

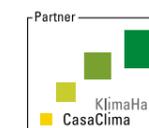
PONTI  
TERMICI



# Celenit

## INDICE DEI CONTENUTI

|  |  |                                    |   |                                    |   |
|--|--|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| 4  | 6  | 8                                  | 10  | 12                                 | 14  |
| PONTI TERMICI  | VERIFICA<br>CONDENSAZIONE<br>SUPERFICIALE        | VERIFICA<br>ENERGETICA             | SOLUZIONI CELENIT   | SOLUZIONI<br>1. Pilastro in parete | SOLUZIONI<br>2. Pilastro in angolo                    |
| 16   | 18   | 20                                 | 22  | 24                                 | 26  |
| SOLUZIONI<br>3. Solaio a parete                          | SOLUZIONI<br>4. Solaio a sbalzo<br>piano pilotis | SOLUZIONI<br>5. Parete controterra | SOLUZIONI<br>6. Parete controterra<br>su locale non<br>riscaldato | SOLUZIONI<br>7. Copertura piana    | SOLUZIONI<br>8. Copertura<br>inclinata<br>finto trave |
| 28   | 30   | 31                                 | 32  | 35                                 | 38  |
| SOLUZIONI<br>9. Copertura<br>inclinata<br>trave a sbalzo | SOLUZIONI<br>10. Serramento                      | CONCLUSIONI                        | MATERIALI   | POSA IN OPERA                      | NOTE  |



Il logo ANAB è riferito ai prodotti:  
Celenit AB, Celenit ABE, Celenit N, Celenit NB, Celenit R, Celenit S, Biosilenzio.  
Il logo PEFC è riferito ai pannelli in lana di legno.  
TUV Italia ha certificato che i pannelli Celenit contengono una percentuale minima di materiale riciclato pre - consumatore pari al 15% del peso,  
(certificato n° TUVIT - LMR - 0004)

## PONTI TERMICI

Le perdite di calore attraverso gli elementi strutturali di un edificio, ovvero i ponti termici, possono raggiungere e superare il 20% delle dispersioni totali e sono causa di condense interne, macchie, muffe col conseguente deterioramento delle parti costruttive.

I ponti termici si verificano prevalentemente in presenza di strutture con materiali che trasmettono energia in maniera differente, ovvero con diversi valori di conducibilità termica  $\lambda$ . Ad esempio, nei casi di pilastri o di travi di bordo in cemento armato a contatto con pareti o coperture isolate. La presenza di un ponte termico comporta generalmente due tipologie di problemi: il primo di natura igienico-sanitaria poiché può provocare la formazione di condensazione superficiale e di muffa all'interno degli ambienti abitativi; il secondo di tipo energetico-ambientale dato che la presenza di un ponte termico genera maggiori dispersioni e quindi maggiori consumi che possono aumentare anche più del 20%. I ponti termici sono quindi nodi che devono essere analizzati e corretti.

È necessario effettuare la verifica in fase di progettazione in modo da integrare le soluzioni nell'insieme dell'edificio e poiché spesso sono interventi che non possono essere messi in atto a posteriori.

L'attuale legislazione ha reso gli edifici molto più isolati rispetto al passato, per questo non porre un'adeguata

cura nella correzione dei ponti termici comporta maggiori danni energetici e di salubrità ambientale rispetto a prima.

Le due problematiche precedentemente indicate sono presenti in forma di verifica nelle leggi che regolamentano il risparmio energetico in edilizia: Legge 10/91, DLgs 192/05, DLgs 311/06 e DPR 59/09; e nella legislazione inerente la certificazione energetica degli edifici: DM 26/06/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione".

Quali sono le verifiche relative ai ponti termici presenti nella legislazione nazionale? Il DPR 59/09 prende in esame il problema dei ponti termici dal punto di vista dell'igiene e salubrità degli ambienti e delle dispersioni energetiche. Tale norma impone l'assenza di condensazione superficiale interna sulle superfici delle strutture con condizioni al contorno imposte e, dal punto di vista energetico, introduce dei limiti legati alle dispersioni dell'involucro.

Il seguente opuscolo analizza la correzione dei ponti termici per questi due aspetti.



## VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE

La correzione del ponte termico per le verifiche di condensa- zione superficiale è tale se non si verificano rischi con le condizioni imposte dal DPR 59/09 che prevede l'assenza di condensa- zione superficiale con condizioni fisse di temperatura dell'aria interna ( $T = 20\text{ °C}$ ) e di umidità relativa ( $UR = 65\%$ ), nel caso non siano presenti impianti in grado di gestire l'umidità relativa interna.

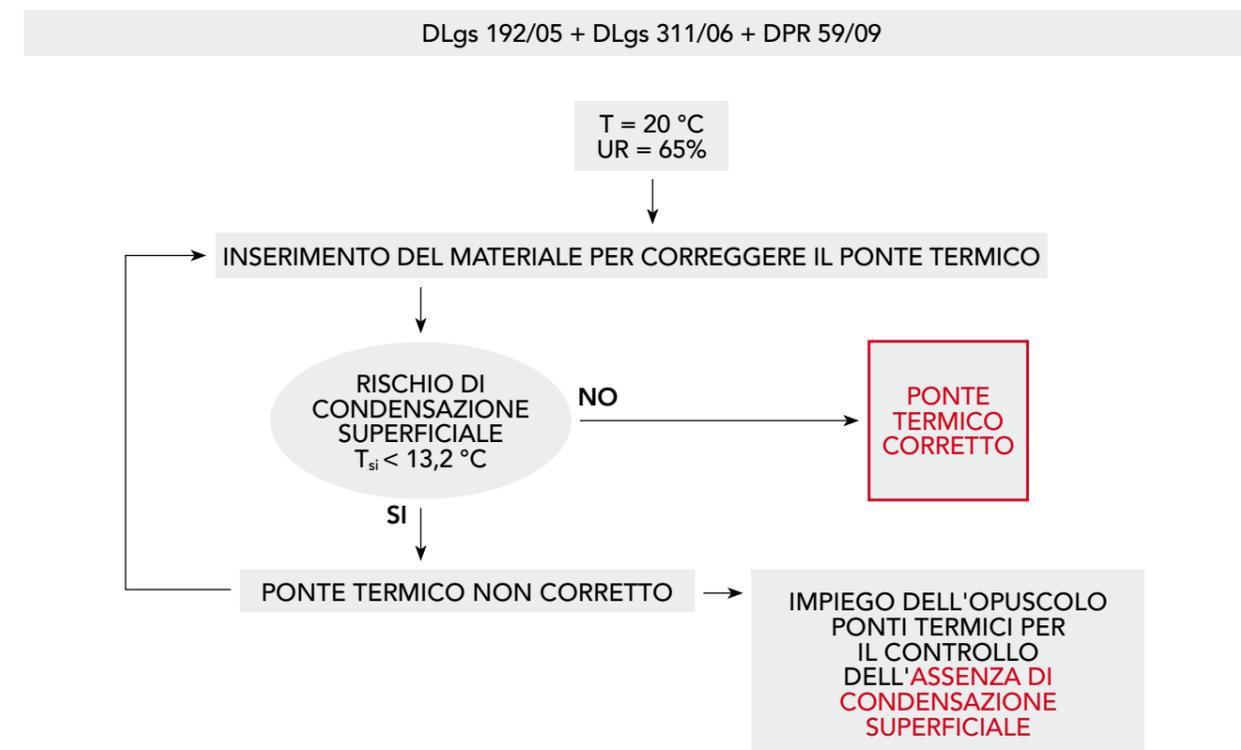
Tali condizioni sono severe poichè viene ipotizzata un'elevata quantità di vapore acqueo sempre presente nell'ambiente riscaldato e la temperatura di saturazione del ponte termico nel punto critico ha un valore minore di  $13,2\text{ °C}$  si è in presenza del rischio di formazione di

condensa- zione superficiale.

La correzione pertanto è considerata sufficiente se la temperatura superficiale interna del punto critico risulta essere  $T_{si} \geq 13,2\text{ °C}$ .

Per un corretto impiego di questo manuale è necessario seguire le indicazioni del Diagramma 1: si deve procedere all'inserimento del tipo di prodotto Celenit e del suo spessore sino a che il ponte termico non risulti corretto. Nelle soluzioni proposte nelle pagine successive, sono stati evidenziati spessori e materiali adatti alla correzione del ponte termico in oggetto in relazione alla località dell'edificio oggetto di indagine, alla geometria della struttura e alle caratteristiche termiche dei materiali.

DIAGRAMMA 1. Verifiche di condensa- zione per il ponte termico



### ESEMPIO DI VALUTAZIONE DELLA CONDENSAZIONE

La Figura 1 mostra il ponte termico che si sviluppa nel nodo parete-solaio.

Le condizioni al contorno ipotizzate simulano una giornata invernale.

Il ponte termico tra solaio e parete è evidente poichè la temperatura nello spigolo dell'ambiente interno è compresa tra  $7$  e  $11\text{ °C}$  e provoca un elevato rischio di formazione di condensa- zione superficiale.

Per correggere il ponte termico ed evitare il rischio di forma- zione di condensa è necessario inserire uno strato di pannelli Celenit in corrispondenza del ponte termico.

L'intera struttura in cemento armato in seguito all'intervento ha una temperatura che poco si discosta da quella dell'aria: temperatura nello spigolo pari a  $18\text{ °C}$  (Fig. 2). Evitare i ponti termici o correggerli è quindi un'operazione semplice ma indispensabile se si vuole evitare la formazione di muffa e condensa.

Le considerazioni svolte in questo esempio sono relative al caso di edilizia residenziale; il progettista è tenuto a valutare, in funzione della destinazione d'uso e della località, se le strutture sono soggette o meno ai fenomeni di condensa.

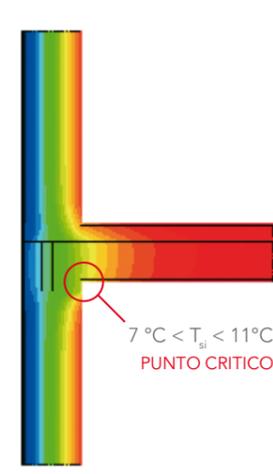


Fig. 1: Ponte termico privo di correzione

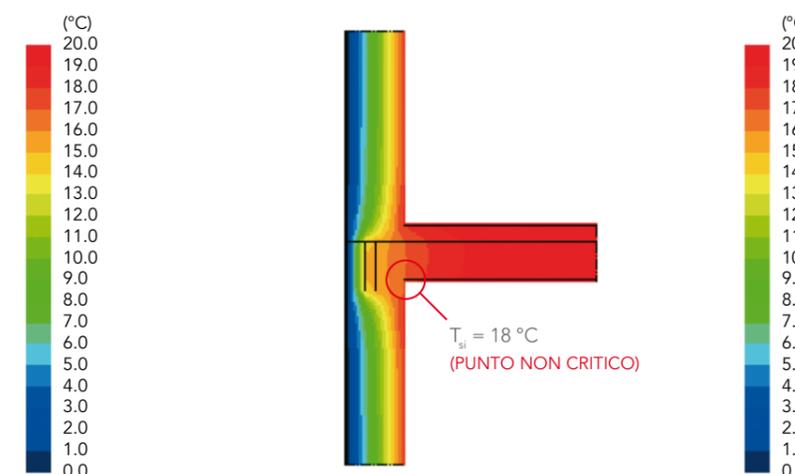


Fig. 2: Ponte termico corretto con pannelli Celenit

## VERIFICA ENERGETICA

Il DLgs 192/05, il DLgs 311/06 e il DPR 59/09 impongono che gli edifici abbiano elevate prestazioni di isolamento globali dell'involucro ed un impianto di riscaldamento efficiente.

Il Diagramma 2 riassume le possibilità offerte al progettista per l'isolamento dell'involucro, in rispetto delle prescrizioni per gli edifici di nuova costruzione e per gli esistenti oggetto di ristrutturazione integrale o parziale. In generale, sia che si esegua un calcolo complessivo di fabbisogno energetico per il riscaldamento (e raffrescamento), sia che si realizzi un calcolo di verifica delle trasmittanze dei componenti, è necessario confrontarsi con il parametro denominato

"coefficiente lineico" che descrive l'aumento della dispersione energetica dovuto al ponte termico.

Nel calcolo del fabbisogno energetico per il rispetto dei limiti di  $EP_i$ , la valutazione analitica dei ponti termici è obbligatoria e deve essere sviluppata attraverso l'impiego dei coefficienti lineici in accordo con la normativa di riferimento UNI TS 11300-1.

Invece le verifiche di trasmittanza termica con metodo semplificato si effettuano sul valore medio delle pareti e/o delle coperture comprensive della dispersione aggiuntiva dovuta ai ponti termici, valutabile con i coefficienti lineici piuttosto che ricorrendo al metodo della parete fittizia.

### IL COEFFICIENTE LINEICO $\Psi$

Il calcolo agli elementi finiti alla base delle indicazioni del manuale permette la valutazione dei coefficienti lineici  $\Psi$  in funzione della tipologia di ponte termico, delle dimensioni geometriche esterne e delle caratteristiche termiche dei materiali impiegati. Il calcolo è eseguito in accordo con le norme UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211.

