

Soluzioni per pareti e solai

ISOTEX®



Metodo costruttivo in legno-cemento

Isolamento termico nel rispetto del DLgs 311

Fascicolo tecnico realizzato da

T.E.P. s.r.l.

“Tecnologia e Progetto”



INDICE	2
Isolamento termico	2
A. Principi generali e quadro normativo	2
Principi generali	2
Legislazione vigente	3
Normativa tecnica di riferimento	7
B. Analisi delle prestazioni invernali	10
Determinazione della resistenza termica.....	10
Verifiche termoigrometriche.....	21
C. Analisi delle prestazioni estive	36
Parametri dinamici	37
Calcolo della temperatura superficiale interna estiva	38
D. Esempio di Certificazione energetica	45

NOTA: La presente relazione e le proposte di soluzioni contenute hanno carattere informativo e sono redatte sulla base dei soli dati trasmessi dal cliente. Non possono pertanto sostituire progetti, analisi architettonico- strutturali e relazioni tecniche delle strutture e delle opere descritte. TEP S.r.l. non assume alcuna responsabilità sulle scelte di progettazione e sull'attuazione di opere eseguite in riferimento a quanto descritto nella presente relazione. In particolare TEP S.r.l. non garantisce i risultati delle soluzioni consigliate non avendo svolto alcun esame diretto e dettagliato dello stato dei luoghi e dei fabbricati, né potendo esercitare alcun controllo sull'eventuale realizzazione delle soluzioni stessa.

Isolamento termico

A. Principi generali e quadro normativo

Principi generali

➤ Grandezze e unità di misura

- *Conduttività termica* λ [W/mK] = 0,86 [kcal/mh°C]
Flusso di calore che in condizioni di regime stazionario attraversa la superficie di 1 mq di un cubo di materiale omogeneo avente lo spessore di 1 m, e con differenza di temperatura tra le due facce opposte parallele di 1°C.
- *Massa volumica* ρ [kg/m³]
Peso per unità di volume di un materiale
- *Trasmittanza* U [W/mqK] = 0,86 [kcal/hmqK]
Flusso di calore che in condizioni di regime stazionario passa da un fluido ad un altro attraverso una parete di separazione di definito spessore, per unità di superficie e per grado di differenza di temperatura tra i due fluidi.
- *Resistenza termica* R [mq K /W] = 1,163 [W/ mq K]
Capacità del mezzo di opporsi al flusso di calore, risulta pari all'inverso della trasmittanza.
- *Resistenza termica liminare o resistenza superficiale* R_s [mq K /W]
Resistenza termica dello strato d'aria in prossimità della struttura.
- *Pressione di saturazione* P_s [Pa]
Pressione esercitata dal vapore presente nell'aria ad una definita temperatura in condizioni di umidità di saturazione o umidità relativa del 100%.
- *Pressione parziale del vapore* P_v [Pa]
Pressione esercitata dal vapore presente nell'aria ad una definita temperatura quando l'umidità relativa è inferiore al 100%.
- *Temperatura di rugiada* T [°C] [K]
Temperatura minima alla quale può essere raffreddata un'aria avente una determinata umidità relativa e temperatura senza che si verifichi la formazione di condensa
- *Umidità assoluta* X [gr/kg aria secca]
Rappresenta la quantità in peso di vapore acqueo presente in un kg di aria secca.
- *Umidità di saturazione* X_s [gr/kg aria secca]
Per un'aria ad una definita temperatura è la quantità massima di acqua sotto forma di vapore contenibile, oltre la quale la parte in eccedenza precipita in fase liquida.
- *Umidità relativa* UR [%]
Per un'aria ad una definita temperatura rappresenta il rapporto fra il valore di umidità assoluta [X] contenuto ed un valore di umidità di saturazione $UR = X/X_s$.
- *Attenuazione* fa
Attenuazione del flusso termico sulla superficie interna di parete dovuta alle sollecitazioni termiche sulla superficie esterna di parete
- *Sfasamento* ϕ [h]
Ritardo del picco della temperatura del lato interno della parete rispetto alla temperatura del lato esterno

➤ Teoria della trasmissione del calore

Il calore si trasferisce spontaneamente dagli ambienti a temperatura più alta verso gli ambienti a temperatura più bassa; il fenomeno cessa quando i due ambienti hanno raggiunto la medesima temperatura. L'interposizione di materiali con caratteristiche termiche specifiche condiziona fortemente il trasferimento del calore: si può affermare che il flusso di calore è proporzionale alla differenza di temperatura tra due ambienti e inversamente proporzionale alla resistenza termica della struttura.

Nell'analisi delle dispersioni di calore e quindi dell'isolamento termico in genere la caratteristica sicuramente più importante per i materiali isolanti è la conduttività termica che rappresenta il flusso di calore che in condizioni di regime stazionario attraversa la superficie di 1 mq di un cubo di materiale omogeneo avente lo spessore di 1 m, e con differenza di temperatura tra le due facce opposte parallele di 1°C.

L'unità di misura della conduttività è W/mK pari a 0,86 kcal/hmK

Il valore di conduttività termica dei materiali da utilizzare nei calcoli è desunto dalla attestazione rilasciata dal produttore per il prodotto in esame, corretta per tener conto delle effettive condizioni di progetto, quali ad esempio la effettiva temperatura di esercizio, le disomogeneità della posa in opera, il comportamento nel tempo, etc. In mancanza di informazioni più dettagliate è possibile riferirsi alla tabella della UNI 10351, che riporta i valori utili di calcolo per la maggior parte dei materiali edilizi.

Legislazione vigente

Legge 9 gennaio 1991 N. 10

“ Note per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia ”

DPR 26 agosto 1993 N. 412

“Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991 N. 10”

DPR 21 dicembre 1999 N. 551

“ Regolamento recante modifiche al DPR 412 in materia di progettazione, ”

DLgs 19 agosto 2005 N.192

“ Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia ”

DLgs 29 dicembre 2006 N.311

“Disposizioni correttive e integrative del DLgs 192”

Il 15 ottobre 2005 è stato ripubblicato nella G.U. (suppl. ordinario n° 165) il testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”, firmato dal Consiglio dei Ministri nella riunione del 29 luglio 2005 e corredato di relative note. Il decreto è in vigore dalla data 8 ottobre 2005.

Il primo febbraio 2007 viene pubblicato nella G.U. (Suppl. Ordinario n 26) il decreto legislativo 29/12/06 n. 311 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19/8/05 n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.

Il Dlgs 311 è in vigore a partire dal 2 Febbraio 2007.

Fino all'entrata in vigore dei decreti attuativi il calcolo della prestazione energetica degli edifici per la climatizzazione invernale e, in particolare, del fabbisogno annuo dell'energia primaria è ancora disciplinato dalla legge 10/91 con le modifiche riportate dalle norme attuative e dalle disposizioni dell'allegato I del DLgs 311.

➤ **DLgs n. 192 Allegato I “ Regime transitorio”**

NB VENGONO QUI RIPORTATE SOLO LE PRESCRIZIONI RELATIVE AI NUOVI EDIFICI O ALLE DEMOLIZIONI E RICOSTRUZIONI. PER UN QUADRO COMPLETO DELLE PRESCRIZIONI DEL DLGS 311 È POSSIBILE SCARICARE LA SINTESI DEL DOCUMENTO DAL SITO WWW.ANIT.IT

- *Sintesi parziale dell'allegato I*

	<i>Applicazione</i>	<i>Prescrizioni 311</i>
Nuova costruzione oppure Art. 3-2-a1) Ristrutturazione integrale dell'involucro di ed. di Sutile > 1000 m2 Art. 3-2-a2) Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di ed. di Sutile > 1000 m2 Art. 3-2-b) Ampliamento di volume > 20%	- intero edificio - intero edificio - intero edificio - solo alla porzione di ampliamento	- determinazione del EPi lim e verifica da tabella 1 allegato C - $\eta_g > (65+3\log_{10}P_n)$ Se $P_n < 1000$ kW - $\eta_g > 74\%$ se $P_n > 1000$ kW - Verifica trasmittanze limite (ALL C) + 30%
Nuova costruzione oppure Art. 3-2-a1) Ristrutturazione integrale dell'involucro di ed. di Sutile > 1000 m2 Art. 3-2-a2) Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di ed. di Sutile > 1000 m2 Art. 3-2-b) Ampliamento di volume > 20%	- partizioni est. e impianto - partizioni est.e impianto - partizioni est. e impianto - partizioni est. della porzione di ampliamento	<u>Se Strasp/Sutile < 0,18</u> - trasmittanza \leq limiti delle tabelle 2, 3, 4 dell'allegato C - $\eta_{utile} (a 100\%P_n) > X+2\log P_n$ Con $X=90$ in zone climatiche A,B,C e $X=93$ in zone climatiche D,E,F. Se $P_n > 400$ kW, si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW - Tfl.vettore < 60°C - centraline di termoregolazione ambiente e dispositi modulatori - se presenti pompe di calore $\eta_{utile} > 90+3 \log P_n$

- *Metodi di calcolo e verifica dei limiti*

Metodo 1: limite sul EPi

Il fabbisogno energetico primario calcolato per il periodo invernale relativo al solo riscaldamento degli ambienti deve risultare minore di quello limite indicato dalla tabella 1 dell'allegato C e di seguito riportata. Il calcolo di EPi dovrà essere effettuato con le norme tecniche vigenti.

TABELLA 1.1		EP_i limite Valori limite per il fabbisogno di edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena, e caserme per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m ² anno validi fino al 31 dicembre 2007								
S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000 GG
≤0.2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0.9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Metodo 2: metodo tabellare

Nei casi riportati nella sintesi dell'allegato I per i quali sono verificate tutte le condizioni prescritte, è possibile riferirsi unicamente ai limiti sulle trasmittanze delle strutture riportate nelle tabelle 2, 3 e 4. All'edificio viene attribuito il valore di EP pari a EP limite.

Zona climatica	Dal 1/1/2006	Dal 1/1/2008	Dal 1/1/2010
A	0.85	0.72	0.62
B	0.64	0.54	0.48
C	0.57	0.46	0.40
D	0.50	0.40	0.36
E	0.46	0.37	0.34
F	0.44	0.35	0.33

Zona climatica	Dal 1/1/2006	Dal 1/1/2008	Dal 1/1/2010
A	0.80	0.42	0.38
B	0.60	0.42	0.38
C	0.55	0.42	0.38
D	0.46	0.35	0.32
E	0.43	0.32	0.30
F	0.41	0.31	0.29

Zona climatica	Dal 1/1/2006	Dal 1/1/2008	Dal 1/1/2010
A	0.80	0.74	0.65
B	0.60	0.55	0.49
C	0.55	0.49	0.42
D	0.46	0.41	0.36
E	0.43	0.38	0.33
F	0.41	0.36	0.32

Zona climatica	Dal 1/1/2006	Dal 1/1/2008	Dal 1/1/2010
A	5.5	5.0	4.6
B	4.0	3.6	3.0
C	3.3	3.0	2.6
D	3.1	2.8	2.4
E	2.8	2.4	2.2
F	2.4	2.2	2.0

Zona climatica	Dal 1/1/2006	Dal 1/1/2008	Dal 1/1/2010
A	5.0	4.5	3.7
B	4.0	3.4	2.7
C	3.0	2.3	2.1
D	2.6	2.1	1.9
E	2.4	1.9	1.7
F	2.3	1.7	1.3

- Altre prescrizioni per i nuovi edifici presenti nell'allegato I riguardano:

- Limiti sui divisori

Negli edifici di nuova costruzione di categoria E1 nelle zone C, D, E, F la trasmittanza del divisorio interno verticale e orizzontale tra alloggi confinanti deve essere $\leq 0,8 \text{ W/mq K}$

Lo stesso limite deve essere rispettato anche dalle strutture che delimitano verso l'esterno gli ambienti non riscaldati.

