

**VERSO EDIFICI A ENERGIA  
quasi ZERO (NZEB)**

**I nuovi decreti sull'efficienza  
energetica degli edifici**

**Edil Leca<sup>®</sup>**



via Pontebbana 5  
33098 Valvasone Arzene (PN)  
e-mail: murature@edilleca.com  
www.edilleca.com  
Tel. +39 0434 856 211  
Fax +39 0434 856 299



*A pochi mesi dall'entrata in vigore dei tre Decreti attuativi della Legge 90/2013 sulla prestazione energetica degli edifici abbiamo voluto dedicare questo numero speciale di Metrocubo alla nuova normativa termica.*

*In particolare, l'attenzione è rivolta al Decreto MI.S.E. del 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e dei requisiti minimi degli edifici" conosciuto comunemente come "Decreto Requisiti Minimi" e alle novità che esso introduce: dal concetto di NZEB, edifici a energia quasi zero, alla necessità di prestazioni tecniche più severe e della valutazione più approfondita dei dettagli costruttivi e dei ponti termici.*

*Dopo una prima parte dedicata alla normativa, abbiamo voluto approfondire alcune soluzioni in Lecablocco per pareti portanti e di tamponamento di edifici ad elevata efficienza energetica, passando in rassegna i principali particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici con la relativa valutazione del coefficiente di trasmittanza termica lineica.*

*Buona lettura!*

<b>Verso edifici a energia quasi zero (nzeb)</b>	<b>3</b>
<b>Soluzioni in Lecablocco per edifici a energia quasi zero</b>	<b>11</b>
<b>Riqualificazione energetica con Lecablocco murocappotto</b>	<b>28</b>

# VERSO EDIFICI A ENERGIA

## quasi ZERO (NZEB)

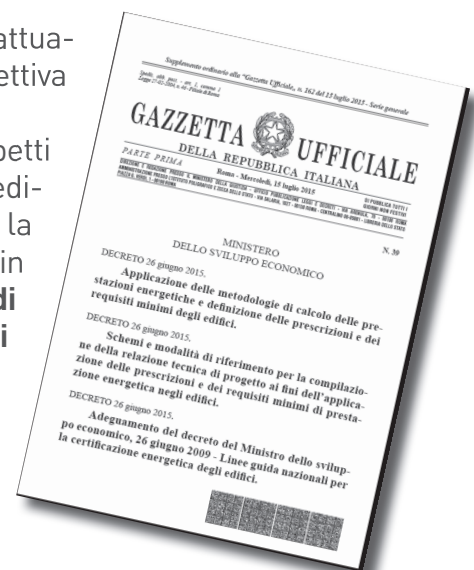
### I nuovi decreti sull'efficienza energetica degli edifici

L'entrata in vigore del D.Lgs 192 nell'ottobre 2005 ha portato alla ribalta anche nel nostro Paese il tema dell'efficienza energetica negli edifici. Fino ad allora "certificazione energetica", "classe energetica A" o "riqualificazione energetica" erano terminologie sconosciute al mondo delle costruzioni.

Oggi questi termini sono diventati di ampio utilizzo perfino per chi abita i nostri edifici. E oggi, a dieci anni esatti dall'entrata in vigore di quel decreto, **la Legislazione nazionale viene aggiornata con la pubblicazione dei Decreti attuativi della Legge 90/2013, cogenti dal 1° ottobre 2015.**

Il 15 luglio scorso sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale i Decreti attuativi della Legge 90/2013 (Recepimento a livello nazionale della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici).

I tre Decreti attuativi, tutti datati 26 giugno 2015, affrontano tutti gli aspetti inerenti l'efficienza energetica: i requisiti prestazionali minimi degli edifici, le modalità di elaborazione delle relazioni tecniche di progetto e la Certificazione energetica degli edifici. Nel seguito si farà riferimento in particolare al **Decreto 26/6/2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e dei requisiti minimi degli edifici"** (nel seguito indicato brevemente come "*Decreto Requisiti minimi*").



## IL DECRETO REQUISITI MINIMI

Il Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 26/6/2015 "Requisiti minimi" introduce nuove metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e requisiti più severi rispetto a quanto previsto dal D.Lgs 192/05 (modificato dal D.Lgs 311/06).

Il Decreto **si applica in funzione della data di richiesta del titolo abitativo** (permesso a costruire o assimilato) secondo le seguenti scadenze definite a livello nazionale:

- **dall'1/10/2015 si applicano requisiti prestazionali "intermedi"**, coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2010/31/UE;
- **dall'1/1/2019 per gli edifici pubblici si applicano i requisiti prestazionali "finali"**;

- **dall'1/1/2021 i requisiti prestazionali "finali" andranno applicati anche agli edifici privati.**

Come previsto dalla Direttiva europea, gli edifici nuovi o soggetti a ristrutturazioni importanti di 1° livello dovranno essere **"edifici a energia quasi zero" (NZEB)**.

Le Regioni, all'atto del recepimento, hanno inoltre la facoltà di modificare in senso restrittivo la normativa nazionale. Per esempio, Emilia Romagna e Lombardia hanno deciso di anticipare i valori finali (e quindi gli edifici a energia quasi zero): in Emilia Romagna di 2 anni rispetto alle scadenze nazionali e in Lombardia a partire dal 1° gennaio 2016 per gli edifici pubblici e privati.

## CATEGORIE DI INTERVENTO

I requisiti previsti dalla nuova normativa termica si applicano secondo modalità differenti (globale o parziale) in funzione della tipologia di intervento.



NUOVE COSTRUZIONI  
**VERIFICA GLOBALE**



AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI (> 15% e > 500 mc)  
- sia in adiacenza che in sopra elevazione  
- chiusura di spazi aperti (logge, porticati, etc.).  
*Requisiti da rispettare solo sulla nuova porzione di edificio.*  
**VERIFICA GLOBALE**



EDIFICI SOTTOPOSTI  
A DEMOLIZIONE  
E RICOSTRUZIONE  
**VERIFICA GLOBALE**



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 1° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con **S>50%** con ristrutturazione degli impianti di climatizzazione invernale o estiva.  
*Requisiti da applicarsi all'intero edificio.*  
**VERIFICA GLOBALE**



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 2° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con **S>25%**, con o senza ristrutturazione degli impianti di climatizzazione.  
*Requisiti da applicarsi all'oggetto di intervento con estensione all'intera parte edilizia ristrutturata.*  
**VERIFICA PARZIALE**



RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE interessano l'involucro edilizio con **S≤25%**.  
*Requisiti da applicarsi solo all'oggetto di intervento.*  
**VERIFICA PARZIALE**

**Superficie disperdente S (m<sup>2</sup>):** superficie che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione.

## EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

La Direttiva europea 2010/31/UE (recepita in Italia con la Legge 90/2013) ha introdotto il concetto di **edificio a energia quasi zero o NZEB (Near Zero Energy Building)**, definito come un “edificio ad altissima prestazione energetica, (...)”.

**Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ)**”. Tale concetto, ben diverso da quello di una Passiv Haus, è collegato ad una ottimizzazione economica (analisi costi/benefici) di cui il Decreto “Requisiti minimi” rappresenta la sintesi.

A livello nazionale, l'edificio a energia quasi zero è quello che soddisfa i requisiti “finali” in vigore dall'1/1/2019 (1/1/2021 per edifici privati), con fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva ed invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria coperti da fonti rinnovabili come previsto dal D.Lgs n.28 del 3 marzo 2011.

### D.Lgs n.28/2011.

**Copertura dei consumi con energia prodotta da fonti rinnovabili, per edifici nuovi o sottoposti a ristrutturazioni rilevanti.**

Data di richiesta del titolo edilizio	Consumi per produzione acqua calda sanitaria (acs)	Consumi per climatizzazione invernale ed estiva e produzione acs
dal 31/5/2012 al 31/12/2013	50%	20%
Dall'1/1/2014 al 31/12/2016	50%	35%
Dall'1/1/2017	50%	50%

## PRESTAZIONI INVERNALI, ESTIVE E GLOBALI

Il Decreto definisce “a energia quasi zero” un edificio nuovo o assimilato che soddisfa un insieme di prestazioni di efficienza energetica. Prestazioni che non riguardano il solo riscaldamento invernale, come previsto invece dal D.Lgs 192/05, ma anche il raffrescamento estivo, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione artificiale, l'energia consumata per la ventilazione per il trasporto di cose o persone (per esempio gli ascensori).

Le conseguenti verifiche possono essere così raggruppate:

- **Prestazioni invernali dell'involucro:**

- verifica del **coefficiente medio globale di scambio termico dell'involucro** per trasmissione per unità di superficie ( $H'_T$ , espresso in  $W/m^2K$ ).
- verifica dell'**indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale** ( $EP_{H,nd}$ , espresso in  $kWh/m^2$ ); tale indice dipende dall'isolamento termico dell'involucro (opaco e trasparente) e dal rendimento di un eventuale impianto di ventilazione.

- **Prestazione estiva dell'involucro:**

- verifica dell'**area solare equivalente estiva per unità di superficie utile**  $A_{sol,est}/A_{sol,utile}$  della parte trasparente dell'involucro.
- verifica della **trasmittanza termica periodica** ( $Y_{IE}$ , espressa in  $W/m^2K$ ) degli elementi di involucro opaco; in alternativa è possibile effettuare della massa superficiale  $M_S$  di tali elementi.
- verifica dell'**indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva** ( $EP_{C,nd}$ , espresso in  $kWh/m^2$ ).

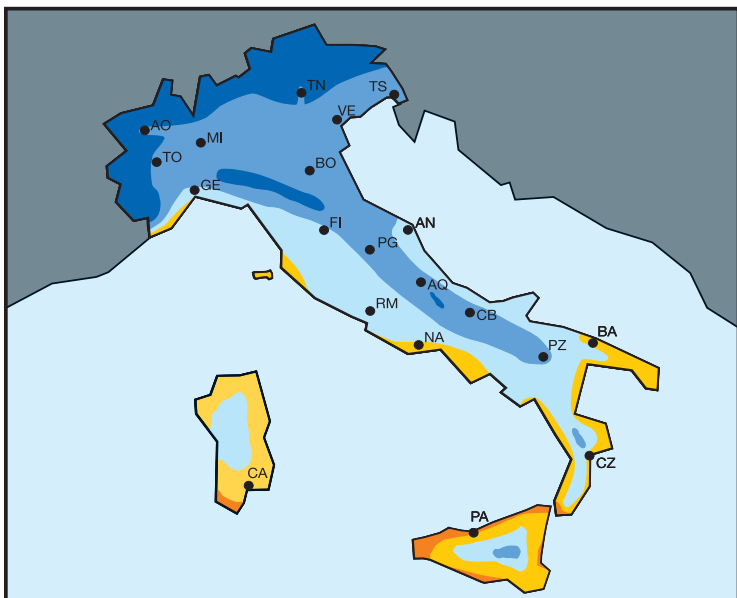
- **Prestazione energetica globale:**

- Verifica dell'**indice di prestazione energetica globale** ( $EP_{gl,tot}$ , espresso in  $kWh/m^2$ ), che dipende da tutti i consumi energetici sopra menzionati.
- Verifiche dei rendimenti degli impianti.

## CONSUMI LIMITE ED EDIFICIO DI RIFERIMENTO

La maggiore novità introdotta dal Decreto “Requisiti minimi” è rappresentata dalla modalità con cui vengono determinati i valori limite degli indici di prestazione termica utile  $EP_{H,nd}$  e  $EP_{C,nd}$  (riferiti all’involucro e all’impianto di ventilazione qualora sia previsto) e dell’indice di prestazione energetica globale  $EP_{gl,tot}$ . Con il D.Lgs 192/05 i valori limite erano espressi (secondo una scala assoluta) in funzione della zona climatica della località e del rapporto  $S/V$  tra superficie disperdente e volume dell’edificio.

Il Decreto 26/6/2015 non prevede un sistema “autoreferenziale”. Vale a dire i suddetti indici, calcolati per l’edificio reale, vengono confrontati con analoghi indici limite calcolati per un “edificio di riferimento”, identico a quello reale in termini di geometria, orientamento, ubicazione, destinazione d’uso, ecc... ma avente caratteristiche termiche e parametri energetici prefissati.



Schema indicativo delle zone climatiche secondo DPR 412/93.

### Zone climatiche

Zona A	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red;"></span>	Zona C	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow;"></span>	Zona E	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue;"></span>
Zona B	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span>	Zona D	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue;"></span>	Zona F	<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkblue;"></span>

## TRASMITTANZE U DELL'INVOLUCRO

I valori delle trasmittanze termiche  $U$  per i diversi componenti di involucro contenuti nelle tabelle **sono riferiti all’edificio di riferimento** e non sono obbligatori per l’edificio reale. **È possibile infatti utilizzare elementi di involucro con prestazioni inferiori a quelle riportate purchè tale minor prestazione venga compensata da altri componenti.**

Occorre sottolineare che i valori di trasmittanza termica degli elementi di involucro indicati nelle tabelle sono **comprensivi delle maggiorazioni dovute ai ponti termici** (vedi pag. 12). Pertanto tali valori sono molto più bassi rispetto alle trasmittanze limite (senza effetto dei ponti termici) indicate nei D.Lgs 192/05 e 311/06.