Il coefficiente lineico è il parametro espresso in  $W/mK$  che permette di valutare le maggiori dispersioni dovute alla presenza di un ponte termico. Il prodotto tra il coefficiente lineico e la lunghezza (o profondità) del ponte termico restituisce i valori di coefficienti dispersivi

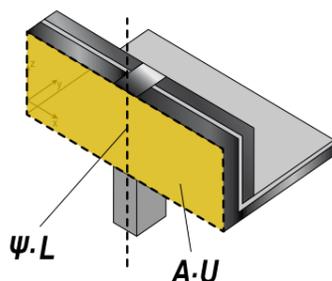
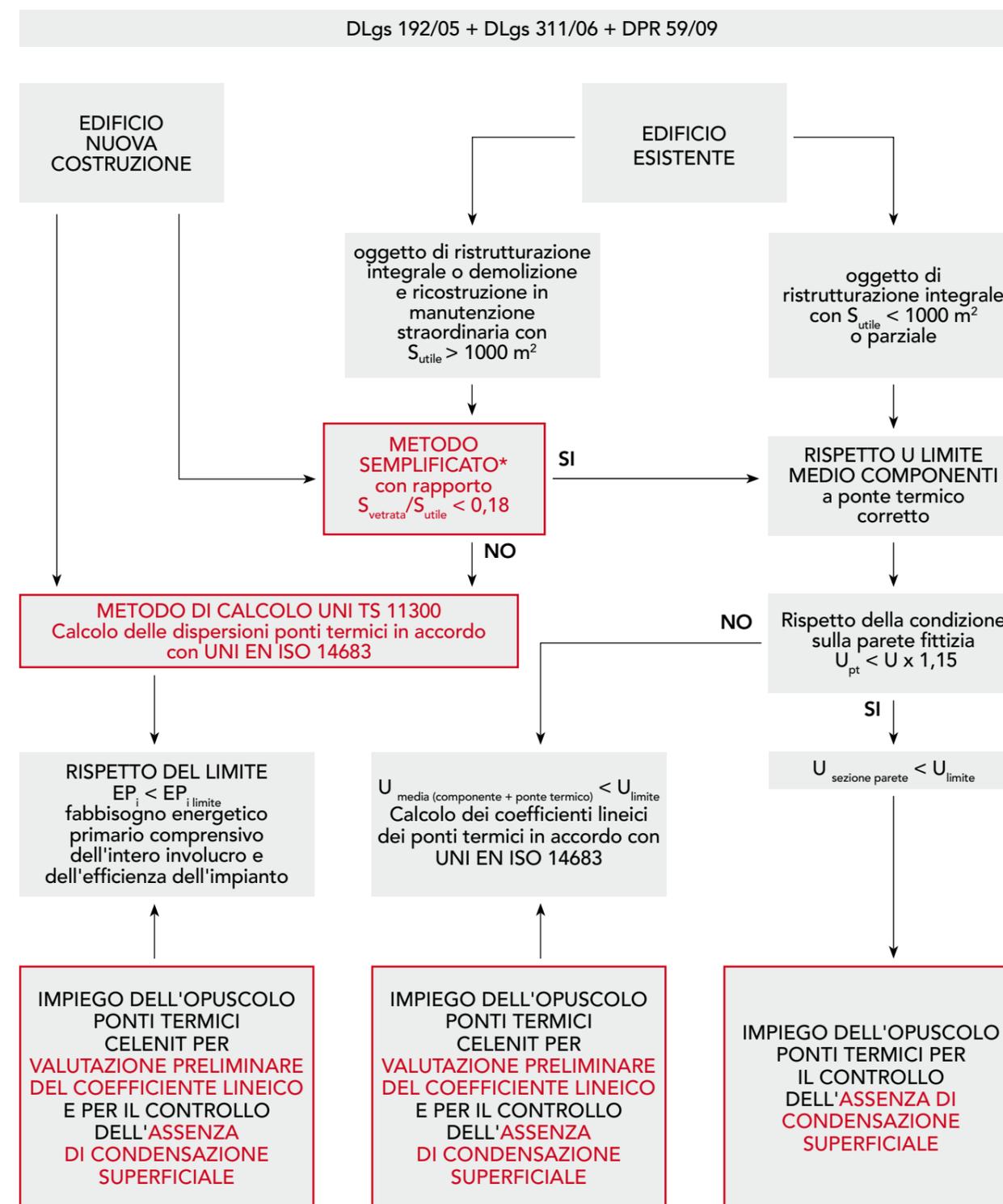


Fig.3 : Il coefficiente lineico  $\Psi$  spiega come varia la dispersione rispetto al semplice prodotto tra area A della struttura e trasmittanza termica U:  $H=(U \cdot A)+(\Psi \cdot L)$

$H [W/K]$  da sommare alle dispersioni delle pareti, delle coperture e dei serramenti per la valutazione delle dispersioni energetiche. Per meglio comprendere il significato del coefficiente lineico si faccia riferimento all'immagine (Fig. 3).

Modellando la dispersione energetica della parete comprensiva del ponte termico di un pilastro come prodotto di trasmittanza U per l'area A della parete, è necessario aggiungere la presenza del ponte termico attraverso il coefficiente lineico  $\Psi$  moltiplicato per la lunghezza L del ponte termico. La somma dei due coefficienti dispersivi descrive in maniera raffinata il comportamento della parete nel suo complesso. Nell'opuscolo sono indicati per le varie tipologie di ponte termico i diversi coefficienti lineici. Tali dati mostrano che, dopo aver assicurato l'assenza di condensa, è possibile progettare la correzione del ponte termico anche con lo scopo di ridurre i consumi dell'edificio: minori valori del coefficiente lineico significano minore dispersione dovuta al ponte termico. I valori presenti sono puramente indicativi poiché legati a tutte le condizioni imposte su geometria e materiali impiegati per il calcolo.

DIAGRAMMA 2. Verifiche energetiche per il ponte termico



\* Nel caso di utilizzo del METODO SEMPLIFICATO (art. 4, comma 8-DPR 59/09) con rapporto tra superficie trasparente complessiva dell'edificio e superficie utile inferiore a 0,18 si attribuisce all'edificio un valore  $EP_i = EP_{i,limite}$ . Tale valore fa sì che ai fini della certificazione energetica l'edificio ricada indicativamente entro classe C.

Per sviluppare dunque le verifiche sulle trasmittanze  $U_{limite} [W/m²K]$  vi sono due possibilità:

1. Il ponte termico è definibile corretto (secondo le indicazioni del DLgs 311), ovvero la trasmittanza della parete fittizia è inferiore alla trasmittanza della sezione moltiplicata per 1,15:  $U_{pt} < U \times 1,15$
2. Il ponte termico non è definibile corretto e quindi è necessario controllare che la trasmittanza media delle strutture oggetto di indagine sia minore di quella limite:  $U_{media} < U_{limite}$

## SOLUZIONI CELENIT

Nelle pagine successive vengono indicate le soluzioni dei ponti termici più frequenti che prevedono l'utilizzo di pannelli Celenit di vario tipo e spessore. Per bilanciare le proprietà isolanti della muratura e delle parti in calcestruzzo, i pannelli Celenit vengono utilizzati all'interno del cassero di contenimento del getto, oppure vengono applicati successivamente.

I calcoli e le valutazioni sulla temperatura superficiale interna e dei coefficienti lineici in corrispondenza dei ponti termici sono stati eseguiti per mezzo del programma ad elementi finiti CelPT\*, considerando le condizioni di umidità relativa interna del DPR 59/09 (65%) e con le seguenti condizioni di temperatura dell'aria:

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura aria interna T            | 20°C            |
| Temperatura aria esterna T            | -5°C, 0 °C, 5°C |
| Temperatura del locale non riscaldato | 0°C, 5°C, 10°C  |

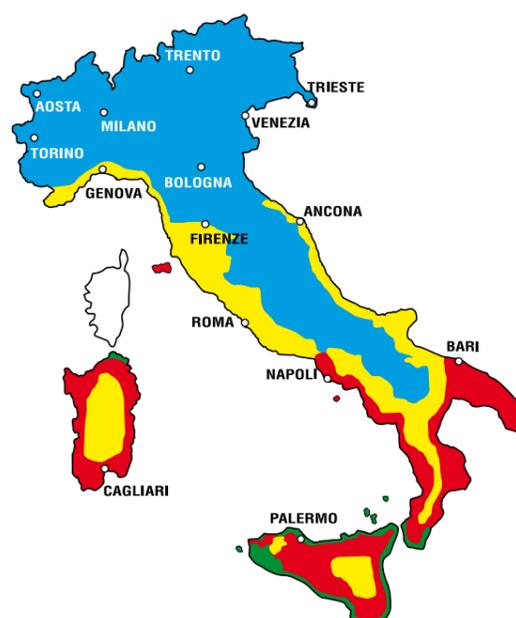
## ZONE CLIMATICHE

Le differenti temperature dell'aria esterne sono state ipotizzate in riferimento alla suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche presente nel DPR 412/93.

- Zona A - B
- Zona C
- Zona D
- Zona E - F

- Zona A, B, C: temperatura di riferimento aria esterna 5°C;
- Zona D: temperatura di riferimento aria esterna 5 °C o 0 °C a seconda della temperatura media mensile del mese più freddo;
- Zona E, F: temperatura di riferimento aria esterna 0 °C;
- Zona F con gradi giorno >4000: temperatura di riferimento aria esterna -5 °C.

La temperatura di riferimento di -5 °C è dunque riferibile solo a località con inverni particolarmente rigidi e ad elevate altitudini.



\*Il CelPT è un software che valuta i ponti termici per mezzo di calcoli agli elementi finiti in accordo con le indicazioni della norma UNI EN ISO 14683 e della norma UNI EN ISO 10211.

## CASI ANALIZZATI

Il manuale si configura innanzitutto come utile strumento di consultazione per la risoluzione dei problemi di rischio di condensazione superficiale ed anche come strumento di consultazione per una valutazione energetica del ponte termico.

In quest'ultimo caso il progettista ha a disposizione dei valori orientativi che possono aiutarlo in fase di verifica preliminare. Tutte le valutazioni sui ponti termici che sono parte dei contenuti della relazione Ex Legge 10 rimangono di competenza e cura del progettista che deve realizzarli e rendicontarli in accordo con la norma UNI EN ISO 13788.

In ogni tipologia di ponte termico è possibile definire il valore della temperatura superficiale interna nel punto più critico, corretto con i materiali Celenit in vari spessori, evidenziando le temperature superficiali che si sviluppano. Per quanto riguarda le dispersioni energetiche, ogni tipologia di correzione ha un corrispondente valore di coefficiente lineico  $\Psi$  riferito alle dimensioni esterne del ponte termico.

I risultati dei calcoli sono sintetizzati in tabelle, dove vengono riportati i valori delle temperature superficiali e di coefficiente lineico in corrispondenza del ponte termico.

I dati sono suddivisi per tipologia e spessore di prodotto utilizzato per la correzione, la quale può essere: CO (correzione ordinaria), CA (correzione accurata), CMA (correzione molto accurata).

Nelle tabelle, i colori indicano:

- rischio di condensazione superficiale
- correzione che permette di raggiungere le temperature superficiali minime per evitare la formazione di condensa superficiale secondo i limiti di legge (DPR 59/09).

Il servizio di assistenza tecnica è a disposizione per eventuali chiarimenti o verifiche energetiche e igrometriche del ponte termico.

## NORMATIVE

|                       | Norma            | Titolo  |
|-----------------------|------------------|---|
| PONTI TERMICI         | UNI EN ISO 14683 | Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica<br>Metodi semplificati e valori di riferimento   |
|                       | UNI EN ISO 10211 | Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali<br>Calcoli dettagliati  |
| VERIFICHE DI CONDENSA | UNI EN ISO 13788 | Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia<br>Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo |
| VERIFICHE ENERGETICHE | UNI TS 11300-1   | Prestazione energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale  |
| VERIFICHE ENERGETICHE | UNI 10355        | Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo   |
|                       | UNI 10351        | Materiale da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore   |
|                       | UNI 10349        | Riscaldamento e raffreddamento degli edifici. Dati climatici  |
|                       | UNI EN ISO 10456 | Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto                             |

1. Pilastro in parete

DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del pilastro inserito nella parete. La temperatura superficiale interna indicata nella tabella è relativa al punto più critico situato in corrispondenza della superficie interna del pilastro.

La stratigrafia della parete è in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E.

La correzione accurata (CA) e molto accurata (CMA), da effettuarsi in zone climatiche con clima particolarmente rigido, restituiscono valori di temperatura simili e pertanto la scelta del tipo di correzione è esclusivamente dettata da motivi tecnologici e di facilità di posa in opera.

La correzione molto accurata (CMA) inoltre elimina il ponte acustico del nodo parete - pilastro.