- Verifiche termoigrometriche

Negli edifici di nuova costruzione e oggetto di ristrutturazione di categoria E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 Verificare per tutte le pareti opache l'assenza di condensazioni superficiali e che la presenza di condensazione interstiziali siano limitate alla quantità rievaporabile secondo la normativa vigente (UNI EN 13788).

Qualora non si conoscono i dati si assumono i valori: UR=65% e Tinterna=20°C

- Limitazione del fabbisogno estivo

Negli edifici di nuova costruzione e oggetto di ristrutturazione di categoria E1, E2, E3, E4, E7 devono essere presenti schermi per le superfici vetrate. Gli schermi possono essere fissi o mobili, interni o esterni e devono essere efficaci. Per edifici con superficie utile maggiore di 1000 m² è obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni

In zona climatica A,B,C,D,E in località con Im,s del mese più soleggiato >290 W/mq, la massa superficiale delle pareti opache deve essere >230 kg/mq.

Oppure bisogna dimostrare che l'impiego di particolari materiali e tecnologie consente di ottenere lo stesso effetto di sfasamento e smorzamento ottenibile con la massa.

Devono essere sfruttate al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive dell'edificio per ottimizzare la ventilazione naturale

Devono essere adottati sistemi di ventilazione meccanica controllata nel caso non sia efficace lo sfruttamento della ventilazione naturale.

- Termoregolazione

In ogni locale o zona a caratteristiche termiche uniformi devono essere installati dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente per evitare il sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti

- Norme tecniche di riferimento

Per l'effettuazione dei calcoli la prima opzione sono le norme UNI e CEN.

In alternativa possono essere usati altri metodi, ma deve essere dimostrata l'equivalenza.

- Certificazione energetica

Il Dlgs 192 ha reso obbligatoria la certificazione energetica degli edifici a partire da un anno dalla sua entrata in vigore (ottobre 2006).

L'obbligatorietà della certificazione è scaglionata nel tempo come da tabella seguente (ricavata dalle indicazioni contenute nel Dlgs 311):

INTRODUZIONE DELL'OBBLIGATORIETÀ DELLA CERTIFICAZIONE	
Quadro temporale	
Nei casi di:	
— edifici di nuova costruzione	
— ristrutturazioni integrali degli elementi d'involucro di edifici esistenti con $S_{\text{utile}} > 1000 \text{ m}^2$	
— demolizioni e ricostruz. in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con $S_{\text{utile}} > 1000 \text{ m}^2$	
entro un anno (dall'entrata in vigore del	P'attestato è redatto al termine della costruzione medesima e a cura del costruttore secondo i criteri e le metodologie previsti nei decreti attuativi da emanare

DLgs192)	
Per tutti gli altri casi:	
dal 1 luglio 2007	nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile per gli edifici con superficie utile > 1000 m ² ;
dal 1 luglio 2008	nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile con esclusione delle singole unità immobiliari per gli edifici con superficie utile anche < 1000 m ² ;
dal 1 luglio 2009	nel caso di trasferimento a titolo oneroso anche delle singole unità immobiliari.
Inoltre:	
dal 1 gennaio 2007	necessario l'attestato di certificazione energetica per accedere a incentivi e alle agevolazioni di qualsiasi natura fiscali correlati in qualsiasi modo ad intervento sull'edificio, impianti o modalità d'esercizio
dal 1 luglio 2007	tutti i contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione dell'impianto termico o di climatizzazione degli edifici pubblici devono prevedere la predisposizione dell'attestato entro i primi 6 mesi con esposizione al pubblico della targa energetica

Fino all'entrata in vigore delle linee guida nazionali per la certificazione energetica, come specificato nel Dlgs 311 l'attestato di certificazione energetica degli edifici (ovvero il documento redatto dai certificatori accreditati secondo quanto previsto dai decreti attuativi) è sostituito a tutti gli effetti dall'attestato di qualificazione energetica asseverato dal Direttore dei Lavori.

L'attestato di certificazione energetica:

- deve essere allegato all'atto di compravendita, (in originale o copia autenticata) nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile o della singola unità immobiliare;
- deve essere messo a disposizione del conduttore o ad esso consegnato in copia dichiarata dal proprietario conforme all'originale in suo possesso, nel caso di locazione;
- ha una validità temporale massima di 10 anni a partire dal suo rilascio, ed è aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto;
- comprende i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio, i valori vigenti a norma di legge e i valori di riferimento, che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio;
- deve essere corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione;

deve essere affisso in luogo facilmente visibile negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, la cui metratura utile totale supera i 1000 metri quadrati, l'attestato di certificazione energetica.

Il Direttore lavori dovrà presentare in Comune con la Fine lavori, pena la sua inefficacia:

- una relazione di asseverazione di conformità delle opere al progetto e alla relazione tecnica nonché l'attestato di qualificazione / certificazione energetica asseverato.

Normativa tecnica di riferimento

Fabbisogno Energetico Primario	
UNI EN 832	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento – Edifici residenziali
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo
UNI 10379	Riscaldamento degli edifici – Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato
UNI EN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
UNI 10348	Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
UNI 10376	Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato
UNI EN ISO 10077-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai
UNI 10346	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo
UNI 10347	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.
UNI 10339	Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
UNI EN 13465	Ventilazione degli edifici – Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici residenziali
UNI EN 13779	Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di condizionamento
Raccomandazione CTI	Esecuzione della certificazione energetica – Dati relativi all'edificio
Raccomandazione CTI	Raccomandazione per l'utilizzo della norma UNI 10348 ai fini del calcolo del fabbisogno di energia primaria e del rendimento degli impianti di riscaldamento e/o...
Banche Dati	
UNI 10355	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI 10351	Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore.

UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
UNI EN 12524	Materiali e prodotti per edilizia – Proprietà igrometriche – Valori tabulati di progetto

Valutazioni per il periodo estivo

UNI 10375	Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti
UNI EN ISO 13791	Prestazione termica degli edifici – Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione – Criteri generali e procedure di validazione
UNI EN ISO 13792	Prestazione termica degli edifici – Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione – Metodi semplificati
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

Ponti Termici

UNI EN ISO 14683	Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento
UNI EN ISO 10211-1	Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo.
UNI EN ISO 10211-2	Ponti termici in edilizia – Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali – Ponti termici lineari

Verifiche condensa

UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo
------------------	--

B. Analisi delle prestazioni invernali

Determinazione della resistenza termica

1) Descrizione del problema termico

La particolare configurazione geometrica del blocco, che presenta spessore non uniforme, provoca come conseguenza una perturbazione del flusso termico che lo attraversa.

Come conseguenza di questo fatto si ha che le formule semplificate solitamente utilizzate per il calcolo della resistenza termica di un prodotto risultano inapplicabili. Per una corretta indagine del regime di temperatura e di flusso termico all'interno di un elemento eterogeneo diventa necessario applicare ad esso l'equazione di Laplace.

La soluzione di questa equazione differenziale del secondo ordine alle derivate parziali risulta alquanto complessa e onerosa per via analitica ed è per questo motivo usuale una sua soluzione con metodi numerici via via più raffinati.

2) Descrizione del metodo di risoluzione

Per l'analisi termica è stato impiegato un programma di calcolo agli elementi finiti che permette di discretizzare e risolvere numericamente il problema continuo enunciato nell'equazione di Laplace.

Il metodo di analisi ad elementi finiti è lo stesso utilizzato dalla norma tecnica UNI 10355 per il calcolo della resistenza termica degli elementi eterogenei come i blocchi e i solai.

Il programma utilizzato è stato preventivamente validato, per verificarne l'affidabilità dei risultati, con gli esempi di riferimento riportati nella norma europea di riferimento per il calcolo e la valutazione dei ponti termici: EN 10211/1.

Il modello utilizzato comporta una suddivisione del blocco in elementi finiti (mesh), più fitti in corrispondenza di punti dove il gradiente termico è più elevato.

3) Impostazione dei modelli per il calcolo

a- Pareti

L'analisi è stata condotta utilizzando un modello tridimensionale che definisce un modulo geometrico ripetibile.

Dimensione del modello:

MODELLO	profondità	larghezza	altezza
DIII 25- 4	0.25	0.2475	0.249
DIII 30- 6	0.3	0.2475	0.249
DIII 38- X	0.38	0.2475	0.249
DIII 33-9	0.33	0.2475	0.249
HB 30- 19*	0.3	0.125	0.249
HB 25-16*	0.25	0.125	0.249

