affidabili. Sostanzialmente i rischi connessi al lavoro su una copertura sono riconducibili a due tipologie di incidenti, ciascuna delle quali può essere legata a diverse cause:

- la mancata protezione individuale attraverso materiali, attrezzature e dispositivi idonei
- la caduta al di sotto della copertura di persone o di oggetti.

La protezione del corpo durante il lavoro presenta caratteri comuni ad altre attività e la prevenzione degli incidenti si deve basare sull'impiego di materiali la cui innocuità sia comprovata da specifica certificazione, sull'uso corretto di attrezzature conformi alle norme vigenti e di *dispositivi di protezione*

*individuale (D.P.I.)* adeguati alla specifica lavorazione interessata (guanti, scarpe, tute, caschi, ecc.).

Il rischio di caduta è quello che invece caratterizza più fortemente il lavoro sulle coperture. Le modalità di incidente si possono raggruppare in quattro categorie principali:

- scivolamento sul piano di lavoro
- caduta improvvisa dovuta ad urto con ostacoli o per cause impreviste
- caduta verso l'esterno in corrispondenza della linea di gronda
- caduta verso l'interno dovuta allo sfondamento del piano o alla presenza di vuoti non segnalati o delimitati.

Considerando le diverse tipologie di coperture a falda, la varietà dei possibili lavori da eseguire, l'organizzazione del cantiere e la sicurezza degli operatori, gli interventi da compiere riguardano principalmente:

- l'accessibilità alla copertura in condizioni di sicurezza, dall'interno o dall'esterno
- la realizzazione di piani di lavoro e di camminamento sicuri, idonei anche ad accogliere depositi temporanei di materiale
- la *fattibilità operativa*, cioè il controllo delle difficoltà ergonomiche e del livello di complessità nelle lavorazioni
- l'utilizzazione di dispositivi di protezione dalla caduta.

Le scelte devono essere fatte in un'ottica unitaria tenendo presente che i pericoli connessi possono essere molto diversi a seconda delle condizioni al contorno (caratteristiche dell'edificio, condizioni climatiche, tipologia del lavoro da svolgere...).

Rifacimento integrale del manto di copertura, coibentazione ed impermeabilizzazione
<p style="text-align: center;"><b>Analisi dei rischi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caduta dall'alto dalla linea di gronda</li> <li>- caduta dall'alto per sfondamento dei piani di camminamento o per scivolamento</li> <li>- caduta di materiali ed utensili</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Misure preventive</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- istruzioni di lavoro nel caso di condizioni meteorologiche a rischio di gelo</li> <li>- istruzioni per l'impiego di personale esperto</li> <li>- impiego di strati funzionali con finitura antisdrucciolevole</li> <li>- installazione di ponteggio di altezza ~ 120 cm dalla linea di gronda</li> <li>- installazione di protezioni laterali anticaduta dove non è presente il ponteggio</li> <li>- uso di D.P.I. durante la realizzazione delle protezioni laterali ed in tutte le operazioni in cui non esista protezione collettiva</li> <li>- uso di cestello elevatore esterno per l'accesso a luoghi non protetti</li> <li>- realizzazione di camminamenti antisfondamento</li> </ul>

Fig. II.56  
Esempio di analisi dei rischi e delle misure preventive da considerare nel caso di rifacimento integrale del manto di copertura.

Per ciascuna fase operativa occorrerà individuare i rischi probabili e prevedere le più appropriate misure di contrasto.

L'accesso alla copertura può essere conseguito mediante scale portatili vincolate alla struttura, ponteggi - esterni o interni -, trabattelli mobili, mezzi meccanici di sollevamento autonomi, esterni all'edificio, come cestelli e piattaforme (gru e montacarichi per i materiali).

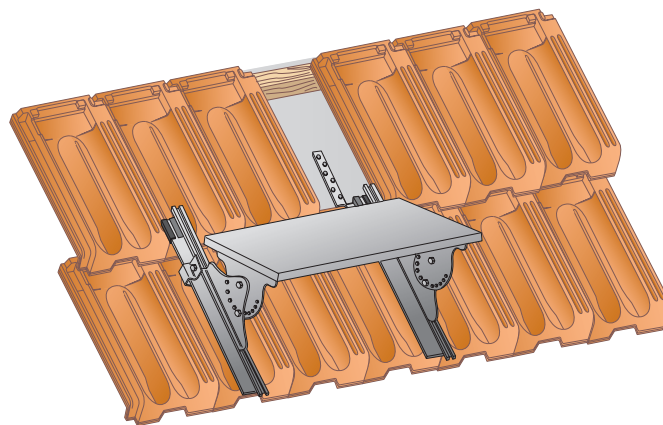
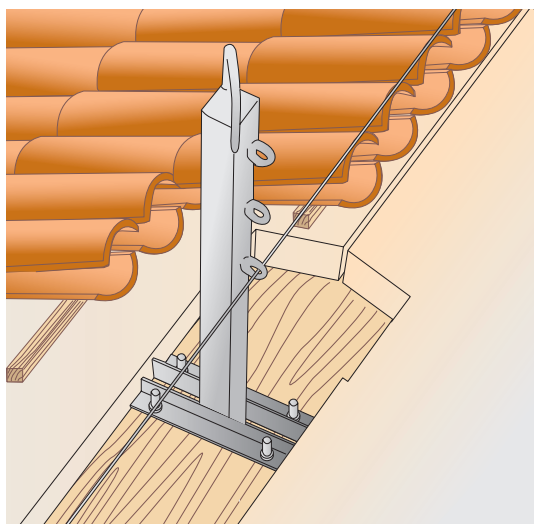
Nella realizzazione di strutture discontinue, il pericolo maggiore è dato dalla necessità di superare, durante gli spostamenti, le soluzioni di continuità del supporto. Negli interventi di manutenzione, invece, il rischio maggiore è connesso alle difficoltà di conoscere la natura e le condizioni della struttura occultata dalla presenza del manto. Lo sfondamento del supporto, rischio notevole soprattutto negli interventi di bonifica integrale di una copertura, è aggravato dal fatto che, alla caduta, si accompagnano facilmente lacerazioni e lesioni sul corpo: per contenerne gli effetti si può ricorrere, ad esempio, ad un sottoponte interno.

La praticabilità di una copertura è legata, oltre che alla resistenza, anche alla stabilità degli elementi del manto, all'attrito fra calzature e manto, alla pendenza della falda, alle condizioni climatiche (presenza di acqua o gelo), ecc. Normalmente, allo scopo di ripartire i carichi concentrati, si impiegano attrezzature quali tavole di legno, semplici o sovrapposte ad altre tavole, scale o reti metalliche semirigide semplicemente appoggiate al supporto. Queste misure, se impediscono lo sfondamento o il danneggiamento dei supporti, risultano spesso instabili, favorendo lo scivolamento, e possono porre rilevanti problemi di movimentazione sul tetto per operai, mezzi d'opera, materiali. Le attrezzature di ripartizione dei carichi andrebbero, così, vincolate tra di loro e ancorate solidamente a ganci predisposti sulle falde o sul colmo. In commercio sono disponibili prodotti per la realizzazione di punti fissi d'ancoraggio per cinture di sicurezza, scale, reti, parapetti, che, a seconda dei modelli, possono svolgere anche altre funzioni, ad esempio quella di tavola fermapiede o di elemento fermaneve. In fase di progettazione di una copertura, in previsione della successiva manutenzione, può essere presa in considerazione la collocazione di tali elementi che poi sono lasciati in opera. Le norme UNI EN 795 – 1998, *Dispositivi di ancoraggio*, e UNI EN 516 – 1998, *Installazione per l'accesso al tetto*, codificano le caratteristiche richieste agli ancoraggi ed alle piattaforme di accesso alla copertura.

In alternativa, si può ricorrere all'uso di scale o passerelle, rigide o flessibili, dotate di maniglioni, fermapiede, talvolta anche di parapetti (*guardacorpo*).

Fig. II.57

A sinistra: dispositivo di ancoraggio fissato alla trave di colmo in una ristrutturazione; a destra: punti fissi d'ancoraggio con più funzioni, da lasciare completi in opera.



Ad ogni modo, la soluzione più impegnativa, ma che raggiunge il risultato più sicuro, consiste nelle *piattaforme mobili con parapetto*, che si mantengono in posizione orizzontale, per le quali deve essere lasciata in opera solo la parte che ne consente il fissaggio.

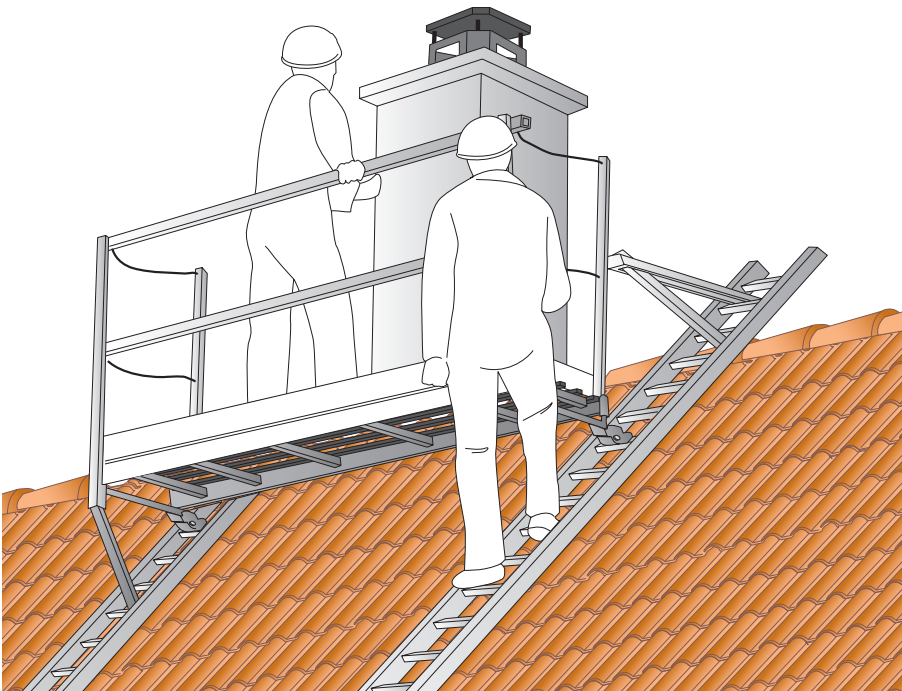
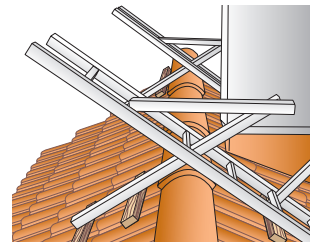


