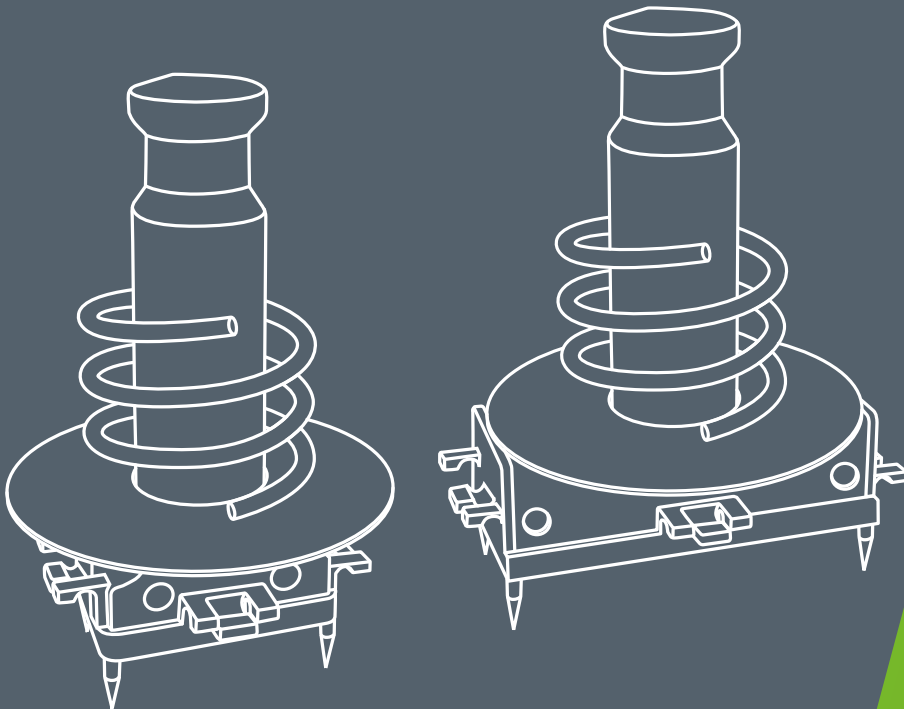




**SISTEMI  
PER PANNELLI  
A TAGLIO TERMICO**



**KONNEKTOR®**



## CHE COS'È KONNEKTOR® ?

Konnektor® è un sistema che utilizza dispositivi di sostegno e di connessione tra due strati in c.a. liberamente dilatabili, per realizzare pannelli in calcestruzzo a taglio termico e taglio strutturale.

Recentemente il sistema è stato implementato di accessori di posizionamento in PTL speciale brevettato che agevolano le operazioni di fissaggio all'armatura e di getto.

I dispositivi di collegamento tra i due strati sono progettati per consentire la **realizzazione di pannelli senza limite di dimensione**.

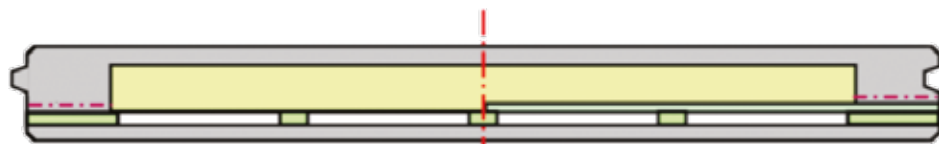
Konnektor® consente la produzione di pannelli a taglio termico di varia natura, alleggeriti, aerati e ventilati.



*Pannello a taglio termico.*



*Pannello a taglio termico con strato portante alleggerito.*



*Pannello a taglio termico ventilato.*



## DISPOSITIVO DI SOSTEGNO

I sostegni, vincolati allo strato portante, sostengono il peso dello strato portato in modo isostatico, senza impedire le dilatazioni/contrazioni termiche dello strato appeso. Sono realizzati, con un perno Ø40 in acciaio zincato per portate massime fino a 48 kN, ed un perno Ø28 in acciaio zincato per portate massime fino a 20 kN, particolarmente indicato per pannelli di piccole dimensioni e copri pilastro, che si ancora nello strato portante e sostiene il carico dello strato appeso.

I fori applicati direttamente sul sostegno fisso e sul profilato metallico, nel caso del sostegno scorrevole, consentono l'inserimento di barre d'armatura Ø8 che hanno la funzione di ripartire il carico e di fissarsi alla rete di armatura dello strato appeso, tenendo il sostegno nella posizione corretta durante la fase di getto (Fig. 1).



**Fig. 1**

## SISTEMI PER PANNELLI A TAGLIO TERMICO

Il sostegno fisso costituisce una cerniera, mentre il sostegno scorrevole costituisce un carrello che si può spostare fino a 8 mm, seguendo le dilatazioni termiche dello stato appeso.

In corrispondenza del perno occorre ridurre lo spessore dell'isolante, ricavando un cilindro di almeno 12 cm di diametro entro cui è posizionata la **molla di frettaggio**.

Come riassunto nelle *tabelle 1 e 2*, lo spessore di isolante nell'area intorno al sostegno può essere al massimo di 4 cm, compatibilmente alla portata necessaria e alla resistenza del calcestruzzo.

Specie per i pannelli verticali, i quali, una volta basculati, scaricano sul solo sostegno fisso tutto il peso dello strato esterno, occorre poter sfruttare al massimo la portata del sostegno, andando quindi a ridurre l'isolante fino a 1 cm.