* soluzione senza isolante per i divisori tra appartamenti

X= centimetri di isolante 12- 14-

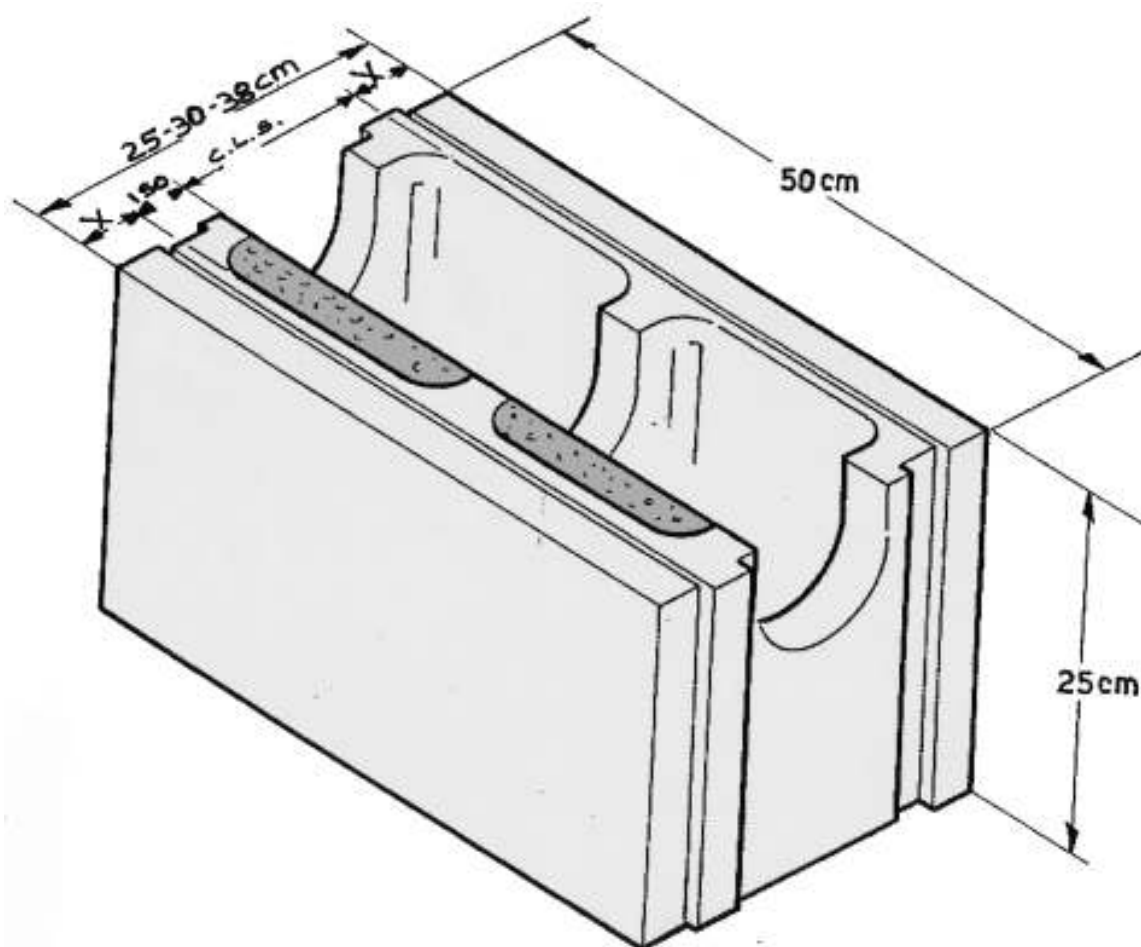
La divisione in elementi del modello è stata condotta con metodo iterativo controllando di volta in volta la precisione del calcolo ed “infittendo” il numero degli elementi nelle zone critiche individuate con dei calcoli preliminari.

4. Condizioni di calcolo

a- Pareti

- Caratteristiche dei materiali costituenti i blocchi.
 - Conduttività del polistirene espanso sinterizzato da 15 kg/m³ secondo certificato:
 $\lambda = 0,039 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del polistirene con grafite secondo certificato:
 $\lambda = 0,03 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del sughero secondo certificato:
 $\lambda = 0,037 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del calcestruzzo ad alta densità (UNI 10351):
 $\lambda = 1,91 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del legno cemento secondo certificato n. 85270 del 22.12.1994 Istituto Giordano:
 $\lambda = 0,114 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del legno cemento secondo il Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07:
 $\lambda = 0,103 \text{ W/mk}$
 - Condizioni al contorno
- Superfici verticali- Blocchi
- Esterno $T_e = 0^\circ\text{C}$ $h_e = 25 \text{ W/mqk}$
 - Interno $T_i = 20^\circ\text{C}$ $h_i = 7,7 \text{ W/mqk}$

Modello DIII



4) Risultati del calcolo

➤ Pareti perimetrali

L'analisi agli elementi finiti ha permesso di ottenere le informazioni fondamentali utili alla determinazione della resistenza termica effettiva del pannello.

Tali informazioni sono rispettivamente:

- andamento del campo di temperatura;
- distribuzione geometrica dell'errore e sua valutazione;
- quantità di calore che attraversa una superficie prestabilita.

La conoscenza di tali grandezze permette di ricavare la resistenza termica del pannello semplicemente dividendo il prodotto del gradiente di temperatura e dell'area geometrica, sulla quale è stato computato il flusso di calore, per la quantità di calore che attraversa la superficie inferiore che delimita il pannello; con questo algoritmo si ottiene la resistenza termica globale comprensiva delle resistenze "liminari". Sottraendo quindi il valore noto delle resistenze liminari si ottiene il valore effettivo della resistenza termica del pannello.

Da cui:

flusso =Q (W)

Resistenza comprensiva di liminari

$R' = DT \cdot S / Q$

Resistenza effettiva

$R = R' - R_{\text{laminari}}$

Resistenze termiche e Conduttanze

	S (mq)	DT (°C)	flusso Q (W)	R'	Rlim	R (mqK/W)	U (W/mqK)
DIII 25-4 (pse15)	0.0616	20	0.718	1.72	0.17	1.55	0.64
DIII 25-4 (pse+grafite)*	0,0161	20	0.641	1.93	0.17	1.75	0.57
DIII 25-6 (pse+grafite)*	0,0161	20	0.553	2.23	0.17	2.06	0,48
DIII 30- 6 (pse 15)	0.0616	20	0.565	2.18	0.17	2.01	0.50
DIII 30- 6 (sughero)	0.0616	20	0.557	2.21	0.17	2.04	0.49
DIII 30- 6 (pse+grafite)	0.0616	20	0.522	2.36	0.17	2.19	0.46
DIII 33-9 (pse+grafite)*	0.0616	20	0.402	3.06	0.17	2.89	0.35
DIII 38- 12 (pse 15)	0.0616	20	0.362	3.41	0.17	3.24	0.31
DIII 38- 12 (sughero)	0.0616	20	0.356	3.46	0.17	3.29	0.30
DIII 38- 12 (pse+grafite)	0.0616	20	0.332	3.71	0.17	3.54	0.28
DIII 38- 14 (pse 15)	0.0616	20	0.331	3.72	0.17	3.55	0.28
DIII 38-14 (pse+grafite)*	0.0616	20	0.290	4.247	0.17	4.077	0.24

Tabella riassuntiva e confronto con il DLgs n. 311– allegato C (metodo delle trasmittanze)

	U	U'	U''	Ulimite *
DIII 25- 4 (pse 15)	0.64	0.58	0.57	0.54 (zona B)
DIII 25-4 (pse+grafite)*	0.57	0.52	0.51	0.54 (zona B)
DIII 25-6 (pse+grafite)*	0.48	0.45	0.44	0.46 (zona C)
DIII 30- 6 (pse 15)	0.50	0.46	0.45	0.46 (zona C)
DIII 30- 6 (sughero)	0.49	0.45	0.44	0.46 (zona C)
DIII 30- 6 (pse+grafite)	0.46	0.42	0.41	0.44 (zona C)
DIII 33-9 (Pse+ grafite)*	0.35	0.33	0.32	0.35 (zona F)
DIII 38- 12 (pse 15)	0.31	0.29	0.29	0.35 (zona F)
DIII 38- 12 (sughero)	0.30	0.28	0.28	0.35 (zona F)
DIII 38- 12 (pse+grafite)	0.28	0.27	0.26	0.35 (zona F)
DIII 38- 14 (pse 15)	0.28	0.27	0.26	0.35 (zona F)
DIII 38-14 (pse+grafite)*	0.24	0.23	0.23	0.35 (zona F)

* Questo blocco è stato analizzato considerando la conducibilità del legno cemento pari a 0,103 W/mK come da rapporto di prova del CSI n. N. 0009/DC/TTS/07.

Nella tabella riassuntiva dei risultati è possibile trovare:

- U = conduttanza
- U' = trasmittanza parete (quindi comprensiva dei liminari interno ed esterno $R_{liminari} = 0,17$)
- U'' = trasmittanza parete (quindi comprensiva dei liminari) + 2 cm di intonaco

* Il confronto con le trasmittanze limite presenti nelle tabelle del DLgs n. 311 all'allegato C, si riferisce ai valori in vigore dal 1° gennaio 2008 e deve essere eseguita considerando la parete finita comprensiva di intonaci e liminari.