Zona Climatica	Trasmittanza termica $U$ delle strutture opache verticali ( $W/m^2K$ )	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Zona Climatica	Trasmittanza termica $U$ delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura ( $W/m^2K$ )	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Zona Climatica	Trasmittanza termica $U$ delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra ( $W/m^2K$ )	
	2015*	2019/2021**
A e B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

\* Dall'1 ottobre per tutti gli edifici

\*\* Dall'1 gennaio 2019 per gli edifici pubblici / Dall'1 gennaio 2021 per tutti gli edifici.

## PRESTAZIONI INVERNALI DELL'INVOLUCRO

Le prestazioni invernali dell'involucro vengono valutate:

- confrontando l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento  $EP_{H,nd}$  dell'edificio reale con l'analogo indice calcolato per l'edificio di riferimento. A tal fine si utilizzano le trasmittanze termiche indicate nella pagina precedente;
- verificando che il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione  $H'T$  sia inferiore ad un valore limite determinato in funzione della zona climatica della località e del rapporto disperdente  $S/V$  dell'edificio.

Il coefficiente di scambio termico  $H'T$  è calcolato come:

$$H'T = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k}$$

dove a denominatore c'è la somma delle superfici (in m<sup>2</sup>) degli elementi di involucro opachi e trasparenti, mentre  $H_{tr,adj}$  è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro (in W/K), calcolato secondo la UNI TS 11300-1 come:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

dove i quattro addendi rappresentano i coefficienti di scambio termico rispettivamente verso l'ambiente esterno, verso il terreno, verso ambienti non riscaldati e verso ambienti climatizzati a temperature diverse.

È importante tenere presente che **anche nel calcolo del coefficiente  $H'T$  occorre valutare i ponti termici presenti nell'involucro disperdente.**

Valore massimo del coefficiente globale di scambio termico  $H'T$  (Wm<sup>2</sup>K)

Numero Riga	Rapporto di forma (S/V)	Zona Climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70

## ALTRE VERIFICHE

Il Decreto "Requisiti minimi" impone ulteriori verifiche relative al periodo invernale.

### • Pareti divisorie tra unità immobiliari

Per tutti gli edifici realizzati in tutte le zone climatiche, ad eccezione di quelli in Categoria E8 secondo DPR 412/93 (edifici industriali ed artigianali), la trasmittanza termica  $U$  di pareti divisorie e solai interpiano tra diverse unità immobiliari non deve essere superiore a 0,8 W/m<sup>2</sup>K.

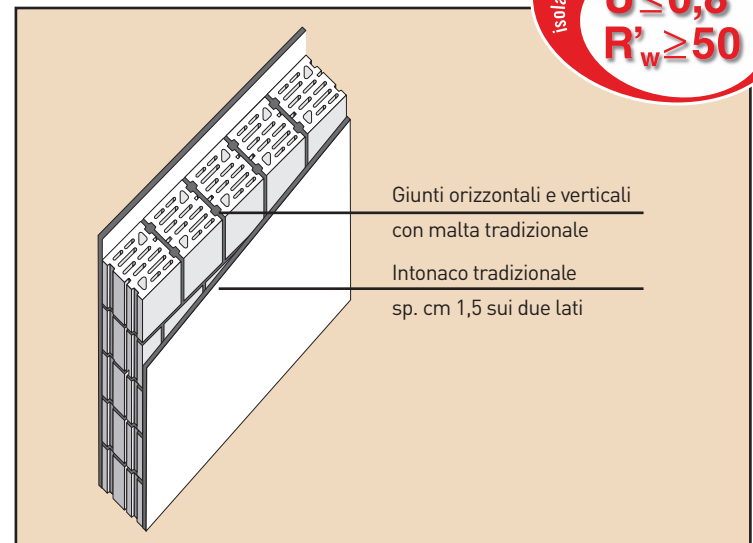
### • Pareti esterne di ambienti non riscaldati

Le strutture (pareti o solai) che delimitano ambienti non dotati di impianto di climatizzazione (ma adiacenti ad ambienti climatizzati) verso l'esterno devono avere una trasmittanza termica non superiore a 0,8 W/m<sup>2</sup>K.

### • Assenza di condensazioni

Il Decreto prevede di verificare l'assenza di formazione di muffe, nonché l'assenza di condensazioni interstiziali. Le condizioni interne (temperatura ed umidità) sono da calcolare secondo il metodo delle classi di concentrazione contenuto nella norma UNI 13788.

### Pareti divisorie tra unità immobiliari con Lecablocco Fonoisolante spessore cm 25



## PRESTAZIONI ESTIVE DELL'INVOLUCRO

In tutta Italia i consumi per il raffrescamento estivo sono una parte consistente dei consumi energetici complessivi degli edifici.

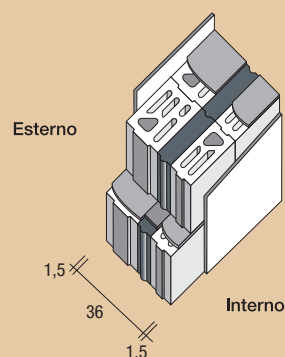
Per limitarli è necessario fare riferimento al concetto di inerzia termica dell'involucro, che rappresenta la capacità dell'edificio di ritardare nel tempo (**sfasamento S**) e di ridurre l'entità (**attenuazione  $f_a$** ) dell'onda termica incidente.

Secondo le nuove norme, per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e per contenere la temperatura interna degli ambienti, il progettista dovrà:

- verificare che l'indice di prestazione energetica utile  $E_{PC,nd}$  per il raffrescamento estivo sia minore o uguale all'analogo valore calcolato per l'edificio di riferimento;
- valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
- eseguire, a eccezione degli edifici classificati nelle categorie E.6 ed E.8, in tutte le zone climatiche a esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva,  $I_{m,s}$ , sia maggiore o uguale a  $290 \text{ W/m}^2$  almeno una delle seguenti verifiche, relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est:
  - che il valore della massa superficiale  $M_s$  sia superiore a  $230 \text{ kg/m}^2$ ;
  - che il valore del modulo della trasmittanza Termica periodica  $Y_{IE}$  sia inferiore a  $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- verificare, relativamente a tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$  sia inferiore a  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### Comportamento estivo delle pareti in Lecablocco

Si riporta di seguito il confronto dei comportamenti estivi di tre pareti differenti (due pareti in Lecablocco e una parete in laterizio forato). Si evidenzia come i tre esempi abbiano una trasmittanza termica simile (il terzo differisce di solo il 20%). Tuttavia, in termini di trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$ , il terzo esempio ha valori di oltre quattro volte superiori alle pareti in Lecablocco che invece rispettano ampiamente i requisiti normativi.



#### Parete in Lecablocco Bioclima Zero 27t

$$U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

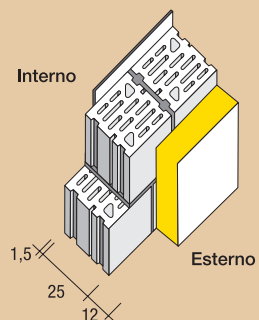
$$f_a = 0,102$$

$$S = 15,3\text{h}$$

$$M_s = 280 \text{ kg/m}^2 > 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,028 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VERIFICATA



#### Parete in Lecablocco Fonoisolante25 e isolamento a cappotto

$$U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

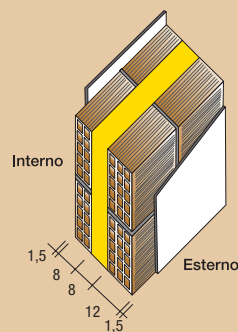
$$f_a = 0,06$$

$$S = 14,9 \text{ h}$$

$$M_s = 290 \text{ kg/m}^2 > 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,013 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VERIFICATA



#### Doppia parete in laterizio forato

$$U = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_a = 0,46$$

$$S = 8,0 \text{ h}$$

$$M_s = 150 \text{ kg/m}^2 < 230 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K} > 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

NON VERIFICATA



## CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Il Decreto 26 giugno 2015 “Adeguamento del decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici” (Decreto “Linee Guida”) introduce nuove modalità per la classificazione energetica degli edifici ai fini del rilascio dell’APE (Attestato di Prestazione Energetica).

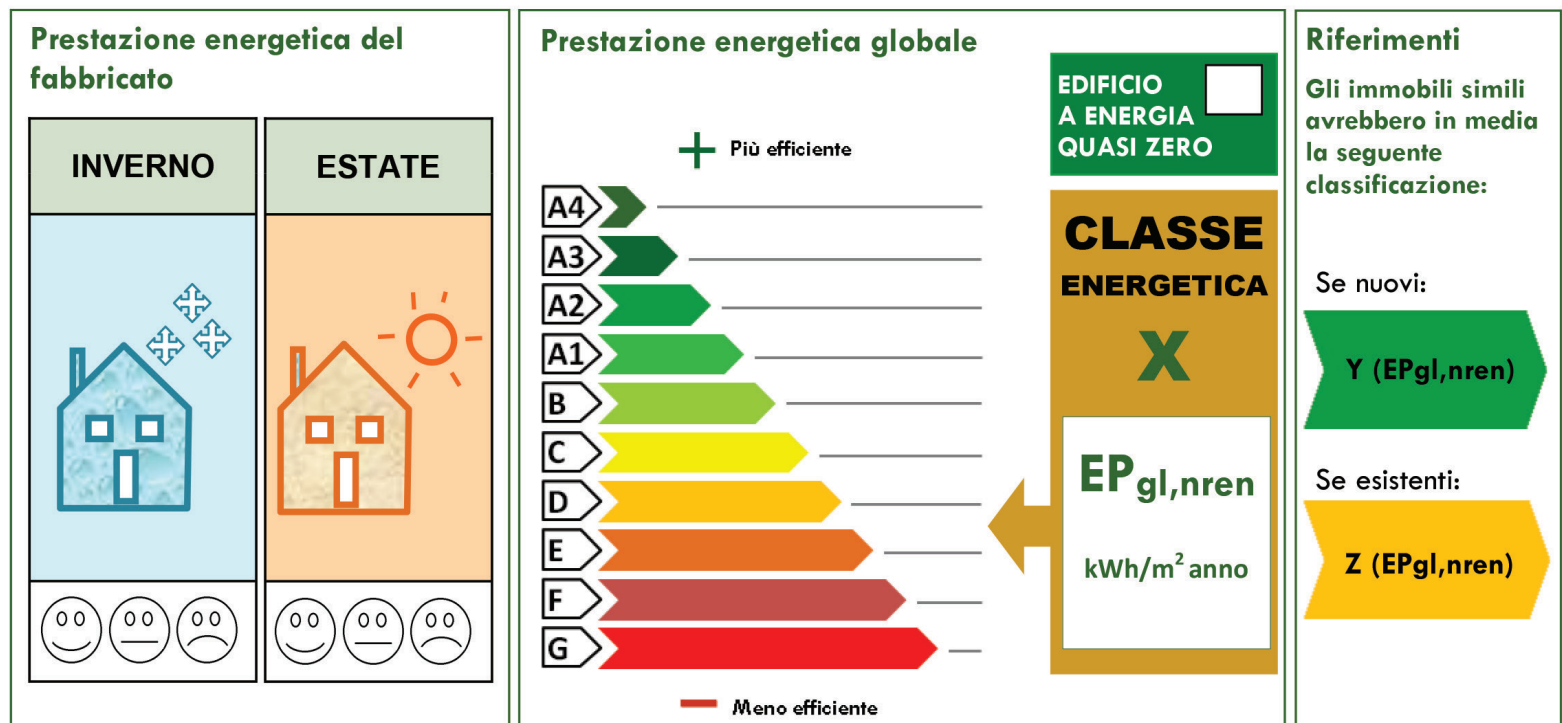
**Il parametro in base al quale si effettua la Classificazione è l’indice di prestazione energetica globale dell’edificio reale  $EP_{gl,nren}$**  (energia primaria non rinnovabile). Tale indice viene **confrontato con l’analogo indice calcolato per l’edificio di riferimento** (valori 2019/2021). Questo ultimo valore rappresenta il limite di separazione tra le classi A1 e B.

Come si può constatare, rispetto alla precedente classificazione nazionale vengono introdotte 4 Classi “A”. La **Classe A4** risulta essere quella **più elevata**.

Essendo variata la scala di riferimento, **non c’è corrispondenza tra le nuove Classi Energetiche contenute nell’APE e quelle previste dalla precedente normativa nazionale.**

**Non c’è inoltre corrispondenza tra i due indici utilizzati per verificare il rispetto del Decreto “Requisiti minimi” ( $EP_{gl,tot}$ ) e per definire la Classe energetica dell’edificio ( $EP_{gl,nren}$ ):** infatti in quest’ultimo non è scorporata la quota parte di energia prodotta da fonti rinnovabili. Pertanto, per identificare un **edificio “a energia quasi zero” (NZEB)** è prevista una **specificazione indicazione.**

Infine nell’Attestato è riportata una indicazione qualitativa della “Prestazione energetica del fabbricato” nel periodo invernale ed estivo, di cui nelle seguenti tabelle sono riportati i criteri identificativi.



Attestato di Prestazione Energetica degli edifici (APE).

## PONTI TERMICI

Per “ponti termici” si intendono quelle zone dove si verificano **disomogeneità del materiale** (per esempio i pilastri all'interno delle tamponature in muratura) e **variazioni di forma** (per esempio angoli o spigoli). In queste zone vi è un incremento del valore dei flussi termici e una variazione delle temperature superficiali interne, con conseguente aumento della quantità di calore disperso attraverso le pareti o gli altri elementi di involucro.