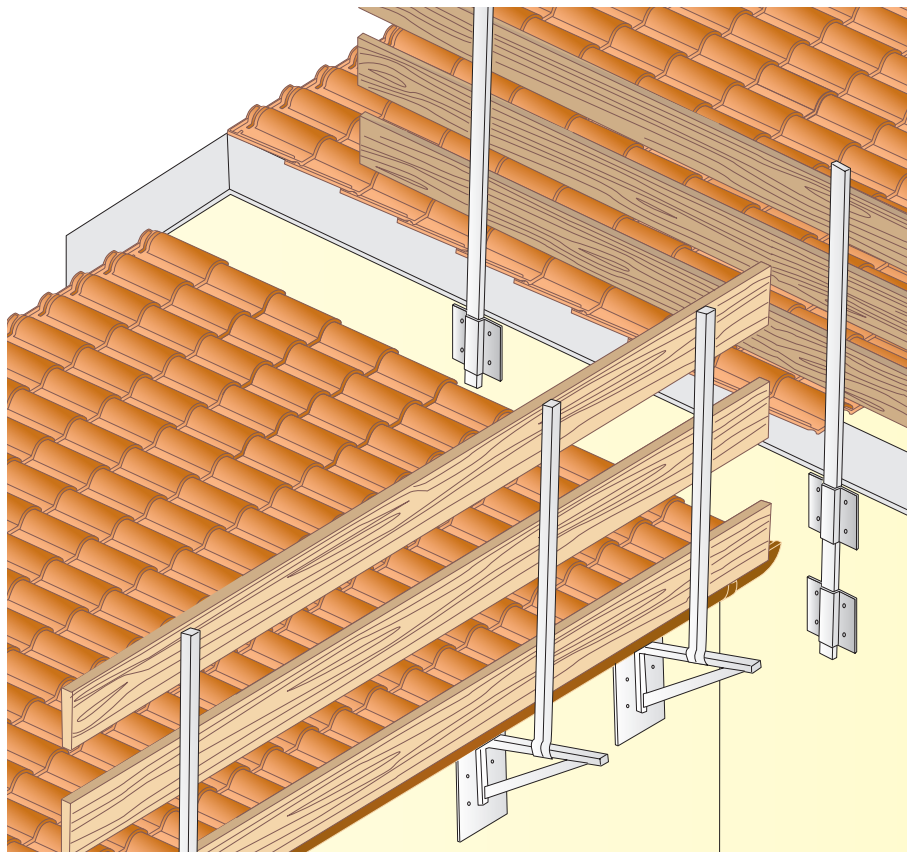
Fig. II.58  
Piattaforma mobile inclinabile per mantenere in posizione orizzontale il piano di lavoro.



Queste procedure e attrezzature dovrebbero essere integrate con dispositivi, collettivi ed individuali, per evitare la caduta dall'alto. Essi consistono in:

- ponteggio sviluppato oltre la linea di gronda con protezione laterale. Non costituisce un problema nei cantieri di edificazione o di intervento su un intero fabbricato, dove si dispone dei ponteggi presenti sulle facciate per tutta l'altezza dello stesso e si tratta solo di elevare il ponteggio sopra la linea di gronda. Altrimenti, se si interviene solo sulla copertura, una valida alternativa è costituita dalle barriere laterali di protezione posizionate sul profilo di gronda. Per quanto attiene l'allestimento di ponteggi si rimanda alla Circolare del Ministero n° 44/2000 ed alla Circolare del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale n° 46/2000 dalle quali si desume il quadro delle previsioni legislative vigenti in materia e delle verifiche a cui sono assoggettate tali strutture provvisorie;
- dispositivi di protezione individuali (D.P.I.), come le imbracature di sicurezza, agganciate a cavi e ancoraggi fissati su elementi stabili, e scarpe antiscivolo;
- guide costituite da tubo o cavo metallico, assicurate a fissaggi posti preferibilmente sulla linea di colmo;
- reti di sicurezza all'intradosso della copertura.

Fig. II.58  
Barriere laterali di protezione  
applicate ad un tetto privo di  
cornicione.



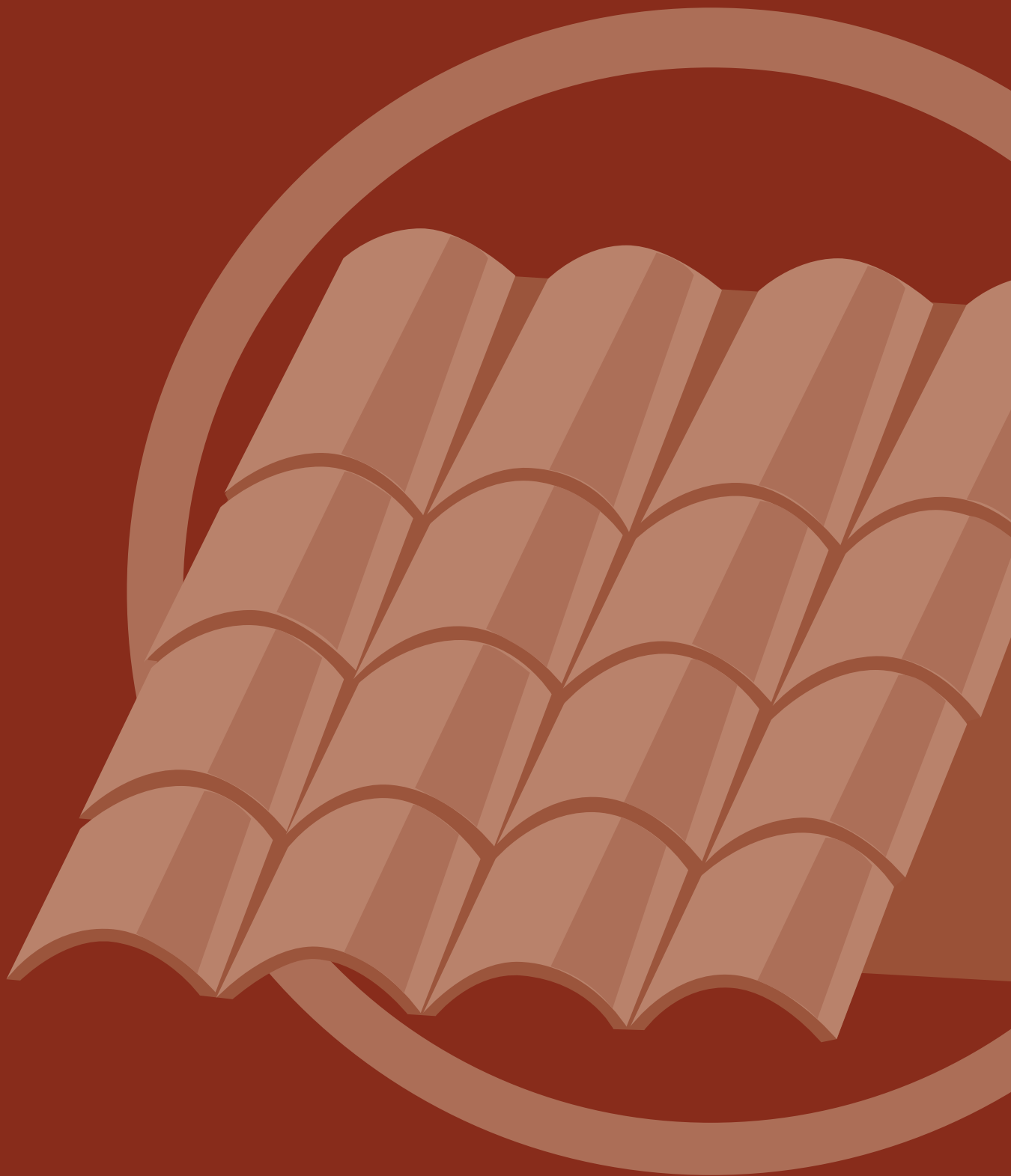
In taluni interventi, ad esempio se si prevede il rifacimento integrale della copertura, può essere opportuno prevedere la protezione dagli agenti atmosferici.

I D.P.I. dovrebbero essere selezionati anche in base alla praticità e comodità d'uso ed avere una collocazione fissa nel cantiere che ne prevenga lo smarrimento o la cattiva manutenzione: occorre tener presente che la scomodità, la sporcizia o la difficile reperibilità sono forti deterrenti al loro impiego da parte degli operatori. Le norme di riferimento sono principalmente il D. Lgs. 475/92, che li divide in tre categorie distinguendo fra quelli che devono essere utilizzati per la prevenzione da rischi lievi, rischi gravi o altro, ed il cap. IV del D.Lgs. 626/94 interamente dedicato a definire obblighi e responsabilità relative all'uso dei dispositivi.

Al di là degli aspetti meramente etici del problema, la gestione della sicurezza rappresenta un beneficio per le imprese anche dal punto di vista economico ed amministrativo: a fronte di una spesa aggiuntiva iniziale, a lungo termine si consegue un risparmio con la eliminazione degli ingenti costi connessi al verificarsi di incidenti più o meno gravi.

Garantire agli operatori l'organizzazione e le attrezzature adeguate per lavorare in condizioni di sicurezza costituisce, più che un obbligo normativo da rispettare, un obiettivo fondamentale nella gestione globale dell'attività edile, per assicurare il corretto svolgimento delle operazioni e la continuità operativa del cantiere.





# APPENDICE



## Qualità dei prodotti

Le caratteristiche geometriche e prestazionali degli elementi per coperture discontinue in laterizio (tegole e coppi) sono definite all'interno della normativa UNI EN, che ha già recepito quanto predisposto dal Comitato di Normazione Europea (CEN) per quanto concerne la conformità dei prodotti alla prossima marcatura CE prevista dalla Direttiva europea 89/106 'Prodotti da costruzione'.