Utilizzando di norma isolanti di spessore superiore a 4 cm, occorre sempre operare una riduzione come mostrato nella *figura 2*.

Nelle fasi di sformatura, stoccaggio e trasporto, tutti i pannelli sono sempre considerati orizzontali; proprio nella fase di sformatura, caratterizzata da una ridotta resistenza del calcestruzzo, occorre stabilire il numero di sostegni e lo spessore dell'isolante in corrispondenza ad ogni sostegno. Il numero di sostegni viene stabilito in funzione del peso da sostenere e quindi dalle dimensioni del pannello e dallo spessore dello strato appeso.

In *figura 3* si riassumono indicativamente i casi che possiamo riscontrare.

### PORTATA SOSTEGNO Ø28 mm in kN

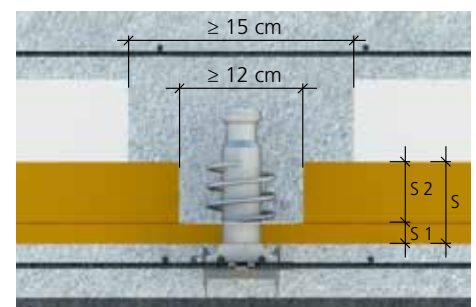
spessore isolante S1 (cm)	Rckj (N/mm <sup>2</sup> )				
	10	15	20	25	30
1	11,5	16	19	22	22
2	9	12,5	14,1	15,8	15,8
3	6,5	9	10,5	12,1	12,1
4	5,4	7,5	8,6	9,8	9,8

Tabella 1

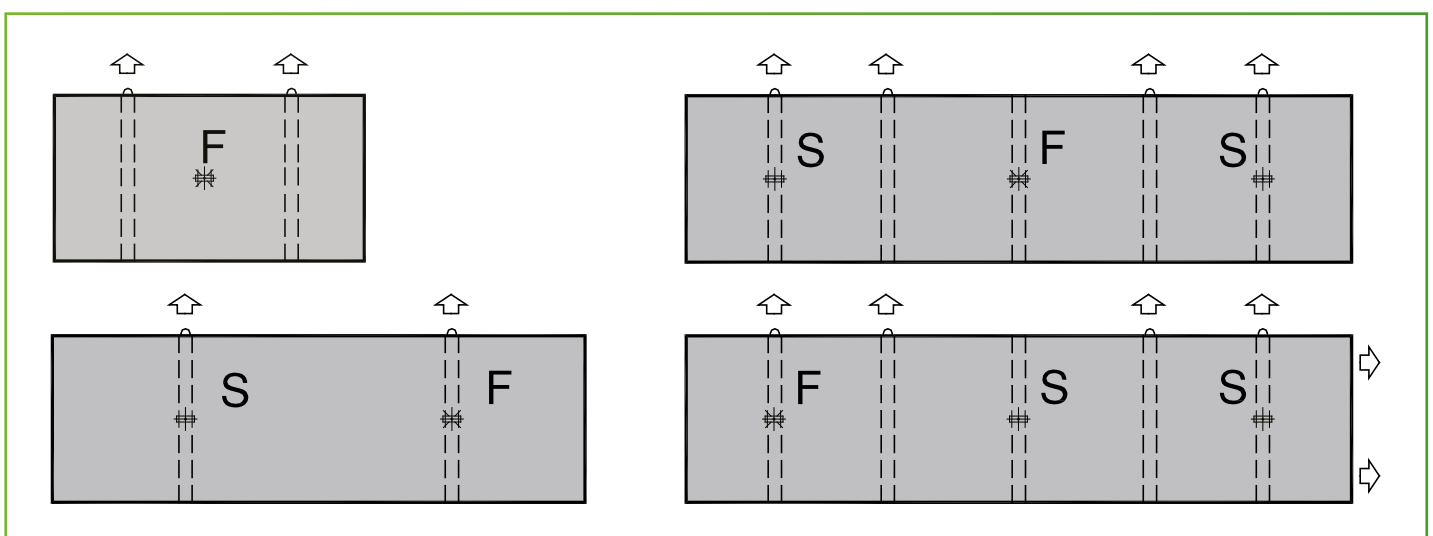
### PORTATA SOSTEGNO Ø40 mm in kN

spessore isolante S1 (cm)	Rckj (N/mm <sup>2</sup> )				
	10	15	20	25	30
1	19	29	38	48	48
2	14	22	29	36	36
3	12	18	24	30	30
4	10	15	20	25	25

Tabella 2



**Fig. 2**  
Riduzione dell'isolante in corrispondenza dei sostegni. La riduzione dell'isolante, ed eventualmente dell'alleggerimento, deve essere tale da consentire il completo sviluppo del carico di diffusione a 45° nello strato portante a partire dal piatto della molla di frettaggio, con l'eccezione dei casi in cui il sostegno ricada in un cordolo armato.