**Il parametro che caratterizza un ponte termico lineare è la trasmittanza termica lineica  $\psi$  (W/mK)** che esprime il flusso termico specifico scambiato per unità di lunghezza. Per effetto dei ponti termici, il coefficiente di scambio termico  $H$  è calcolato come:

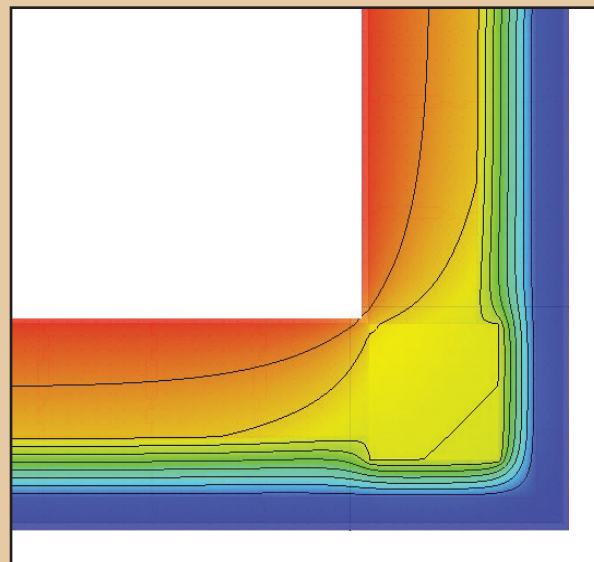
$$H = \sum_j A_j U_j + \sum_k L_k \psi_k$$

## ANALISI DEI PONTI TERMICI

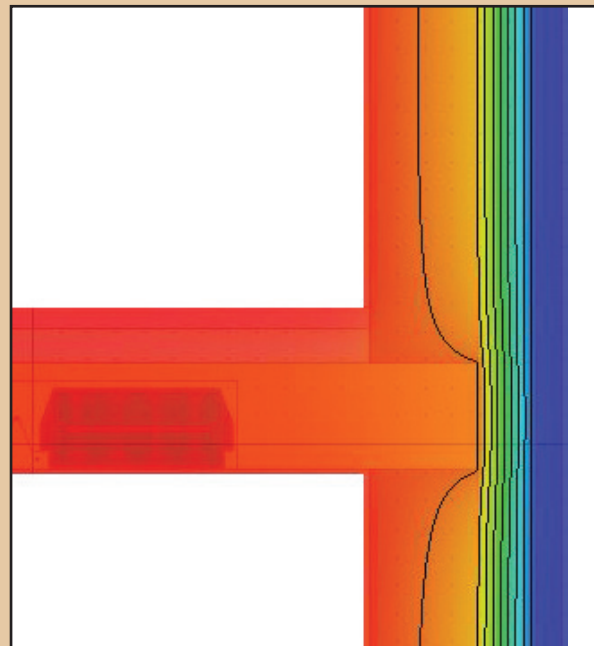
In precedenza i ponti termici erano analizzati generalmente in modo forfettario in funzione della tipologia costruttiva utilizzata (pareti con isolamento dall'esterno, a cassa vuota con o senza isolamento nell'intercapedine, ecc...). Tuttavia l'ultima versione della norma UNI TS 11300-1 (emanata nel 2014) non consente più tale calcolo forfettario: i ponti termici vanno quindi valutati secondo calcoli agli elementi finiti realizzati secondo la norma UNI EN ISO 10211.

Pertanto, la necessità di valutazioni più approfondite unitamente a prestazioni tecniche più severe richieste dal Decreto “Requisiti minimi” rende **il tema dei ponti termici un passaggio fondamentale della nuova normativa sull'efficienza energetica degli edifici.**

Esempio di ponte termico geometrico - Angolo.

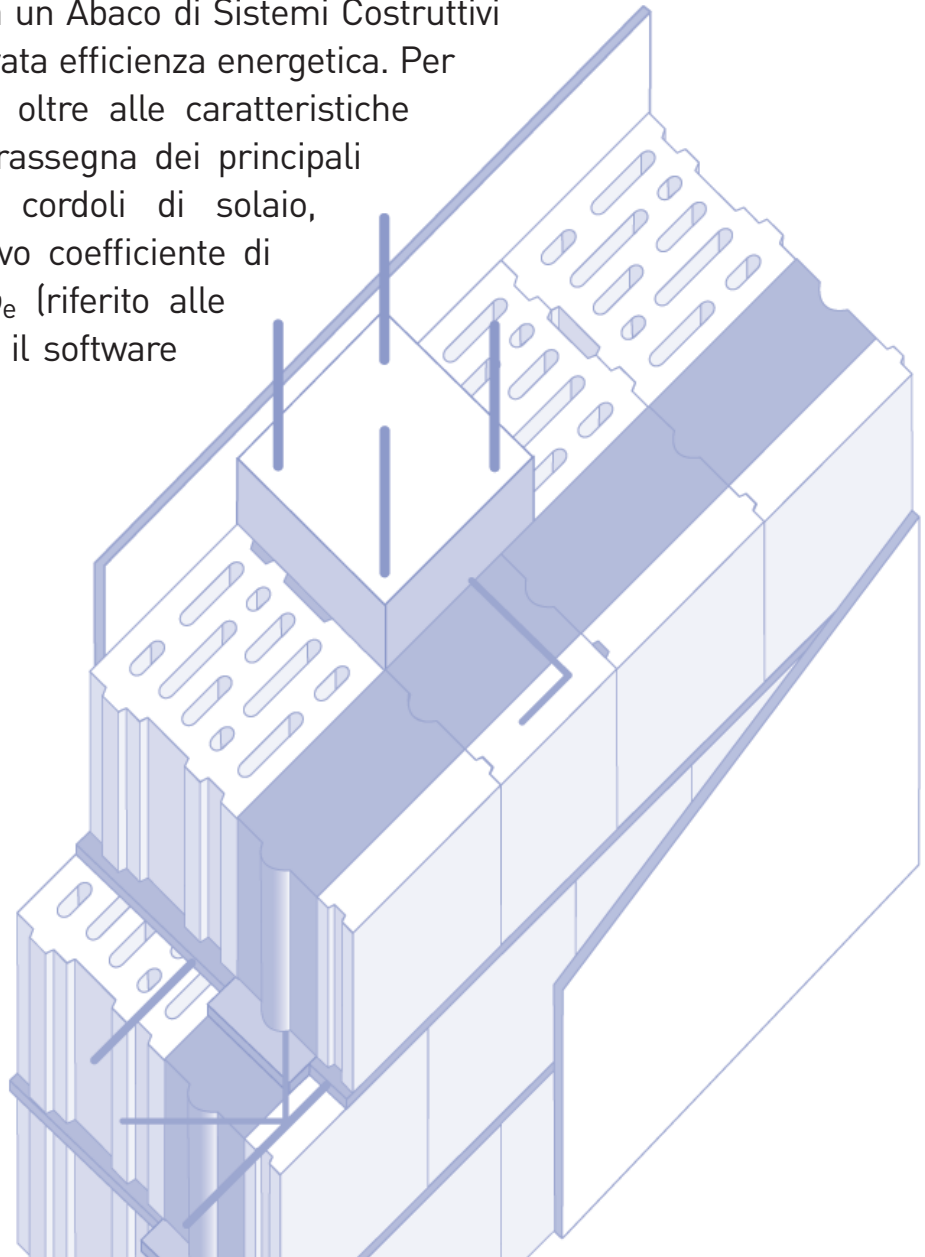


Esempio di ponte termico del particolare cordolo-trave-muratura.



## SOLUZIONI IN LECABLOCCO PER EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO

Nelle pagine seguenti si riporta un Abaco di Sistemi Costruttivi in Lecablocco per edifici ad elevata efficienza energetica. Per ogni soluzione si riporteranno, oltre alle caratteristiche tecniche della muratura, una rassegna dei principali particolari costruttivi (angoli, cordoli di solaio, ecc...) e l'indicazione del relativo coefficiente di trasmittanza termica lineica  $\psi_e$  (riferito alle misure esterne e calcolato con il software Mold Simulator Pro Dartwin).



# Lecablocco Bioclima Zero 27p

Parete portante armata da intonaco in Lecablocco Bioclima Zero27p, blocco preaccoppiato in calcestruzzo di argilla espansa Leca e pannello isolante in polistirene espanso con grafite di 7,5 cm per pareti ad alto isolamento termico. Bioclima Zero27p permette di realizzare un vero e proprio sistema di muratura portante armata per le pareti perimetrali esterne o verso locali non riscaldati grazie alla presenza dei pezzi speciali necessari per la realizzazione degli irrigidimenti verticali.

## Caratteristiche della muratura portante esterna in Lecablocco Bioclima Zero27p

Spessore nominale del blocco	cm	38
Percentuale di foratura	%	30
Resistenza caratteristica alla compressione $f_{bk}$ del blocco (parte portante) nella direzione dei carichi verticali	N/mm <sup>2</sup>	5
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m <sup>2</sup> K	0,27
Massa superficiale $M_S$ della parete non intonacata	kg/m <sup>2</sup>	360
Fattore di smorzamento $f_a$		0,06
Sfasamento S	h	16,8
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$	W/m <sup>2</sup> K	0,016



Spessore cm 38

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

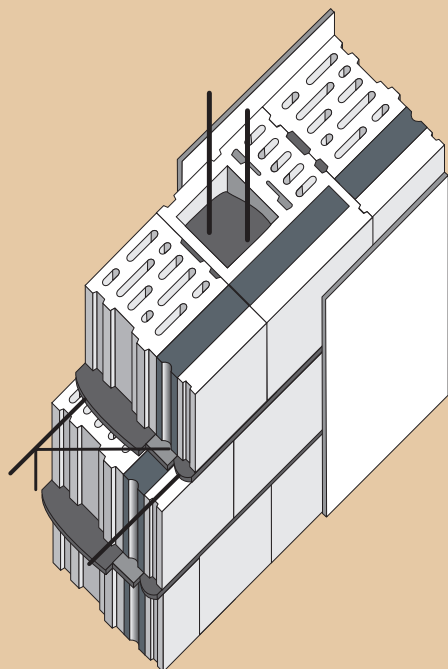
Progetto Architettonico  
Arch. Cazzulani Giorgio