La normativa UNI EN, oltre ad indicare i limiti di accettazione riguardanti le caratteristiche geometriche e prestazionali degli elementi e a definire e descrivere i relativi metodi di prova, stabilisce i criteri con i quali eseguire la valutazione di conformità dei prodotti in laterizio per coperture discontinue. In Italia, la Sezione 'Produttori di Laterizi per Coperture' dell'ANDIL-Assolaterizi ha promosso da anni un servizio per il rilascio di un 'attestato di conformità', basato sulla certificazione dei sistemi di qualità aziendale e sulle normative tecniche vigenti, con lo scopo di stimolare presso i propri associati il miglioramento della qualità degli elementi in laterizio per coperture e garantire al mercato prodotti in linea con le attese.

Il servizio per il rilascio dell' 'attestato di conformità' (Servizio AC) è gestito congiuntamente da ENEA-Centro Ricerche Faenza e Agenzia Polo Ceramico di Faenza, con la collaborazione del CNR-IRTEC di Faenza, i quali, attraverso campionamenti periodici presso gli stabilimenti di produzione e successive prove di laboratorio secondo le metodologie di prova descritte nelle norme UNI EN, eseguono una valutazione della conformità dei prodotti ai criteri di accettazione definiti dalla normativa sulla base di un 'regolamento di attuazione' del servizio e di un 'capitolato tecnico'.

Le definizioni, le specificazioni, i criteri di accettazione dei prodotti di laterizio per coperture sono contenuti nella UNI EN 1304, *'Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prodotti, definizioni e requisiti di accettazione'*, norma attorno alla quale ruota l'impianto dell'intero Servizio AC.

La norma, inoltre, introduce, a differenza di quanto previsto dalla precedente normativa UNI, il criterio di valutazione di conformità del prodotto sulla base delle seguenti modalità di verifica:

- esecuzione di *prove tipo*;
- controllo continuativo nello stabilimento di produzione.

Nel primo caso si tratta di prove i cui metodi sono descritti in una normativa collegata alla UNI EN 1304, che il produttore deve eseguire ogni qual volta immetta un nuovo prodotto sul mercato o quando introduca modifiche (materie prime, tecnologia di produzione, ecc.) suscettibili di apportare cambiamenti significativi al prodotto originario.

Nel secondo caso si tratta di un controllo interno della produzione in stabilimento basato su procedure documentate con le quali vengono eseguite verifiche, con frequenza stabilita, su materie prime, processo di produzione, semilavorati, prodotti finiti, strumentazioni di controllo, ecc.

La normativa UNI EN 1304 contempla le seguenti tipologie di prodotti:

- tegole con incastro laterale e frontale
- tegole con incastro solo laterale
- tegole piatte
- tegole a sovrapposizione
- tegole convesse e concave (coppi)
- accessori di copertura di laterizio
- tegole speciali.

L'elenco delle *prove tipo* ed i relativi metodi di prova da eseguirsi per la valutazione di conformità dei prodotti di laterizio per coperture discontinue è il seguente:

- aspetto (UNI EN 1304)
- caratteristiche dimensionali (UNI EN 1024, *'Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche'*)
- dimensioni individuali: lunghezza, larghezza (solo per tegole)
- dimensioni di ricoprimento (in alternativa alle dimensioni individuali, solo per alcuni tipi di tegole)
- planarità (solo per le tegole)
- rettilineità
- uniformità del profilo trasversale (solo per i coppi)
- resistenza alla flessione (UNI EN 538, *'Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza a flessione'*)
- impermeabilità (UNI EN 539-1, *'Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche. Prova di impermeabilità'*)
- resistenza al gelo (UNI 539-2, *'Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche. Prova di resistenza al gelo'*).

Per quanto riguarda quest'ultima prova, la norma prevede quattro metodi diversi ognuno dei quali da eseguirsi in funzione dell'area geografica di destinazione d'uso del prodotto. Per l'area dei Paesi del Mediterraneo, che comprende Italia, Portogallo, Spagna, Francia e Grecia, il metodo di prova previsto è quello C.

Per ciascun metodo di prova la norma UNI EN 1304 prevede limiti di accettazione in grado di stabilire la conformità ai requisiti da essa definiti.

La norma UNI EN 1304 prevede che almeno sul 50% dei prodotti venga posta una marcatura indelebile nella quale siano contenuti (in codice o per esteso): Paese d'origine, anno e mese di produzione, fabbricante, tipo di prodotto (facoltativo).

PROVA	N. PROVINI	REQUISITI DI ACCETTAZIONE PREVISTI DALLA NORMA UNI EN 1304	METODO DI PROVA
ASPETTO <sup>[1]</sup>	almeno 100	Non sono ammessi più del 5% dei provini non conformi	UNI EN 1304
DIMENSIONI INDIVIDUALI <sup>[2]</sup>	10	$L_A \leq \pm 2\%$ rispetto al valore dichiarato dal produttore $L_U \leq \pm 2\%$ rispetto al valore dichiarato dal produttore	UNI EN 1024
RETTILINEITA'	10	<b>Tegole ad incastro laterale e frontale, tegole con solo incastro laterale, tegole a sovrapposizione, tegole convesse e concave (coppi)</b> $R_L \leq \pm 1.5\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $R_L \leq \pm 2\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm  <b>Tegole piatte</b> $R_L, R_T \leq \pm 1.5\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $R_L, R_T \leq \pm 2\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm	UNI EN 1024
PLANARITA' (solo tegole)	10	<b>Tegole piatte</b> $C_p \leq \pm 1.5\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $C_p \leq \pm 2\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm  <b>Tegole ad incastro laterale e frontale, tegole con solo incastro laterale, tegole a sovrapposizione</b> $C_p \leq \pm 1.5\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è > 300 mm $C_p \leq \pm 2\%$ per le tegole la cui lunghezza totale dichiarata è ≤ 300 mm	UNI EN 1024
UNIFORMITA' DEL PROFILO TRASVERSALE (solo coppi)	10	$\Delta E_1 \leq 15$ mm $\Delta E_2 \leq 15$ mm	UNI EN 1024
CARICO DI ROTTURA A FLESSIONE	10	<b>Tegole piatte</b> $F_i \geq 0.6$ kN  <b>Tegole convesse e concave (coppi), embrici (tegole romane)</b> $F_i \geq 1.0$ kN  <b>Altri tipi di tegole (marsigliesi, portoghesi, olandesi)</b> $F_i \geq 1.2$ kN	UNI EN 538
IMPERMEABILITA' ALL'ACQUA  (Metodo 1: passaggio di acqua attraverso la tegola totalmente immersa, sotto un determinato battente di acqua) <sup>[3]</sup>	10	<b>Categoria 1</b> $IF_s \leq 0.6$ cm <sup>3</sup> cm <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup> $IF_m \leq 0.5$ cm <sup>3</sup> cm <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup>  <b>Categoria 2</b> $IF_s \leq 0.9$ cm <sup>3</sup> cm <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup> $IF_m \leq 0.8$ cm <sup>3</sup> cm <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup>	UNI EN 539-1
RESISTENZA AL GELO (Metodo C) <sup>[4]</sup>	13 <sup>[5]</sup>	variazione dell'aspetto di superficie perdita di massa ≤ 1% almeno un dentello di aggancio intatto su ogni provino se presenti prima della prova	UNI EN 539-2

Numerosità dei provini, requisiti di accettazione e riferimenti normativi previsti dalla norma UNI EN 1304 per i prodotti in laterizio per coperture.

#### Legenda

$L_A$ : larghezza media  
 $L_U$ : lunghezza media  
 $R_L$ : rettilineità media longitudinale  
 $R_T$ : rettilineità media trasversale  
 $C_p$ : coefficiente di planarità  
 $\Delta E_1$ : scarto tra valore massimo e minimo misurato sulla parte stretta della tegola  
 $\Delta E_2$ : scarto tra valore massimo e minimo misurato sulla parte larga della tegola  
 $F_i$ : valore singolo del carico di rottura a flessione  
 $IF_s$ : fattore di impermeabilità singolo  
 $IF_m$ : fattore di impermeabilità medio

## Note

<sup>[1]</sup> È considerato non conforme un elemento con difetti di fabbricazione che ne compromettano il corretto assemblaggio o anche con uno solo dei seguenti difetti strutturali:

- rottura che comporti la separazione della tegola in almeno due frammenti
- incrinatura strutturale lungo l'intero spessore
- incrinatura che non attraversa l'intero spessore del prodotto
- crateri, scheggiatura, sollevamento superficiale di materiale aventi diametro medio > 7mm
- perdita di una sporgenza di ancoraggio.

Almeno sul 50% dei prodotti deve essere apposta una marcatura indelebile nella quale siano contenute le seguenti informazioni (in codice o per esteso):

- Paese di origine
- anno e mese di fabbricazione
- produttore
- tipo di prodotto (facoltativo).

<sup>[2]</sup> Il produttore può richiedere, solo per le tegole ad incastro laterale e frontale (tegole marsigliesi, tegole portoghesi, tegole olandesi, tegole assimilabili) e con solo incastro laterale, l'esecuzione della prova di Dimensioni Individuali (UNI EN 1024) o, in alternativa, della prova di Dimensioni di Ricoprimento (UNI EN 1024).

<sup>[3]</sup> La norma UNI EN 539-1 prevede, in alternativa, l'impiego del metodo 2 (caduta di una goccia d'acqua dall'intradosso della tegola esposta all'aria, quando sopra di essa è presente un determinato battente di acqua).

<sup>[4]</sup> Il metodo C ha validità per il mercato mediterraneo (Italia, Francia, Spagna, Portogallo e Grecia).

In caso di vendita del prodotto su altri mercati europei, vanno applicati altri metodi di prova descritti nella norma UNI EN 539-2 (A - Belgio, Lussemburgo, Paesi Bassi; B - Austria, Finlandia, Germania, Islanda, Norvegia, Svezia, Svizzera; D - Danimarca, Irlanda, Regno Unito) e corrispondenti al mercato di destinazione del prodotto.

<sup>[5]</sup> N. 10 provini necessari per la prova di gelo/disgelo e n. 3 di riserva.