BLOCCO ISOTEX DIII 30-6

Fig. 1 definizione del modello e precisione del calcolo

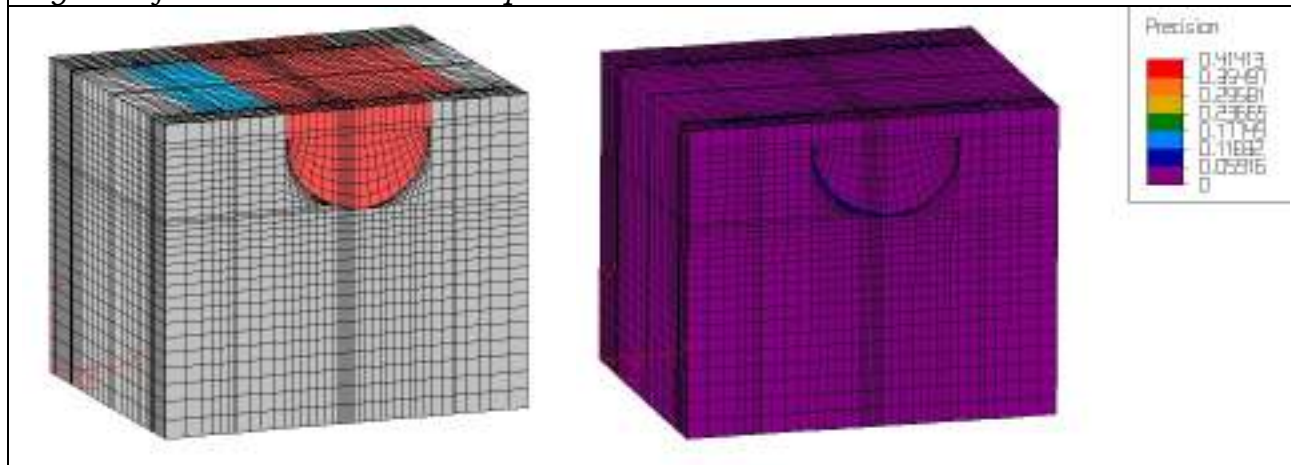


Fig. 2 andamento delle isoterme

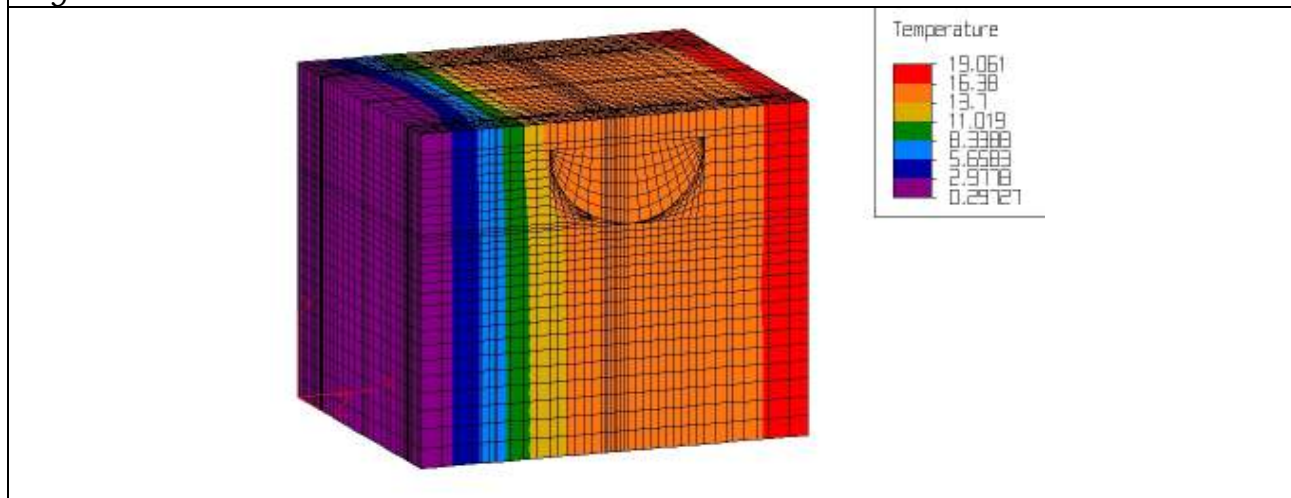
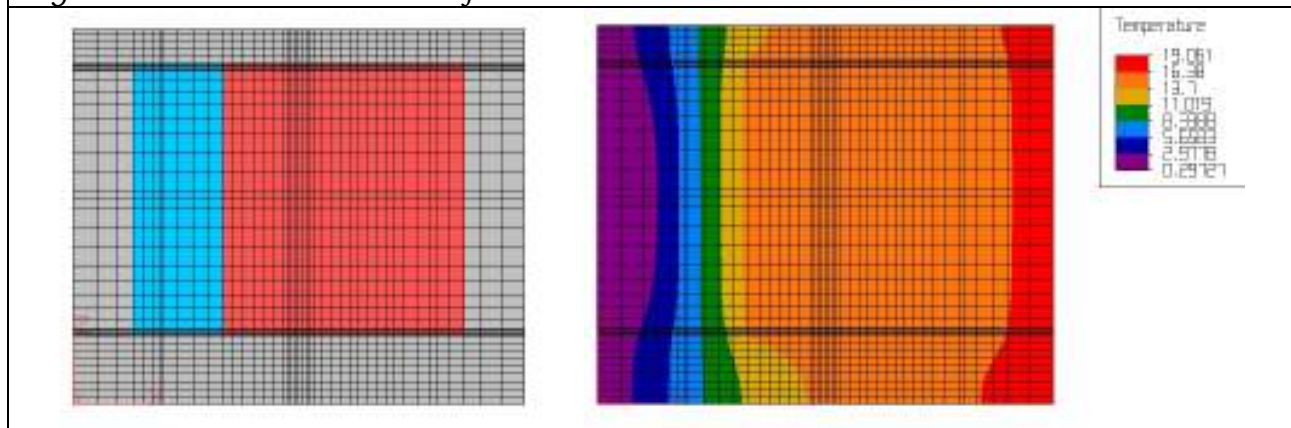


Fig. 3 sezione orizzontale: definizione del modello e isoterme



➤ *Divisori interni*

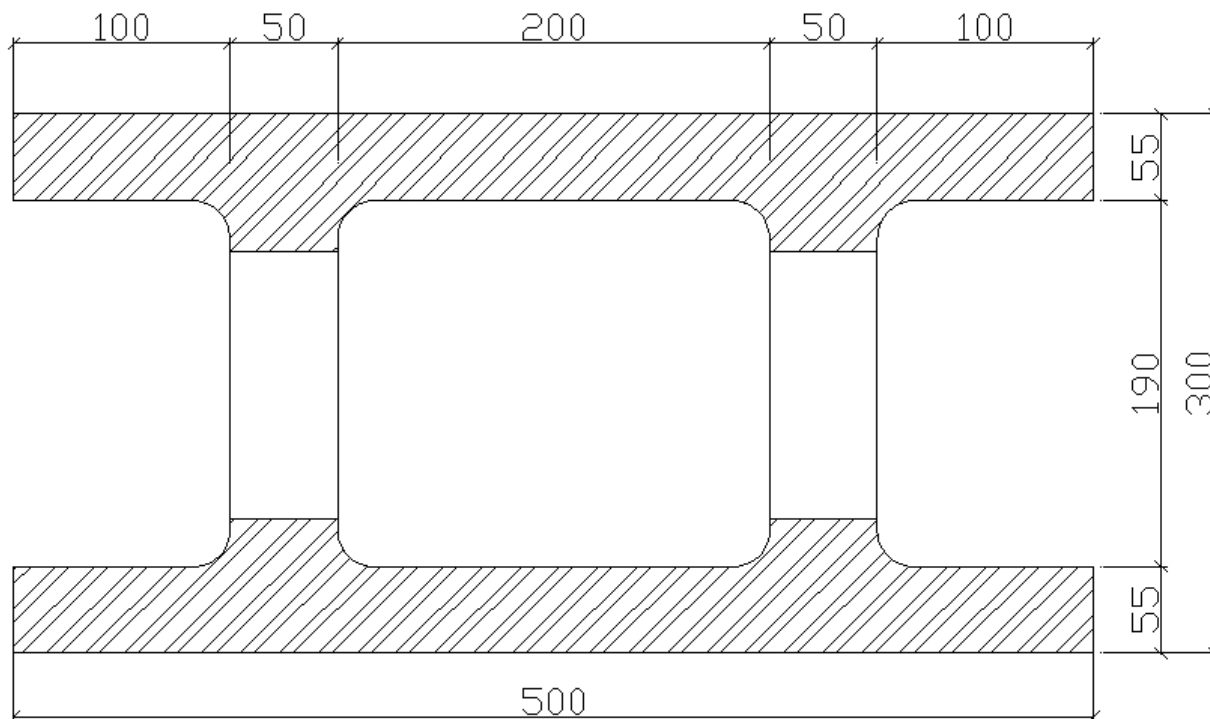
Il comma 7 dell'allegato I "regime transitorio" del DLgs n. 311 riporta:

Per tutte le categorie di edifici ad eccezione della categoria E8, in zona climatica C,D,E,F il valore della trasmittanza delle strutture tra edifici o unità immobiliari confinanti e tra ambienti non riscaldati ed esterno deve essere inferiore o uguale a 0,8 W/m²K.

I blocchi Isotex HB 30- 19 e HB 25-16 soddisfano le prestazioni richieste.

Il modello utilizzato per il calcolo è quello riportato in figura:

HB 30-19



L'analisi ad elementi finiti ha fornito i seguenti risultati:

Tabella riassuntiva e confronto con il DLgs n. 192– comma 9

	U	U'	U''	U limite
HB 30- 19	0.86	0.70	0.68	0.8
HB 25-16	1.06	0.83	0.79	0.8

- U = conduttanza
- U' = trasmittanza parete (quindi comprensiva dei liminari interno ed esterno $R_{liminari} = 0,26$)
- U'' = trasmittanza parete (quindi comprensiva dei liminari) + 2 cm di intonaco tipo da interno.

BLOCCO ISOTEX HB 30-19

Fig. 1 definizione del modello e precisione del calcolo

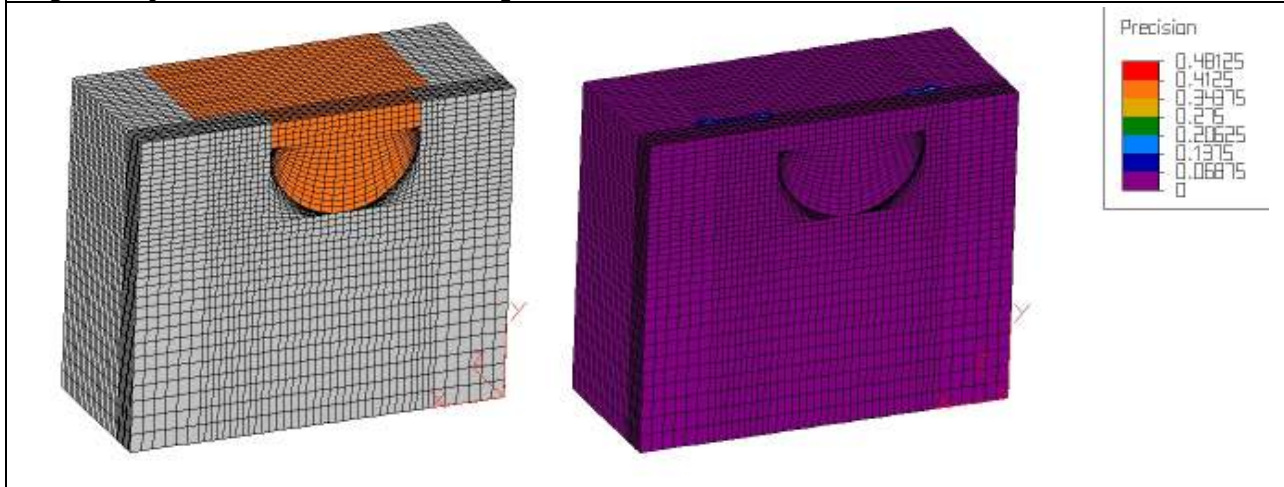
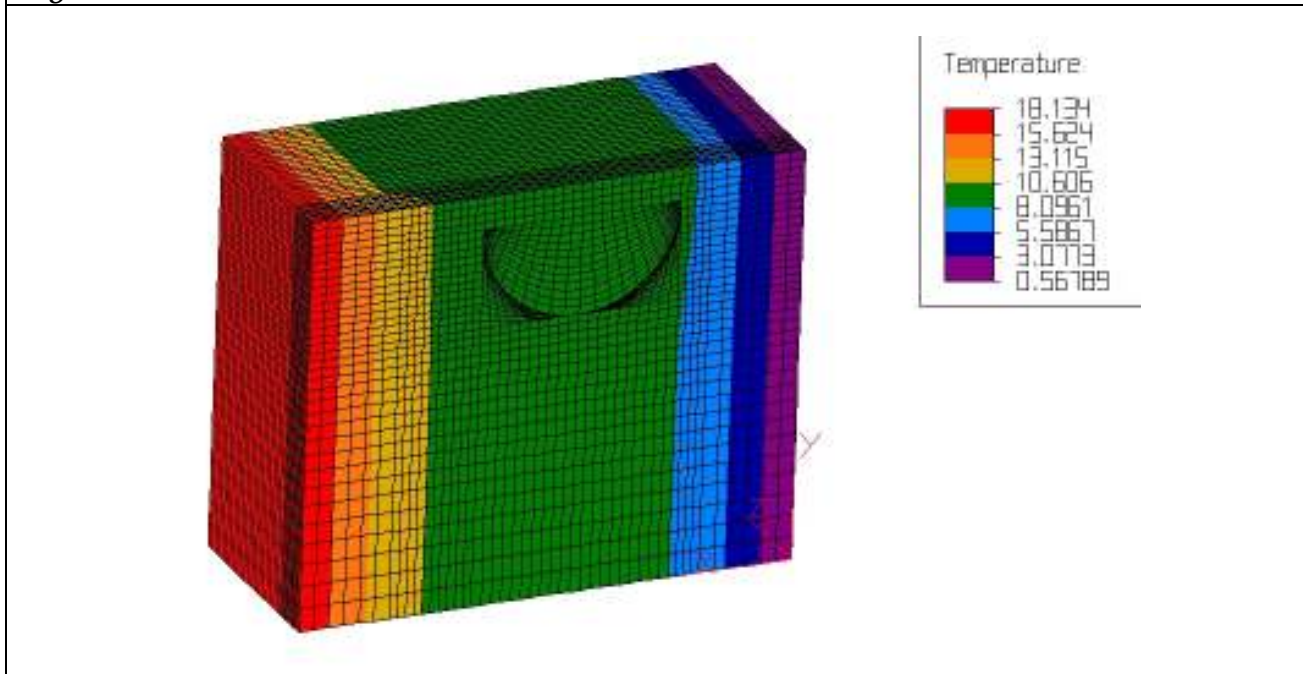


Fig. 2 andamento delle isoterme



➤ *Tramezza interna***Calcolo della resistenza termica**

Il calcolo eseguito in base alla UNI EN ISO 6946 della resistenza termica della tramezza da 10 cm di legno cemento.