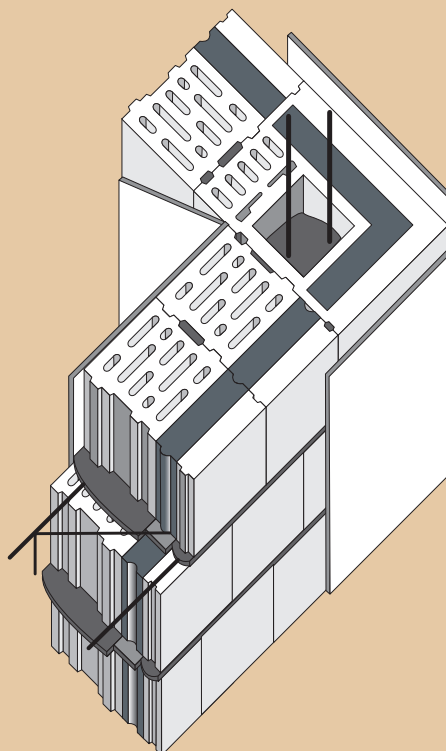
Località: Parma

# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

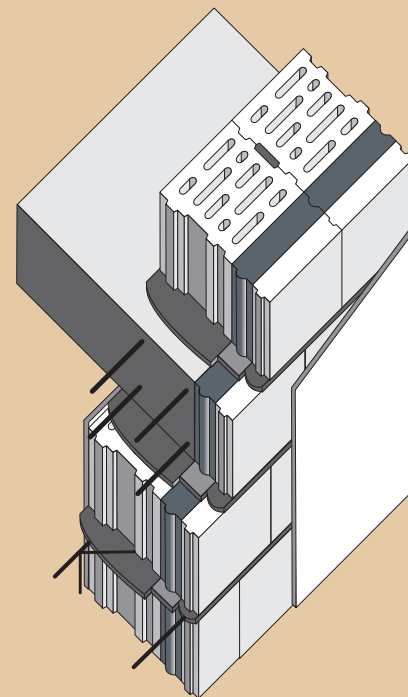
Pilastro nella muratura



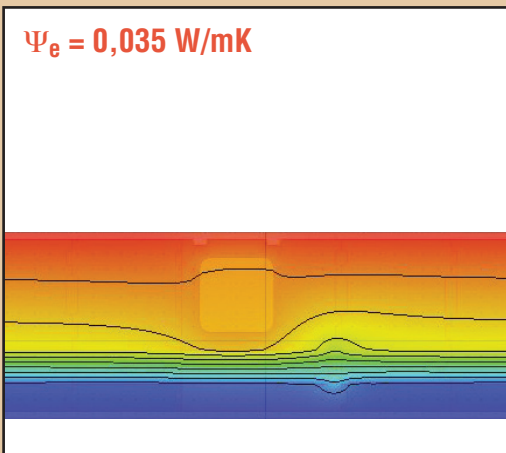
Angolo



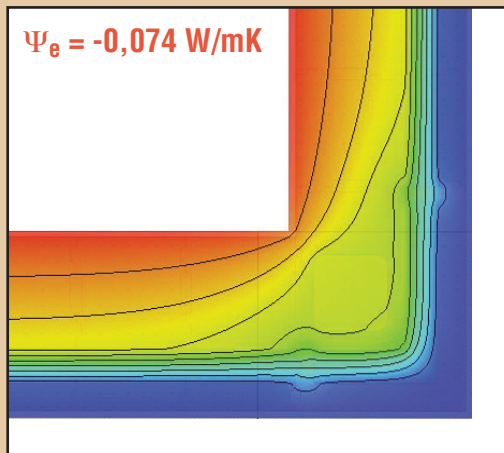
Cordolo di solaio



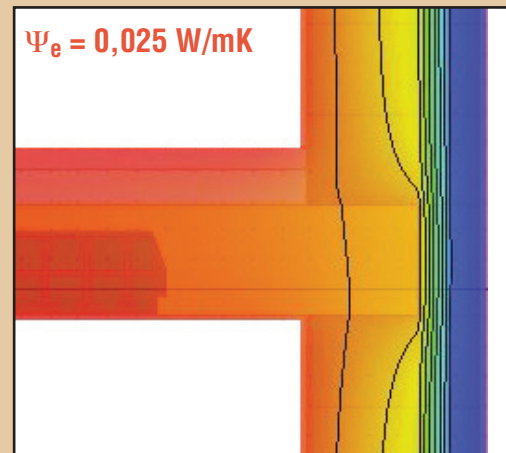
$$\Psi_e = 0,035 \text{ W/mK}$$



$$\Psi_e = -0,074 \text{ W/mK}$$



$$\Psi_e = 0,025 \text{ W/mK}$$



# Sistema blocchi a cassero Lecablocco Bioplus A+

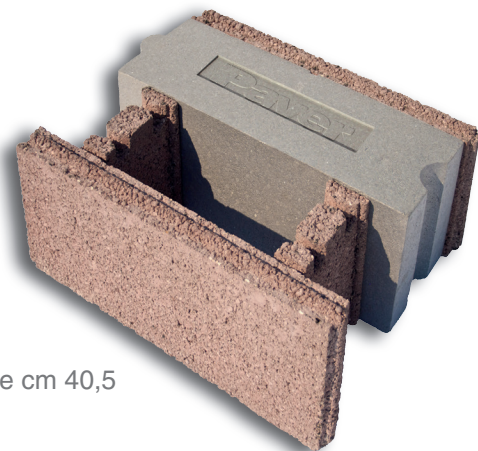
Parete portante costituita da un sistema brevettato in blocchi a cassero in calcestruzzo alleggerito di argilla espansa Leca e inserto isolante in polistirene espanso con grafite di 17 cm.

Il sistema permette di ottenere vantaggi statici di una struttura scatolare oltre ad alte performance di isolamento termico con una trasmittanza termica  $U$  di  $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$  della parete intonacata.

Di seguito si inseriscono le principali caratteristiche del blocco e alcuni particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici più comuni.

## Caratteristiche della muratura in blocchi cassero Lecablocco Bioplus A+

Spessore nominale del blocco	cm	40,5
Trasmittanza termica $U$ della parete intonacata	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,22
Massa superficiale $M_S$ della parete non intonacata	$\text{kg/m}^2$	500
Fattore di smorzamento $f_a$		0,086
Sfasamento $S$	$h$	11,2
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,019



Spessore cm 40,5

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

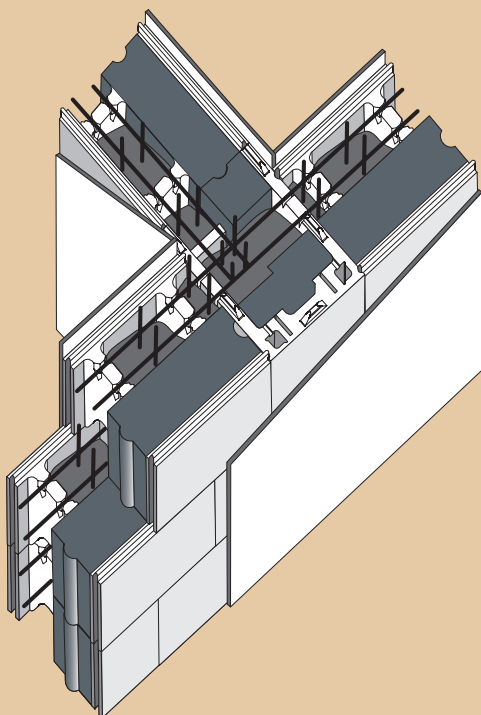
Progetto architettonico  
Arch. David Marinari



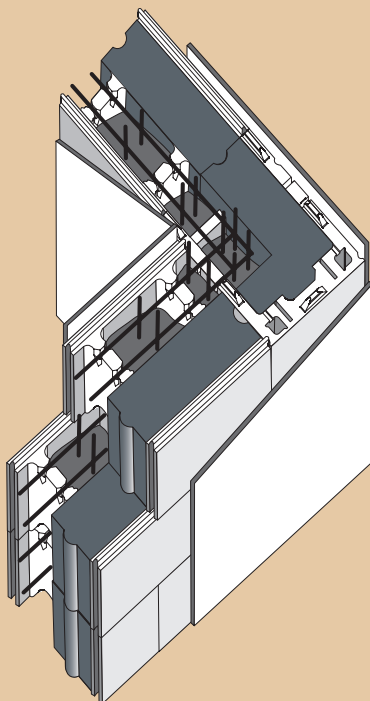
Località: Pontedera (PI)

# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

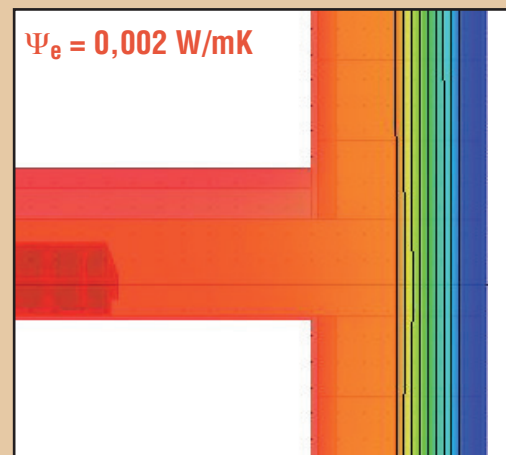
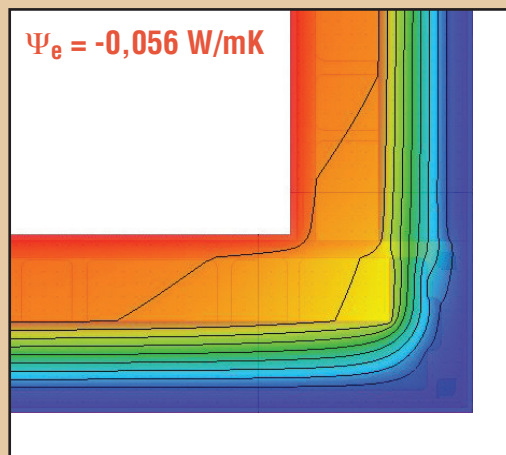
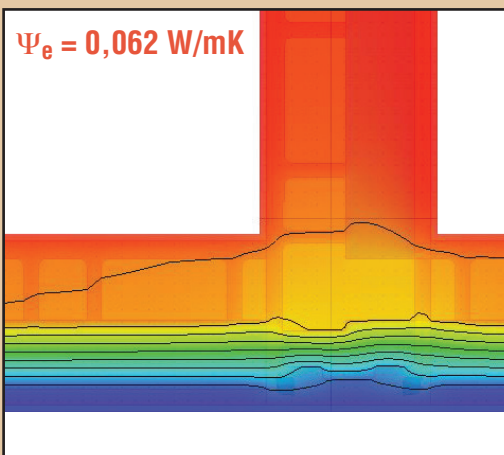
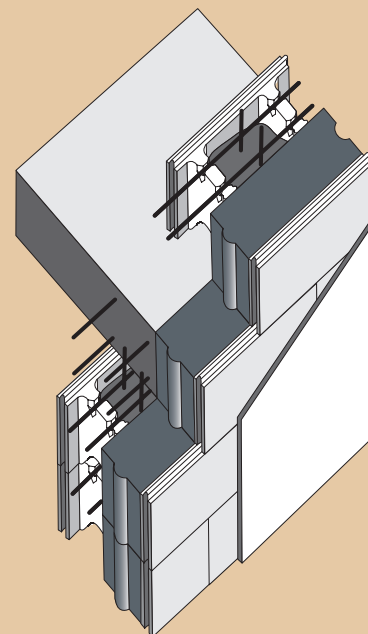
## Incrocio a "T"



## Angolo



## Cordolo di solaio



# Lecablocco Fonoisolante 25 e Lecablocco B8 da intonaco

Doppia parete con muratura portante armata interna in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25 in calcestruzzo di argilla espansa Leca, pannello isolante ( $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ ) di spessore 10 cm e parete di rivestimento esterna in Lecablocco B8x20x50 da intonaco.

La parete raggiunge una trasmittanza termica di  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$  per la realizzazione delle chiusure perimetrali esterne e verso locali non riscaldati. Di seguito si inseriscono le principali caratteristiche del blocco e alcuni particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici più comuni.

## Caratteristiche della muratura portante armata in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, pannello isolante (sp. 10 cm, $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ ) e rivestimento in Lecablocco B8x20x50 da intonaco.

Spessore nominale del blocco	cm	25
Spessore del pannello isolante	cm	10
Spessore nominale del blocco esterno	cm	8
Trasmittanza termica U della parete intonacata	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,21
Massa superficiale $M_S$ della parete non intonacata	$\text{kg/m}^2$	348
Fattore di smorzamento $f_a$		0,071
Sfasamento S	h	16,77
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,015



Spessore cm 25

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

Progetto  
ing. Renis Ridolfo

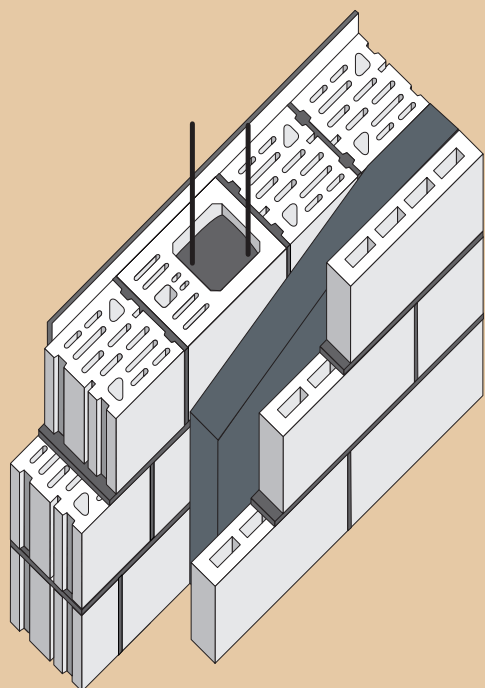


Località: San Donà di Piave (VE)