# Le normative UNI EN sui prodotti in laterizio per coperture

## Stato dell'arte

La discussione in sede di comitati tecnici europei sul rinnovo della normativa per le coperture in laterizio ha portato recentemente alla stesura di un pacchetto di norme approvate dagli enti nazionali di normazione afferenti al CEN e già inserite all'interno dell'ordinamento normativo dei Paesi aderenti alla Comunità Europea.

Tali norme, recepite formalmente dall'UNI, sono di seguito elencate corredandole con ampi approfondimenti esplicativi e con puntuali dettagli concernenti le modalità di prova previste per la verifica in laboratorio dei diversi parametri presi in considerazione:

- UNI EN 1304. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prodotti, definizioni e requisiti di accettazione.
- UNI EN 1024. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche.
- UNI EN 538. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione.
- UNI EN 539-1. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche – Prova di impermeabilità.
- UNI EN 539-2. Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche - Prova di resistenza al gelo.

## UNI EN 1304 - Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prodotti, definizioni e requisiti di accettazione

Questa norma, già adottata ufficialmente dall'UNI, fornisce una precisa definizione delle tegole di laterizio ('elementi per coperture discontinue su tetti inclinati, ottenuti mediante formatura per estrusione e/o stampaggio alla pressa, essiccazione e cottura dell'argilla preparata, con o senza l'aggiunta di additivi') e fissa le specifiche generali alle quali esse sono soggette e le regole per la classificazione, la

marcatrice ed il controllo di qualità dei prodotti ed i limiti di accettazione per ogni proprietà misurata. Per quanto riguarda la classificazione delle principali tipologie di coperture in laterizio, la norma fornisce definizioni fondate sulla geometria che non sempre trovano corrispondenza nell'ambito dei nomi commerciali adottati dal prodotto nazionale. Nella tabella I viene riportata una sintesi dei prodotti definiti dalla UNI EN 1304 e la corrispondenza con gli elementi tipici della produzione italiana. In merito alla verifica delle difettosità riscontrabili sul prodotto 'finito' (tabella II) la normativa UNI EN 1304 prevede:

• *Controllo di almeno 100 provini per tipologia di tegola*

• *N. 8 tipologie di difetti*

Sono considerati difetti (tabella III):

- rotture
- incrinature strutturali
- incrinature (non strutturali)
- crateri
- scheggiature
- protuberanze
- perdita della sporgenza di ancoraggio
- difetti di fabbricazione.

Prodotti secondo UNI EN 1304	Tipologia di prodotti nazionali
Tegole con incastro laterale e frontale	tegole marsigliesi, olandesi, portoghesi ed assimilabili
Tegole con incastro solo laterale	_____
Tegole piatte	_____
Tegole a sovrapposizione	_____
Tegole convesse e concave	coppi, tegole romane (embrici)
Accessori di copertura di laterizio	mezze tegole, coppi di colmo, tegole a sfiatatoio, ecc.
Tegole speciali	tegole fatte a mano, ecc.

Tab. I - Confronto fra la definizione di prodotto secondo la norma UNI EN 1304 e la tipologia dei prodotti nazionali.

- *Il numero di provini non conformi ammissibile per prodotto non deve essere superiore al 5%*

La norma prescrive che il controllo si effettui su almeno 100 provini e che, affinché il test sia considerato superato, il 95% di essi venga giudicato conforme.

- *Limiti di tolleranza precisi*

Un provino è classificato come non conforme quando presenta difettosità di fabbricazione che ne impediscono il corretto assemblaggio o anche solo uno dei seguenti difetti:

- rottura che comporta la separazione della tegola in almeno due frammenti;
- incrinatura strutturale lungo l'intero spessore;
- incrinatura che non attraversa l'intero spessore del prodotto (non strutturale);
- crateri con diametro medio > 7 mm;
- scheggiatura con diametro medio > 7 mm;
- protuberanza, con sollevamento superficiale di materiale avente diametro medio > 7 mm;
- perdita di una sporgenza di ancoraggio;
- difetti di fabbricazione.

Proprietà	UNI EN 1304
Provini da testare per prodotto	100
Tipologie di difetti	8
Numero di provini non conformi ammissibile	5
Marcatura	su almeno il 50% dei provini

Tab. II – Verifiche delle caratteristiche di aspetto secondo la normativa UNI EN 1304.

Difetti previsti dalla UNI EN 1304
Rottura
Incrinatura strutturale
Incrinatura (non strutturale)
Cratere
Scheggiatura
Protuberanza
Perdita della sporgenza di ancoraggio
Difetti di fabbricazione (che impediscono il corretto assemblaggio dell'elemento)

Tab. III – Tipi di difetti definiti dalla norma UNI EN 1304 che precludono l'impiego del prodotto.

- *Marcatura su almeno il 50% dei provini*

La normativa europea impone l'obbligo della marcatura su almeno il 50% dei prodotti. Le informazioni in essa contenute dovranno fornire, in codice o per esteso ed in maniera chiara ed indelebile:

- il Paese d'origine
- l'anno ed il mese di produzione
- il fabbricante
- il tipo di prodotto (facoltativo).

I documenti di consegna devono inoltre specificare la categoria di impermeabilità 1 o 2 (norma UNI EN 539-1) ed il tipo o i tipi di prova di resistenza al gelo superati: A, B, C, D (norma UNI EN 539-2).

- *Presenza, sulle tegole, di fori e sistemi di aggancio*

Va monitorata e confrontata con quanto dichiarato nominalmente dal produttore.

## UNI EN 1024 - Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche geometriche

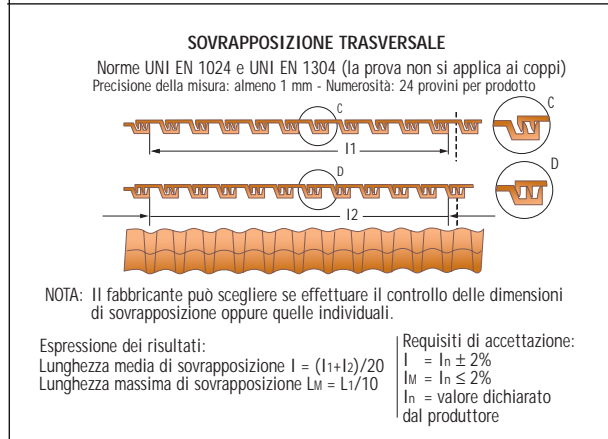
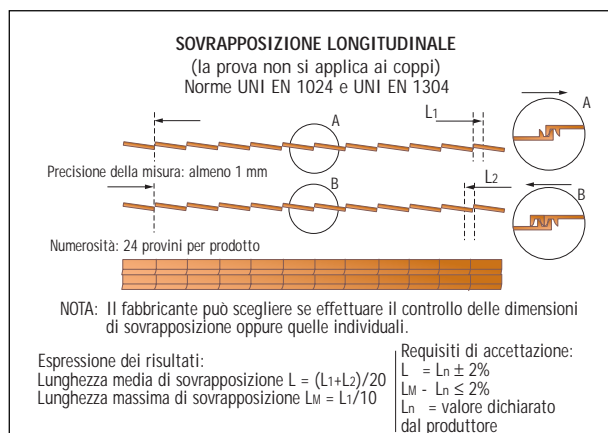
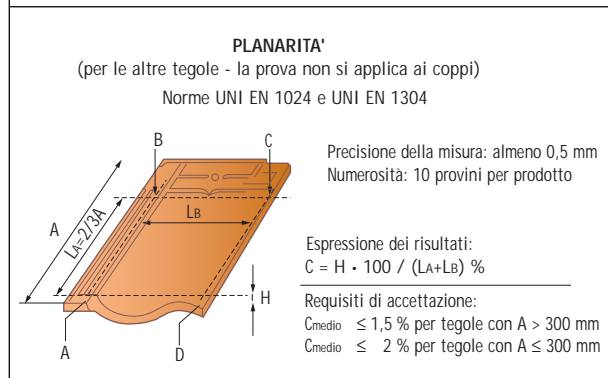
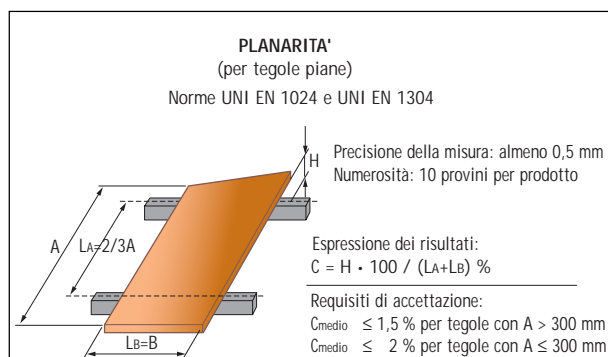
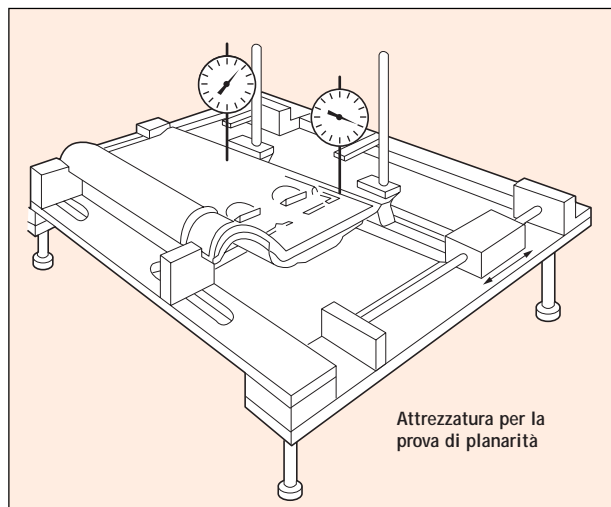
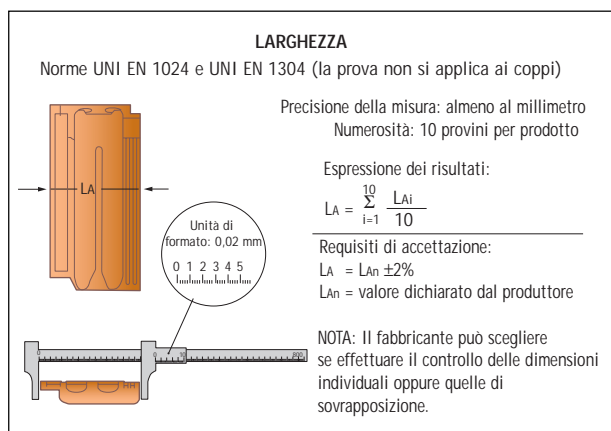
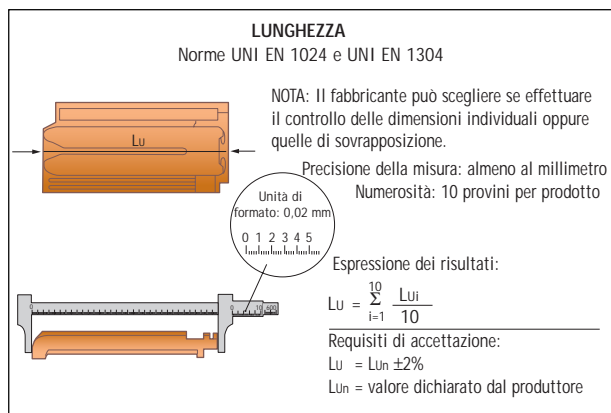
La norma UNI EN 1024, anch'essa recepita dall'UNI, ha introdotto nuovi criteri di valutazione per quanto riguarda i controlli di planarità, lunghezza e larghezza e nuove caratteristiche da sottoporre ad esame, come la sovrapposizione longitudinale e trasversale, l'uniformità del profilo trasversale (quest'ultima prova si applica solo ai coppi, definiti come 'tegole concave e convesse' dalla norma UNI EN 1304) e la rettilineità (tabella IV).