Fig. 4  
Ponte termico pilastro in parete  
Correzione ordinaria (CO)



Fig. 5  
Ponte termico pilastro in parete  
Correzione accurata (CA)



Fig. 6  
Ponte termico pilastro in parete  
Correzione molto accurata (CMA)

1. Pilastro in parete

TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1    | CO         | Celenit N  | 20            | 13,5                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,66                               |
| 1    | CO         | Celenit N  | 25            | 13,8                          | 15,1                         | 16,3                         | 0,62                               |
| 1    | CA         | Celenit N  | 25            | 15,0                          | 16,0                         | 16,8                         | 0,48                               |
| 1    | CMA        | Celenit N  | 25            | 14,5                          | 15,6                         | 16,7                         | 0,46                               |
| 1    | CO         | Celenit N  | 30            | 14,1                          | 15,3                         | 16,5                         | 0,58                               |
| 1    | CO         | Celenit N  | 40            | 14,5                          | 15,6                         | 16,7                         | 0,53                               |
| 1    | CA         | Celenit N  | 40            | 16,0                          | 16,8                         | 17,6                         | 0,34                               |
| 1    | CO         | Celenit N  | 50            | 14,9                          | 15,9                         | 16,9                         | 0,48                               |
| 1    | CA         | Celenit N  | 50            | 16,5                          | 17,2                         | 17,9                         | 0,28                               |
| 1    | CO         | Celenit N  | 75            | 15,7                          | 16,6                         | 17,4                         | 0,38                               |
| 1    | CA         | Celenit N  | 75            | 17,3                          | 17,8                         | 18,4                         | 0,17                               |
| 1    | CO         | Celenit P3 | 25            | 14,0                          | 15,2                         | 16,4                         | 0,60                               |
| 1    | CO         | Celenit P3 | 35            | 14,6                          | 15,7                         | 16,7                         | 0,52                               |
| 1    | CA         | Celenit P3 | 35            | 16,2                          | 17,0                         | 17,7                         | 0,31                               |
| 1    | CO         | Celenit P3 | 50            | 15,2                          | 16,2                         | 17,1                         | 0,44                               |
| 1    | CA         | Celenit P3 | 50            | 17,1                          | 17,2                         | 18,3                         | 0,19                               |
| 1    | CO         | Celenit P3 | 75            | 16,0                          | 16,8                         | 17,6                         | 0,34                               |
| 1    | CO         | Celenit P3 | 100           | 16,7                          | 17,4                         | 18,0                         | 0,25                               |
| 1    | CO         | Celenit E3 | 35            | 14,7                          | 15,7                         | 16,8                         | 0,51                               |
| 1    | CA         | Celenit E3 | 35            | 16,5                          | 17,2                         | 17,9                         | 0,28                               |
| 1    | CO         | Celenit E3 | 50            | 15,3                          | 16,2                         | 17,2                         | 0,43                               |
| 1    | CO         | Celenit E3 | 75            | 16,0                          | 16,8                         | 17,6                         | 0,33                               |
| 1    | CO         | Celenit E3 | 100           | 16,7                          | 17,4                         | 18,0                         | 0,25                               |
| 1    | CO         | Celenit G3 | 25            | 14,1                          | 15,3                         | 16,5                         | 0,58                               |
| 1    | CO         | Celenit G3 | 35            | 14,7                          | 15,8                         | 16,8                         | 0,50                               |
| 1    | CA         | Celenit G3 | 35            | 16,6                          | 17,3                         | 18,0                         | 0,26                               |
| 1    | CO         | Celenit G3 | 50            | 15,3                          | 16,3                         | 17,2                         | 0,42                               |
| 1    | CO         | Celenit G3 | 75            | 16,1                          | 16,9                         | 17,7                         | 0,32                               |
| 1    | CO         | Celenit G3 | 100           | 16,8                          | 17,4                         | 18,1                         | 0,24                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

CONCLUSIONE

Nelle diverse zone climatiche per evitare il rischio di formazione di condensazione superficiale è necessario impiegare con una correzione ordinaria almeno 20 mm di Celenit.

Per un'ottimale correzione del ponte termico è importante valutare lo spessore del materiale isolante ma soprattutto la tipologia di intervento. Ad esempio a livello di dispersione energetica la correzione molto accurata con sp. 25 mm presenta valori migliori rispetto ad una correzione ordinaria con sp. 50 mm.

## 2. Pilastro in angolo

### DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del pilastro inserito in angolo tra due pareti.

La stratigrafia della parete è in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E.

Se il pilastro ha una dimensione maggiore o rientra verso l'interno il valore di temperatura potrebbe diminuire,

pertanto il caso considerato non è da ritenersi cautelativo. Il punto critico del pilastro è l'angolo.

La correzione accurata (CA) prevede che lo strato di isolamento sia continuo rispetto a quello di parete.

La correzione molto accurata (CMA) comporta isolare tutto il pilastro.

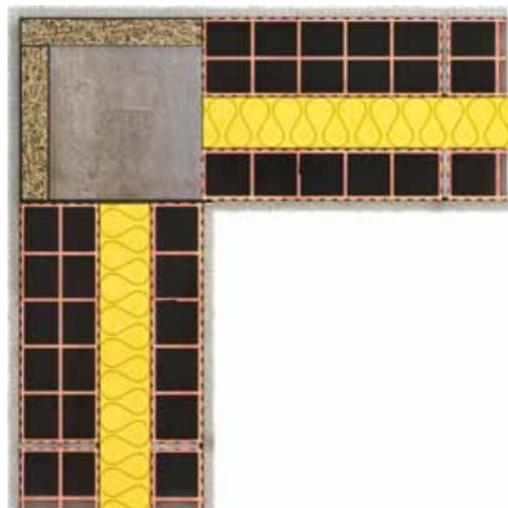


Fig. 7  
Ponte termico di pilastro in angolo  
Correzione ordinaria (CO)

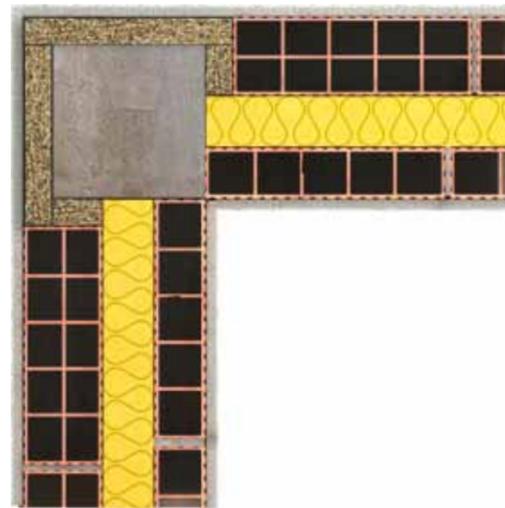


Fig. 8  
Ponte termico di pilastro in angolo  
Correzione accurata (CA)

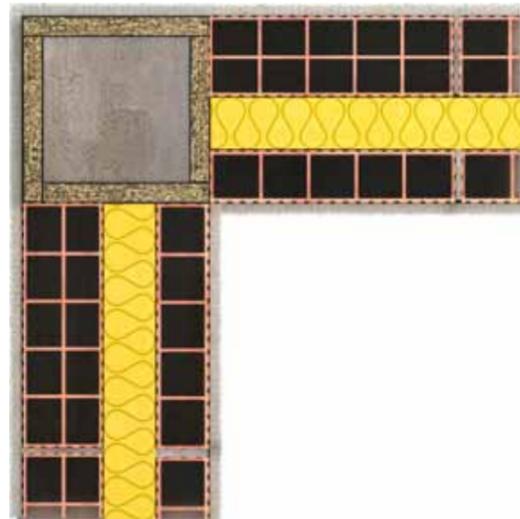


Fig. 9  
Ponte termico di pilastro in angolo  
Correzione molto accurata (CMA)

## 2. Pilastro in angolo

### TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 2    | CO         | Celenit N  | 20            | 7,7                           | 10,2                         | 12,6                         | 0,22                               |
| 2    | CO         | Celenit N  | 25            | 8,0                           | 10,4                         | 12,8                         | 0,21                               |
| 2    | CO         | Celenit N  | 30            | 8,3                           | 10,6                         | 13,0                         | 0,20                               |
| 2    | CO         | Celenit N  | 35            | 8,6                           | 10,9                         | 13,1                         | 0,19                               |
| 2    | CO         | Celenit N  | 40            | 8,8                           | 11,1                         | 13,3                         | 0,18                               |
| 2    | CO         | Celenit N  | 50            | 9,3                           | 11,4                         | 13,6                         | 0,16                               |
| 2    | CA         | Celenit N  | 50            | 10,9                          | 12,8                         | 14,6                         | 0,10                               |
| 2    | CMA        | Celenit N  | 50            | 17,2                          | 17,8                         | 18,3                         | -0,09                              |
| 2    | CO         | Celenit N  | 75            | 10,4                          | 12,3                         | 14,2                         | 0,11                               |
| 2    | CA         | Celenit N  | 75            | 12,5                          | 14,0                         | 15,5                         | 0,03                               |
| 2    | CMA        | Celenit N  | 75            | 17,7                          | 18,2                         | 18,6                         | -0,12                              |
| 2    | CO         | Celenit P3 | 25            | 8,2                           | 10,6                         | 12,9                         | 0,20                               |
| 2    | CO         | Celenit P3 | 35            | 8,9                           | 11,1                         | 13,3                         | 0,17                               |
| 2    | CO         | Celenit P3 | 50            | 9,8                           | 11,8                         | 13,9                         | 0,14                               |
| 2    | CA         | Celenit P3 | 50            | 12,1                          | 13,7                         | 15,3                         | 0,05                               |
| 2    | CMA        | Celenit P3 | 50            | 17,7                          | 18,1                         | 18,6                         | -0,12                              |
| 2    | CO         | Celenit P3 | 75            | 10,9                          | 12,7                         | 14,5                         | 0,09                               |
| 2    | CA         | Celenit P3 | 75            | 13,9                          | 15,1                         | 16,3                         | -0,02                              |
| 2    | CO         | Celenit P3 | 100           | 12,0                          | 13,6                         | 15,2                         | 0,05                               |
| 2    | CO         | Celenit E3 | 35            | 9,0                           | 11,2                         | 13,4                         | 0,17                               |
| 2    | CO         | Celenit E3 | 50            | 9,9                           | 11,9                         | 13,9                         | 0,13                               |
| 2    | CA         | Celenit E3 | 50            | 12,5                          | 14,0                         | 15,5                         | 0,04                               |
| 2    | CMA        | Celenit E3 | 50            | 17,8                          | 18,2                         | 18,7                         | -0,12                              |
| 2    | CO         | Celenit E3 | 75            | 11,0                          | 12,8                         | 14,6                         | 0,09                               |
| 2    | CA         | Celenit E3 | 75            | 14,1                          | 15,3                         | 16,7                         | -0,03                              |
| 2    | CO         | Celenit E3 | 100           | 12,0                          | 13,6                         | 15,2                         | 0,05                               |
| 2    | CO         | Celenit G3 | 25            | 8,3                           | 10,7                         | 13,0                         | 0,20                               |
| 2    | CO         | Celenit G3 | 35            | 9,1                           | 11,3                         | 13,5                         | 0,16                               |
| 2    | CO         | Celenit G3 | 50            | 10,0                          | 12,0                         | 14,0                         | 0,13                               |
| 2    | CA         | Celenit G3 | 50            | 12,7                          | 14,2                         | 15,6                         | 0,03                               |
| 2    | CMA        | Celenit G3 | 50            | 17,9                          | 18,3                         | 18,7                         | -0,13                              |
| 2    | CO         | Celenit G3 | 75            | 11,1                          | 12,9                         | 14,7                         | 0,08                               |
| 2    | CA         | Celenit G3 | 75            | 14,5                          | 15,6                         | 16,7                         | -0,04                              |
| 2    | CO         | Celenit G3 | 100           | 12,2                          | 13,8                         | 15,3                         | 0,04                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
 ■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

### CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5\text{ °C}$ ) è necessaria la correzione molto accurata del ponte termico (Fig. 9) con uno spessore minimo di 50 mm di pannelli Celenit. In zone climatiche mediamente fredde ( $T = 0\text{ °C}$ ), si deve correggere accuratamente il ponte termico con almeno uno spessore di 75 mm di prodotti Celenit N.

3. Solaio a parete

DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il nodo tra il solaio e la parete. Il punto critico considerato nella sezione è tendenzialmente l'attacco inferiore del solaio con la parete e la sua criticità o meno dipende dalla stratigrafia

della parete stessa. Tale stratigrafia della parete è in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E.