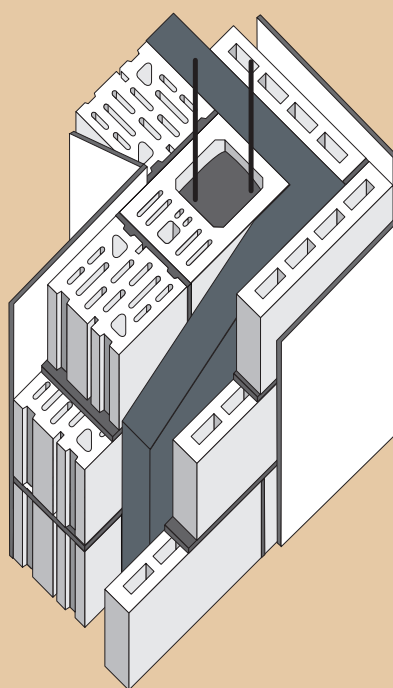


# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

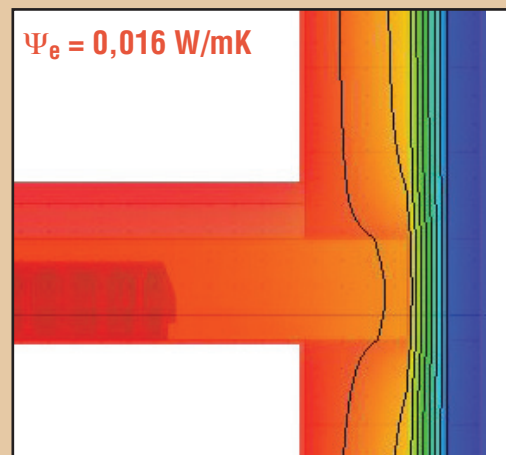
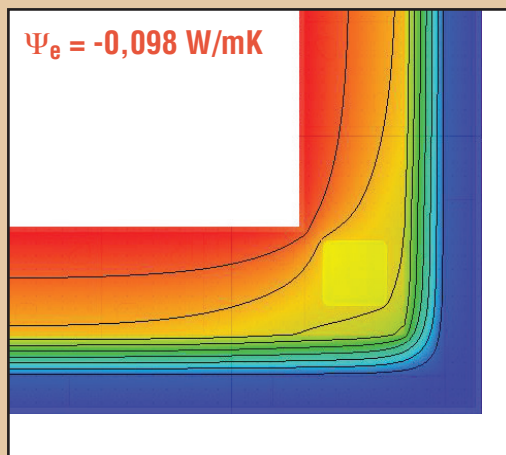
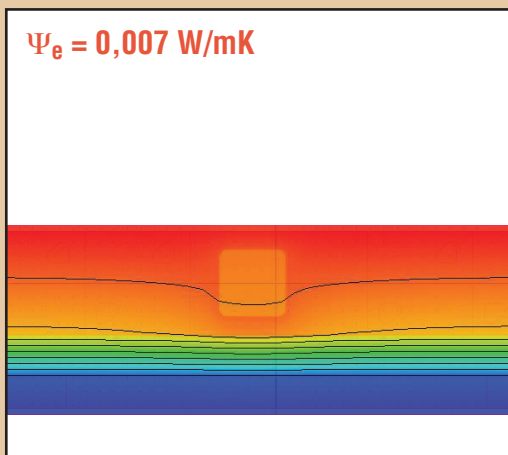
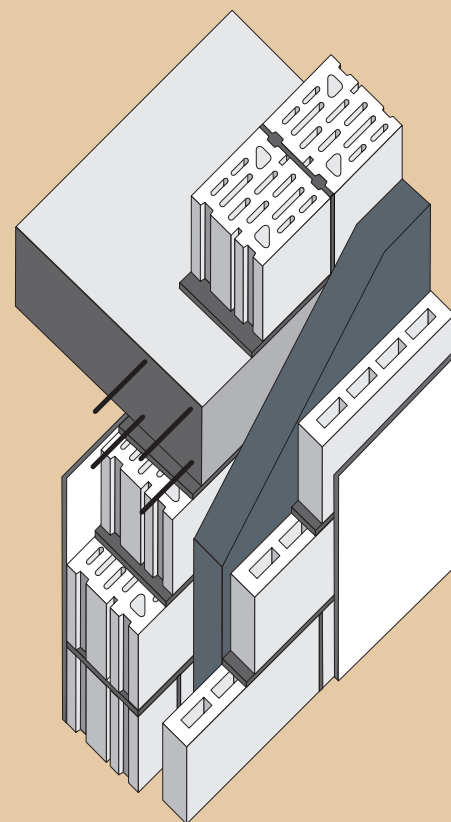
Pilastro nella muratura



Angolo



Cordolo di solaio



# Lecablocco Bioclima Zero 18p (pilastri di sp. 25 cm)

Parete di tamponamento da intonacare in Lecablocco Bioclima Zero18p, blocco preaccoppiato in calcestruzzo di argilla espansa Leca e pannello isolante in polistirene espanso con grafite di 13,5 cm per pareti ad alto isolamento termico.

Bioclima Zero18p permette di realizzare pareti di tamponamento per sistemi a telaio di spessore 25 e 30 cm grazie agli elementi Tavella Isolata costituita da una parte esterna in calcestruzzo di argilla espansa e da un pannello isolante che permettono la correzione dei ponti termici in corrispondenza del pilastro o della trave. Di seguito l'esempio con struttura di spessore 25 cm.

## Caratteristiche della muratura esterna in Lecablocco Bioclima Zero18p

Spessore nominale del blocco	cm	44
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m <sup>2</sup> K	0,18
Massa superficiale M <sub>S</sub> della parete non intonacata	kg/m <sup>2</sup>	360
Fattore di smorzamento f <sub>a</sub>		0,052
Sfasamento S	h	17,8
Trasmittanza termica periodica Y <sub>IE</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,009



Spessore cm 44

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

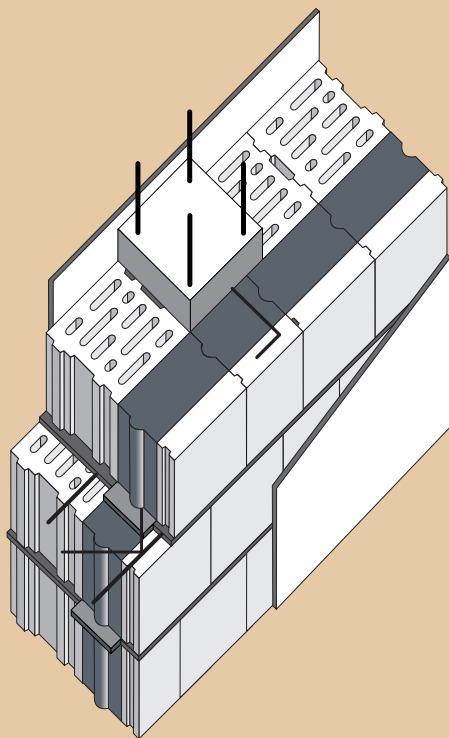
Società Agrifarm



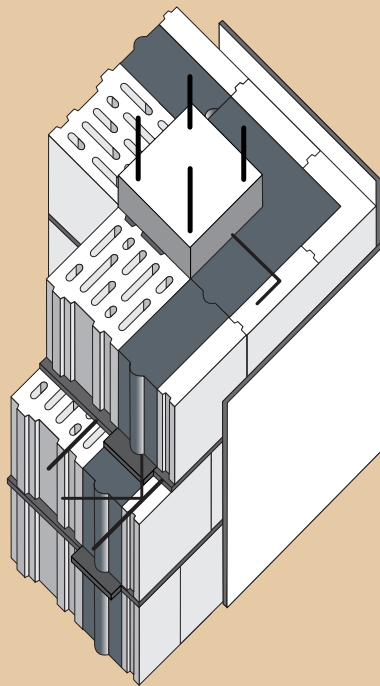
Località: Mogliano Veneto (TV)

# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

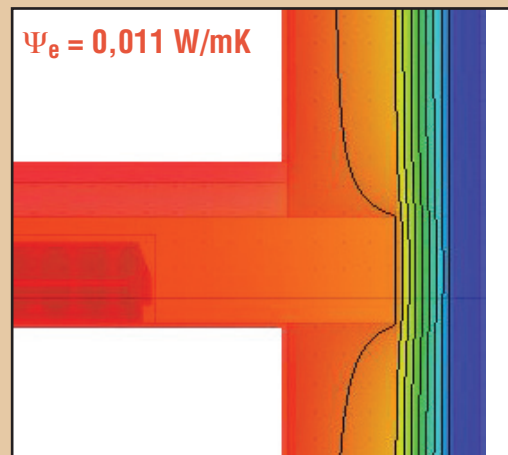
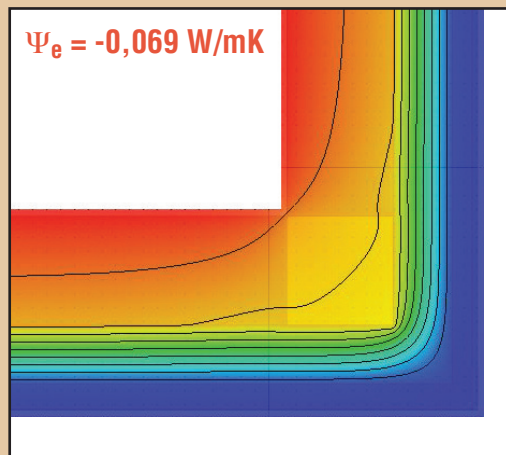
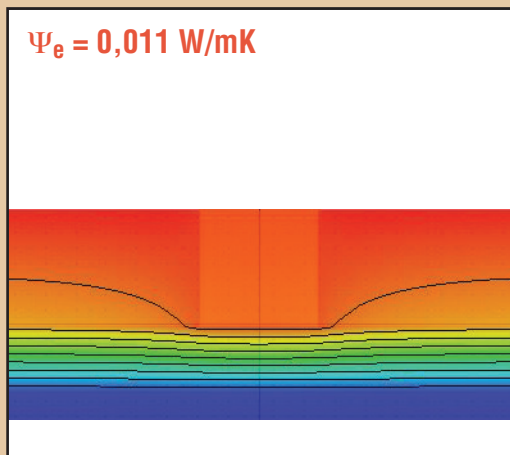
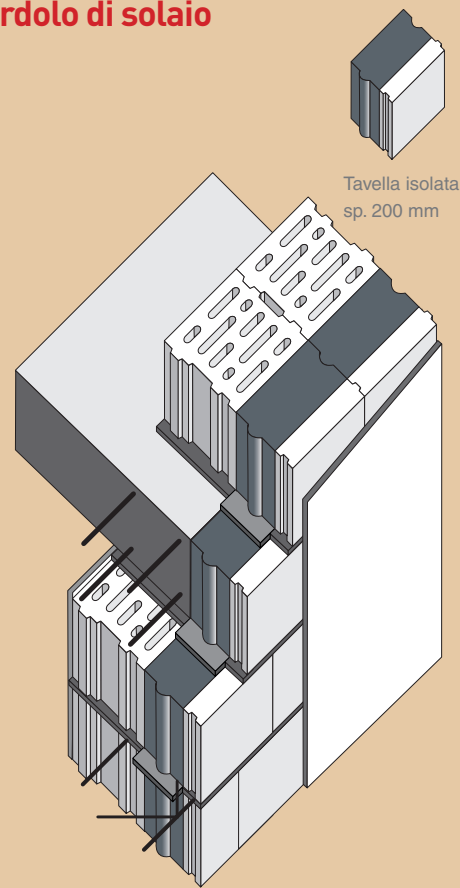
## Pilastro



## Pilastro d'angolo



## Cordolo di solaio



# Lecablocco Bioclima Zero 18p (pilastri di sp. 30 cm)

Parete di tamponamento da intonacare in Lecablocco Bioclima Zero18p, blocco preaccoppiato in calcestruzzo di argilla espansa Leca e pannello isolante in polistirene espanso con grafite di 13,5 cm per pareti ad alto isolamento termico.

Bioclima Zero18p permette di realizzare pareti di tamponamento per sistemi a telaio di spessore 25 e 30 cm grazie agli elementi Tavella Isolata costituita da una parte esterna in calcestruzzo di argilla espansa e da un pannello isolante che permettono la correzione dei ponti termici in corrispondenza del pilastro o della trave. Di seguito l'esempio con struttura di spessore 30 cm.

## Caratteristiche della muratura esterna in Lecablocco Bioclima Zero18p

Spessore nominale del blocco	cm	44
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m <sup>2</sup> K	0,18
Massa superficiale M <sub>S</sub> della parete non intonacata	kg/m <sup>2</sup>	360
Fattore di smorzamento f <sub>a</sub>		0,052
Sfasamento S	h	17,8
Trasmittanza termica periodica Y <sub>IE</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,009



Spessore cm 44

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

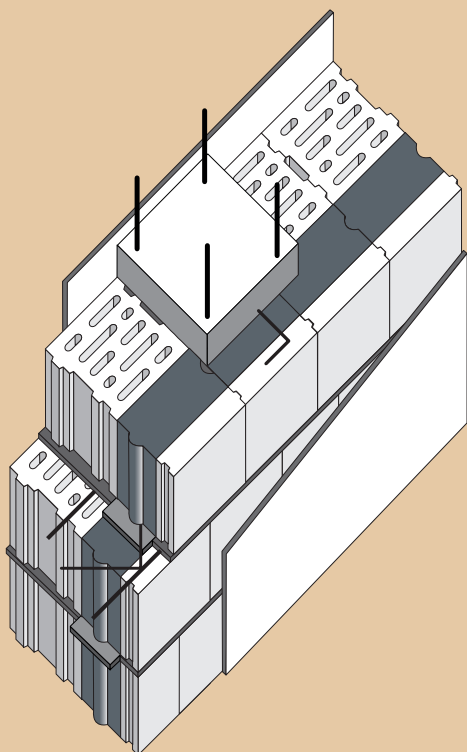
Progetto Architettonico  
Studio di architettura  
Dott. Alberto Ruggeri Architetto,  
Arch. Alessandra Madella



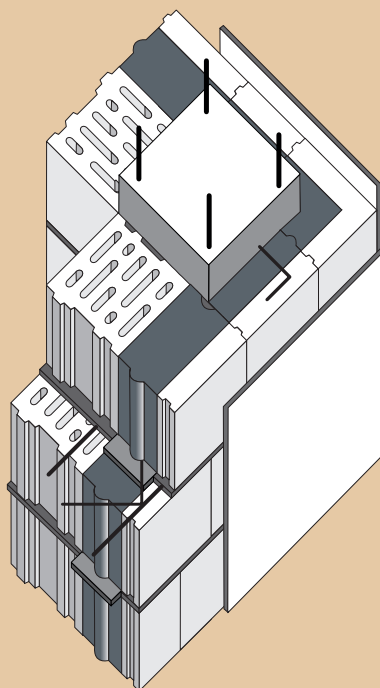
Località: Mantova

# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

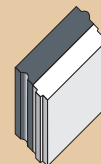
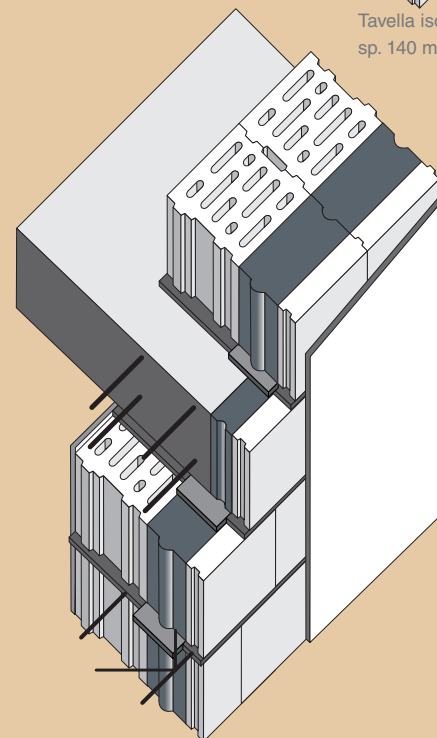
## Pilastro