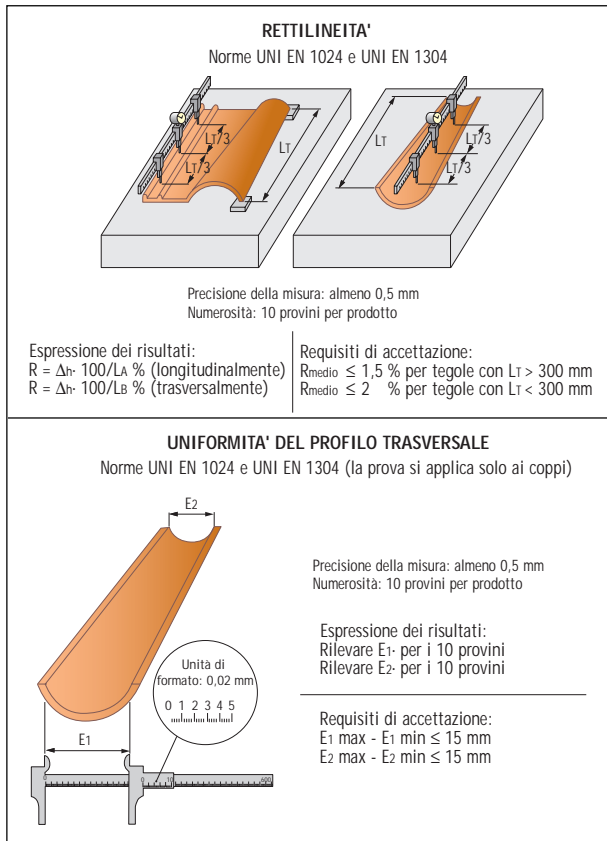
La normativa prevede, riguardo alla lunghezza e alla larghezza dei prodotti, requisiti di accettazione (tolleranze) molto ristretti: 2% del valore dichiarato dal produttore.

Caratteristiche previste dalla UNI EN 1024
Lunghezza
Larghezza
Planarità
Sovrapposizione longitudinale e trasversale
Rettilineità
Uniformità del profilo trasversale (coppi)

Tab. IV – Caratteristiche geometriche secondo la normativa UNI EN 1024.

Negli schemi qui riportati vengono specificati, per una migliore compressione, anche i dati della numerosità dei provini da sottoporre a verifica, la metodologia di calcolo per la determinazione del valore caratteristico ed i requisiti di accettazione specificati.





## UNI EN 538 - Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione

Per quanto riguarda la prova di resistenza alla flessione, la nuova normativa prevede un utilizzo delle attrezzature di carico differenziato in funzione del tipo di prodotto e, conseguentemente, una diversa valutazione dei limiti di accettazione.

La normativa UNI EN 538 prevede:

- *Utilizzo di 10 provini per prodotto*
  - *Limiti di accettazione*
    - $\geq 600$  N per le tegole piatte;
    - $\geq 900$  N per le tegole ad incastro laterale;
    - $\geq 1000$  N per le tegole romane (embrici) e i coppi;
    - $\geq 1200$  N per gli altri tipi di tegole (marsigliesi, portoghesi, olandesi).
- Come si può notare, i limiti di accettazione sono in funzione della tipologia del prodotto sottoposto a prova e riferiti solamente ai singoli valori del carico di rottura alla flessione.

### • Applicazione del carico sulle tegole

La normativa prevede l'utilizzo di profilati di legno duro o di gesso allo scopo di distribuire uniformemente il carico sulle tegole in corrispondenza delle mezzerie (fig. 1).

Tali sagome dovranno essere adattate alla forma della tegola ed essere dotate, in corrispondenza della parte a diretto contatto con la superficie superiore della tegola stessa, di una particolare striscia di gomma di spessore e durezza definite (rispettivamente 5 mm e  $50 \pm 5$  durezza I.R.H.D.). Lo spessore dell'elemento di legno o di gesso deve inoltre essere pari al diametro della barra di applicazione del carico.

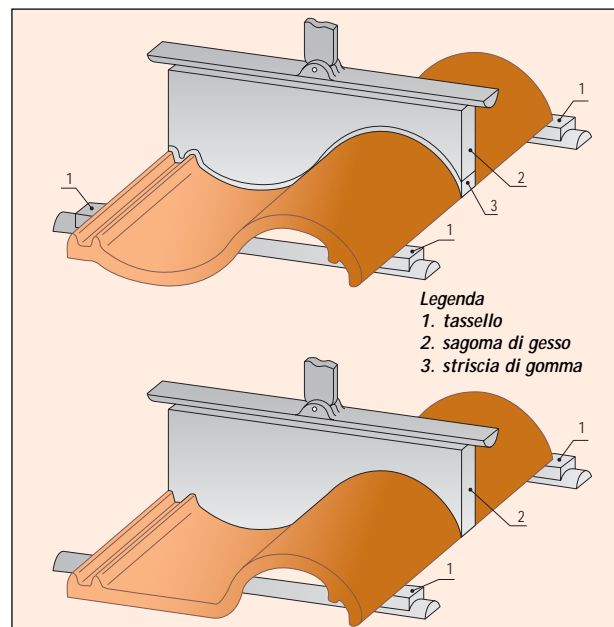


Fig. 1 – Resistenza alla flessione secondo la normativa UNI EN 538: caso delle tegole ad incastro.

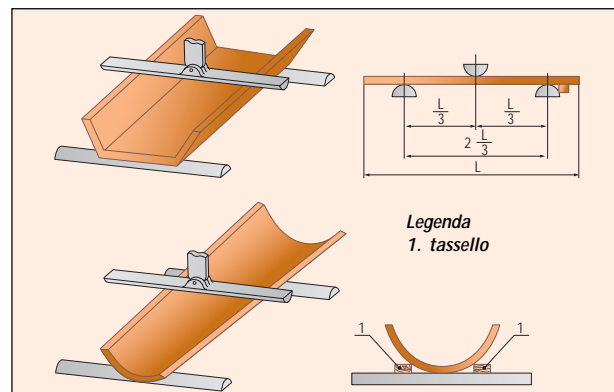


Fig. 2 – Resistenza alla flessione secondo la normativa UNI EN 538: caso dei coppi con sporgenze di ancoraggio.

• *Applicazione del carico sui coppi*

Se il coppo presenta sporgenze di ancoraggio (con o senza fondo piano), esso va posizionato su due appoggi di sostegno, sempre separati da una distanza pari a 2/3 della lunghezza totale del coppo.

La barra di applicazione del carico dovrà risultare parallela ai due appoggi ed equidistante da entrambi (fig. 2).

Se il coppo non presenta alcuna sporgenza di ancoraggio, esso va invece collocato con la parte concava rivolta verso il basso ed in posizione orizzontale sul piano dell'attrezzatura di carico (in questo caso non si utilizzano appoggi), in modo che la barra di applicazione del carico sia a diretto contatto con la generatrice superiore del coppo stesso (fig. 3).

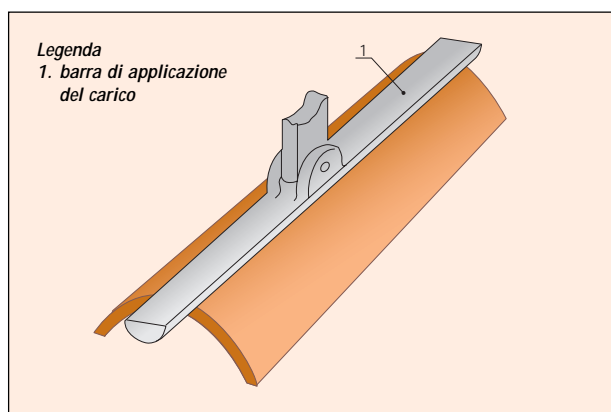


Fig. 3 – Resistenza alla flessione secondo la normativa UNI EN 538: caso dei coppi senza sporgenze di ancoraggio.

Proprietà	UNI EN 538
Provinci da testare per prodotto	10
Limiti di accettazione	Differenti, in funzione della tipologia di prodotto testato
Applicazione del carico sulle tegole	Per linee, sagomato
Applicazione del carico sui coppi	In funzione della presenza o meno di sistemi di aggancio
Interasse degli appoggi	2/3 della lunghezza del prodotto (tutti i prodotti ad esclusione dei coppi senza sporgenze di aggancio)

Tab. IV – Caratteristiche di resistenza alla flessione secondo la normativa UNI EN 538.