**Fig. 3**  
In un pannello di ridotte dimensioni il solo sostegno fisso deve essere esattamente baricentrico. Per evitare effetti torsionali in fase di movimentazione, è opportuno aggiungere ad un'estremità una doppia forcina incrociata o utilizzare le connessioni continue. In pannelli con due sostegni, questi vengono posizionati in corrispondenza di cordoli trasversali a una distanza dal bordo compresa tra 0,2 e 0,25 L. In pannelli orizzontali lunghi il sostegno fisso viene previsto baricentrico e i due scorrevoli sono disposti a una distanza dal bordo compresa tra 0,1 e 0,25 L. È consigliabile, in caso di pannelli verticali, posizionare il sostegno fisso alla base o in testa.

## DISPOSITIVI DI CONNESSIONE

Si prevede di dare una tipologia di connessioni perimetrali che viene posta in opera dopo la posa dell'isolante (**C10 e Forcine**) e una seconda tipologia, alternativa alla precedente, che viene posta in opera prima del getto dello strato appeso, simultaneamente ai dispositivi di sostegno (**connessioni continue**).

La scelta viene fatta in funzione del metodo produttivo e del tempo di presa del calcestruzzo.

Tutte le tipologie di connessioni perimetrali sono in acciaio inox ed evitano che lo strato portante si distacchi da quello portato, lasciandoli al contempo liberi e indipendenti di dilatarsi o contrarsi.

Quando il pannello viene prodotto su casseri basculanti le connessioni tengono collegati i due strati nelle movimentazioni delle fasi di stoccaggio, trasporto e montaggio, resistendo in opera alla depressione del vento.

Se invece il pannello viene prodotto su casseri fissi, alle connessioni è affidato anche il peso diretto dello strato portato nella fase di ribaltamento.

Volendo utilizzare il metodo tradizionale, inserendo le connessioni dopo la posa dell'isolante (Fig. 4), la portata nominale dei connettori C10 e Forcine è in funzione della resistenza del calcestruzzo ed è riportata nella *tabella 3*.

A differenza delle forcine, i C10 sono stati realizzati con funi di acciaio inox composte da fili di piccolissimo diametro, che si piegano senza snervarsi ancorandosi efficacemente nel calcestruzzo fresco. Nelle figure seguenti viene mostrata la procedura di inserimento dei C10.

Per prima cosa il connettore C10 viene accoppiato al distanziatore di polistirolo, la cui altezza viene determinata in funzione dello spessore dell'isolante per garantire una distanza fissa di 10 cm tra i due ancoraggi.

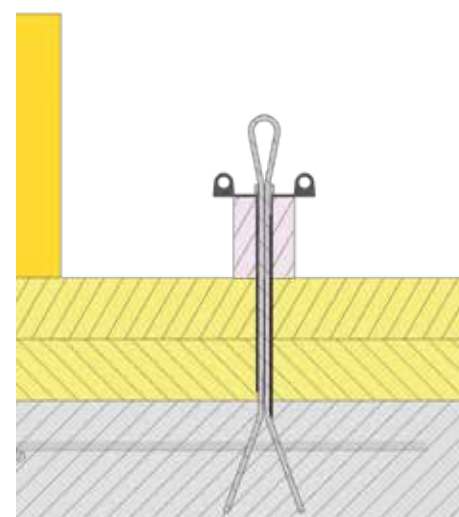
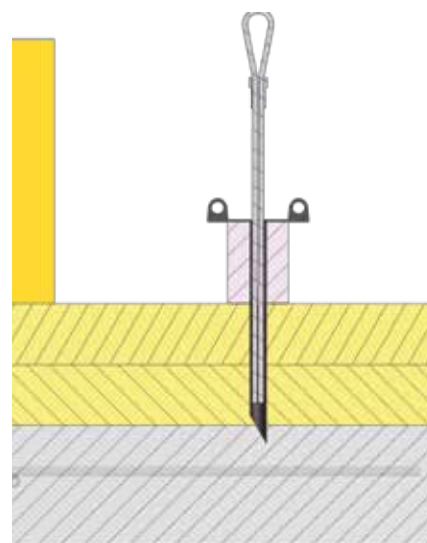
Successivamente le due estremità della fune vengono piegate manualmente. I connettori C10 consentono uno spostamento relativo tra i due strati di circa 1 cm.

Le forcine vengono più semplicemente spinte nell'isolante dall'alto, fino ad arrivare sul fondo del cassero o allo strato di finitura esterna.

Per svincolare la produzione dai tempi di presa del calcestruzzo garantendo lo scasso del giorno successivo, si possono utilizzare connessioni continue a "C" e "zigrinata". Sono elementi di 2 metri di lunghezza, in acciaio inox, tali da mantenere elevata la duttilità, come viene certificato da prove in laboratorio effettuate presso l'ITC - CNR di Milano.

Si prevede di avere una connessione ogni 50 cm su tutto il perimetro ed eventualmente nel cordolo centrale per pannelli di larghezza superiore a 2,50 metri.

Le connessioni vengono posizionate fissandole alla rete elettrosaldata dello strato appeso (vedi sequenza di getto Fig. 5). La scelta del tipo di connessione continua da utilizzare viene dettata dalla tipologia di armatura o dalla sagoma della sponda del cassero; il loro comportamento ai fini dello scasso è comunque lo stesso.



**Fig. 4**  
Il tubolare di polistirolo funge da dima per dare l'esatta penetrazione dei 2 terminali della fune nel calcestruzzo.