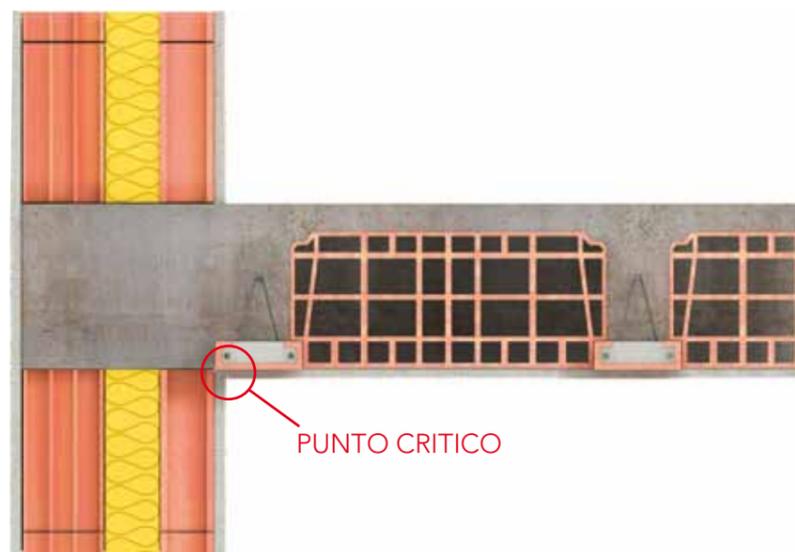


Fig. 10  
Ponte termico solaio a parete  
Non corretto

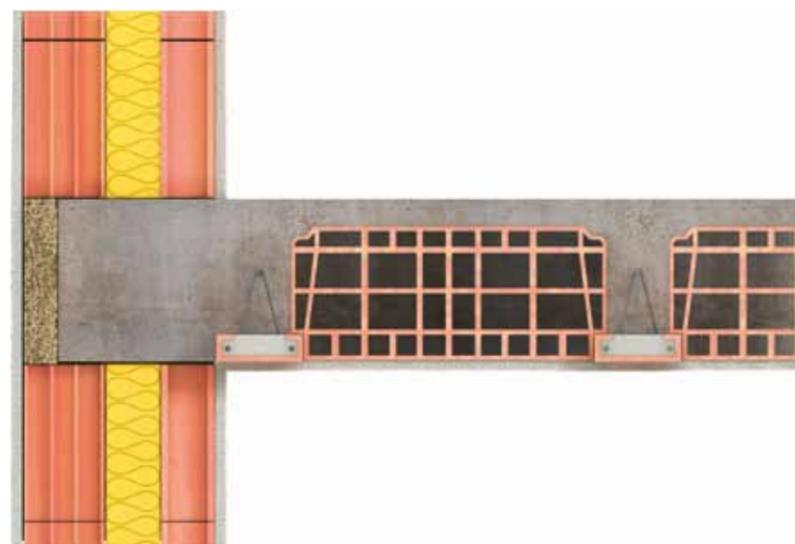


Fig. 11  
Ponte termico solaio a parete  
Correzione ordinaria (CO)

3. Solaio a parete

TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 3    | CO         | Celenit N  | 20            | 14,9                          | 15,9                         | 0,72                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 25            | 15,1                          | 16,1                         | 0,68                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 30            | 15,4                          | 16,3                         | 0,64                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 35            | 15,5                          | 16,4                         | 0,60                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 40            | 15,7                          | 16,6                         | 0,57                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 50            | 16,0                          | 16,8                         | 0,52                               |
| 3    | CO         | Celenit N  | 75            | 16,7                          | 17,3                         | 0,41                               |
| 3    | CO         | Celenit P3 | 25            | 15,3                          | 16,2                         | 0,66                               |
| 3    | CO         | Celenit P3 | 35            | 15,7                          | 16,6                         | 0,57                               |
| 3    | CO         | Celenit P3 | 50            | 16,3                          | 17,0                         | 0,48                               |
| 3    | CO         | Celenit P3 | 75            | 16,9                          | 17,5                         | 0,36                               |
| 3    | CO         | Celenit P3 | 100           | 17,5                          | 18,0                         | 0,27                               |
| 3    | CO         | Celenit E3 | 35            | 15,8                          | 16,7                         | 0,55                               |
| 3    | CO         | Celenit E3 | 50            | 16,3                          | 17,1                         | 0,46                               |
| 3    | CO         | Celenit E3 | 75            | 16,9                          | 17,6                         | 0,36                               |
| 3    | CO         | Celenit E3 | 100           | 17,7                          | 18,0                         | 0,26                               |
| 3    | CO         | Celenit G3 | 25            | 15,4                          | 16,3                         | 0,64                               |
| 3    | CO         | Celenit G3 | 35            | 15,9                          | 16,7                         | 0,55                               |
| 3    | CO         | Celenit G3 | 50            | 16,4                          | 17,1                         | 0,46                               |
| 3    | CO         | Celenit G3 | 75            | 17,0                          | 17,6                         | 0,35                               |
| 3    | CO         | Celenit G3 | 100           | 17,6                          | 18,0                         | 0,25                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

CONCLUSIONE

La correzione del ponte termico con uno spessore di almeno 20 mm di Celenit N assicura un ridotto rischio di condensazione superficiale nelle varie località. La riduzione significativa delle dispersioni energetiche si ottiene correggendo il ponte termico con almeno 50 mm di Celenit N, oppure utilizzando i pannelli Celenit P3, E3 e G3.

4. Solaio a sbalzo - piano pilotis

DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso dei solai a sbalzo (elementi aggettanti). La stratigrafia della parete è in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E. Per la correzione accurata del ponte termico è possibile allungare il percorso della dispersione di almeno 30 cm (CA-1) o rendere lo strato d'isolamento continuo, inserendo alla base della parete un pannello di Celenit N da 20 mm (CA-2).

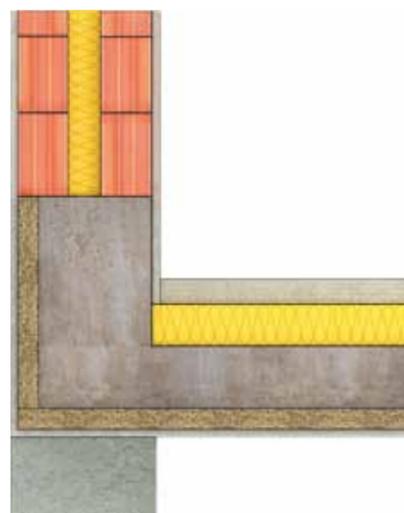


Fig. 12 Ponte termico solaio a sbalzo  
Correzione ordinaria (CO)

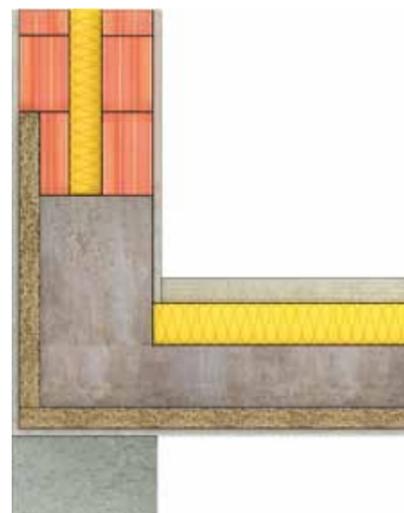


Fig. 13 Ponte termico solaio a sbalzo  
Correzione accurata (CA-1)

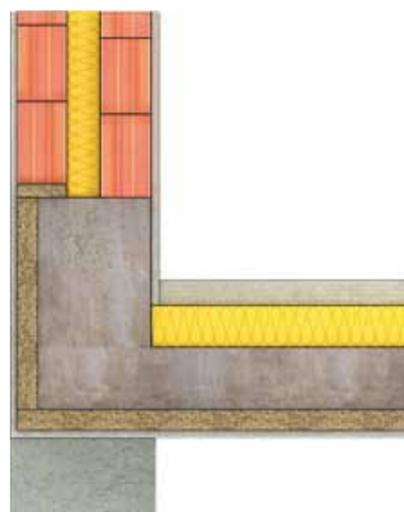


Fig. 14 Ponte termico solaio a sbalzo  
Correzione molto accurata (CA-2)

4. Solaio a sbalzo - piano pilotis

TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 4    | CO         | Celenit N  | 20            | 9,8                           | 11,8                         | 13,9                         | 0,54                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 25            | 10,2                          | 12,1                         | 14,1                         | 0,51                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 30            | 10,5                          | 12,4                         | 14,3                         | 0,48                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 35            | 10,8                          | 12,6                         | 14,5                         | 0,45                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 40            | 11,0                          | 12,8                         | 14,6                         | 0,43                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 50            | 11,4                          | 13,1                         | 14,8                         | 0,39                               |
| 4    | CA-1       | Celenit N  | 50            | 11,8                          | 13,5                         | 15,1                         | 0,34                               |
| 4    | CA-2       | Celenit N  | 50            | 11,9                          | 13,5                         | 15,2                         | 0,32                               |
| 4    | CO         | Celenit N  | 75            | 12,3                          | 13,7                         | 15,3                         | 0,32                               |
| 4    | CA-1       | Celenit N  | 75            | 12,6                          | 14,0                         | 15,5                         | 0,27                               |
| 4    | CA-2       | Celenit N  | 75            | 12,7                          | 14,2                         | 15,6                         | 0,24                               |
| 4    | CO         | Celenit P3 | 25            | 10,4                          | 12,3                         | 14,2                         | 0,49                               |
| 4    | CO         | Celenit P3 | 35            | 11,1                          | 12,9                         | 14,7                         | 0,42                               |
| 4    | CO         | Celenit P3 | 50            | 11,9                          | 13,5                         | 15,1                         | 0,35                               |
| 4    | CO         | Celenit P3 | 75            | 12,6                          | 14,1                         | 15,6                         | 0,28                               |
| 4    | CA-1       | Celenit P3 | 75            | 13,1                          | 14,5                         | 15,8                         | 0,22                               |
| 4    | CA-2       | Celenit P3 | 75            | 13,3                          | 14,7                         | 16,0                         | 0,18                               |
| 4    | CO         | Celenit P3 | 100           | 13,2                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,22                               |
| 4    | CA-1       | Celenit P3 | 100           | 13,6                          | 14,9                         | 16,1                         | 0,17                               |
| 4    | CA-2       | Celenit P3 | 100           | 13,9                          | 15,1                         | 16,3                         | 0,12                               |
| 4    | CO         | Celenit E3 | 35            | 11,3                          | 13,0                         | 14,8                         | 0,40                               |
| 4    | CO         | Celenit E3 | 50            | 12,0                          | 13,6                         | 15,2                         | 0,33                               |
| 4    | CO         | Celenit E3 | 75            | 12,7                          | 14,1                         | 15,6                         | 0,27                               |
| 4    | CA-1       | Celenit E3 | 75            | 13,2                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,22                               |
| 4    | CA-2       | Celenit E3 | 75            | 13,5                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,16                               |
| 4    | CO         | Celenit E3 | 100           | 13,2                          | 14,6                         | 15,9                         | 0,22                               |
| 4    | CA-1       | Celenit E3 | 100           | 13,6                          | 14,9                         | 16,2                         | 0,17                               |
| 4    | CA-2       | Celenit E3 | 100           | 13,9                          | 15,1                         | 16,3                         | 0,12                               |
| 4    | CO         | Celenit G3 | 25            | 10,6                          | 12,5                         | 14,3                         | 0,47                               |
| 4    | CO         | Celenit G3 | 35            | 11,4                          | 13,1                         | 14,8                         | 0,39                               |
| 4    | CO         | Celenit G3 | 50            | 12,1                          | 13,7                         | 15,2                         | 0,33                               |
| 4    | CO         | Celenit G3 | 75            | 12,8                          | 14,2                         | 15,7                         | 0,26                               |
| 4    | CA-1       | Celenit G3 | 75            | 13,3                          | 14,6                         | 16,0                         | 0,21                               |
| 4    | CA-2       | Celenit G3 | 75            | 13,6                          | 14,9                         | 16,2                         | 0,15                               |
| 4    | CO         | Celenit G3 | 100           | 13,3                          | 14,7                         | 16,0                         | 0,20                               |
| 4    | CA-1       | Celenit G3 | 100           | 13,8                          | 15,0                         | 16,3                         | 0,16                               |
| 4    | CA-2       | Celenit G3 | 100           | 14,1                          | 15,3                         | 16,4                         | 0,10                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

CONCLUSIONE

In zone climatiche con condizioni invernali particolarmente rigide ( $T = -5 \text{ °C}$ ) è necessario impiegare spessori di almeno 75 mm di prodotti Celenit P3, E3 o G3 con una correzione accurata del ponte termico. Nelle zone climatiche mediamente fredde ( $T = 0 \text{ °C}$ ) è possibile utilizzare il Celenit N di spessore 75 mm oppure gli altri prodotti Celenit P3, E3 e G3 di spessore 50 mm. In zone climatiche con  $T = 5 \text{ °C}$  è sufficiente l'impiego di Celenit N, spessore 20 mm.

5. Parete controterra

DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso della parete controterra.

La stratigrafia della parete e del solaio sono in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E. Il punto critico del ponte termico che caratterizza la parete controterra è legato alla dispersione attraverso il terreno. Nei casi in cui non risulti sufficiente la correzione ordinaria, CO (Fig. 15),

realizzata con isolamento all'esterno della parete, è opportuno correggere accuratamente.

La correzione accurata, CA-1 (Fig. 16), viene realizzata inserendo alla base della parete un pannello Celenit N da 20 mm mentre la correzione accurata, CA-2 (Fig. 17), con Celenit N da 25 mm posto all'interno e in continuità con il materiale isolante impiegato nella soletta a contatto con il terreno.