• *Interasse degli appoggi*

I due appoggi di sostegno dovranno essere posizionati ad un interasse pari a 2/3 della lunghezza totale dell'elemento in prova, indipendentemente dal tipo di prodotto che si sta testando (fig. 2).

Fanno eccezione i coppi senza le sporgenze di ancoraggio, per i quali non si richiede l'utilizzo di appoggi (fig. 3).

In tabella IV viene presentato un quadro riassuntivo delle caratteristiche di resistenza alla flessione previste dalla normativa UNI EN 538.

**UNI EN 539-1 - Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche – Prova di impermeabilità**

Anche per quanto riguarda la prova che definisce la impermeabilità all'acqua delle coperture in laterizio, le novità introdotte sono rilevanti. Prima fra tutte l'introduzione di due metodi di prova.

**Metodo di prova 1 (fig. 4)**

• *Utilizzo di 10 provini per prodotto*

• *Fattore di impermeabilità (IF)*

$$IF = (V_1 - V_2)/2A$$

dove:

$V_1$  = volume d'acqua che attraversa il provino in 48 ore ( $cm^3$ );

$V_2$  = volume d'acqua evaporata in 48 ore ( $cm^3$ );

2 = numero di giorni di durata effettiva della prova;

A = superficie proiettata del provino ( $cm^2$ ).

• *Limiti di accettazione*

Prodotti di Categoria 1:

– il valore del fattore di impermeabilità IF di ciascun provino deve essere  $\leq 0,60 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ;

– la media dei dieci valori rilevati dalle misure deve essere  $\leq 0,50 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$ .

Prodotti di Categoria 2:

– il valore del fattore di impermeabilità IF di ciascun provino deve essere  $\leq 0,90 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$ ;

– la media dei dieci valori rilevati dalle misure deve essere  $\leq 0,80 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-2} \text{ g}^{-1}$ .

I prodotti testati devono essere classificati secondo una delle due categorie di impermeabilità di cui so-

pra; i prodotti classificati come appartenenti alla categoria 2 devono essere utilizzati esclusivamente per coperture con rivestimento sottotetto impermeabile.

• *Area di prova non superiore a 20 cm<sup>2</sup>*

Da ciascuna tegola si dovrà tagliare, dalla parte più sottile, un provino quadrato avente lati di dimensioni pari a  $45 \pm 2$  mm oppure un provino circolare avente diametro pari a  $50 \pm 2$  mm.

• *Durata effettiva della prova:*

- 4 giorni di trattamento preliminare (immersione in acqua per 48 ore, almeno 48 ore di essiccazione a 110°C, raffreddamento a temperatura ambiente per 4 ore);
- 2 giorni di preimmersione (dell'intero involucro a tenuta in acqua);
- 2 giorni di prova (nelle condizioni di fig. 4; al termine della prova si misurerà la quantità d'acqua che ha attraversato il prodotto totalmente immerso sotto un battente idrostatico fisso di 10 cm).

• *Ambiente non condizionato*

Non sono richieste particolari condizioni di temperatura ed umidità durante lo svolgimento della prova. Per valutare l'influenza delle condizioni ambientali sul risultato finale, si deve ricorrere ad un piccolo cilindro di riferimento, con la stessa sezione di

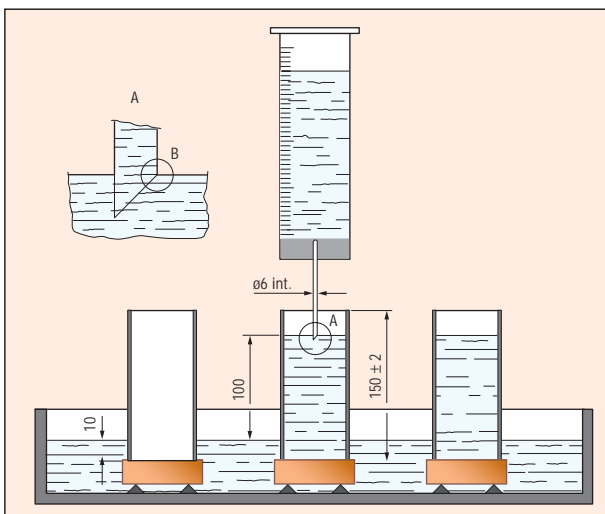


Fig. 4 – Prova di impermeabilità all'acqua secondo la nuova normativa europea UNI EN 539-1. Metodo di prova 1.

quello di prova, riempito d'acqua che, pesato prima e dopo il termine della prova, fornisce il volume d'acqua evaporata in 48 ore; tale valore, sottratto alla quantità d'acqua che ha attraversato il provino posto sotto un battente costante di 10 cm durante le 48 ore di prova, fornisce l'effettivo grado di impermeabilità del campione.

**Metodo di prova 2 (fig. 5)**

• *Utilizzo di 10 provini per prodotto*

• *Coefficiente di impermeabilità (IC)*

$$IC = (20 - X)/20$$

dove:

20 = numero di ore massimo di durata della prova;  
X = periodo di tempo, in ore, fino alla caduta della prima goccia d'acqua dal campione.

• *Limiti di accettazione*

Prodotti di Categoria 1:

- il valore del coefficiente di permeabilità IC di ciascun provino deve essere  $\leq 0,85$ ;
- la media dei dieci valori rilevati deve essere  $\leq 0,80$ .

Prodotti di Categoria 2:

- il valore del coefficiente di permeabilità IC di ciascun provino deve essere  $\leq 0,95$ ;
- la media dei dieci valori rilevati deve essere  $\leq 0,925$ .

I prodotti testati devono essere classificati secondo una delle due categorie di impermeabilità di cui sopra; i prodotti classificati come appartenenti alla

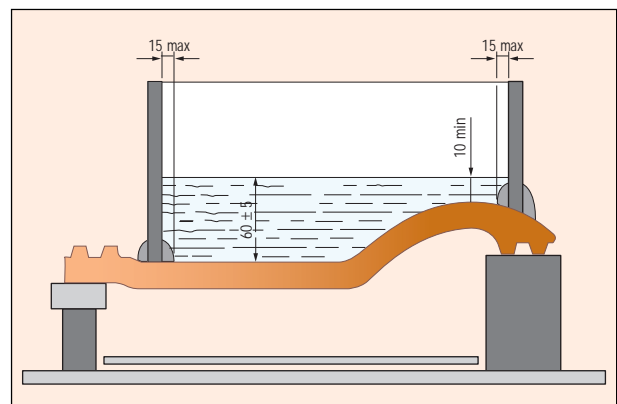


Fig. 5 – Prova di impermeabilità all'acqua secondo la nuova normativa europea UNI EN 539-1. Metodo di prova 2.

Proprietà	UNI EN 539-1 (metodo 1)	UNI EN 539-1 (metodo 2)
Provini da testare per prodotto	10	10
Limiti di accettazione (Categoria 1)	singolo $\leq 0,60 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ medio $\leq 0,50 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$	singolo $\leq 0,85$ medio $\leq 0,80$
Limiti di accettazione (Categoria 2)	singolo $\leq 0,90 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ medio $\leq 0,80 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$	singolo $\leq 0,95$ medio $\leq 0,925$
Area di prova	20 cm <sup>2</sup>	intero provino
Durata pretrattamento	6 giorni	4 giorni
Durata prova	2 giorni	$\leq 20$ ore
Ambiente	non condizionato	condizionato

Tab. V – Caratteristiche di impermeabilità secondo la normativa europea UNI EN 539-1.

categoria 2 devono essere utilizzati esclusivamente per coperture con rivestimento sottotetto impermeabile.

• *Area di prova*

La prova viene eseguita sull'intero provino.

• *Durata effettiva della prova*

- 4 giorni di trattamento preliminare (immersione in acqua per 48 ore, almeno 48 ore di essiccamento a 110°C, raffreddamento a temperatura ambiente per 4 ore);
- al massimo 20 ore di prova (nelle condizioni di figura 5; l'impermeabilità all'acqua del prodotto viene valutata mediante la determinazione del periodo di tempo necessario alla caduta della prima goccia d'acqua, a seguito dell'applicazione di un battente d'acqua costante sulla superficie della tegola. La prova ha termine al momento in cui cade la prima goccia.

• *Ambiente condizionato*

Le condizioni ambientali durante lo svolgimento della prova richiedono una temperatura compresa tra 18 e 22°C ed un'umidità relativa di  $60 \pm 5\%$ .

In tabella V viene presentato un quadro riassuntivo delle caratteristiche di impermeabilità previste dalla normativa UNI EN 539-1.

**UNI EN 539-2. Tegole di laterizio per coperture. Determinazione delle caratteristiche fisiche - Prova di resistenza al gelo**

La normativa prevede metodologie di prova diverse in funzione dell'area di vendita del prodotto.

I prodotti infatti devono essere sottoposti a prova secondo criteri di volta in volta selezionati a seconda della zona geografica di destinazione d'uso.

Il **metodo A** è applicabile ai prodotti da utilizzare nella zona che raggruppa Belgio, Lussemburgo e Paesi Bassi.

Un campione costituito da 6 provini viene sottoposto ad un trattamento termico, 24 cicli di gelo-disgelo, durante il quale per i primi 12 cicli la temperatura dell'aria, nella fase di congelamento, raggiunge i  $-15^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ , mentre, durante i successivi 12 cicli, la stessa raggiunge i  $-5^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Il disgelo avviene per immersione dei provini in acqua alla temperatura di  $15^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ .

I provini subiscono, prima del trattamento termico di gelo-disgelo, una preimmersione in acqua sotto vuoto alla pressione assoluta di  $4 \times 10^4 \text{ Pa}$ .

La durata di ogni ciclo di congelamento è di  $8 \text{ h} \pm 6$  minuti, mentre quello di disgelo è di  $4 \text{ h} \pm 6$  minuti. La valutazione dello stato dei provini al termine della prova viene fatta mediante osservazione visiva dei difetti eventualmente formati in seguito ai cicli di gelo-disgelo.

Il **metodo B** è applicabile ai prodotti da utilizzare nella zona che raggruppa Austria, Finlandia, Germania, Islanda, Norvegia, Svezia e Svizzera.

La prova va eseguita su 6 provini selezionati, mediante prove di assorbimento d'acqua, da un lotto di 30 provini.