### PORTATA NOMINALE CONNETTORI

Cl <sub>s</sub> Rck <sub>j</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	peso sostenibile kN	m <sup>2</sup> sostenibili	
		spessore 6 cm	spessore 7 cm
≥ 10	1,50	1,00	0,86
≥ 15	2,25	1,50	1,30
≥ 20	3,00	2,00	1,72
≥ 25	3,75	2,50	2,15
≥ 30	4,50	3,00	2,60

**Tabella 3**

# SISTEMI PER PANNELLI A TAGLIO TERMICO

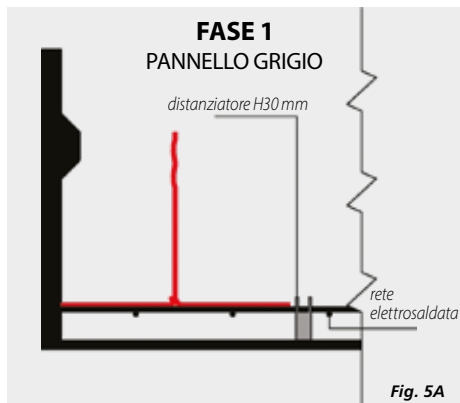


Fig. 5A

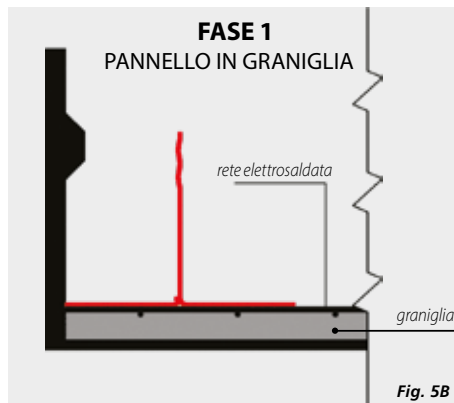


Fig. 5B

**Fig. 5A**

**PANNELLO GRIGIO**

1. Disposizione della rete elettrosaldata con distanziatore da 3 cm.
2. Posa sopra la rete elettrosaldata e fissaggio di almeno n.2 staffe delle connessioni zigrinate.

**Fig. 5B**

**PANNELLO LAVATO**

1. Getto di 3 cm di graniglia.
2. Staggiatura della graniglia.
3. Posa sopra la rete elettrosaldata e fissaggio di almeno n.2 staffe delle connessioni zigrinate.

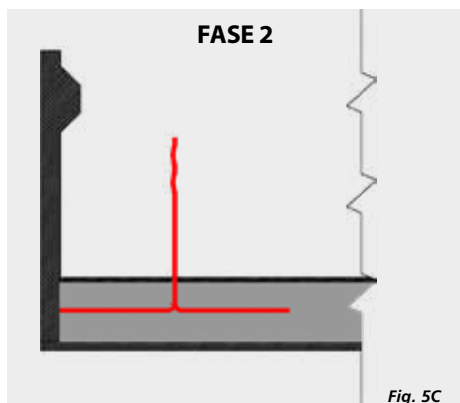


Fig. 5C

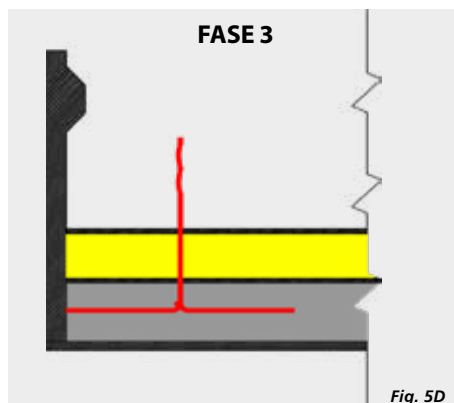


Fig. 5D

**Fig. 5C**

Completamento del getto dello strato portato.

**Fig. 5D**

Disposizione dello strato di materiale isolante in doppio strato o interponendo, tra lo strato portante e l'isolante, un foglio di polietilene.

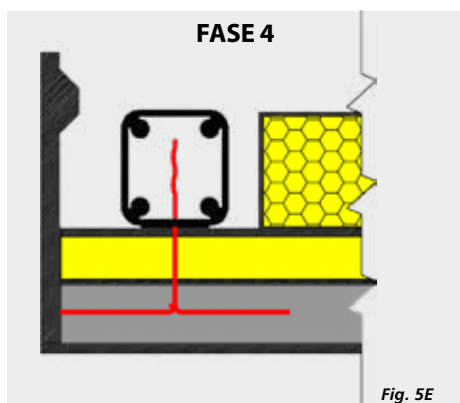


Fig. 5E

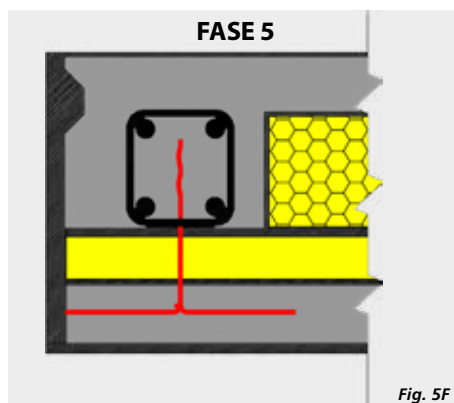


Fig. 5F

**Fig. 5E**

Disposizione delle armature e del materiale di alleggerimento.

**Fig. 5F**

Getto dello strato portante.