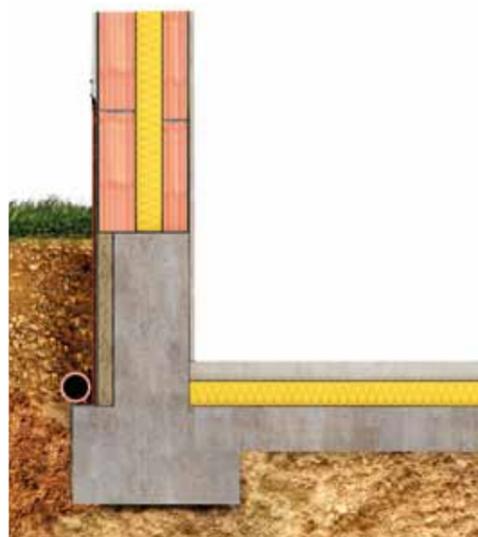


Fig. 15  
Ponte termico parete controterra  
Correzione ordinaria (CO)

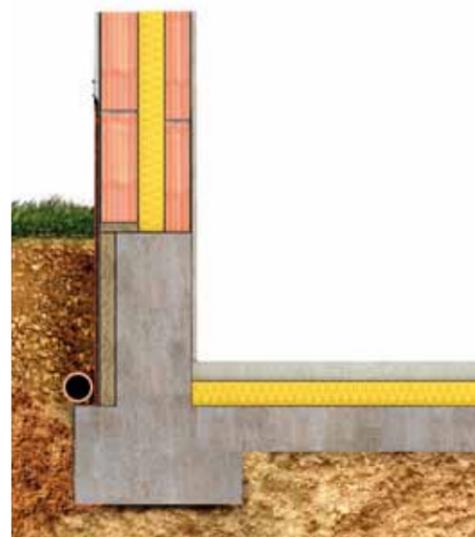


Fig. 16  
Ponte termico parete controterra  
Correzione accurata (CA-1)

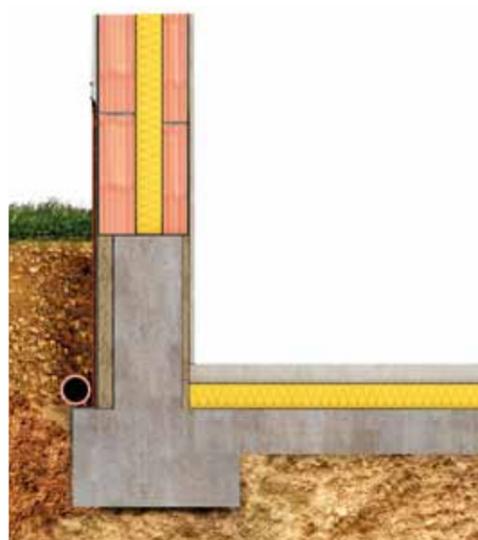


Fig. 17  
Ponte termico parete controterra  
Correzione accurata (CA-2)

5. Parete controterra

TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 5    | CO         | Celenit N  | 20            | 11,3                          | 13,0                         | 14,8                         | 1,30                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 25            | 11,5                          | 13,2                         | 14,9                         | 1,26                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 30            | 11,7                          | 13,4                         | 15,0                         | 1,23                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 35            | 11,9                          | 13,5                         | 15,1                         | 1,20                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 40            | 12,0                          | 13,6                         | 15,2                         | 1,17                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 50            | 12,3                          | 13,8                         | 15,4                         | 1,13                               |
| 5    | CO         | Celenit N  | 75            | 12,8                          | 14,3                         | 15,7                         | 1,04                               |
| 5    | CA-1       | Celenit N  | 75            | 13,1                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,98                               |
| 5    | CA-2       | Celenit N  | 75            | 13,4                          | 14,8                         | 16,3                         | 0,69                               |
| 5    | CO         | Celenit P3 | 25            | 11,6                          | 13,3                         | 15,0                         | 1,24                               |
| 5    | CO         | Celenit P3 | 35            | 12,1                          | 13,7                         | 15,3                         | 1,16                               |
| 5    | CO         | Celenit P3 | 50            | 12,6                          | 14,1                         | 15,6                         | 1,08                               |
| 5    | CO         | Celenit P3 | 75            | 13,2                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,98                               |
| 5    | CA         | Celenit P3 | 75            | 13,4                          | 14,7                         | 16,1                         | 0,92                               |
| 5    | CO         | Celenit P3 | 100           | 13,6                          | 14,9                         | 16,1                         | 0,91                               |
| 5    | CA-1       | Celenit P3 | 100           | 13,8                          | 15,0                         | 16,3                         | 0,85                               |
| 5    | CA-2       | Celenit P3 | 100           | 14,2                          | 15,4                         | 16,7                         | 0,60                               |
| 5    | CO         | Celenit E3 | 35            | 12,2                          | 13,8                         | 15,3                         | 1,14                               |
| 5    | CO         | Celenit E3 | 50            | 12,7                          | 14,2                         | 15,6                         | 1,06                               |
| 5    | CO         | Celenit E3 | 75            | 13,2                          | 14,6                         | 15,9                         | 0,97                               |
| 5    | CA         | Celenit E3 | 75            | 13,5                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,91                               |
| 5    | CO         | Celenit E3 | 100           | 13,6                          | 14,9                         | 16,1                         | 0,91                               |
| 5    | CA-1       | Celenit E3 | 100           | 13,8                          | 15,0                         | 16,3                         | 0,85                               |
| 5    | CA-2       | Celenit E3 | 100           | 14,2                          | 15,4                         | 16,7                         | 0,60                               |
| 5    | CO         | Celenit G3 | 25            | 11,7                          | 13,4                         | 15,0                         | 1,22                               |
| 5    | CO         | Celenit G3 | 35            | 12,3                          | 13,8                         | 15,4                         | 1,13                               |
| 5    | CO         | Celenit G3 | 50            | 12,8                          | 14,2                         | 15,7                         | 1,05                               |
| 5    | CO         | Celenit G3 | 75            | 13,3                          | 14,6                         | 16,0                         | 0,96                               |
| 5    | CA         | Celenit G3 | 75            | 13,6                          | 14,9                         | 16,1                         | 0,90                               |
| 5    | CO         | Celenit G3 | 100           | 13,7                          | 14,9                         | 16,2                         | 0,89                               |
| 5    | CA-1       | Celenit G3 | 100           | 13,9                          | 15,1                         | 16,3                         | 0,83                               |
| 5    | CA-2       | Celenit G3 | 100           | 14,3                          | 15,5                         | 16,8                         | 0,59                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
 ■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) per evitare rischi di condensazione superficiale è sufficiente correggere il ponte termico con almeno uno spessore di 75 mm di Celenit P3, E3, G3. Per le zone climatiche con  $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  sono sufficienti 25 mm di Celenit N per evitare il rischio di condensazione superficiale ma, ai fini della riduzione delle dispersioni termiche, è opportuno orientarsi verso soluzioni con coefficiente lineico inferiore.

## 6. Parete controterra su locale non riscaldato

### DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del nodo tra parete controterra e solaio su locale non riscaldato. La stratigrafia della parete e del solaio sono in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E. Il controsoffitto del solaio è realizzato con Celenit AB sp. 25 mm a vista e Celenit FL/45 sp. 40 mm inserito in intercapedine.

Nel punto critico vi sono valori di temperature superficiale ridotti che comportano rischi di condensa. È necessario effettuare la correzione del ponte termico inserendo del materiale isolante Celenit come cassero a perdere tra il terreno e la struttura portante (Fig.18). Per correggere il ponte termico accuratamente è necessario posizionare Celenit N da 20 mm sotto la parete per dare continuità allo strato isolante (Fig. 19).



Fig. 17 Ponte termico parete controterra su locale non riscaldato. Non corretto



Fig. 18 Ponte termico parete controterra su locale non riscaldato. Correzione ordinaria (CO)



Fig. 19 Ponte termico parete controterra su locale non riscaldato. Correzione accurata (CA)

## 6. Parete controterra su locale non riscaldato

### TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 6    | CO         | Celenit N  | 20            | 12,6                          | 14,2                         | 15,8                         | 0,45                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 25            | 12,8                          | 14,3                         | 15,9                         | 0,44                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 30            | 12,9                          | 14,5                         | 16,0                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 35            | 13,1                          | 14,6                         | 16,1                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 40            | 13,2                          | 14,7                         | 16,2                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 50            | 13,4                          | 14,9                         | 16,4                         | 0,41                               |
| 6    | CO         | Celenit N  | 75            | 13,8                          | 15,2                         | 16,6                         | 0,40                               |
| 6    | CA         | Celenit N  | 75            | 14,1                          | 15,4                         | 16,8                         | 0,38                               |
| 6    | CO         | Celenit P3 | 25            | 12,9                          | 14,4                         | 16,0                         | 0,44                               |
| 6    | CO         | Celenit P3 | 35            | 13,2                          | 14,7                         | 16,3                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit P3 | 50            | 13,6                          | 15,0                         | 16,5                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit P3 | 75            | 14,0                          | 15,4                         | 16,8                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit P3 | 100           | 14,3                          | 15,7                         | 17,0                         | 0,41                               |
| 6    | CO         | Celenit E3 | 35            | 13,3                          | 14,8                         | 16,3                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit E3 | 50            | 13,7                          | 15,1                         | 16,5                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit E3 | 75            | 14,0                          | 15,4                         | 16,8                         | 0,42                               |
| 6    | CO         | Celenit E3 | 100           | 14,4                          | 15,7                         | 17,0                         | 0,41                               |
| 6    | CO         | Celenit G3 | 25            | 13,0                          | 14,5                         | 16,1                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit G3 | 35            | 13,4                          | 14,8                         | 16,3                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit G3 | 50            | 13,7                          | 15,1                         | 16,6                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit G3 | 75            | 14,1                          | 15,5                         | 16,8                         | 0,43                               |
| 6    | CO         | Celenit G3 | 100           | 14,4                          | 15,7                         | 17,0                         | 0,43                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
 ■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

### CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) per evitare il rischio di condensazione superficiale è necessario impiegare spessori di 40 mm di Celenit N, mentre per zone climatiche mediamente fredde ( $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) è necessario intervenire con almeno 20 mm di Celenit N.

7. Copertura piana

DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del nodo tra parete e una copertura piana in calcestruzzo armato isolata all'estradosso con un pannello Celenit G3 da 100 mm. La stratigrafia della parete e del solaio sono in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59

per la zona climatica E. L'intervento di correzione riguarda la parte della struttura interessata dal maggior flusso termico dispersivo, può fermarsi contro il cordolo ma è più efficace se effettuata come in Figura 21.

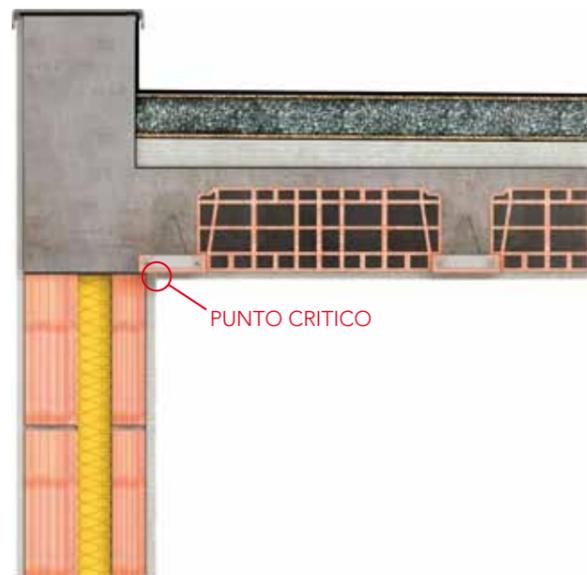


Fig. 20  
Ponte termico della copertura piana  
Non corretto

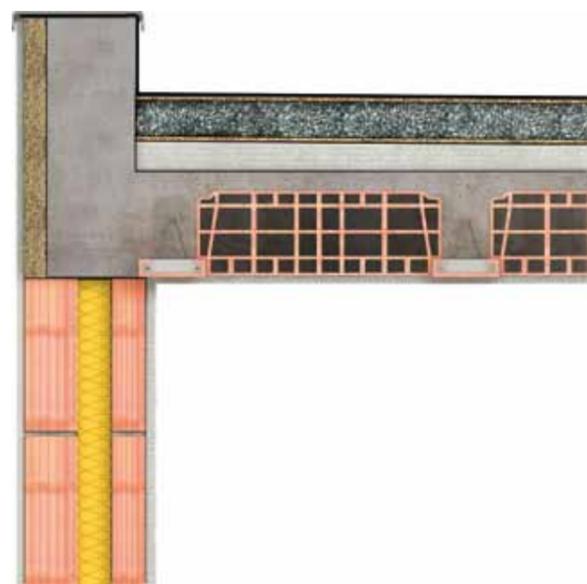


Fig. 21  
Ponte termico della copertura piana  
Correzione ordinaria (CO)

7. Copertura piana

TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 7    | CO         | Celenit N  | 20            | 12,3                          | 13,8                         | 15,4                         | 0,72                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 25            | 12,5                          | 14,0                         | 15,5                         | 0,69                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 30            | 12,6                          | 14,1                         | 15,6                         | 0,67                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 35            | 12,7                          | 14,2                         | 15,7                         | 0,66                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 40            | 12,9                          | 14,3                         | 15,7                         | 0,66                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 50            | 13,1                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,62                               |
| 7    | CO         | Celenit N  | 75            | 13,5                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,49                               |
| 7    | CO         | Celenit P3 | 25            | 12,6                          | 14,0                         | 15,5                         | 0,68                               |
| 7    | CO         | Celenit P3 | 35            | 12,9                          | 14,3                         | 15,8                         | 0,64                               |
| 7    | CO         | Celenit P3 | 50            | 13,3                          | 14,6                         | 16,0                         | 0,59                               |
| 7    | CO         | Celenit P3 | 75            | 13,7                          | 15,0                         | 16,2                         | 0,47                               |
| 7    | CO         | Celenit P3 | 100           | 14,1                          | 15,3                         | 16,4                         | 0,50                               |
| 7    | CO         | Celenit E3 | 35            | 13,0                          | 14,4                         | 15,8                         | 0,63                               |
| 7    | CO         | Celenit E3 | 50            | 13,4                          | 14,7                         | 16,0                         | 0,58                               |
| 7    | CO         | Celenit E3 | 75            | 13,7                          | 15,0                         | 16,2                         | 0,46                               |
| 7    | CO         | Celenit E3 | 100           | 14,1                          | 15,3                         | 16,4                         | 0,50                               |
| 7    | CO         | Celenit G3 | 25            | 12,6                          | 14,1                         | 15,6                         | 0,67                               |
| 7    | CO         | Celenit G3 | 35            | 13,0                          | 14,4                         | 15,8                         | 0,62                               |
| 7    | CO         | Celenit G3 | 50            | 13,4                          | 14,7                         | 16,0                         | 0,58                               |
| 7    | CO         | Celenit G3 | 75            | 13,8                          | 15,0                         | 16,3                         | 0,46                               |
| 7    | CO         | Celenit G3 | 100           | 14,1                          | 15,3                         | 16,5                         | 0,49                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) per evitare il rischio di condensazione superficiale è necessario impiegare spessori di 75 mm di Celenit N, oppure 50 mm di Celenit P3, E3, G3 mentre per zone climatiche mediamente fredde ( $T = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) è necessario intervenire con almeno 20 mm di Celenit N.