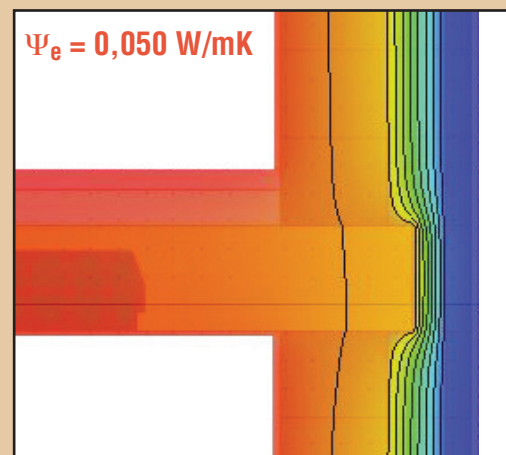
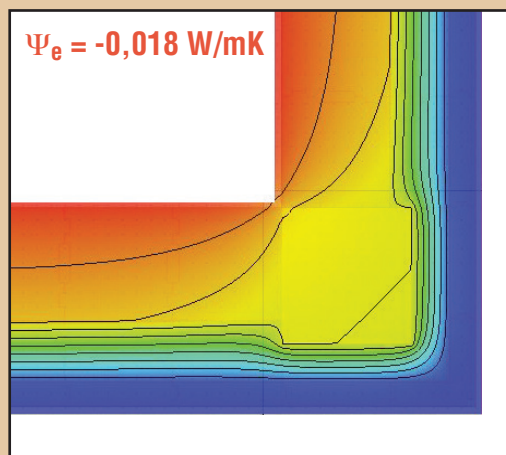
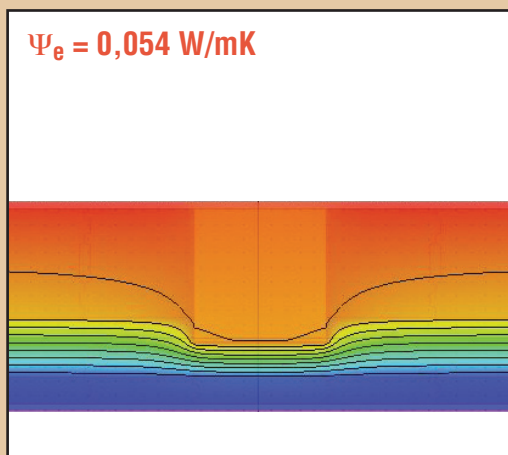
## Pilastro d'angolo



## Cordolo di solaio



Tavella isolata  
sp. 140 mm



# Lecablocco Bioclima Zero23t

Parete di tamponamento da intonacare in Lecablocco Bioclima Zero23t, blocco preaccoppiato per posa unica in calcestruzzo di argilla espansa Leca e pannello isolante in polistirene espanso con grafite di 9,5 cm.

La parete intonacata raggiunge una trasmittanza termica U pari a 0,23 W/m<sup>2</sup>K. La parete è idonea alla realizzazione delle chiusure perimetrali esterne e verso locali non riscaldati con struttura a telaio di spessore 30 cm.

Di seguito si inseriscono le principali caratteristiche e alcuni particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici più comuni.

## Caratteristiche della muratura di tamponamento esterna in Lecablocco Bioclima Zero23t

Spessore nominale del blocco	cm	38
Trasmittanza termica U della parete intonacata	W/m <sup>2</sup> K	0,23
Massa superficiale M <sub>S</sub> della parete non intonacata	kg/m <sup>2</sup>	280
Fattore di smorzamento f <sub>a</sub>		0,096
Sfasamento S	h	15,6
Trasmittanza termica periodica Y <sub>IE</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,022



Spessore cm 38

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

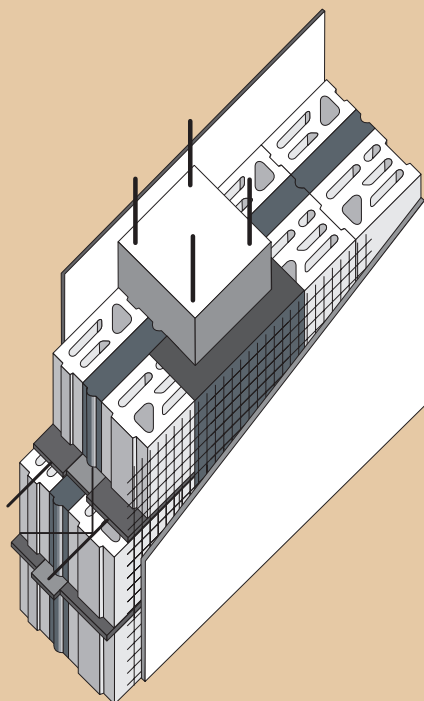
Progetto  
Architetti associati Oreste Marrone, Gualtiero Parlato  
con arch.Claudio Gianuario, arch. Giada Ustica



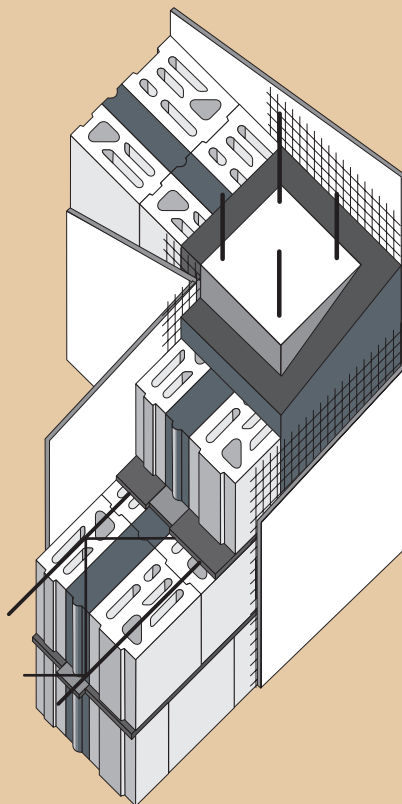
Località: Caltanissetta

Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

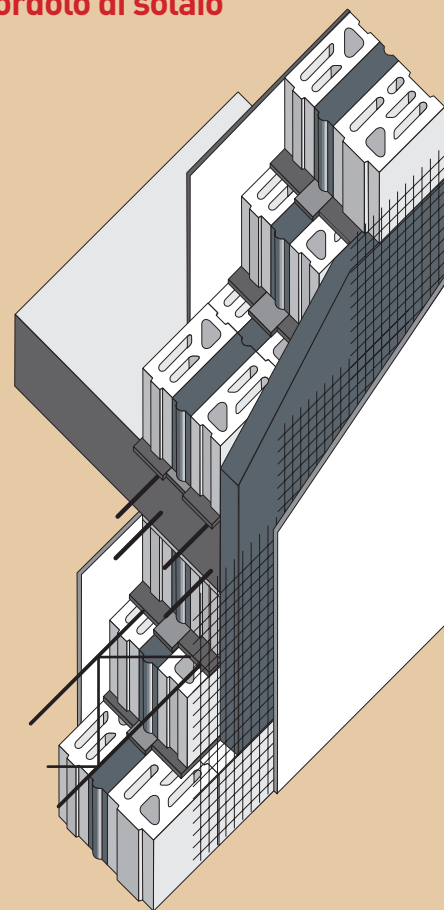
Pilastro



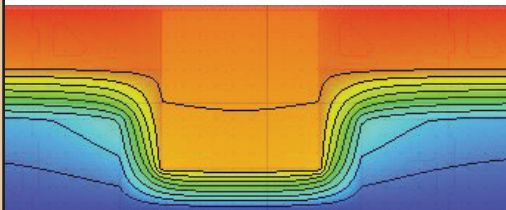
Pilastro d'angolo



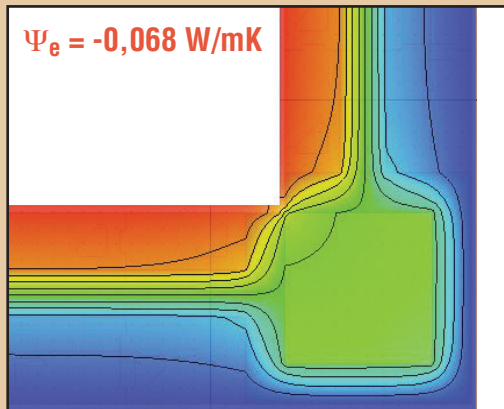
Cordolo di solaio



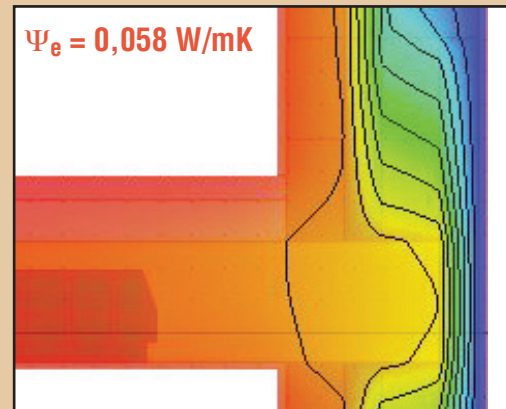
$\Psi_e = 0,076 \text{ W/mK}$



$\Psi_e = -0,068 \text{ W/mK}$



$\Psi_e = 0,058 \text{ W/mK}$



# Lecablocco Fonoisolante 25 e isolamento esterno

Parete di tamponamento in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25 in calcestruzzo di argilla espansa Leca e isolamento esterno a cappotto ( $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ ) di spessore 12 cm. La parete raggiunge una trasmittanza termica di  $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$  oltre ad un ottimo isolamento acustico di facciata ( $R_w$  del blocco pari a 56,3 dB). La soluzione è idonea alla realizzazione delle chiusure perimetrali esterne e verso locali non riscaldati con struttura a telaio di spessore 25 cm. Di seguito si inseriscono le principali caratteristiche del blocco e alcuni particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici più comuni.

## Caratteristiche della muratura di tamponamento esterna in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25 con isolamento a cappotto (sp. 12 cm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$ )

Spessore nominale del blocco	cm	25
Spessore del pannello isolante	cm	12
Trasmittanza termica U della parete intonacata	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,22
Massa superficiale $M_S$ della parete non intonacata	$\text{kg/m}^2$	290
Fattore di smorzamento $f_a$		0,06
Sfasamento S	h	14,9
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,013