## CRITERI DI PROGETTAZIONE

Per stabilire il numero e il tipo di connessioni, in fase di progettazione si fa riferimento al programma di calcolo "U" (Fig. 6), certificato ICMQ, che viene fornito gratuitamente e che consente, inoltre, la verifica della trasmittanza in funzione delle normative vigenti.

### Progettazione dei sostegni

Nei pannelli orizzontali, il numero dei sostegni è deciso dal peso dello strato portante e dalla resistenza del calcestruzzo all'atto dello sforno (v. *tabella 1 e 2*). I pannelli verticali sono scasserati, stoccati e trasportati come fossero pannelli orizzontali, ripartendo cioè il peso dello strato portato su tutti i sostegni. Quando al montaggio, viene ruotato di 90° per portarlo in verticale, tutto il peso dello strato portato finisce sul solo sostegno fisso che, ancorato nello strato portante, ha ormai raggiunto la sua resistenza finale. Il sostegno viene inserito in un volume di calcestruzzo di lato  $\geq 15$  cm, in una posizione coincidente con una nervatura. Se in opera il sostegno non si inserisce in una nervatura sulla sua verticale (come spesso succede nei pannelli verticali), occorre predisporre un'armatura del volume del calcestruzzo costituita da 2 staffe verticali  $\varnothing 14$  (Fig. 7). Per pannelli verticali molto alti può essere necessario accostare in un unico cordolo trasversale 2 sostegni fissi, avendo cura di tenerli distanziati almeno 50 cm.

A volte, per esempio quando ci sono dei portoncini inseriti nel pannello, il collegamento di estremità tra i due strati si può considerare punto fisso e sarà possibile mettere solo i sostegni scorrevoli.

### Progettazione dei dispositivi di connessione

La frequenza dei connettori è ricavabile dalla tabella 3. Di questi, la frequenza dei connettori C10 può essere determinata assumendo la resistenza caratteristica del calcestruzzo a maturazione avvenuta, e interponendo tra 2 connettori C10 una forcina. Destinata nel pannello in opera a snervarsi per le dilatazioni, sarà comunque molto utile nelle fasi iniziali di movimentazione con un calcestruzzo di ridotta resistenza. Altre forcine vengono posizionate in corrispondenza di ancoranti per ribaltamento, o spigoli conseguenti alla presenza di aperture o di risalti nel pannello, che nella fase di sforno sono i punti più sollecitati.

Le forcine H160 servono per spessori di isolante fino a 6 cm; per spessori superiori, fino a 10 cm, sono necessarie le forcine H200.

Riguardo la progettazione delle connessioni continue sarà sufficiente calcolare il perimetro del pannello ed eventualmente la presenza di aperture, per ricavare i metri lineari di connessione necessari.

In questo caso non sono necessari rinforzi in corrispondenza degli ancoranti.

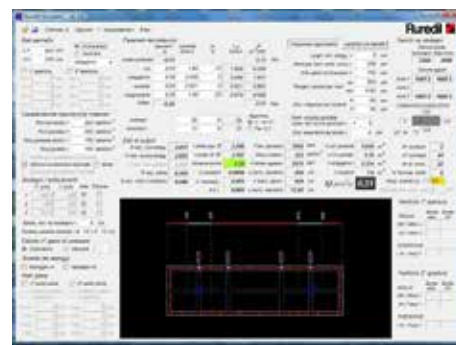


Fig. 6  
Pagina tratta dal software di calcolo "U"

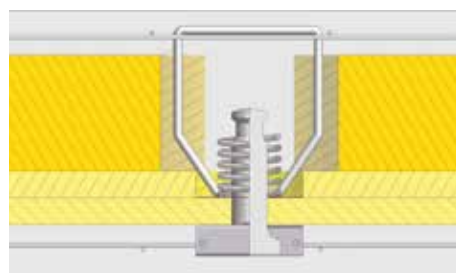
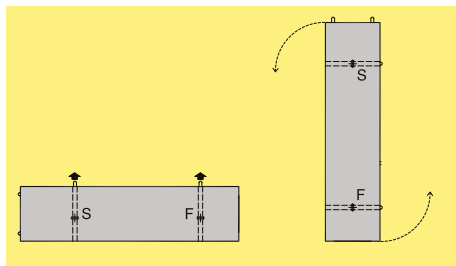
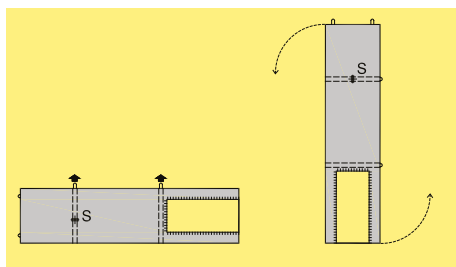


Fig. 7  
Armatura di rinforzo ai sostegni in assenza di cordolo longitudinale di armatura.



Pannello verticale con portoncino, il cui telaio fa da sostegno fisso. Il pannello verticale in fase di stoccaggio è orizzontale e, al montaggio, viene ruotato di 90°.

# SISTEMI PER PANNELLI A TAGLIO TERMICO

## Schemi tipici

Per spessori di isolante fino a 10 cm si devono utilizzare le connessioni zigrinate H200; oltre 10 cm si utilizzano le connessioni zigrinate H260.