## 8. Copertura inclinata - finto trave

### DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del nodo tra parete e attacco di una copertura a falda in legno isolato con Celenit CG/F a vista, sp. 62,5 mm, strato superiore con Celenit FL/150, sp. 100 mm e Celenit N sp. 20 mm.

Le stratigrafie della parete e del solaio sono in accordo

con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E.

Per una correzione accurata (CA) del ponte termico è necessario inserire come cassero a perdere, sul lato interno del cordolo in calcestruzzo, un ulteriore strato di Celenit N spessore 25 mm.

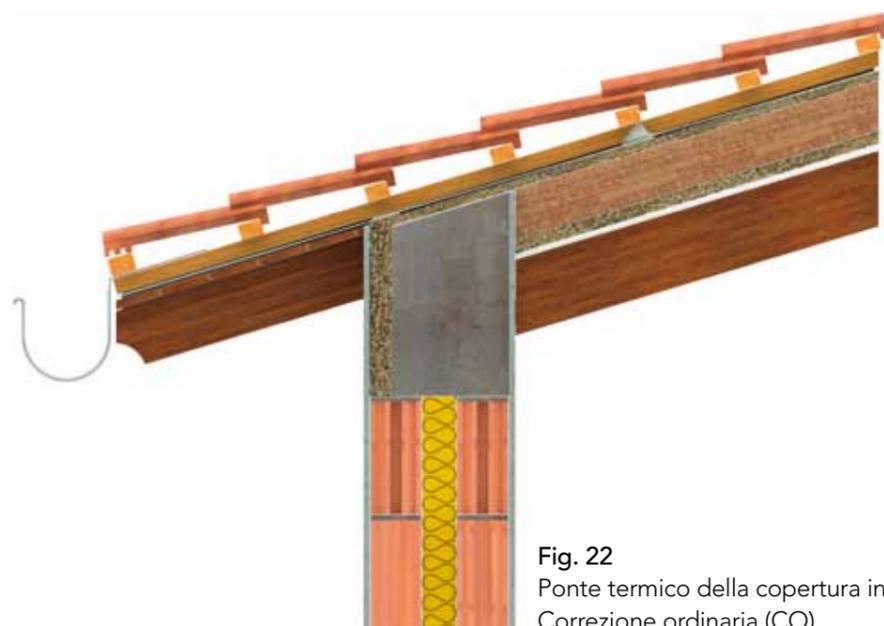


Fig. 22  
Ponte termico della copertura inclinata  
Correzione ordinaria (CO)



Fig. 23  
Ponte termico della copertura inclinata  
Correzione ordinaria (CA)

## 8. Copertura inclinata - finto trave

### TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 8    | CO         | Celenit N  | 20            | 12,0                          | 13,6                         | 15,2                         | 0,88                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 25            | 12,4                          | 13,9                         | 15,4                         | 0,83                               |
| 8    | CA         | Celenit N  | 25            | 14,4                          | 15,6                         | 16,7                         | 0,47                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 30            | 12,6                          | 14,1                         | 15,6                         | 0,79                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 35            | 12,9                          | 14,3                         | 15,7                         | 0,75                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 40            | 13,1                          | 14,5                         | 15,9                         | 0,71                               |
| 8    | CA         | Celenit N  | 40            | 14,9                          | 15,9                         | 16,9                         | 0,42                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 50            | 13,4                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,66                               |
| 8    | CO         | Celenit N  | 75            | 14,1                          | 15,3                         | 16,5                         | 0,55                               |
| 8    | CO         | Celenit P3 | 25            | 12,6                          | 14,1                         | 15,5                         | 0,80                               |
| 8    | CA         | Celenit P3 | 25            | 14,6                          | 15,6                         | 16,7                         | 0,46                               |
| 8    | CO         | Celenit P3 | 35            | 13,2                          | 14,6                         | 15,9                         | 0,70                               |
| 8    | CO         | Celenit P3 | 50            | 13,9                          | 15,1                         | 16,3                         | 0,60                               |
| 8    | CO         | Celenit P3 | 75            | 14,5                          | 15,6                         | 16,7                         | 0,49                               |
| 8    | CO         | Celenit P3 | 100           | 15,0                          | 16,0                         | 17,0                         | 0,40                               |
| 8    | CO         | Celenit E3 | 35            | 13,4                          | 14,7                         | 16,0                         | 0,67                               |
| 8    | CO         | Celenit E3 | 50            | 14,0                          | 15,2                         | 16,4                         | 0,58                               |
| 8    | CO         | Celenit E3 | 75            | 14,6                          | 15,7                         | 16,8                         | 0,48                               |
| 8    | CO         | Celenit E3 | 100           | 15,1                          | 16,0                         | 17,0                         | 0,40                               |
| 8    | CO         | Celenit G3 | 25            | 12,7                          | 14,2                         | 15,6                         | 0,78                               |
| 8    | CA         | Celenit G3 | 25            | 14,6                          | 15,7                         | 16,8                         | 0,45                               |
| 8    | CO         | Celenit G3 | 35            | 13,4                          | 14,8                         | 16,1                         | 0,66                               |
| 8    | CO         | Celenit G3 | 50            | 14,0                          | 15,2                         | 16,4                         | 0,57                               |
| 8    | CO         | Celenit G3 | 75            | 14,7                          | 15,8                         | 16,8                         | 0,46                               |
| 8    | CO         | Celenit G3 | 100           | 15,2                          | 16,1                         | 17,1                         | 0,38                               |

■ rischio di condensazione superficiale

■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

### CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5\text{ °C}$ ) per evitare il rischio di condensazione superficiale è necessario impiegare spessori di 50 mm di Celenit N, mentre per le zone mediamente fredde ( $T = 0\text{ °C}$ ) sono necessari spessori di almeno 20 mm di Celenit N. Per ridurre le dispersioni termiche invece è necessario orientarsi verso soluzioni che presentano un valore inferiore del coefficiente lineico.

## 9. Copertura inclinata - trave a sbalzo

### DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso del nodo tra parete e attacco di una copertura a falda in legno, con pacchetto di prodotti Celenit posizionato sopra il perlinato: Celenit FL/150 sp. 100 mm tra due strati di Celenit N, rispettivamente di sp. 30 mm e 20 mm. Le stratigrafie della parete e della copertura sono in

accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E. Per una correzione accurata (CA) del ponte termico è necessario inserire sul lato interno del cordolo in calcestruzzo come cassero a perdere un ulteriore strato di Celenit N spessore 25 mm.

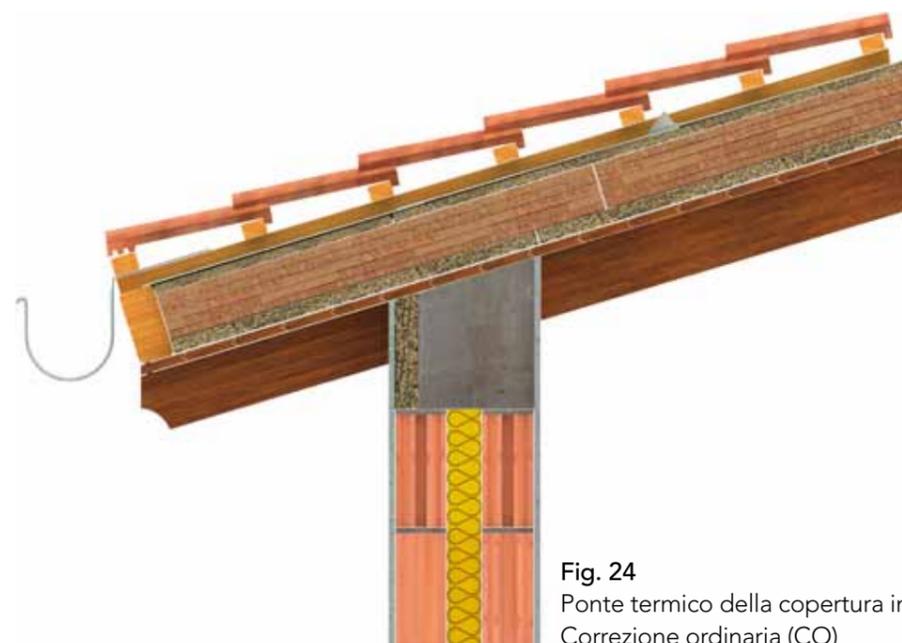


Fig. 24  
Ponte termico della copertura inclinata  
Correzione ordinaria (CO)

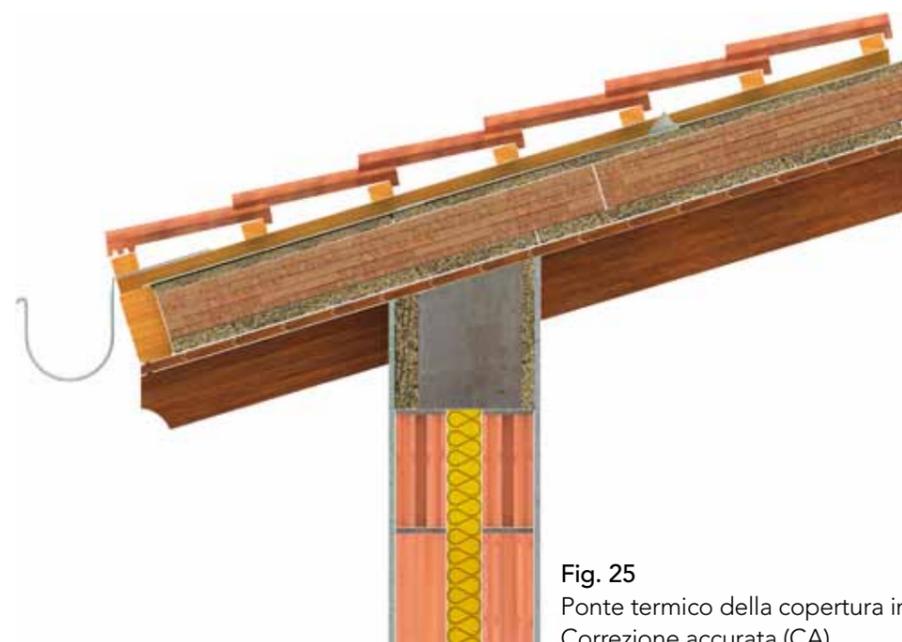


Fig. 25  
Ponte termico della copertura inclinata  
Correzione accurata (CA)

## 9. Copertura inclinata - trave a sbalzo

### TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale  | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\psi$ [W/mK] |
|------|------------|------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 9    | CO         | Celenit N  | 20            | 14,0                          | 15,2                         | 16,4                         | 1,08                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 25            | 14,4                          | 15,5                         | 16,6                         | 1,00                               |
| 9    | CA         | Celenit N  | 25            | 15,0                          | 16,0                         | 17,0                         | 0,67                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 30            | 14,8                          | 15,8                         | 16,9                         | 0,93                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 35            | 15,1                          | 16,1                         | 17,0                         | 0,87                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 40            | 15,3                          | 16,3                         | 17,2                         | 0,82                               |
| 9    | CA         | Celenit N  | 40            | 15,6                          | 16,4                         | 17,3                         | 0,57                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 50            | 15,8                          | 16,6                         | 17,5                         | 0,73                               |
| 9    | CO         | Celenit N  | 75            | 16,6                          | 17,2                         | 17,9                         | 0,56                               |
| 9    | CO         | Celenit P3 | 25            | 14,7                          | 15,7                         | 16,8                         | 0,95                               |
| 9    | CA         | Celenit P3 | 25            | 15,1                          | 16,1                         | 17,1                         | 0,64                               |
| 9    | CO         | Celenit P3 | 35            | 15,5                          | 16,4                         | 17,3                         | 0,78                               |
| 9    | CO         | Celenit P3 | 50            | 16,3                          | 17,0                         | 17,8                         | 0,61                               |
| 9    | CO         | Celenit P3 | 75            | 17,0                          | 17,6                         | 18,2                         | 0,45                               |
| 9    | CO         | Celenit P3 | 100           | 17,6                          | 18,1                         | 18,6                         | 0,34                               |
| 9    | CO         | Celenit E3 | 35            | 15,7                          | 16,5                         | 17,4                         | 0,73                               |
| 9    | CO         | Celenit E3 | 50            | 16,4                          | 17,1                         | 17,9                         | 0,58                               |
| 9    | CO         | Celenit E3 | 75            | 17,1                          | 17,7                         | 18,3                         | 0,43                               |
| 9    | CO         | Celenit E3 | 100           | 17,6                          | 18,1                         | 18,6                         | 0,33                               |
| 9    | CO         | Celenit G3 | 25            | 14,9                          | 15,9                         | 16,9                         | 0,91                               |
| 9    | CA         | Celenit G3 | 25            | 15,3                          | 16,2                         | 17,2                         | 0,62                               |
| 9    | CO         | Celenit G3 | 35            | 15,8                          | 16,6                         | 17,5                         | 0,71                               |
| 9    | CO         | Celenit G3 | 50            | 16,5                          | 17,2                         | 17,9                         | 0,56                               |
| 9    | CO         | Celenit G3 | 75            | 17,2                          | 17,8                         | 18,3                         | 0,40                               |
| 9    | CO         | Celenit G3 | 100           | 17,8                          | 18,2                         | 18,7                         | 0,29                               |

■ rischio di condensazione superficiale  
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

### CONCLUSIONE

In zone climatiche particolarmente rigide nei mesi invernali ( $T = -5\text{ °C}$ ) e mediamente fredde ( $T = 0\text{ °C}$ ) per evitare il rischio di condensazione superficiale è necessario impiegare spessori di almeno 20 mm di Celenit N. Per ridurre le dispersioni termiche invece è necessario orientarsi verso soluzioni che presentano un valore inferiore del coefficiente lineico.