I 6 provini selezionati, più altri 3 scelti dall'intero lotto, vanno posizionati in modo da simulare un tetto e preconditionati in ambiente umido saturo e in presenza di pioggia (fig. 6) per un periodo complessivo di 15÷20 h.

Successivamente i provini vanno posizionati in verticale ed immersi in acqua di rete per circa 15÷18 h per provocare l'assorbimento d'acqua.

I provini vanno, poi, posti in un cestello in due gruppi di 3, agganciati e chiusi in modo da creare un gradiente termico nello spessore, e successivamente sottoposti a 150 cicli di gelo-disgelo (fig. 7). Durante ogni ciclo di congelamento la superficie dei provini viene irrorata con acqua fino a che la temperatura dell'aria non raggiunga circa 0°C, in modo tale da evitare la disidratazione superficiale degli stessi. Il congelamento prosegue fino alla temperatura di  $-15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , mantenendo tale condizione fino a quando la temperatura misurata all'interno della tegola di riferimento viene raggiunta e mantenuta per almeno 30 minuti.

Il ciclo di disgelo avviene per irrorazione uniforme della superficie dei provini con acqua avente una temperatura compresa fra 5°C e 10°C, fino a quando il livello dell'acqua supera i provini di 50 mm. Dopo 15 minuti, a scioglimento del ghiaccio completamente avvenuto, l'acqua viene drenata.

Il dettaglio della curva di congelamento e le relative tolleranze vengono mostrati in fig. 8.

La verifica dello stato dei provini viene eseguita visivamente ogni 50 cicli di gelo-disgelo, attraverso la valutazione visiva e l'accertamento degli eventuali danni provocati dai cicli eseguiti.

Il **metodo C** è applicabile ai prodotti da utilizzare nella zona che raggruppa Italia, Spagna, Francia, Grecia e Portogallo.

• *Numero di provini per prodotto*

Il campione richiesto consiste in 13 provini interi, di cui 10 vengono sottoposti alla prova di gelo-disgelo e 3 sono tenuti di riserva per l'eventuale de-

terminazione della riduzione di massa dovuta alla perdita dei sali solubili nel corso della prova.

• *Imbibizione sotto vuoto*

I campioni vanno essiccati in stufa a 110°C per 24 ore, quindi pesati (massa secca iniziale M).

In seguito si procede alla loro imbibizione con acqua in condizioni di vuoto parziale ( $6,13 \times 10^4 \text{ Pa} \pm 0,13 \times 10^4 \text{ Pa}$ ), con la procedura prevista dalla normativa (creare il vuoto e mantenerlo per circa 1 ora, introdurre acqua sempre mantenendo la pressione assoluta in modo da immergere i pezzi in circa 30 minuti, mantenere la pressione assoluta, con la presenza dell'acqua, per altri 30 minuti).

I pezzi devono rimanere nel contenitore per un periodo compreso tra 2 ore e 2 ore e quindici minuti dopo che è iniziata la depressione.

• *Condizioni di prova*

Dopo l'imbibizione sotto vuoto i provini vengono posizionati nella cella climatica riempita con acqua che viene raffreddata fino ad una temperatura di  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  in circa 50 minuti. Questa operazione va eseguita allo scopo di impedire l'essiccamento della superficie delle tegole prima della formazione del ghiaccio. Successivamente l'acqua viene drenata continuando il processo di raffreddamento in modo che la temperatura nel centro della tegola di riferimento (dotata di un sensore di temperatura) raggiunga, in circa 2 ore, i  $-15^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Successivamente viene introdotta acqua ad una temperatura di  $12^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  fino a quando i provini sono completamente immersi. I provini vanno tenuti in acqua per circa 10 minuti, in modo che la temperatura al centro della tegola di riferimento raggiunga i  $12^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

Considerando il tempo impiegato per il riempimento e lo svuotamento dell'acqua, la lunghezza totale di ciascun ciclo di gelo/disgelo è dell'ordine delle 3 ore.

Queste operazioni vanno eseguite per 50 volte in successione.

I provini vanno, poi, asciugati a 110°C e pesati (massa secca finale M'). La perdita di massa dovuta al possibile deterioramento è data da  $(M-M') \times 100/M$ . Le temperature estreme raggiunte durante l'esecuzione di ogni singolo ciclo sono di  $-15^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  e  $+12^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .

• *Valutazione su aspetto, perdita di peso e sali solubili*

Sui provini, una volta esauriti i 50 cicli, vanno eseguite la prova di aspetto, secondo i criteri riportati nella norma UNI EN 1304, e la verifica della perdita di massa, applicando la formula riportata in precedenza.

Un prodotto viene considerato conforme se tutti i 10 provini testati superano la prova di aspetto e se la perdita di massa di ciascun campione non è superiore all'1% del suo peso originario. Il prodotto va scartato se la perdita di peso supera il 3%.

Nel caso in cui la perdita di massa di un provino sia compresa tra 1% e 3% della sua massa iniziale, si rende necessaria l'effettuazione di una verifica della perdita di massa dovuta ai sali solubili sui 3 campioni di riserva.

Il valore della componente solubile verrà sottratto alla massa secca precedentemente determinata ed il nuovo dato di perdita di peso risultante sarà quello da riportare nel resoconto di prova (ovviamente dovrà essere  $\leq 1\%$  affinché la prova possa essere considerata positiva).

Il **metodo D** è applicabile ai prodotti da utilizzare nella zona che raggruppa Danimarca, Irlanda e Regno Unito.

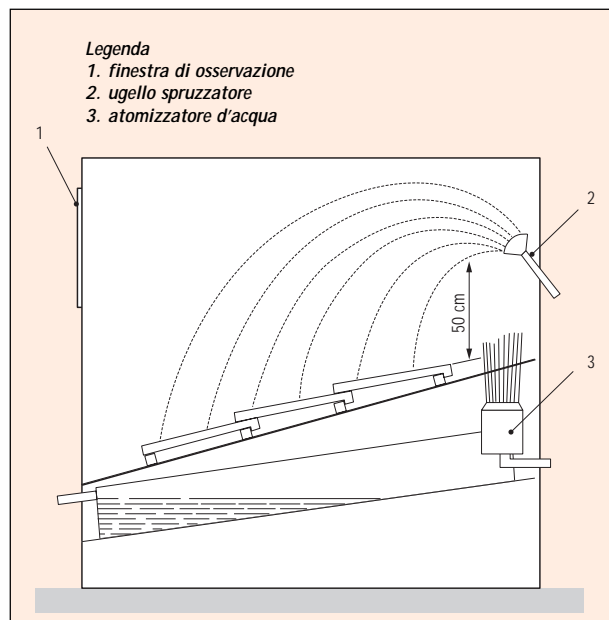


Fig. 6 – Sistema di irrorazione per il condizionamento dei provini secondo il metodo B.

La prova consiste nell'esecuzione di 100 cicli di gelo-disgelo su un campione costituito da un numero di tegole sufficiente a coprire una superficie non inferiore a 650 x 850 mm ed assemblate a formare una porzione di tetto, come descritto in fig. 9.

I provini subiscono, prima della prova, una preimmersione in acqua a  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  per una durata di circa 7 giorni.

Ogni ciclo di gelo-disgelo consiste di una fase di congelamento durante la quale la temperatura dell'aria sopra il tetto raggiunge i  $-15\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Alla fine del ciclo di congelamento la temperatura, misurata da una termocoppia posta fra la parte inferiore del campione ed listello di sostegno formante il tetto, non deve essere inferiore a  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Il disgelo avviene mediante irraggiamento o convezione della superficie superiore seguita dalla spruzzatura di acqua fino a che la temperatura, misurata dalla termocoppia posta nella parte sotto il tetto, raggiunge i  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A questa fase segue l'eliminazione, mediante dre-

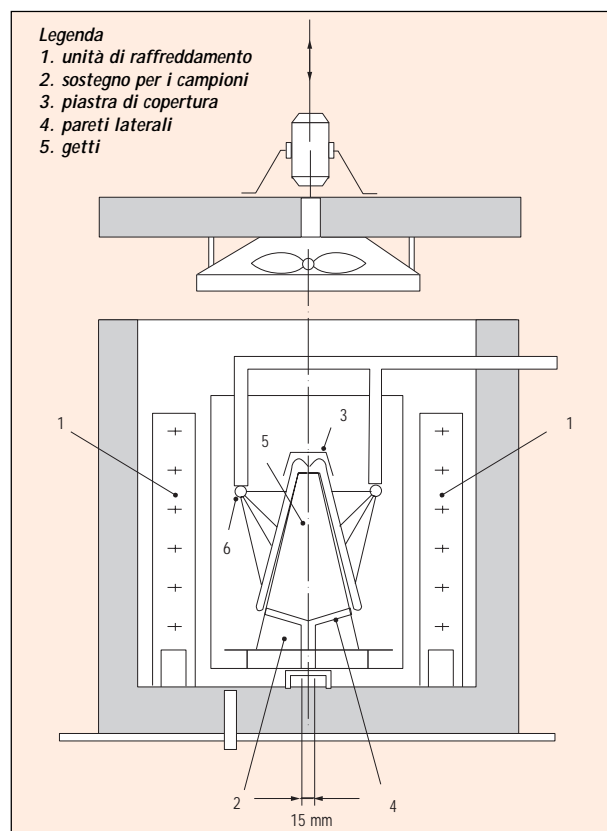


Fig. 7 – Rappresentazione schematica dell'unità di congelamento riempita con i provini secondo il metodo B.

Proprietà	UNI EN 539-2 (metodo C)
Provini da testare per prodotto	10 (+3)
Imbizione	sotto vuoto parziale
Numero cicli	50
Temperature esterne	-15 ± 5 °C e +12 ± 3 °C
Raffreddamento	fino a 4 °C in acqua, poi in aria
Durata del ciclo	3 ore
Limiti di accettazione basati sulle prove di:	aspetto perdita di peso

Tab. VII – Modalità di esecuzione della prova di resistenza al gelo secondo la normativa UNI 539-2 (metodo C).