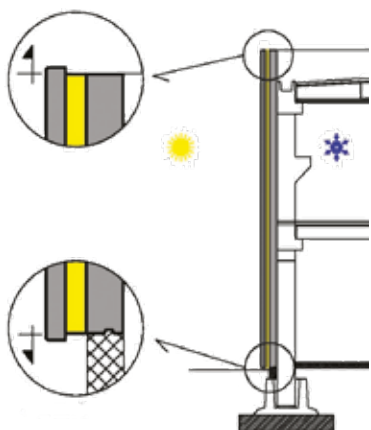
A titolo di esempio riportiamo le due situazioni più utilizzate (Fig. 8 e 9)

## Calcolo della trasmissione termica dei pannelli

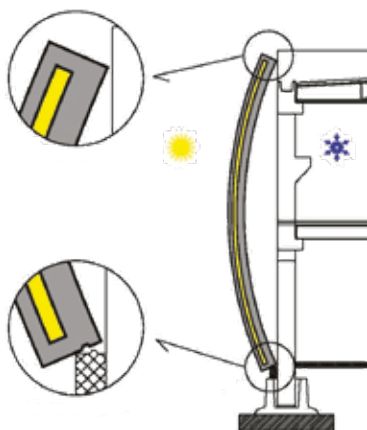
La normativa di riferimento per il calcolo della trasmittanza dei componenti per edilizia è la UNI EN ISO 6946:2018.

Il software di calcolo della trasmittanza del sistema Konnektor è implementato con due tipi di algoritmi certificati:

U - ver. 3.0 (metodo semplificato) Pak 12.3 (metodo analitico)



**Fig. 10**  
Pannello a taglio termico e taglio strutturale



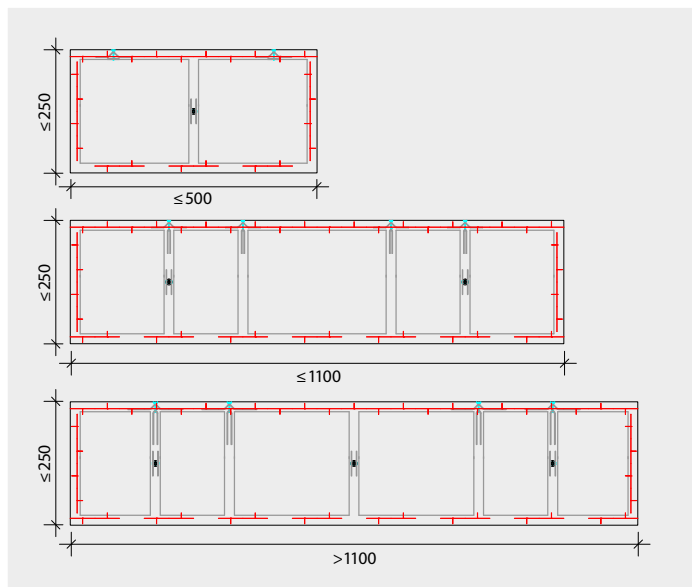
**Fig. 11**  
Pannello con ponti termici passanti

Il pannello senza taglio strutturale assume a ciclo giornaliero delle curvature spesso non accettabili, mentre quello a taglio strutturale non è soggetto a tali problematiche.

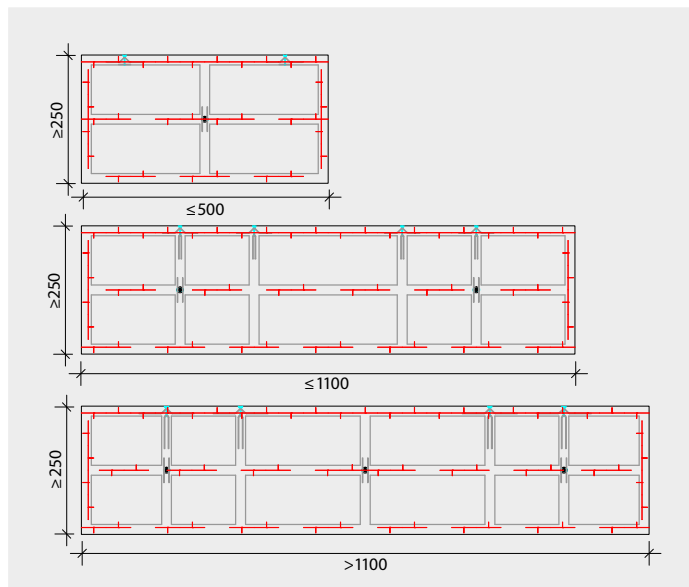
## CONSIDERAZIONI

- Il sistema Konnektor non richiede particolare resistenza a compressione dell'isolante se non quella necessaria per resistere alla spinta del vento.
- È consentito quindi utilizzare anche gli isolanti più economici (se l'isolante è polistirene, con  $EPS \geq 70$ ).
- È sempre consigliato utilizzare l'isolante in doppia lastra sovrapposta per diminuire gli attriti tra i due strati dovuti alle dilatazioni e, nello stesso tempo, per chiudere i ponti termici tra lastre accostate.
- Il vantaggio del taglio strutturale è quello di evitare, in presenza di differenti temperature degli strati, che il pannello si deformi incurvandosi. (Fig. 10 e 11)
- Quando richiesto il controllo igrometrico deve verificare che non si formi una condensa all'interno del pannello, per la quale potrebbe essere necessaria una barriera a vapore.
- I pannelli ventilati eliminano in inverno le condense interne, lasciando la parete traspirante, e d'estate non permettono che l'irraggiamento solare aumenti la temperatura interna.