## 10. Serramento

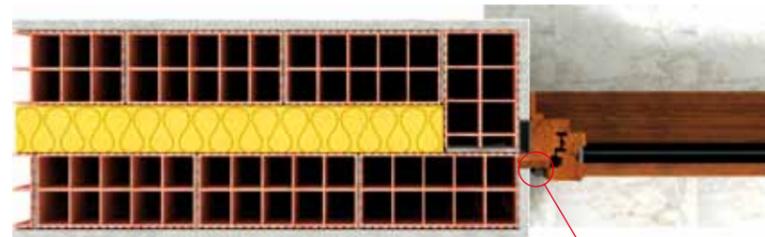
### DESCRIZIONE

Il ponte termico in oggetto riguarda il caso dell'attacco serramento-parete in laterizio.

In assenza di correzione del ponte termico il punto critico è situato nell'attacco serramento parete in laterizio.

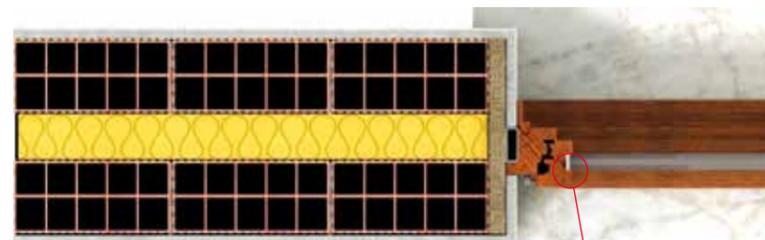
La correzione avviene con interposizione di materiale Celenit N da 20 cm tra il serramento e la parete.

La stratigrafia della parete e del solaio sono in accordo con la trasmittanza limite imposta dal DPR 59 per la zona climatica E.



**Fig. 26**  
Ponte termico attacco serramento  
Non corretto

PUNTO CRITICO



**Fig. 27**  
Ponte termico attacco serramento  
Correzione ordinaria (CO)

PUNTO CRITICO

### TEMPERATURE SUPERFICIALI INTERNE IN CORRISPONDENZA DEL PONTE TERMICO

| Caso | Correzione | Materiale | Spessore [mm] | Temperatura aria esterna -5°C | Temperatura aria esterna 0°C | Temperatura aria esterna 5°C | Coefficiente lineico $\Psi$ [W/mK] |
|------|------------|-----------|---------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 10   | CO         | Celenit N | 20            | 15,9                          | 16,7                         | 17,5                         | 0,11                               |

■ rischio di condensazione superficiale

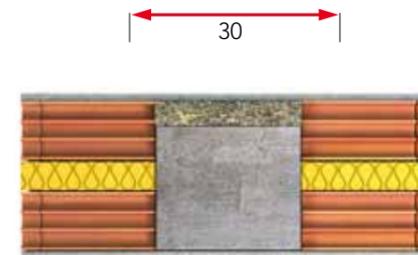
■ assenza di rischio di condensazione superficiale (DPR 59/09)

### CONCLUSIONE

La correzione è necessaria nelle località con condizioni climatiche invernali particolarmente rigide; in seguito alla correzione, per la quale è sufficiente l'impiego di pannelli Celenit N dello spessore di 20 mm, il punto critico diventa la superficie del serramento.

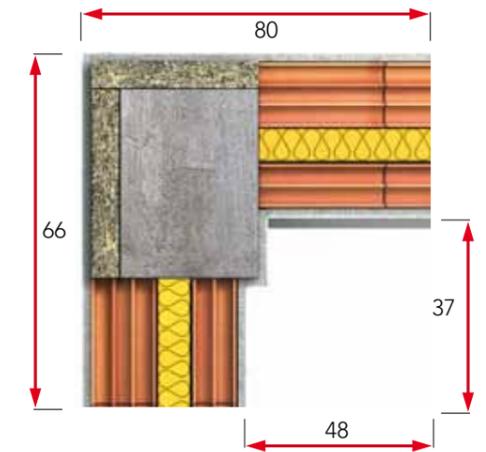
- Nelle zone climatiche A, B e C ( $T = 5^\circ\text{C}$ ) nella maggior parte dei casi è sufficiente correggere i ponti termici con Celenit N, sp. 20 mm e il rischio di condensazione superficiale è molto ridotto. Per ridurre le dispersioni termiche invece è necessario scegliere soluzioni che presentano un valore inferiore del coefficiente lineico. Tali prestazioni si ottengono utilizzando uno spessore maggiore di Celenit N o con i pannelli accoppiati (Celenit P3-G3-E3) oppure effettuando una correzione accurata del ponte termico.

- Nelle zone climatiche mediamente fredde D, E e F ( $T = 0^\circ\text{C}$ ) la tipologia di ponte termico influenza la scelta del materiale; in generale sono sufficienti 30-50 mm di spessore a seconda del tipo di materiale. Se la tipologia di ponte termico è caratterizzata da un elevato rapporto tra superficie esterna ed interna disperdente (ad esempio parete-piano pilotis o pilastro inserito in angolo) è necessario impiegare spessori maggiori o effettuare una correzione accurata.



$$30/30 = 1$$

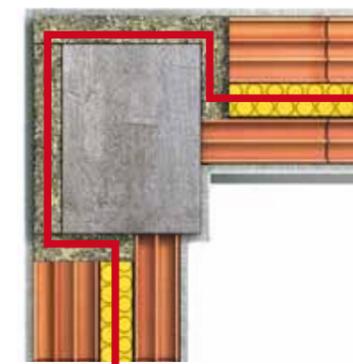
**Fig. 28**  
Rapporto unitario tra superficie disperdente tra interno ed esterno



$$(80+66) / (37+48) = 1,7$$

**Fig. 29**  
Rapporto tra superficie disperdente tra interno ed esterno  $> 1$

- Nelle zone climatiche con inverni particolarmente rigidi ( $T = -5^\circ\text{C}$ ) è necessario intervenire in alcuni casi con spessori elevati di materiale isolante (75 mm) e nei casi in cui non risulta essere sufficiente, è opportuno correggere più accuratamente il ponte termico dando continuità allo strato d'isolamento. Tale accuratezza permette l'impiego di spessori ridotti.



**Fig. 30**  
Continuità dello strato di isolante

## CELENIT N

Celenit N è un pannello isolante termico ed acustico in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza. È conforme alla norma UNI EN 13168, prodotto da azienda certificata UNI EN ISO 9001: 2008.

Il pannello Celenit N presenta il marchio ANAB ICEA, per le caratteristiche di ecobiocompatibilità dei materiali e del processo produttivo. Il legname impiegato proviene da foreste gestite in maniera sostenibile (certificazione PEFC per la Catena di Custodia). TÜV Italia ha certificato che il 15% in peso del pannello Celenit N è composto da materiale riciclato pre-consumatore.



| Caratteristiche tecniche                                | Simbolo         | Descrizione - Dati |      |              |      |              |      |              |      | Unità di misura    |
|---|-----------------|--------------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------------|
|   |                 | 15                 | 20   | 25           | 30   | 35           | 40   | 50           | 75   |                    |
| Spessore  | d               | 15                 | 20   | 25           | 30   | 35           | 40   | 50           | 75   | mm                 |
| Lunghezza   | l               | 2400<br>1200       | 2000 | 2400<br>2000 | 2000 | 2400<br>2000 | 2000 | 2400<br>2000 | 2000 | mm                 |
| Larghezza   | b               | 600                |      |              |      |              |      |              |      | mm                 |
| Massa superficiale                                      | -               | 8                  | 10   | 11,5         | 13   | 14           | 16   | 18           | 26   | kg/m <sup>2</sup>  |
| Resistenza termica dichiarata                           | R <sub>D</sub>  | 0,20               | 0,30 | 0,35         | 0,45 | 0,50         | 0,60 | 0,75         | 1,10 | m <sup>2</sup> K/W |
| Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo | μ               | 5                  |      |              |      |              |      |              |      | -                  |
| Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione    | σ <sub>10</sub> | ≥ 200              |      |              |      | ≥ 150        |      |              |      | kPa                |

## CELENIT P3

Celenit P3 è un pannello isolante termico ed acustico composto da 2 strati (sp. 5 mm ciascuno) in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza e da uno strato interno di polistirene espanso sinterizzato autoestinguente a norma. È conforme alla norma UNI EN 13168, prodotto da azienda certificata UNI EN ISO 9001: 2008.

Il legname impiegato proviene da foreste gestite in maniera sostenibile (certificazione PEFC per la Catena di Custodia). TÜV Italia ha certificato che il 15% in peso del pannello Celenit P3 è composto da materiale riciclato pre-consumatore.



| Caratteristiche tecniche                                | Simbolo         | Descrizione - Dati |             |             |             |              | Unità di misura    |
|---|-----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------------|
|   |                 | 25 (5/15/5)        | 35 (5/25/5) | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) |                    |
| Spessore  | d               | 25 (5/15/5)        | 35 (5/25/5) | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) | mm                 |
| Lunghezza   | l               | 2000               |             |             |             |              | mm                 |
| Larghezza   | b               | 600                |             |             |             |              | mm                 |
| Massa superficiale                                      | -               | 8                  | 8,2         | 8,5         | 9,0         | 9,4          | kg/m <sup>2</sup>  |
| Resistenza termica dichiarata                           | R <sub>D</sub>  | 0,45               | 0,70        | 1,10        | 1,75        | 2,40         | m <sup>2</sup> K/W |
| Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo | μ               | 43                 |             |             |             |              | -                  |
| Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione    | σ <sub>10</sub> | 50                 |             |             |             |              | kPa                |

## CELENIT E3

Celenit E3 è un pannello isolante termico ed acustico composto da 2 strati (sp. 5 mm ciascuno) in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza e da uno strato interno di polistirene espanso estruso autoestinguente a norma. È conforme alla norma UNI EN 13168, prodotto da azienda certificata UNI EN ISO 9001: 2008. Il legname impiegato proviene da foreste gestite in maniera sostenibile (certificazione PEFC per la Catena di Custodia). TÜV Italia ha certificato che il 15% in peso del pannello Celenit E3 è composto da materiale riciclato pre-consumatore.



| Caratteristiche tecniche                                | Simbolo         | Descrizione - Dati |             |             |              | Unità di misura    |
|---|-----------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------------|
|   |                 | 35 (5/25/5)        | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) |                    |
| Spessore  | d               | 35 (5/25/5)        | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) | mm                 |
| Lunghezza   | l               | 2000               |             |             |              | mm                 |
| Larghezza   | b               | 600                |             |             |              | mm                 |
| Massa superficiale                                      | -               | 8,5                | 9,0         | 9,8         | 10,5         | kg/m <sup>2</sup>  |
| Resistenza termica dichiarata                           | R <sub>D</sub>  | 0,80               | 1,25        | 1,90        | 2,45         | m <sup>2</sup> K/W |
| Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo | μ               | 84                 |             |             |              | -                  |
| Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione    | σ <sub>10</sub> | 200                |             |             |              | kPa                |

## CELENIT G3

Celenit G3 è un pannello isolante termico ed acustico composto da due strati (sp. 5 mm ciascuno) in lana di legno di abete rosso, mineralizzata e legata con cemento Portland ad alta resistenza e da uno strato interno di polistirene espanso sinterizzato contenente particelle di grafite. È conforme alla norma UNI EN 13168, prodotto da azienda certificata UNI EN ISO 9001: 2008.

Il legname impiegato proviene da foreste gestite in maniera sostenibile (certificazione PEFC per la Catena di Custodia). TÜV Italia ha certificato che il 15% in peso del pannello Celenit G3 è composto da materiale riciclato pre-consumatore.