L'analisi analitica è semplice e non ad elementi finiti in quanto la parete è omogenea.

Risulta:

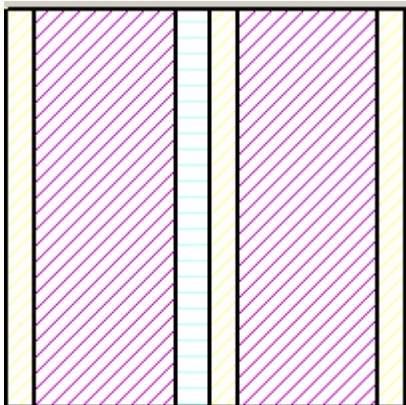
$$R_t (10 \text{ cm Legno cemento}) + R \text{ intonaco interno } \times 2 + R \text{ liminare interno } \times 2$$

$$(0,1/0,11) + (0,029 \times 2) + (0,13 \times 2) = \mathbf{1,227 \text{ W/mqK}}$$

Trasmittanza della parete:

$$\mathbf{U = 0,815 \text{ mqK/W}}$$

In considerazione del fatto che la tramezza non viene quasi mai messa in opera singola, di seguito si riporta il calcolo della possibile parete in opera.

		cm
	Intonaco di calce e gesso	0,020
	legno cemento	0,100
	Camera non ventilata sp. mm. 25	0,025
	Intonaco di calce e gesso	0,020
	legno cemento	0,100
	Intonaco di calce e gesso	0,020

$$\mathbf{R = 2,344 \text{ mqK/W}}$$

$$\mathbf{U = 0,43 \text{ W/mqK}}$$

3) Impostazione dei modelli per il calcolo

b-Solai

L'analisi è stata condotta utilizzando un modello bidimensionale che definisce un modulo geometrico ripetibile. Il modello è comprensivo di intonaco interno (1,5 cm) e caldana superiore (5 cm).

Dimensione del modello:

MODELLO	profondità	larghezza	altezza totale
S 20	100	100	26.5
S 25	100	100	31.5
S 39	100	100	45.5

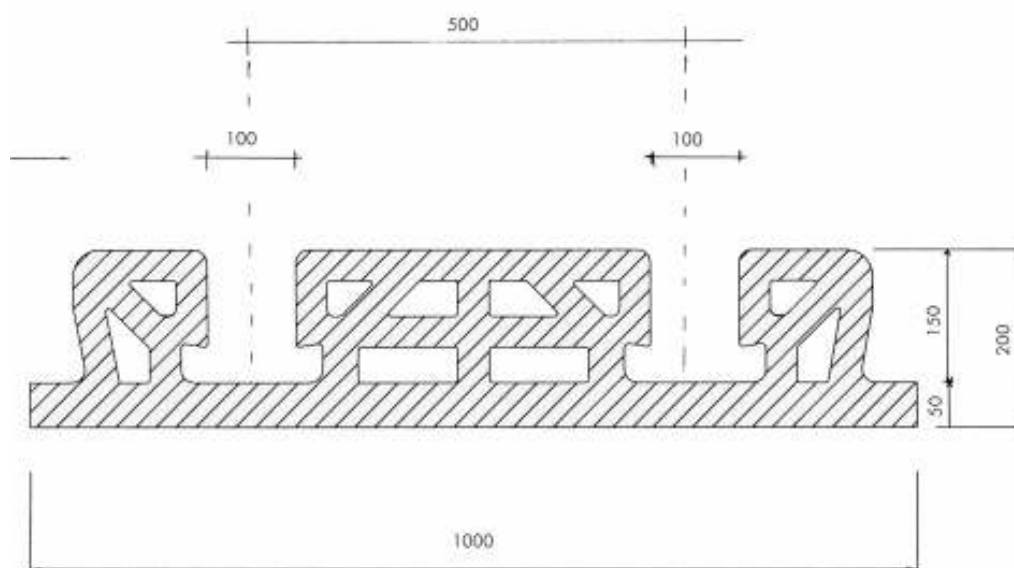
La divisione in elementi del modello è stata condotta con metodo iterativo controllando di volta in volta la precisione del calcolo ed “infittendo” il numero degli elementi nelle zone critiche individuate con dei calcoli preliminari.

4) Condizioni di calcolo

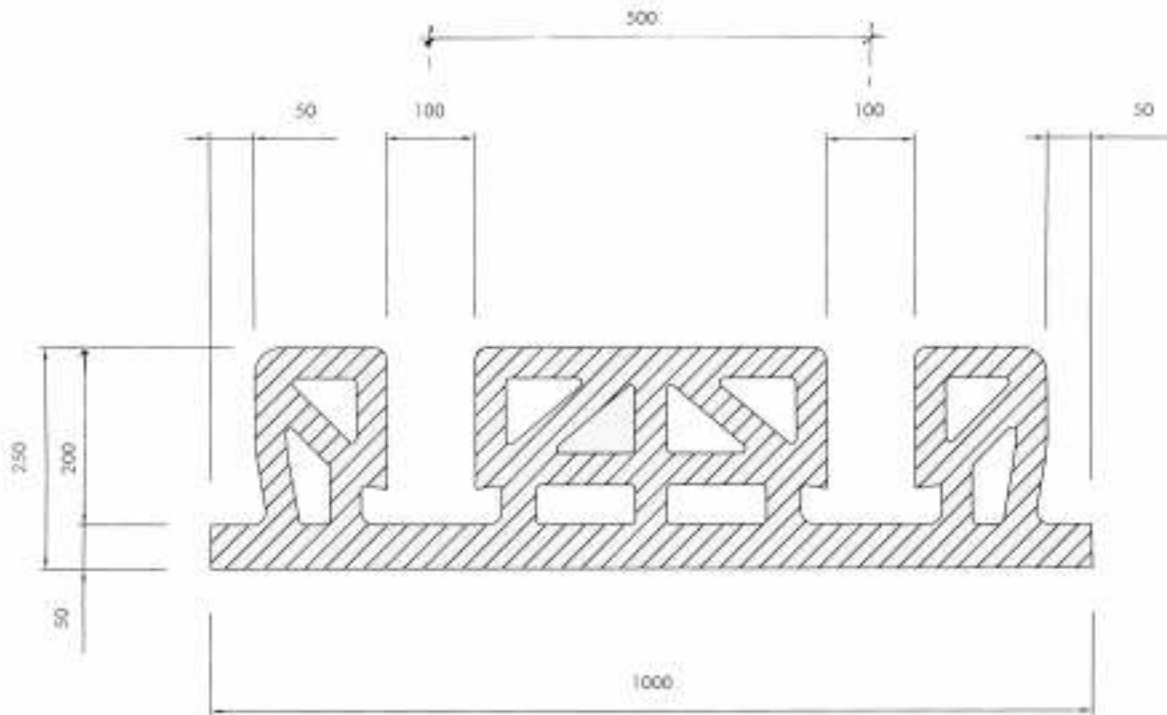
b. Solai

- Caratteristiche dei materiali costituenti i solai.
 - Conduttività del polistirene espanso sinterizzato secondo certificato:
 $\lambda = 0,039 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del polistirene con grafite secondo certificato:
 $\lambda = 0,03 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del calcestruzzo ad alta densità:
 $\lambda = 1,91 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del legno cemento secondo certificato n. 85270 del 22.12.1994 Istituto Giordano:
 $\lambda = 0,114 \text{ W/mk}$
 - Conduttività del legno cemento secondo il Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07:
 $\lambda = 0,103 \text{ W/mk}$
 - Condizioni al contorno
- Superfici orizzontali- solai
- Esterno $T_e = 0^\circ\text{C}$ $h_e = 25 \text{ W/mqk}$
 - Interno $T_i = 20^\circ\text{C}$ $h_i = 10 \text{ W/mqk}$

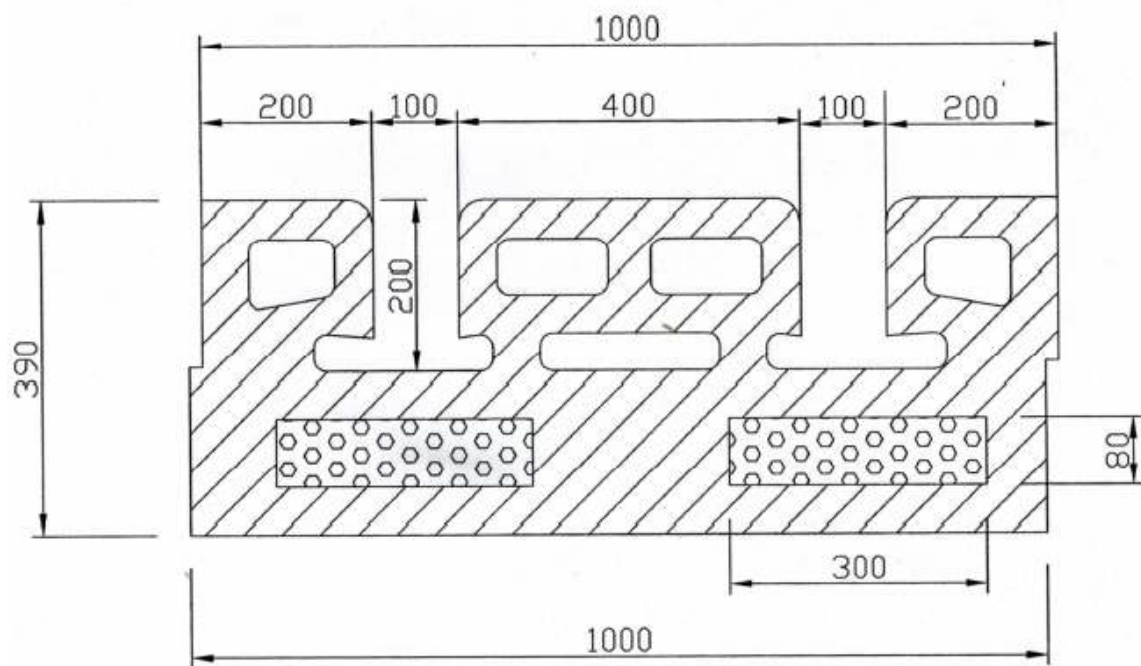
Modello S20



Modello S25



Modello isolato: S 39



5) Risultati del calcolo

b- Solai

Il DLgs n. 311 prevede che vengano rispettate le trasmittanze limite dell'allegato C, tabella 3, dalle strutture orizzontali adiacenti ad ambiente esterno e ambiente non riscaldato, e che venga rispettato il valore massimo di 0,8 W/m²K per strutture adiacenti ad altri ambienti riscaldati e tra ambienti non riscaldati ed esterno