Spessore cm 25

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

Progetto  
arch. Lanfranco Fietta,  
ing. Michele Groff

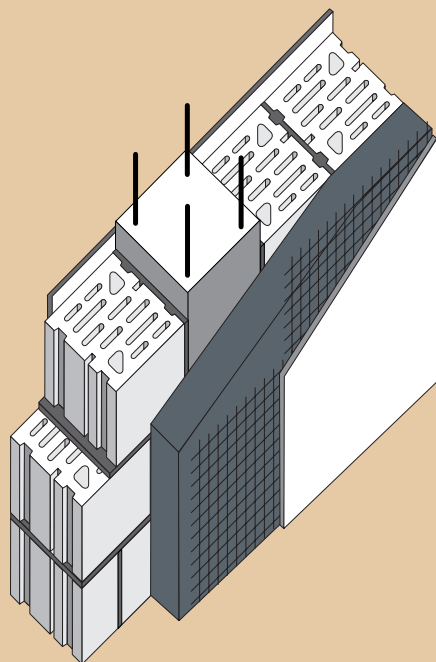


Località: Trento

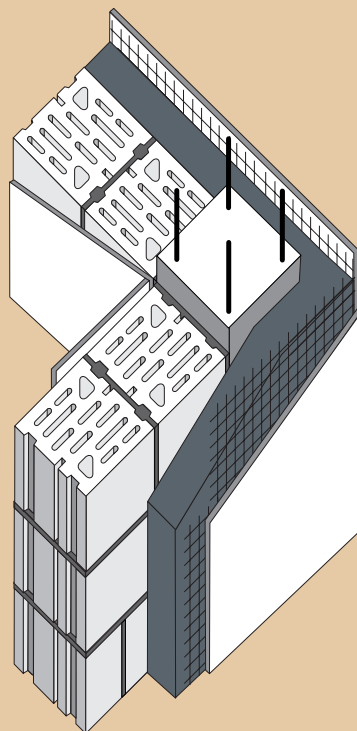


# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

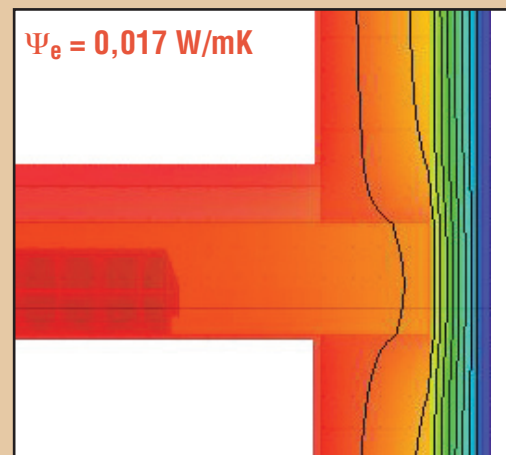
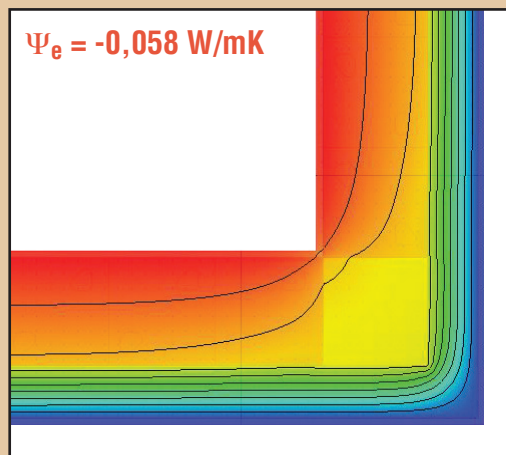
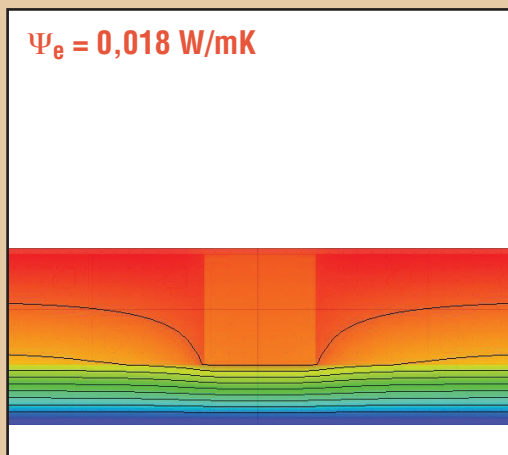
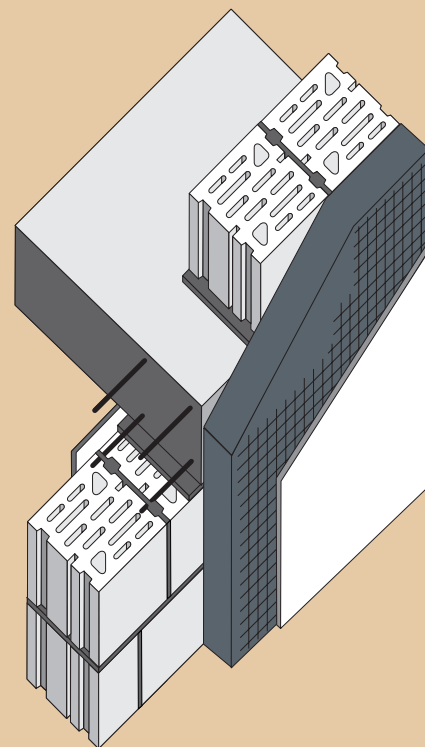
## Pilastro



## Pilastro d'angolo



## Cordolo di solaio



# Lecablocco Fonoisolante 25 e Blocco Splittato SP7

Doppia parete di tamponamento in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25 in calcestruzzo di argilla espansa Leca, pannello isolante ( $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ ) di spessore 10 cm e parete di rivestimento esterna in Blocco Splittato SP7x20x50 facciavista.

La parete raggiunge una trasmittanza termica di  $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$  per la realizzazione delle chiusure perimetrali esterne e verso locali non riscaldati. Di seguito si inseriscono le principali caratteristiche del blocco e alcuni particolari costruttivi per la correzione dei ponti termici più comuni.

## Caratteristiche della muratura portante armata in Lecablocco Fonoisolante 25x20x25, pannello isolante (sp. 10 cm, $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$ ) e rivestimento in Blocco Splittato SP7x20x50 facciavista.

Spessore nominale del blocco	cm	25
Spessore del pannello isolante	cm	10
Spessore nominale del blocco esterno	cm	12
Trasmittanza termica U della parete intonacata	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,22
Massa superficiale $M_S$ della parete non intonacata	$\text{kg/m}^2$	498
Fattore di smorzamento $f_a$		0,03
Sfasamento S	h	20,0
Trasmittanza termica periodica $Y_E$	$\text{W/m}^2\text{K}$	0,006



Spessore cm 25

## ESEMPIO DI REALIZZAZIONE

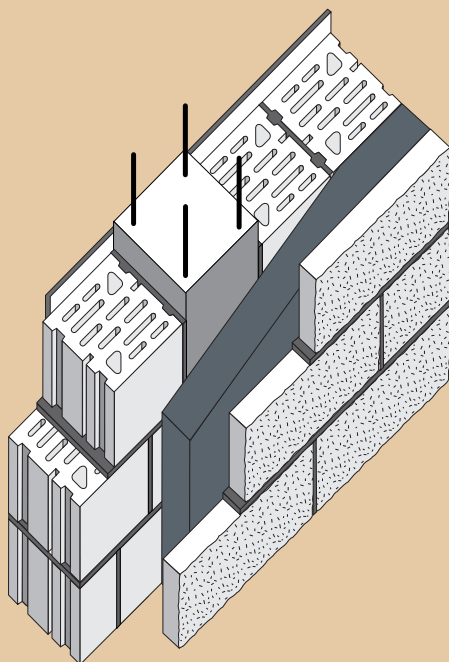
Progetto  
arch. Giovanni Giàu



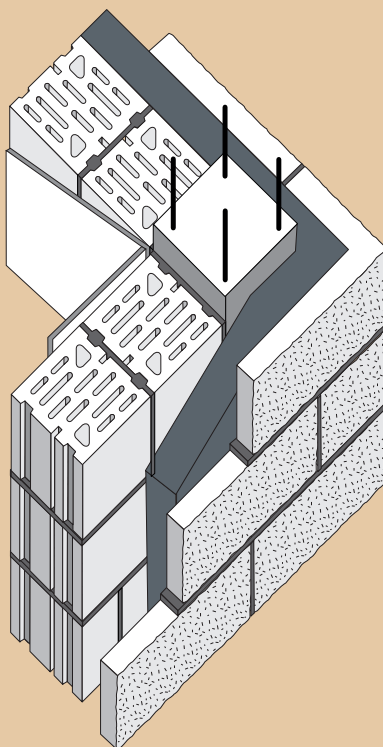
Località: Fagnana (UD)

# Particolari costruttivi e valutazione dei coefficienti di trasmittanza termica lineica agli elementi finiti

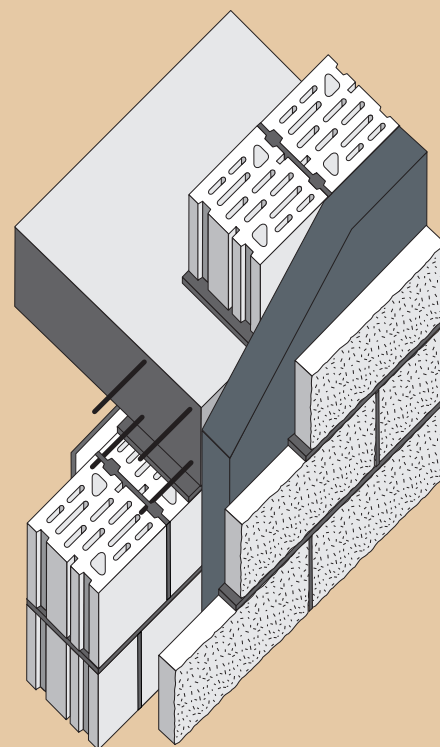
Pilastro



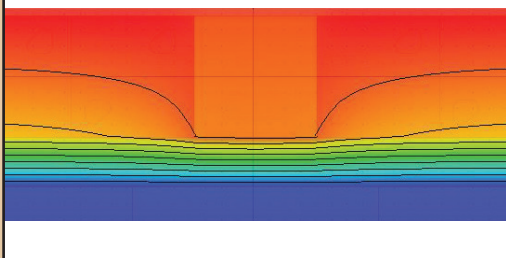
Pilastro d'angolo



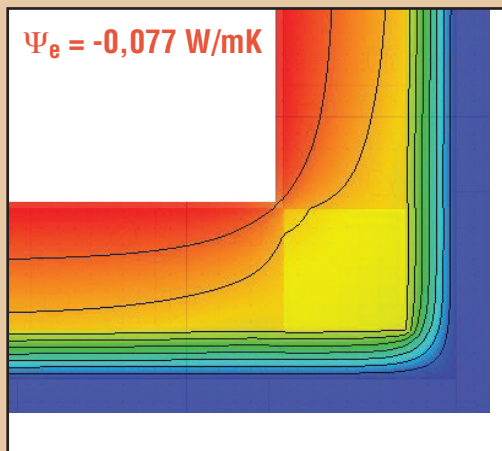
Cordolo di solaio



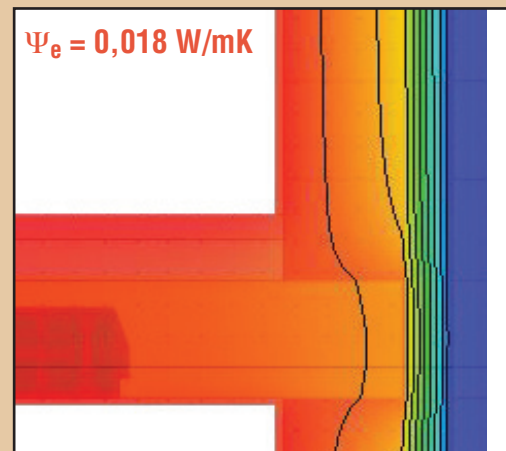
$$\Psi_e = 0,019 \text{ W/mK}$$



$$\Psi_e = -0,077 \text{ W/mK}$$



$$\Psi_e = 0,018 \text{ W/mK}$$



# RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA CON LECABLOCCO MUROCAPPOTTO

Il Lecablocco MuroCappotto è un elemento in calcestruzzo di argilla espansa Leca accoppiato ad un pannello isolante in polistirene espanso con grafite studiato per garantire maggiore:

- Isolamento termico;
- Sfasamento;
- Isolamento acustico;
- Durabilità;
- Solidità.

Il MuroCappotto può essere utilizzato per:

- **Riqualificazione di edifici esistenti;**
- **à su nuovi edifici;**
- **Rivestimenti parziali (ad esempio per il piano terra).**

Il MuroCappotto è disponibile nei seguenti formati:

- MuroCappotto 16 (sp. 8 + 8 cm;  $U < 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ )\*;
- MuroCappotto 20 (sp. 8 + 12 cm;  $U < 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ )\*;
- MuroCappotto 24 (sp. 8 + 16 cm;  $U < 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ )\*.

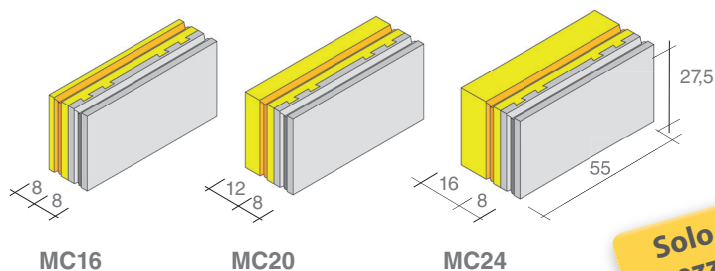
\* valore U del solo elemento MuroCappotto.



Lecablocco MuroCappotto.

## SOLIDITÀ E DURABILITÀ

Il sistema costruttivo MuroCappotto, rispetto a soluzioni tradizionali, è solido, robusto e durabile nel tempo come una parete in muratura. Grazie all'elemento esterno in calcestruzzo di argilla espansa Leca, il pannello isolante in polistirene espanso con grafite è protetto dalle intemperie, dagli urti e dalle escursioni termiche ed è quindi adatto a sostenere finiture quali intonaci o rivestimenti incollati in pietra naturale o ricostruita.



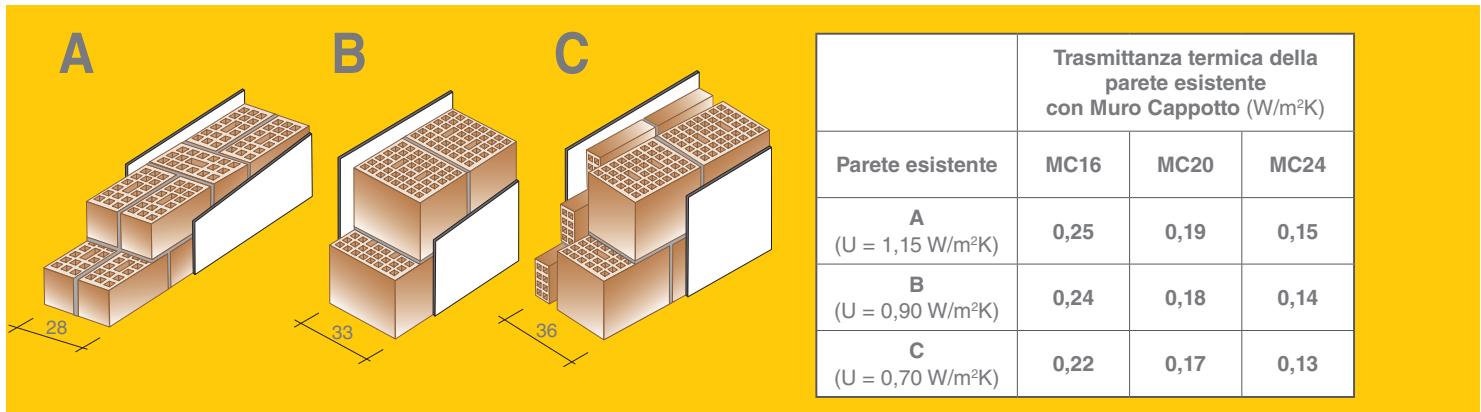
Isolamento a cappotto tradizionale danneggiato in superficie.  
Facilità di posa del Lecablocco MuroCappotto.