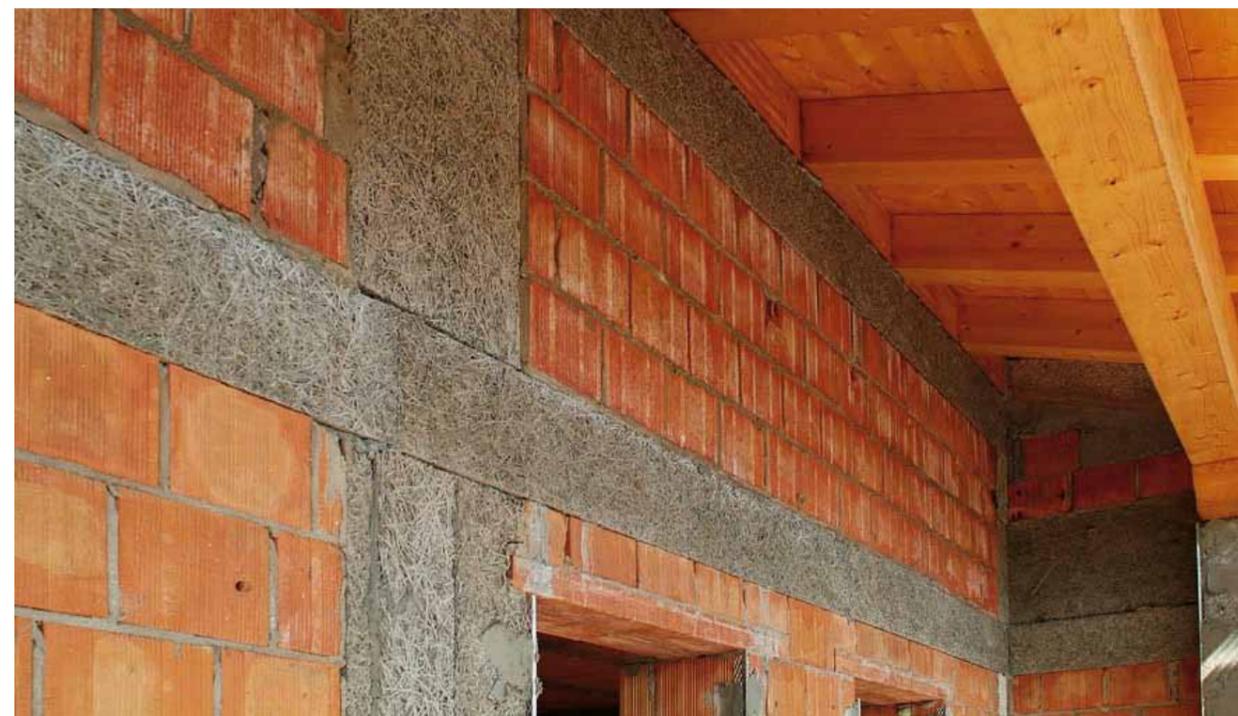
| Caratteristiche tecniche                                | Simbolo         | Descrizione - Dati |             |             |             |              | Unità di misura    |
|---|-----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------------|
|   |                 | 25 (5/15/5)        | 35 (5/25/5) | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) |                    |
| Spessore  | d               | 25 (5/15/5)        | 35 (5/25/5) | 50 (5/40/5) | 75 (5/65/5) | 100 (5/90/5) | mm                 |
| Lunghezza   | l               | 2000               |             |             |             |              | mm                 |
| Larghezza   | b               | 600                |             |             |             |              | mm                 |
| Massa superficiale                                      | -               | 8,0                | 8,2         | 8,5         | 9,0         | 9,4          | kg/m <sup>2</sup>  |
| Resistenza termica dichiarata                           | R <sub>D</sub>  | 0,50               | 0,85        | 1,35        | 2,15        | 2,95         | m <sup>2</sup> K/W |
| Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo | μ               | 27                 |             |             |             |              | -                  |
| Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione    | σ <sub>10</sub> | 50                 |             |             |             |              | kPa                |

## STRISCE PER LA CORREZIONE DEI PONTI TERMICI

| Materiale | Spessore [mm] | Dimensioni [cm] | Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W] |
|-----------|---------------|-----------------|---|
| Celenit N | 25            | 200x30          | 0,35                                    |
| Celenit N | 50            | 200x30          | 0,75                                    |
| Celenit N | 75            | 200x30          | 1,10                                    |



| Materiale  | Spessore [mm] | Dimensioni [cm] | Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W] |
|------------|---------------|-----------------|---|
| Celenit P3 | 35            | 200x30          | 0,70                                    |
| Celenit P3 | 50            | 200x30          | 1,10                                    |
| Celenit P3 | 75            | 200x30          | 1,75                                    |
| Celenit P3 | 100           | 200x30          | 2,40                                    |
| Celenit E3 | 35            | 200x30          | 0,80                                    |
| Celenit E3 | 50            | 200x30          | 1,25                                    |
| Celenit E3 | 75            | 200x30          | 1,90                                    |
| Celenit E3 | 100           | 200x30          | 2,45                                    |
| Celenit G3 | 25            | 200x30          | 0,50                                    |
| Celenit G3 | 35            | 200x30          | 0,85                                    |
| Celenit G3 | 50            | 200x30          | 1,35                                    |
| Celenit G3 | 75            | 200x30          | 2,15                                    |
| Celenit G3 | 100           | 200x30          | 2,95                                    |



Per massimizzare i benefici ed assicurare una migliore resa estetica che duri nel tempo, è importante seguire delle precise indicazioni di posa.

È consigliabile l'utilizzo dei pannelli Celenit direttamente come cassera per il getto di calcestruzzo. In questo modo si ottiene un elevato risparmio di tempo ed un

risultato migliore. È pure possibile una applicazione successiva con colla e tasselli ad espansione direttamente sulla struttura di calcestruzzo.

Nel caso in cui il cantiere si protragga a lungo nel tempo, si consiglia una volta posizionati i pannelli di effettuare almeno un primo strato di rinforzo.

## APPLICAZIONE AL MOMENTO DEL GETTO DI CALCESTRUZZO

Il procedimento consigliato consiste nell'esecuzione di partizioni portanti mediante getti di calcestruzzo all'interno di pannelli Celenit disposti parallelamente e trattenuti da opportuni elementi.

I sistemi costruttivi con getti di calcestruzzo in opera sono: cassaforma a telaio, pannelli d'armatura per cassaforma, sistema montanti e distanziatori e sistema modulare di sostegno.

### Cassaforma a telaio

Con il sistema cassaforma a telaio si correggono i ponti termici su:

- pilastro in parete (sol. 1);
- pilastro in angolo (sol. 2);
- solaio a sbalzo (sol. 4);
- parete controterra (sol. 5-6).

Tale sistema costruttivo consiste nel rivestimento interno del cassero ad elementi componibili con pannelli Celenit sfalsati e bene accostati, mantenuti in posizione con chiodi senza testa.

Nel caso di pannelli accoppiati è necessaria l'applicazione di ancore in plastica (Fig.1), minimo 6 per pannello, mentre se si vogliono lasciare a vista, si utilizzano delle spirali metalliche (Fig. 2). Entrambi i fissaggi devono essere disposti sul perimetro del pannello (Fig. 3).

Per l'isolamento dei pilastri possono essere fornite strisce di pannelli Celenit, utili per una più veloce applicazione.



Fig. 1  
Ancore in plastica

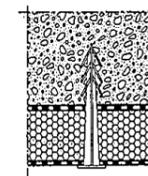


Fig. 2  
Spirali metalliche

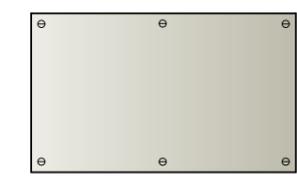


Fig. 3  
Disposizione dei fissaggi

### Pannelli d'armatura per cassaforma

Rivestendo internamente le casseforme si correggono i ponti termici su:

- pilastro in parete (sol. 1);
- pilastro in angolo (sol. 2);
- solaio a parete (sol. 3);
- solaio a sbalzo (sol. 4);
- copertura piana (sol. 7);
- copertura inclinata (sol. 8-9).

La cassaforma è costituita da pannelli in legno (solitamente tavole gialle) e poi rivestita internamente con i pannelli Celenit.

Non è necessario fissare i pannelli, tranne nel caso del ponte termico su solaio a parete piana e su copertura piana e inclinata dove i pannelli vanno tenuti in posizione da chiodi senza testa.

Se si impiegano i pannelli composti (Celenit P3, G3, E3) è necessario l'applicazione di ancore in plastica (Fig. 1), minimo 6, da disporre sul perimetro del pannello (Fig. 3). Per l'isolamento del pilastro e del solaio a parete possono essere fornite strisce di pannelli Celenit, utili per una più veloce applicazione.

## Montanti e distanziatori

Con il sistema montanti e distanziatori si correggono i ponti termici su:

- pilastro in parete (sol. 1);
- pilastro in angolo (sol. 2);
- parete controterra (sol. 5-6).

I pannelli Celenit vengono utilizzati come cassero a perdere per l'isolamento termico della struttura portante. Inoltre, nel caso di parete controterra verso l'esterno, è possibile applicare direttamente sui pannelli la guaina bituminosa senza pretrattamento (primer) in quanto vi aderisce in modo tenace e permanente. All'interno costituiscono una superficie facilmente intonacabile oppure possono essere rivestiti con cartongesso, incollato direttamente al pannello. Con questa metodologia viene eliminato l'impiego dei

pannelli d'armatura come cassatura per il getto in calcestruzzo.

L'interasse tra le staffe e i montanti verticali varia a seconda dello spessore del getto in calcestruzzo e dei pannelli isolanti impiegati, in ogni caso deve essere minimo di 20 - 25 cm.

Il getto deve essere ad altezza di piano (3 m).

Si consiglia l'impiego di pannelli Celenit S in quanto hanno una larghezza di 50 cm, ma, utilizzando distanziatori modulari, è possibile utilizzare anche pannelli Celenit N e gli accoppiati (Celenit P3, G3, E3). Per i compositi è necessaria l'applicazione di ancore in plastica (Fig. 1), minimo 6 per pannello.

I fissaggi devono essere disposti sul perimetro del pannello (Fig. 3).

## Sistema modulare di sostegno

Con il sistema modulare di sostegno si correggono i ponti termici su:

- rivestimento di solaio (sol. 4).

Tali strutture permettono l'utilizzo dei pannelli Celenit come cassero a perdere. Nel caso si impieghi il Celenit N deve avere uno spessore minimo di 35 mm, mentre i pannelli compositi (Celenit P3, G3, E3) almeno 50 mm.

Se si impiegano i pannelli accoppiati è necessario l'applicazione di ancore in plastica (Fig. 1), minimo 6 per pannello, mentre se si vogliono lasciare a vista, si utilizzano delle spirali metalliche (Fig. 2).

Entrambi i fissaggi devono essere disposti sul perimetro del pannello (Fig. 3).



## APPLICAZIONE SUCCESSIVA AL GETTO DI CALCESTRUZZO

L'applicazione dei pannelli successiva al getto di calcestruzzo è possibile solo per le partizioni verticali e consiste nel fissaggio meccanico dei pannelli Celenit in uno spessore minimo di 25 mm.

Si utilizzano i pannelli Celenit N, P3, G3, E3 per la correzione del ponte termico su:

- pilastro in parete (sol. 1);
- pilastro in angolo (sol. 2);
- solaio a parete (sol. 3);
- copertura piana (sol. 7);
- copertura inclinata (sol. 8-9).

È consigliabile utilizzare i pannelli da cappotto Celenit N/C o Celenit G3/C per:

- pareti controterra (sol. 5-6).

Per la posa si procede con l'applicazione di una malta adesiva con spatola dentata su tutta la superficie del pannello. Prima che faccia presa, è necessario fissare i tasselli ad espansione con rondelle in plastica, almeno 5 per i pannelli di dimensioni 120x60 cm, mentre 8 per pannelli 200x60 cm (Fig. 4). Tali fissaggi devono penetrare per almeno 4-5 cm sulla struttura portante e vanno applicati prima sul perimetro e poi al centro. Anche per pilastri e cordoli, dove si utilizzano pannelli di larghezza inferiore, il fissaggio deve essere perimetrale e al centro.

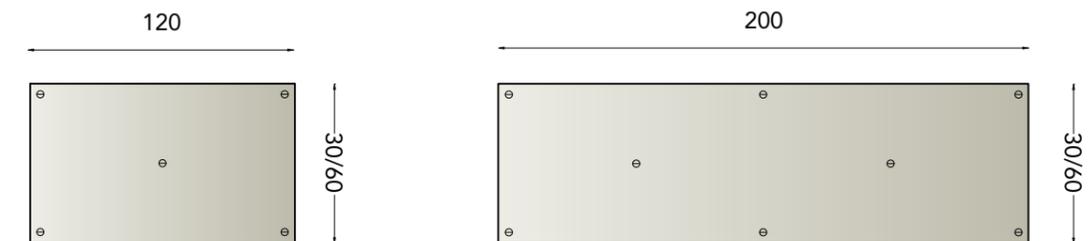


Fig. 4  
Disposizione fissaggi

## FINITURA

Si rimanda alle istruzioni di posa dei produttori di intonaci e alle schede tecniche dei prodotti per la presa visione delle modalità ed avvertenze applicative.

Qui di seguito si danno alcune indicazioni per la tipologia di intonaco e la posa che devono essere verificate con la ditta applicatrice dell'intonaco.

Per una finitura ottimale, prima dell'applicazione è consigliabile assicurarsi che i pannelli siano perfettamente asciutti e che siano tutti posizionati correttamente ovvero ben accostati, sfalsati e aderenti al supporto.

Dopo la messa in opera si procede con un primo strato di intonaco costituito da un rinzaffo di sabbia grossa e cemento per uno spessore di 8 mm circa.

Completata la presa e quando il rinzaffo si è completamente asciugato, si applica uno strato di intonaco con rete armata in superficie.

La rete deve essere posizionata su tutta la superficie del pannello avendo cura di interessare almeno 25-30 cm di muratura. Si procede poi con la finitura.

Per ridurre le tensioni termiche, si consigliano tinte chiare.



**CELENIT SPA**  
**PANNELLI ISOLANTI**  
**TERMICI ED ACUSTICI**  
**PER L'EDILIZIA**

35019 Onara di Tombolo (PD)  
Via Bellinghiera, 17  
Tel. +39 049.5993544  
Fax +39 049.5993598  
E-mail: [info@celenit.com](mailto:info@celenit.com)  
[www.celenit.com](http://www.celenit.com)