Programma di raffreddamento da	a	Tempo
(+12 ± 3) °C	(+4 ± 2) °C	(50 ± 10) min.
(+4 ± 2) °C	(-5 ± 2) °C	(50 ± 15) min.
(-5 ± 2) °C	(-15 ± 2) °C	(45 ± 15) min.
Programma di mantenimento alla temperatura minima		Tempo
(-15 ± 5) °C		(15 ± 10) min.
Programma di scongelamento da	a	Tempo
(-15 ± 5) °C	(12 ± 3) °C	(15 ± 5) min.

Tab. VIII – UNI EN 539-2 (metodo C): riepilogo del programma di raffreddamento e scongelamento.

naggio, dell'acqua utilizzata per il disgelo. Alla fine dei 100 cicli, ciascuno della durata complessiva di 172 minuti circa, il campione viene valutato in base alla presenza di nuovi difetti creatisi a seguito dei cicli di gelo-disgelo eseguiti. Tutte le procedure richiedono un impianto di prova

con controllo automatico, anche se per i **metodi A e C** è possibile effettuare la prova con gestione manuale, con particolari accorgimenti.

La metodologia di prova adottata va dichiarata nei documenti di accompagnamento del prodotto.

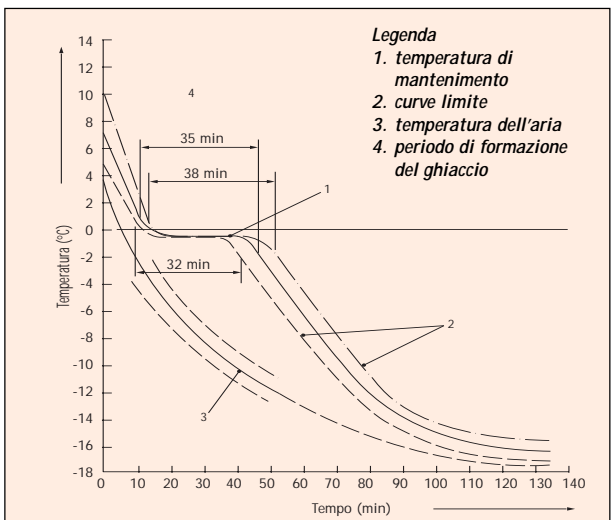


Fig. 8 – Curva di congelamento secondo il metodo B.

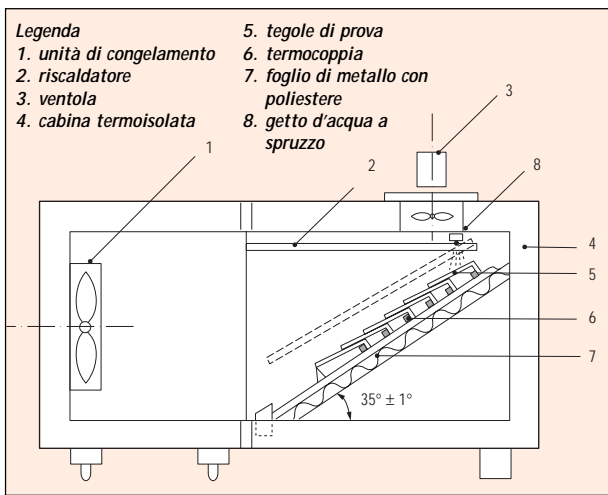


Fig. 9 – Esempio di apparecchiatura per la prova di gelo-disgelo secondo il metodo D.

## Ringraziamenti

### Contributo redazionale

- Alessandro Bacchetti:
  - autore del capitolo:  
*La sicurezza in cantiere negli interventi sulle coperture*
  - contributo alla selezione delle immagini dalla letteratura scientifica.

### Consulenza editoriale

- Gianfranco Di Cesare,  
Direttore responsabile della rivista *Costruire in Laterizio*.

### Consulenti della Sezione produttori di laterizi per coperture

- Angelo Appiotti,  
Presidente della *Sezione produttori di laterizi per coperture*, Andil Assolaterizi, Roma
- Luca Lafleur,  
*Cotto Coperture*, Castelletto di B. (PV)
- Bruno Rosa,  
*Industrie Cotto Possagno*, Possagno (TV).

### Progetto ed elaborazioni grafiche

- Maurizio Sichel,  
*Studio Sichel*, Piacenza.

Quando nell'estate del 2000 mi fu proposto di scrivere un 'manualletto' sui manti di copertura in laterizio pensai, lo confesso, che me la sarei cavata con qualche mese di lavoro.

Fu, adesso posso dirlo, un grande errore di valutazione.

Solo col passare del tempo, infatti, ho capito quanto l'argomento fosse articolato e complesso e quanto le mie conoscenze di allora fossero approssimative.

Il lavoro di acquisizione delle informazioni è stato molto impegnativo, soprattutto per quanto concerne le tecniche di posa in opera. Sull'argomento, la letteratura scientifica, in particolare per quanto riguarda i manti di copertura in coppi soprammessi, tipologia impiegata prevalentemente nei Paesi del bacino del Mediterraneo, non può dirsi certo esauriente.

Per far fronte alle difficoltà, fortunatamente, ho potuto contare sull'appoggio di esperti che mi hanno offerto la loro disponibilità, i loro consigli e mi hanno partecipato le loro conoscenze.

Così, non è un gesto formale ringraziare: Angelo Appiotti, di cui ho molto apprezzato la professionalità e la signorilità dei modi; l'amico Gianfranco Di Cesare, che ha offerto, con la consueta passione e la competenza che lo contraddistinguono, un contributo impagabile; Luca Lafleur, per le puntuali osservazioni sui contenuti e sullo stile; Bruno Rosa, che ha collaborato con continuità alla stesura del libro e la cui esperienza si è rivelata in più di una circostanza determinante per dirimere i problemi e per chiarire molti aspetti di dettaglio.

A tutti, desidero esprimere la mia gratitudine.

Un grazie veramente sentito riservo con piacere a Maurizio Sichel, che ha svolto con pazienza e bravura encomiabili il gravoso compito di riprodurre tutti i disegni (partendo, talvolta, da schizzi criptici) e di curare il progetto grafico del libro.

Ancora, vorrei ringraziare tre colleghi del Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design 'Pierluigi Spadolini' dell'Università di Firenze per aver discusso e verificato con me alcuni aspetti del lavoro e segnatamente: la Professoressa Cristina Carletti, per la parte relativa ai requisiti di fisica ambientale; il Professor Enzo Legnante, per i problemi relativi alla sicurezza nei cantieri nella realizzazione delle coperture discontinue e la Professoressa Maria Chiara Torricelli, per il generoso contributo all'impostazione del libro e per averne seguito con continuità la sua evoluzione con consigli e suggerimenti.

Non voglio, infine, dimenticare il mio debito nei confronti dell'Architetto Alessandro Bacchetti, dottorando di ricerca in Tecnologie dell'Architettura presso il Dipartimento di Tecnologie dell'Architettura e Design 'Pierluigi Spadolini', per il contributo, come sempre rigoroso e competente, fornito alla stesura del libro.

Infine, cosa che non guasta mai, una dedica: a mio padre, punto vivo oltre l'orizzonte.

Antonio Lauria, Firenze, ottobre 2002

## Bibliografia essenziale

### Nota

*Per scrivere questo libro ho consultato molti documenti su manuali, monografie tematiche, riviste, materiale informativo dei produttori, siti web. Come capita sempre, ciascuno ha lasciato una traccia.*

*Naturalmente ho esaminato e tratto informazioni preziose dagli articoli pubblicati sull'organo ufficiale dell'Andil-Assolaterizi Costruire in Laterizio, in particolare dai numeri monografici dedicati ai tetti (59/1997 e 77/2000) che qui ho omesso di citare e a cui rimando per approfondimenti.*

*Nella bibliografia ho scelto di elencare, con qualche eccezione, solo una selezione delle opere di stampo manualistico. Sono presenti anche testi ormai datati che ho voluto comunque riportare come omaggio agli autori e perché sono stati utili per la mia formazione.*

AA.VV., *Una copertura chiamata tetto*, Milano, BE-MA, 1979.

AA.VV., *Il laterizio e la qualità dell'abitare*, XV Congresso Internazionale TBE, Venezia, 3-6 ottobre 1989.

AA.VV., *Il CD delle coperture in laterizio*, Andil Assolaterizi, Roma, 2000.

ACOCCELLA A., *Tetti in laterizio*, Laterconsult, Roma, 1994.

Element 27, Industries Suisse de la terre cuite, Zurich, 1988.

MONTANARI M. (a cura di), *Tegole e coppi. Progettazione e tecnologie costruttive delle coperture in laterizio per la qualità dell'abitare*, Roma, Laterconsult, 1978.

MARSH P., *La tenuta all'aria e all'acqua degli edifici*, Milano, BE-MA, 1979.

NELVA R., *Le coperture discontinue*, Milano, BE-MA, 1989.

NELVA R., *Coperture discontinue: metodi per il controllo. Metodi normalizzati per la qualificazione e il controllo prestazionale delle coperture discontinue*, Modulo, 113/1995.

PELLANDA C., ZANNONI G., *Il colmo per le coperture ventilate. I risultati di un'indagine sperimentale*, Modulo n. 261/2000.

SCHUNCK E., FINKE T., JENISCH R., OSTER H. J., *Atlante dei tetti*, UTET, Torino, 1998.

*The NRCA Roofing and Waterproofing Manual*, - National Roofing Contractors Association, Third Edition, 1990.

ROSA M.A., *Tecnologia dei materiali da costruzione*, CELID, Torino, 1996.

M.C. TORRICELLI, R. DEL NORD, P. FELLI, *Materiali e tecnologie dell'architettura*, Laterza, Bari, 2001.

UNI, *Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio e calcestruzzo*, Milano, 2002.

ZANNONI G. ET AL., *Il sistema tetto. Manuale di progettazione*, Rimini, Maggioli, 1992.

ZANNONI G., *Aria alle tegole. Le recenti ricerche sul tetto a falda ventilato*, Modulo, n. 219/1996.

Finito di stampare il 10 ottobre 2002  
dalla CSR, Roma

Progettazione e coordinamento grafico  
Studio Sichel, Piacenza

Tutti i diritti riservati. La riproduzione in qualsiasi forma di parti scritte  
o illustrate del presente volume, se non espressamente autorizzata, è  
rigorosamente vietata.