Grazie all'analisi ad elementi finiti si calcola il flusso Q, da cui:

$$\text{flusso} = Q \text{ (W)} \quad \text{Resistenza comprensiva di liminari} \quad R' = DT \cdot S / Q$$

$$\text{Resistenza effettiva} \quad R = R' - R_{\text{liminari}}$$

Resistenze termiche e Conduttanze

	S (mq)	DT (°C)	flusso Q (W)	R'	Rlim	R (mqK/W)	U (W/mqK)	U'
S 20	1	20	20.281	1.046	0.2	0.846	1.18	0.956
S 25	1	20	18.852	1.121	0.2	0.921	1.08	0.892
S 39	1	20	5.751	3.547	0.14	3.407	0.293	0.282

Nella tabella riassuntiva dei risultati è possibile trovare:

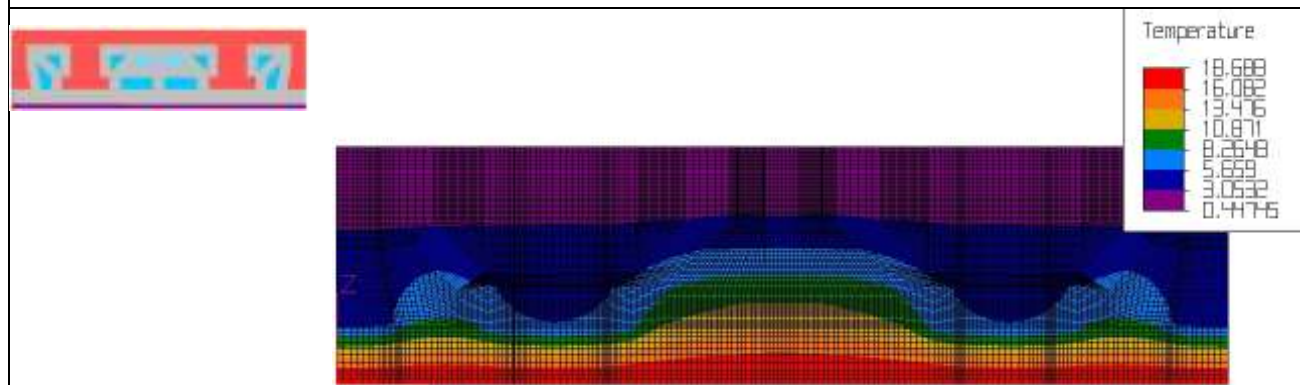
- U = conduttanza
- U' = trasmittanza solaio (quindi comprensiva dei liminari interno ed esterno- Rliminari= 0,14 per il solaio S39 e interno interno per isolai S20 e S25 Rliminari =0,2)

* Il confronto con le trasmittanze limite presenti nella tabella 3 del DLgs n. 311 all'allegato C, deve essere eseguita considerando il solaio finito comprensivo di liminari ed eventualmente pavimentazione e finiture. Nelle tabelle seguenti si riportano i valori di trasmittanza della struttura con finitura costituita da sottofondo in cls alleggerito, desolarizzante, massetto in cls e pavimento in ceramica, da cui una resistenza aggiuntiva di 0,542 (m²K/W).

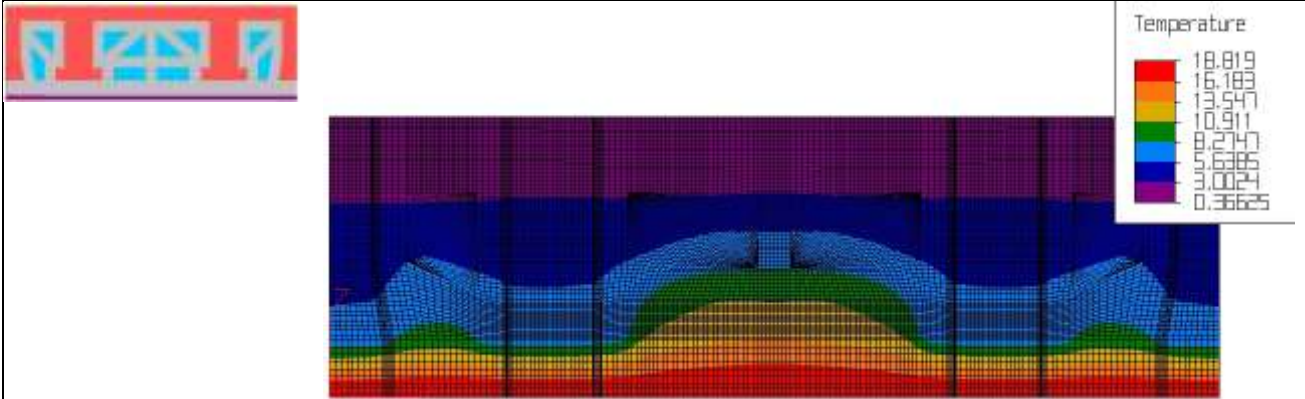
	R	Rlim	R finitura (mqK/W)	R'	U' (W/mqK)
S 20	0.846	0.2	0.542	1.588	0.629
S 25	0.921	0.2	0.542	1.663	0.601
S 39	3.407	0.14	0.542	4.089	0.244

Per la zona E è previsto un limite esterno di 0,32 W/mqK e interpiano 0,8 W/mqK: il rispetto dei limiti risulta sicuramente garantito.

S 20- Andamento delle isoterme

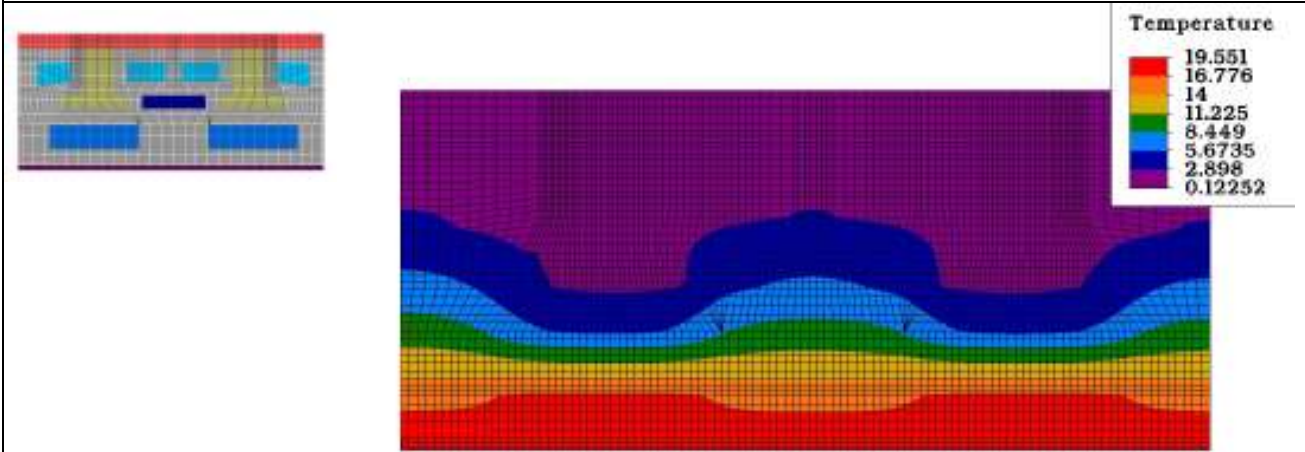


S 25- Andamento delle isoterme



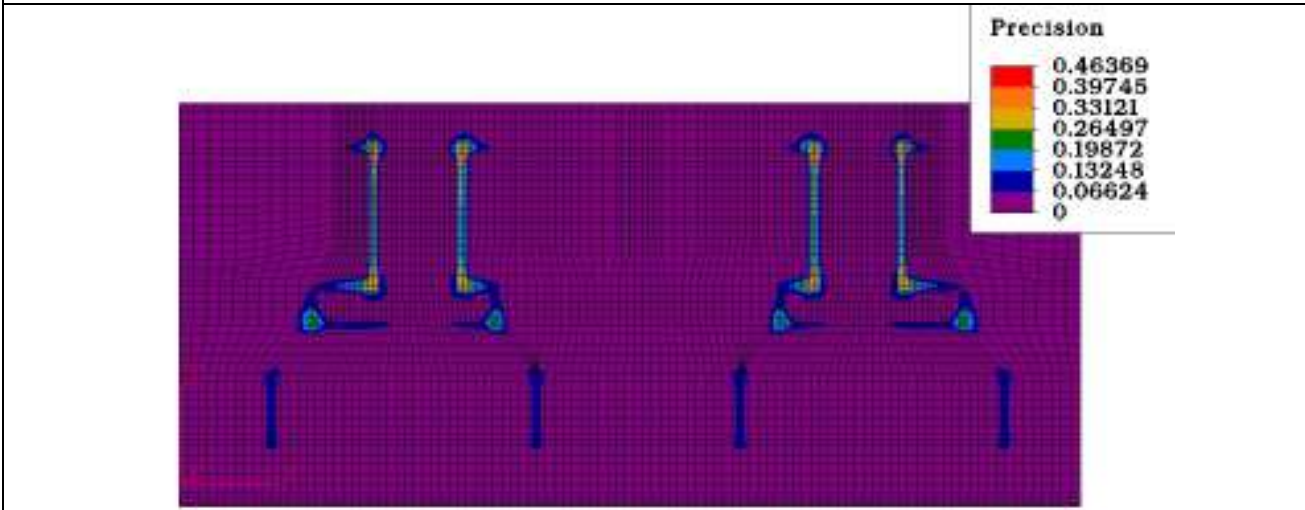
Temperatura superficiale interna minima
 $T_{S20} = 17,5 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{S25} = 17,7 \text{ }^\circ\text{C}$

S 39- Andamento delle isoterme



Temperatura superficiale interna minima
 $T_{S34} = 19,3 \text{ }^\circ\text{C}$

S 39- Precisione del calcolo



Verifiche termoigrometriche

(UNI EN ISO 13788 e DLgs n. 311 all. I comma 8)

Nel presente fascicolo vengono riportate le verifiche in tre località di riferimento per le tipologie di blocco DIII 25-4, DIII 30-6, DIII 38-12 isolati con polistirene sinterizzato da 15 kg/m³.