Il **Lecablocco Muro Cappotto** permette di accedere agli sgravi fiscali **fino al 65%** per lavori di riqualificazione energetica grazie alle prestazioni termiche molto performanti.

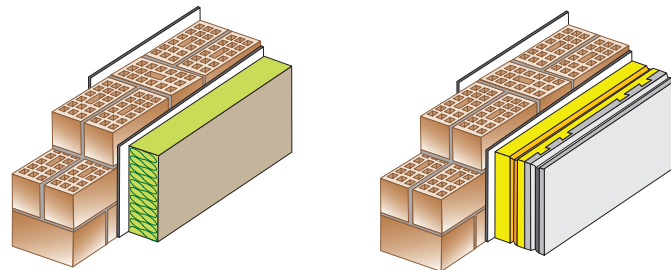
## RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Gli elementi della famiglia MuroCappotto sono la soluzione ideale per riqualificare termicamente un involucro esistente per il raggiungimento dei requisiti richiesti per usufruire dell'agevolazione fiscale (secondo D.M. 11 marzo 2008 coordinato con decreto 26 gennaio 2010), ottenendo il massimo benessere abitativo e risparmio dell'energia di riscaldamento.



## ESEMPIO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI UNA MURATURA

Di seguito si inserisce un esempio di riqualificazione energetica su una parete esistente in Bimattone posato a due teste con un isolamento a cappotto tradizionale e con gli elementi MuroCappotto a parità di spessore di isolante.

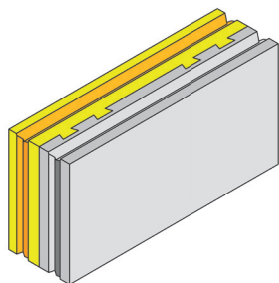
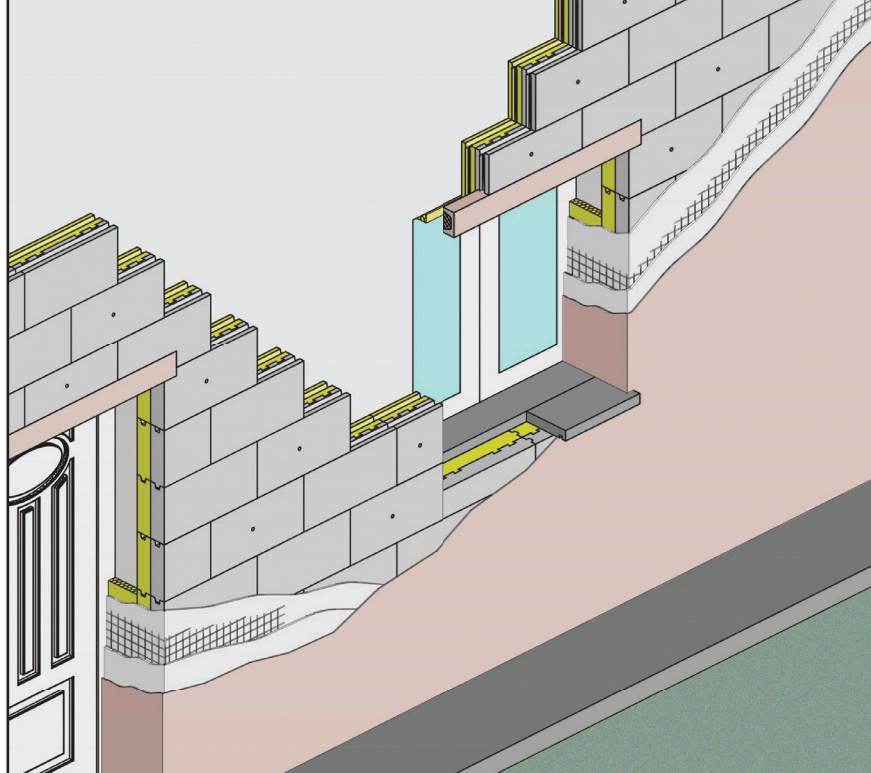


Prestazioni termiche e acustiche		Parete di base	Parete isolata con cappotto tradizionale in polistirene espanso ( $\lambda=0,035$ W/mK)			Parete isolata con MuroCappotto		
			spessore cm 8	spessore cm 12	spessore cm 16 cm	Muro Cappotto16	Muro Cappotto20	Muro Cappotto24
Spessore totale della parete	cm	28	36	40	44	44	48	52
Trasmittanza termica U	W/m²K	1,15	0,32	0,23	0,18	0,25	0,19	0,15
Massa superficiale della parete	kg/m²	300	310	310	310	380	380	380
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$	W/m²K	0,410	0,031	0,021	0,016	0,018	0,012	0,009
Fattore di attenuazione	-	0,360	0,097	0,089	0,085	0,069	0,062	0,058
Sfasamento	h	9,2	12,3	12,7	13,1	16,1	16,7	17,5
Potere fonoisolante $R_W$ (*)	dB	50	50	50	50	52	52	52
Condensazioni superficiali	-	presenti	assenti			assenti		

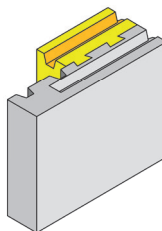
(\*) Il potere fonoisolante è stato calcolato con legge della massa  $R_W = 20\log(m)$  dove m è la massa areica della parete espressa in kg/m².

## IL SISTEMA COSTRUTTIVO

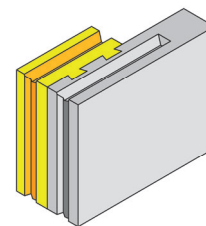
Il Sistema Lecablocco MuroCappotto è un sistema completo che permette, grazie agli elementi speciali e agli accessori che lo compongono, di rispondere a tutte le esigenze di cantiere.



Elemento base



Elemento Angolo destro



Elemento Angolo sinistro

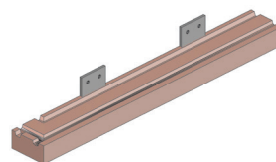


Malta fluida MuroCappotto o schiuma poliuretanic per murature per la posa degli elementi.

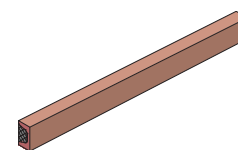
lung. 225 mm  
lung. 265 mm  
lung. 285 mm



Viti e tasselli in nylon a doppia espansione per fissaggio meccanico.  
Consumo: circa 4 pz/mq



Mensola in calcestruzzo di argilla espansa Leca per l'appoggio del primo corso (se necessario).  
L = 120 cm.



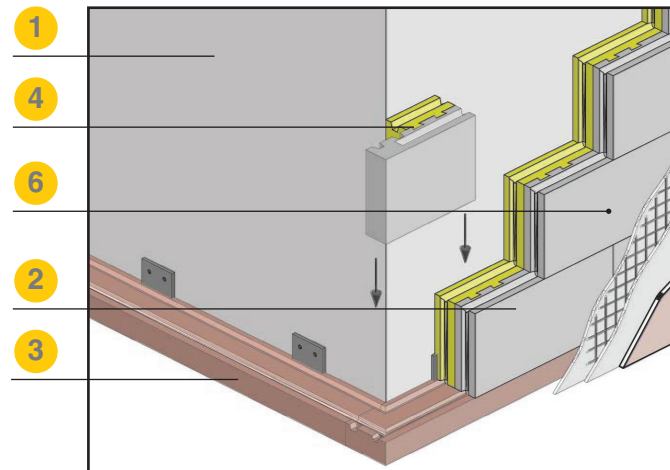
Architrave a misura in calcestruzzo di argilla espansa Leca.  
Dimensione 6x12 cm  
L = 100 ÷ 320 cm.

### Appoggio

Grazie alla mensola in calcestruzzo di argilla espansa Leca è possibile realizzare sul muro esistente l'appoggio del MuroCappotto a qualsiasi altezza.

#### LEGENDA:

1. Parete esistente;
2. Lecablocco MuroCappotto (elemento base).
3. Mensola in calcestruzzo di argilla espansa Leca (L = 120 cm) ancorata alla parete esistente;
4. Lecablocco MuroCappotto Angolo destro;
6. Fissaggio meccanico a doppia espansione (lunghezza 225 mm - 265 mm - 285 mm) circa 4 fissaggi meccanici al mq.

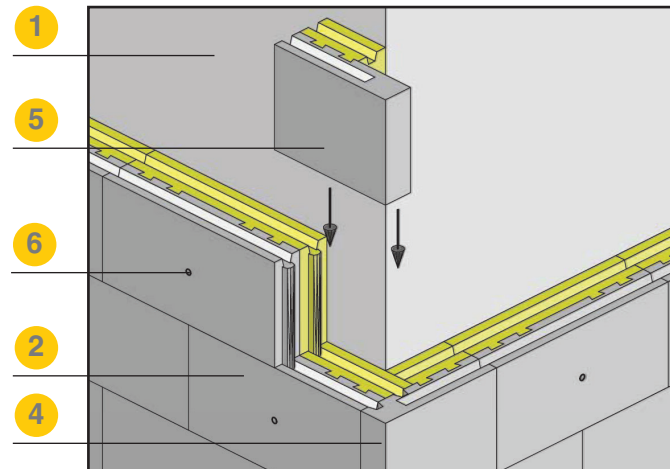


### Angolo

Grazie all'utilizzo degli elementi speciali d'angolo è semplice e veloce rivestire gli angoli degli edifici alternando gli elementi per una posa a giunti sfalsati. Assicurando la continuità dell'isolante.

#### LEGENDA:

1. Parete esistente;
2. Lecablocco MuroCappotto (elemento base);
6. Fissaggio meccanico a doppia espansione (lunghezza 225 mm - 265 mm - 285 mm) circa 4 fissaggi meccanici al mq;
4. Blocco Angolo destro;
5. Blocco Angolo sinistro.

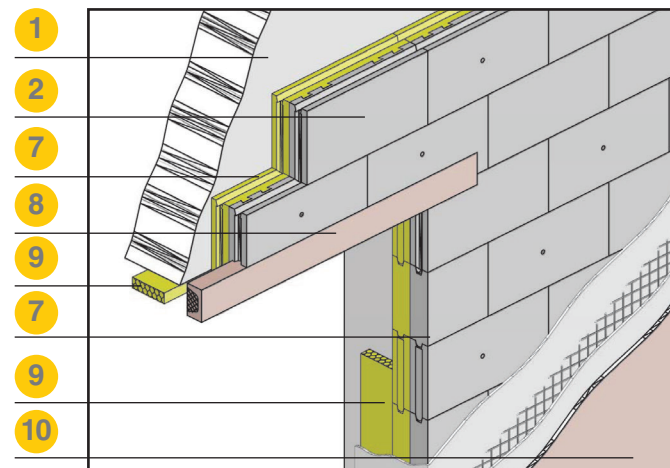


### Apertura

Grazie alla facilità di taglio degli elementi MuroCappotto e ai travetti Architrave a lunghezza variabile (100 ÷ 320 cm) è facile realizzare le spalle e le architravi delle aperture, permettendo la continuità dell'isolamento fino al serramento.

#### LEGENDA:

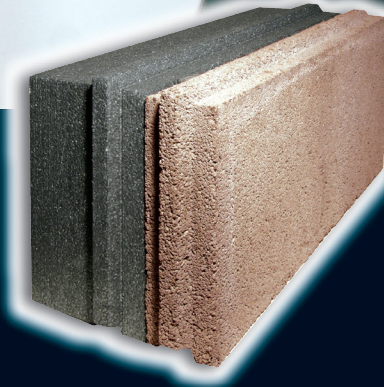
1. Parete esistente;
2. Lecablocco MuroCappotto (elemento base);
7. Lecablocco MuroCappotto tagliato in cantiere;
8. Architrave in calcestruzzo di argilla espansa Leca (L = 100 ÷ 320 cm);
9. Pannello isolante per la correzione del ponte termico;
10. Rasatura o intonaco con rete o rivestimento in pietra ricostruita.



sgravi fiscali  
**65%**  
fino al

**murocappotto**

*Leca* **blocco**  
Benessere concreto



# LECABLOCCO MUROCAPPOTTO

## Il tuo isolamento protetto!

Lecablocco MuroCappotto è la soluzione ideale per riqualificare termicamente un involucro esistente per usufruire dell'agevolazione fiscale fino al 65% ottenendo il massimo benessere abitativo e risparmio dell'energia di riscaldamento.

La soluzione in Lecablocco MuroCappotto è solida e robusta come una parete in muratura, grazie all'elemento esterno in calcestruzzo di argilla espansa Leca che protegge il pannello isolante e lo rende resistente e durevole nel tempo.

**Edil** *Leca*<sup>®</sup>



via Pontebbana 5 - 33098 Valvasone Arzene (PN)  
e-mail: [murature@edilleca.com](mailto:murature@edilleca.com) [www.edilleca.com](http://www.edilleca.com)  
Tel. +39 0434 856 211 - Fax +39 0434 856 299