## PANNELLI LARGHEZZA $\leq 250$ CM



## PANNELLI LARGHEZZA $\geq 250$ CM



## FASI OPERATIVE

1. Una volta approntato il cassero si posa la rete Ø 5/15 dello strato portato (es. 6 cm) su distanziatori da 3 cm (o, eventualmente, sullo strato di graniglia già gettato). I sostegni vanno posti in verticale e fissati alla rete utilizzando due ferri aggiuntivi Ø 8 lunghi almeno 25 cm da inserire negli appositi fori della guida. La guida deve essere sempre parallela al lato più lungo del pannello, indistintamente per pannelli orizzontali e verticali e per ogni tipo di sostegno. Anche le connessioni a C e zigrinate, vengono in questa fase legate alla rete lungo tutto il perimetro del pannello.
2. Si getta lo strato portato fino al profilo superiore della guida, che si troverà così a 6 cm. Se lo spessore dello strato appeso è superiore a 6 cm i distanziatori per la rete elettrosaldata andranno scelti di conseguenza (esempio 7 cm = distanziatore da 4 cm).
3. Si posiziona l'isolante in doppio strato o interponendo, tra lo strato portante e l'isolante, un foglio di polietilene su tutta la superficie, realizzando gli opportuni fori e riduzioni in corrispondenza dei sostegni. Se richiesto, viene posata la barriera al vapore sullo strato di isolante.
4. Si allestisce la gabbia d'armatura completa di ancoranti di sollevamento. Per velocizzare le operazioni occorre preconfezionare la gabbia d'armatura (meglio se con l'ancorante già posizionato).
5. Nel caso non vengano impiegate le connessioni continue si devono inserire, in questa fase, i connettori C10 e le forcine previste. Tra le operazioni 3 e 5, utilizzando i connettori C10 e le forcine, il calcestruzzo non deve iniziare la presa.
6. Si posa l'eventuale isolante di alleggerimento. Si posa la rete dello strato portante. Si completa il getto di calcestruzzo superiore, avendo cura di vibrare ad ago o tramite vibrofinitrice, effettuando poi la stagiatura finale.
7. Scassero. Per pannelli di lunghezza superiore a 8 metri si consiglia il ribaltamento tramite 4 ancoranti.
8. Stoccaggio.
9. Trasporto.
10. Montaggio.



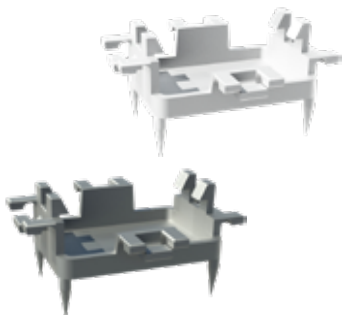
Nelle fasi 8, 9, 10 i pannelli devono essere appoggiati sul solo strato portante.

## SISTEMI PER PANNELLI A TAGLIO TERMICO

### Sostegno fisso Ø28\*



Sostegno Ø28



Supporto in PTL per sostegno fisso di colore grigio o bianco



Sostegno Ø28 con supporto

Codice	Conf.
0318002028	6 pz

#### Materiali

Perno Ø28 mm ST 52.3 zincato

Profilo: Fe 37 zincato

Molla: C70 zincato

Zincatura elettrolitica

Supporto: PTL

*\*Fino ad esaurimento scorte*

### Sostegno fisso Ø40



Sostegno Ø40



Supporto in PTL per sostegno fisso di colore grigio o bianco



Sostegno Ø40 con supporto

Codice	Conf.
0318002040	6 pz

#### Materiali

Perno Ø40 mm ST 52.3 zincato

Profilo: Fe 37 zincato

Molla: C70 zincato

Zincatura elettrolitica

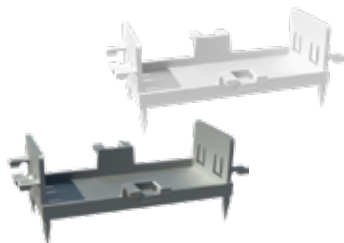
Supporto: PTL

## DESCRIZIONE ARTICOLI

### Sostegno scorrevole



Sostegno scorrevole



Supportoin PTL per sostegno scorrevole di colore grigio o bianco



Sostegno scorrevole con supporto

Codice	Conf.
0318003001	6 pz

#### Materiali

Perno ST 52.3 zincato

Molla: C70 zincato

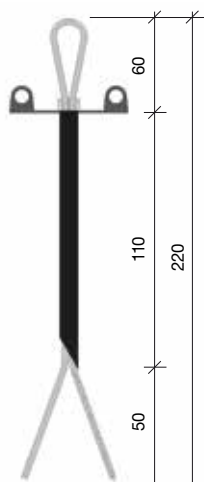
Riempimento in spugna sintetica

Profilo: Fe 37 con rivestimento interno in Teflon

Zincatura elettrolitica

Supporto: PTL

### Connettore C10



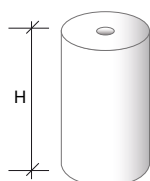
Codice	Articolo	Conf.
0318051003	Distanziatore H 20	500 pz