Le località di riferimento sono:

AOSTA zona E

FIRENZE zona D

NAPOLI zona C

La verifica della condensa superficiale viene effettuata in base al confronto tra la resistenza termica minima calcolata per escludere qualsiasi rischio di condensa in una determinata località e la resistenza termica dell'elemento. Quindi dovrò avere:

$$R_{\text{totale dell'elemento}} > R_{\text{minima accettabile}}$$

Per resistenza termica totale dell'elemento si intende la resistenza termica della parete in opera, quindi comprensiva di liminari e intonaci.

La verifica di condensa interstiziale invece viene effettuata con il metodo di Glaser come previsto dalla normativa vigente. Il metodo di Glaser non prevede la possibilità di effettuare analisi tridimensionali, ma si basa sul confronto delle pressioni di vapore e di saturazione nelle varie sezioni della struttura.

In base al DLgs n. 311 allegato I, comma 8, è necessario verificare l'assenza totale di condensazione superficiale e verificare che l'eventuale condensa interstiziale formatasi nell'arco dell'anno venga smaltita e sia inferiore ai limiti previsti dalla normativa, nelle condizioni termoigrometriche interne:

$$T_i = 20^\circ\text{C} \text{ e } U_{ri} = 65\%.$$

➤ DIII 25-4

Località: NAPOLI	GG: 1034	Zona climatica: C
-------------------------	----------	-------------------

➤ Verifica della condensa superficiale

Condizioni esterne e interne

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	19,60	1472	20,00	1595
novembre	15,50	1192	20,00	1595
dicembre	12,10	922	20,00	1595
gennaio	10,50	849	20,00	1595
febbraio	10,60	870	20,00	1595
marzo	13,20	933	20,00	1595
aprile	16,00	1157	20,00	1595
maggio	19,50	1402	20,00	1595
giugno	24,10	1851	20,00	1595
luglio	26,70	1823	20,00	1595
agosto	26,50	2043	20,00	1595
settembre	23,80	1776	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
novembre	1994	17,46	0,4354
dicembre	1994	17,46	0,6784
gennaio	1994	17,46	0,7325
febbraio	1994	17,46	0,7297
marzo	1994	17,46	0,6263

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,7325
Resistenza minima accettabile:	0,9347 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	1,75 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ Verifica della condensa interstiziale

Struttura

Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
Superficie esterna			0,0400	
Malta di calce o di calce e cemento	0,020	36,00	0,0222	0,400
legno cemento	0,035	88,00	0,3182	0,210
pse isotex	0,040	0,60	1,0256	1,200
CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0,140	336,00	0,0733	21,000
legno cemento	0,035	88,00	0,3182	0,210
Intonaco di calce e gesso	0,020	28,00	0,0286	0,200
Superficie interna			0,1300	

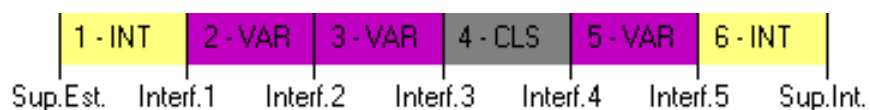
- Condizioni termoigrometriche esterne medie mensili (UNI 10349)
- Condizioni termoigrometriche interne: **Ti = 20 °C** **Uri = 65 %**

Legenda:

Pressione di saturazione [Pa]

Pressione nell'interfaccia [Pa]

Presenza di condensa



Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	2281	2281	2289	2323	2325	2333	2334
ottobre	1472	1474	1475	1483	1593	1594	1595
novembre	1768	1772	1846	2188	2208	2297	2304
novembre	1192	1198	1202	1229	1588	1592	1595
dicembre	1423	1429	1537	2081	2115	2267	2280
dicembre	922	932	938	983	1584	1590	1595
gennaio	1282	1289	1409	2032	2072	2254	2268
gennaio	849	860	867	917	1583	1589	1595
febbraio	1290	1297	1416	2035	2075	2254	2269
febbraio	870	881	887	936	1583	1590	1595
marzo	1527	1533	1632	2115	2144	2277	2288
marzo	933	943	949	993	1584	1590	1595
aprile	1825	1829	1896	2204	2222	2301	2308
aprile	1157	1164	1167	1197	1588	1592	1595
maggio	2267	2267	2277	2320	2322	2332	2333
maggio	1402	1405	1407	1420	1592	1594	1595
giugno	2989	2982	2880	2480	2460	2374	2367
giugno	1851	1847	1845	1828	1599	1597	1595
luglio	3480	3468	3279	2575	2541	2397	2386
luglio	1823	1820	1818	1802	1599	1597	1595
agosto	3439	3428	3247	2568	2535	2396	2385
agosto	2043	2036	2032	2002	1602	1598	1595
settembre	2936	2930	2837	2470	2451	2371	2365
settembre	1776	1773	1772	1760	1598	1596	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 30-6**

Località: AOSTA	GG: 2850	Zona climatica: E
------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	10,30	1018	20,00	1595
novembre	4,90	749	20,00	1595
dicembre	0,80	550	20,00	1595
gennaio	-0,30	497	20,00	1595
febbraio	2,60	584	20,00	1595
marzo	6,70	714	20,00	1595
aprile	11,00	931	20,00	1595
maggio	14,70	1226	20,00	1595
giugno	18,70	1520	20,00	1595
luglio	20,50	1663	20,00	1595
agosto	19,40	1657	20,00	1595
settembre	15,90	1360	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	1994	17,46	0,7381
novembre	1994	17,46	0,8317
dicembre	1994	17,46	0,8677
gennaio	1994	17,46	0,8748
febbraio	1994	17,46	0,8540
marzo	1994	17,46	0,8090
aprile	1994	17,46	0,7177

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8748
Resistenza minima accettabile:	1,9973 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	2,22 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ *Verifica della condensa interstiziale**Struttura*

Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
Superficie esterna			0,0400	
Malta di calce o di calce e cemento	0,020	36,00	0,0222	0,400
legno cemento	0,040	88,00	0,3636	0,240
pse isotex	0,060	0,90	1,5385	1,800
CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0,160	384,00	0,0838	24,000
legno cemento	0,040	88,00	0,3636	0,240
Intonaco di calce e gesso	0,020	28,00	0,0286	0,200
Superficie interna			0,1300	

Legenda: *Pressione di saturazione [Pa]*
Pressione nell'interfaccia [Pa]
Presenza di condensa

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	1265	1272	1393	2026	2067	2252	2267
ottobre	1018	1027	1032	1070	1586	1591	1595
novembre	880	888	1029	1869	1928	2206	2229
novembre	749	762	769	826	1581	1589	1595
dicembre	661	669	812	1757	1829	2171	2200
dicembre	550	566	575	645	1578	1587	1595
gennaio	611	619	761	1728	1803	2162	2192
gennaio	497	513	523	597	1577	1587	1595
febbraio	750	759	902	1805	1872	2186	2213
febbraio	584	599	608	676	1578	1587	1595
marzo	995	1003	1140	1920	1974	2221	2241
marzo	714	727	735	794	1581	1588	1595
aprile	1324	1331	1448	2047	2085	2258	2272
aprile	931	941	947	991	1584	1590	1595
maggio	1681	1686	1769	2162	2186	2290	2298
maggio	1226	1231	1235	1259	1589	1592	1595
giugno	2158	2160	2185	2293	2299	2325	2327
giugno	1520	1521	1522	1527	1594	1594	1595
luglio	2409	2408	2398	2354	2352	2341	2341
luglio	1663	1662	1661	1657	1596	1595	1595
agosto	2253	2254	2266	2317	2319	2332	2333
agosto	1657	1656	1656	1651	1596	1595	1595
settembre	1813	1817	1886	2201	2219	2301	2307
settembre	1360	1363	1366	1381	1591	1593	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 30-6**

Località: FIRENZE	GG: 1821	Zona climatica: D
--------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

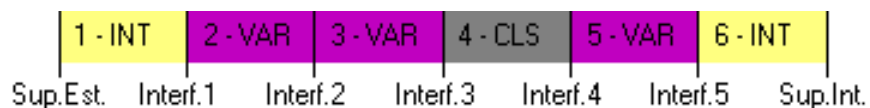
Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	15,30	1360	20,00	1595
novembre	10,20	1097	20,00	1595
dicembre	6,30	690	20,00	1595
gennaio	5,30	745	20,00	1595
febbraio	6,50	739	20,00	1595
marzo	9,90	890	20,00	1595
aprile	13,80	948	20,00	1595
maggio	17,80	1316	20,00	1595
giugno	22,20	1807	20,00	1595
luglio	25,00	1924	20,00	1595
agosto	24,30	1697	20,00	1595
settembre	20,90	1701	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
novembre	1994	17,46	0,7407
dicembre	1994	17,46	0,8145
gennaio	1994	17,46	0,8271
febbraio	1994	17,46	0,8118
marzo	1994	17,46	0,7484
aprile	1994	17,46	0,5902

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8271
Resistenza minima accettabile:	1,4463 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	2,22 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ Verifica della condensa interstiziale

*Pressione di saturazione [Pa]**Pressione nell'interfaccia [Pa]**Presenza di condensa*

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	1746	1750	1826	2181	2202	2295	2303
ottobre	1360	1363	1366	1381	1591	1593	1595
novembre	1257	1264	1386	2023	2064	2251	2266
novembre	1097	1104	1109	1142	1587	1591	1595
dicembre	968	976	1115	1909	1963	2217	2239
dicembre	690	703	712	772	1580	1588	1595
gennaio	905	913	1053	1880	1938	2209	2232
gennaio	745	758	765	822	1581	1589	1595
febbraio	982	989	1127	1914	1968	2219	2240
febbraio	739	752	759	817	1581	1589	1595
marzo	1232	1239	1363	2014	2056	2248	2264
marzo	890	900	907	954	1583	1590	1595
aprile	1587	1593	1686	2134	2161	2282	2292
aprile	948	958	963	1007	1584	1590	1595
maggio	2041	2044	2084	2263	2273	2317	2321
maggio	1316	1320	1323	1341	1590	1593	1595
giugno	2669	2666	2616	2413	2402	2357	2353
giugno	1807	1804	1802	1788	1598	1597	1595
luglio	3151	3143	3013	2513	2488	2382	2374
luglio	1924	1919	1916	1894	1600	1597	1595
agosto	3024	3017	2909	2488	2466	2376	2369
agosto	1697	1695	1695	1688	1597	1596	1595
settembre	2468	2467	2448	2368	2364	2345	2344
settembre	1701	1699	1698	1691	1597	1596	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 30-6**