#### Materiali

fune AISI 316 Ø 3 mm

tubolare in nylon + fibra di vetro

### Distanziatore in polistirolo



Codice	Articolo	Conf.
0318051003	Distanziatore H 20	500 pz
0318051001	Distanziatore H 40	500 pz
0318051002	Distanziatore H 60	500 pz

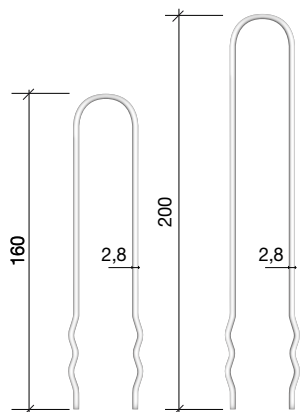
#### Materiali

polistirolo  $d \geq 25 \text{ kg/m}^3$

misure a richiesta H = 20 / 40 / 60

# SISTEMI PER PANNELLI A TAGLIO TERMICO

## Forcina

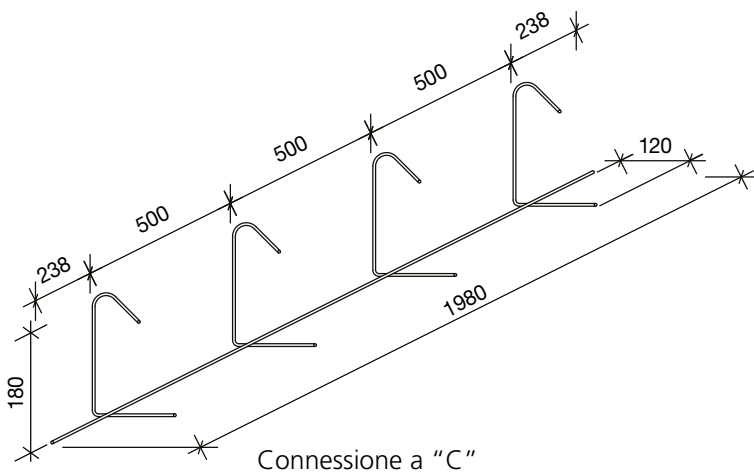


Codice	Articolo	Conf.
0318004001	Forcina H 160	500 pz
0318031001	Forcina H 200	500 pz

## Materiali

Acciaio inox AISI 304

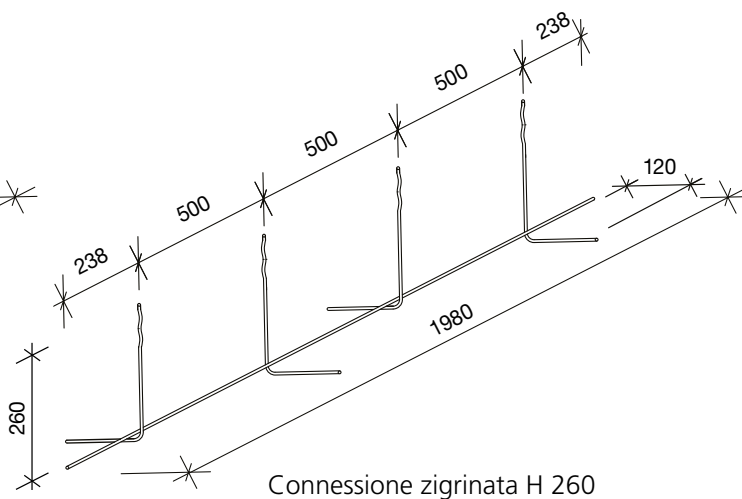
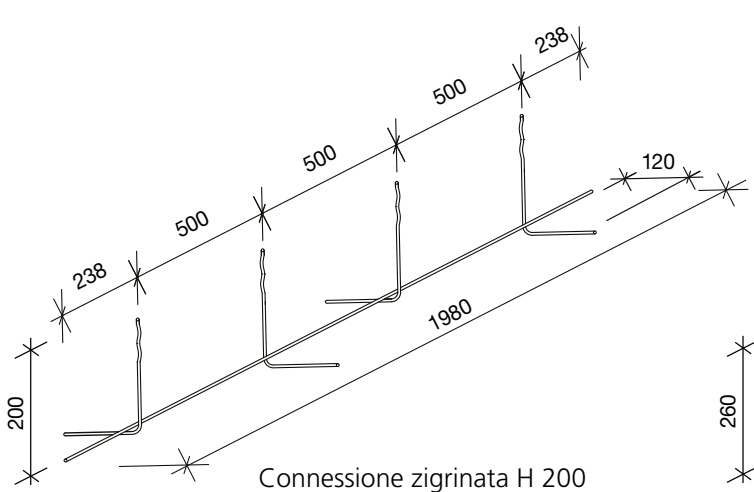
## Connessioni continue



Codice	Articolo	Conf.
0318055002	Connessione a C	500 metri
0318054005	Connessione zigrinata H 200	500 metri
0318054006	Connessione zigrinata H 260	500 metri

## Materiali

Acciaio inox AISI 304



**Al vostro fianco per soddisfare ogni vostra esigenza**

**CHRYSO Italia S.r.l.**

Via B. Buozzi, 1

20097 San Donato Milanese (MI)

Tel. +39 02 5276.041

email: [info.chrysoita@chryso.com](mailto:info.chrysoita@chryso.com)

**[www.chryso.it](http://www.chryso.it)**