Località: NAPOLI	GG: 1034	Zona climatica: C
-------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	19,60	1472	20,00	1595
novembre	15,50	1192	20,00	1595
dicembre	12,10	922	20,00	1595
gennaio	10,50	849	20,00	1595
febbraio	10,60	870	20,00	1595
marzo	13,20	933	20,00	1595
aprile	16,00	1157	20,00	1595
maggio	19,50	1402	20,00	1595
giugno	24,10	1851	20,00	1595
luglio	26,70	1823	20,00	1595
agosto	26,50	2043	20,00	1595
settembre	23,80	1776	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
novembre	1994	17,46	0,4354
dicembre	1994	17,46	0,6784
gennaio	1994	17,46	0,7325
febbraio	1994	17,46	0,7297
marzo	1994	17,46	0,6263

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,7325
Resistenza minima accettabile:	0,9347 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	2,22 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ Verifica della condensa interstiziale

*Pressione di saturazione [Pa]**Pressione nell'interfaccia [Pa]**Presenza di condensa*

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	2281	2281	2289	2323	2325	2333	2334
ottobre	1472	1474	1475	1483	1593	1594	1595
novembre	1768	1772	1846	2188	2208	2297	2304
novembre	1192	1198	1202	1229	1588	1592	1595
dicembre	1423	1429	1537	2081	2115	2267	2280
dicembre	922	932	938	983	1584	1590	1595
gennaio	1282	1289	1409	2032	2072	2254	2268
gennaio	849	860	867	917	1583	1589	1595
febbraio	1290	1297	1416	2035	2075	2254	2269
febbraio	870	881	887	936	1583	1590	1595
marzo	1527	1533	1632	2115	2144	2277	2288
marzo	933	943	949	993	1584	1590	1595
aprile	1825	1829	1896	2204	2222	2301	2308
aprile	1157	1164	1167	1197	1588	1592	1595
maggio	2267	2267	2277	2320	2322	2332	2333
maggio	1402	1405	1407	1420	1592	1594	1595
giugno	2989	2982	2880	2480	2460	2374	2367
giugno	1851	1847	1845	1828	1599	1597	1595
luglio	3480	3468	3279	2575	2541	2397	2386
luglio	1823	1820	1818	1802	1599	1597	1595
agosto	3439	3428	3247	2568	2535	2396	2385
agosto	2043	2036	2032	2002	1602	1598	1595
settembre	2936	2930	2837	2470	2451	2371	2365
settembre	1776	1773	1772	1760	1598	1596	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 38-12**

Località: AOSTA	GG: 2850	Zona climatica: E
------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	10,30	1018	20,00	1595
novembre	4,90	749	20,00	1595
dicembre	0,80	550	20,00	1595
gennaio	-0,30	497	20,00	1595
febbraio	2,60	584	20,00	1595
marzo	6,70	714	20,00	1595
aprile	11,00	931	20,00	1595
maggio	14,70	1226	20,00	1595
giugno	18,70	1520	20,00	1595
luglio	20,50	1663	20,00	1595
agosto	19,40	1657	20,00	1595
settembre	15,90	1360	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	1994	17,46	0,7381
novembre	1994	17,46	0,8317
dicembre	1994	17,46	0,8677
gennaio	1994	17,46	0,8748
febbraio	1994	17,46	0,8540
marzo	1994	17,46	0,8090
aprile	1994	17,46	0,7177

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8748
Resistenza minima accettabile:	1,9973 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	3,45 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ *Verifica della condensa interstiziale**Struttura*

Materiale	Spessore [m]	Massa Superficiale [kg/m ²]	Resistenza [m ² K/W]	Spessore equivalente d'aria [m]
Superficie esterna			0,0400	
Malta di calce o di calce e cemento	0,020	36,00	0,0222	0,400
legno cemento	0,050	88,00	0,4545	3,000
pse isotex	0,120	1,80	3,0769	3,600
CLS con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette	0,160	384,00	0,0838	24,000
legno cemento	0,050	88,00	0,4545	3,000
Intonaco di calce e gesso	0,020	28,00	0,0286	0,200
Superficie interna			0,1300	

Legenda: *Pressione di saturazione [Pa]*
Pressione nell'interfaccia [Pa]
Presenza di condensa

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	1260	1264	1353	2119	2144	2286	2295
ottobre	1018	1025	1075	1136	1541	1592	1595
novembre	874	879	982	2005	2042	2257	2272
novembre	749	759	833	922	1516	1590	1595
dicembre	655	660	763	1922	1968	2236	2254
dicembre	550	562	654	764	1497	1589	1595
gennaio	605	610	713	1900	1949	2231	2249
gennaio	497	510	606	722	1492	1589	1595
febbraio	745	749	854	1958	2001	2246	2262
febbraio	584	596	685	791	1500	1589	1595
marzo	989	994	1094	2042	2076	2267	2279
marzo	714	724	802	894	1513	1590	1595
aprile	1319	1323	1410	2134	2157	2289	2298
aprile	931	939	997	1067	1533	1591	1595
maggio	1677	1680	1742	2215	2230	2309	2314
maggio	1226	1230	1263	1302	1560	1593	1595
giugno	2157	2158	2177	2307	2310	2330	2331
giugno	1520	1521	1527	1535	1588	1595	1595
luglio	2410	2409	2401	2349	2347	2340	2339
luglio	1663	1662	1656	1649	1601	1595	1595
agosto	2252	2253	2262	2323	2325	2334	2334
agosto	1657	1656	1651	1644	1601	1595	1595
settembre	1810	1813	1863	2242	2254	2315	2319
settembre	1360	1363	1383	1408	1573	1594	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 38-12**

Località: FIRENZE	GG: 1821	Zona climatica: D
--------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

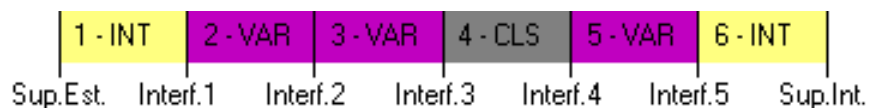
Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	10,30	1018	20,00	1595
novembre	4,90	749	20,00	1595
dicembre	0,80	550	20,00	1595
gennaio	-0,30	497	20,00	1595
febbraio	2,60	584	20,00	1595
marzo	6,70	714	20,00	1595
aprile	11,00	931	20,00	1595
maggio	14,70	1226	20,00	1595
giugno	18,70	1520	20,00	1595
luglio	20,50	1663	20,00	1595
agosto	19,40	1657	20,00	1595
settembre	15,90	1360	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
ottobre	1994	17,46	0,7381
novembre	1994	17,46	0,8317
dicembre	1994	17,46	0,8677
gennaio	1994	17,46	0,8748
febbraio	1994	17,46	0,8540
marzo	1994	17,46	0,8090
aprile	1994	17,46	0,7177

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8748
Resistenza minima accettabile:	1,9973 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	3,75 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ Verifica della condensa interstiziale

*Pressione di saturazione [Pa]**Pressione nell'interfaccia [Pa]**Presenza di condensa*

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	1260	1264	1353	2119	2144	2286	2295
ottobre	1018	1025	1075	1136	1541	1592	1595
novembre	874	879	982	2005	2042	2257	2272
novembre	749	759	833	922	1516	1590	1595
dicembre	655	660	763	1922	1968	2236	2254
dicembre	550	562	654	764	1497	1589	1595
gennaio	605	610	713	1900	1949	2231	2249
gennaio	497	510	606	722	1492	1589	1595
febbraio	745	749	854	1958	2001	2246	2262
febbraio	584	596	685	791	1500	1589	1595
marzo	989	994	1094	2042	2076	2267	2279
marzo	714	724	802	894	1513	1590	1595
aprile	1319	1323	1410	2134	2157	2289	2298
aprile	931	939	997	1067	1533	1591	1595
maggio	1677	1680	1742	2215	2230	2309	2314
maggio	1226	1230	1263	1302	1560	1593	1595
giugno	2157	2158	2177	2307	2310	2330	2331
giugno	1520	1521	1527	1535	1588	1595	1595
luglio	2410	2409	2401	2349	2347	2340	2339
luglio	1663	1662	1656	1649	1601	1595	1595
agosto	2252	2253	2262	2323	2325	2334	2334
agosto	1657	1656	1651	1644	1601	1595	1595
settembre	1810	1813	1863	2242	2254	2315	2319
settembre	1360	1363	1383	1408	1573	1594	1595

CONDENSA NON PRESENTE

➤ **DIII 38-12**

Località: NAPOLI	GG: 1034	Zona climatica: C
-------------------------	----------	-------------------

➤ *Verifica della condensa superficiale**Condizioni esterne e interne*

Mese	Temperatura esterna [°C]	Pressione esterna [Pa]	Temperatura interna [°C]	Pressione interna [Pa]
ottobre	19,60	1472	20,00	1595
novembre	15,50	1192	20,00	1595
dicembre	12,10	922	20,00	1595
gennaio	10,50	849	20,00	1595
febbraio	10,60	870	20,00	1595
marzo	13,20	933	20,00	1595
aprile	16,00	1157	20,00	1595
maggio	19,50	1402	20,00	1595
giugno	24,10	1851	20,00	1595
luglio	26,70	1823	20,00	1595
agosto	26,50	2043	20,00	1595
settembre	23,80	1776	20,00	1595

Fattore di temperatura

Mese	Pressione di saturazione interna [Pa]	Temperatura minima superficiale [°C]	Fattore di temperatura
novembre	1994	17,46	0,4354
dicembre	1994	17,46	0,6784
gennaio	1994	17,46	0,7325
febbraio	1994	17,46	0,7297
marzo	1994	17,46	0,6263

Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,7325
Resistenza minima accettabile:	0,9347 m ² K/W
Resistenza totale dell'elemento:	3,75 m ² K/W
STRUTTURA REGOLAMENTARE	

➤ Verifica della condensa interstiziale

*Pressione di saturazione [Pa]**Pressione nell'interfaccia [Pa]**Presenza di condensa*

Mese	Superficie esterna	Interfaccia1	Interfaccia2	Interfaccia3	Interfaccia4	Interfaccia5	Superficie interna
ottobre	2280	2281	2287	2328	2329	2335	2335
ottobre	1472	1473	1484	1497	1583	1594	1595
novembre	1765	1767	1822	2233	2246	2313	2317
novembre	1192	1197	1232	1274	1557	1593	1595
dicembre	1418	1422	1502	2158	2179	2295	2303
dicembre	922	930	989	1060	1532	1591	1595
gennaio	1277	1281	1369	2123	2148	2287	2296
gennaio	849	858	923	1002	1525	1591	1595
febbraio	1285	1289	1377	2125	2150	2287	2296
febbraio	870	878	942	1018	1527	1591	1595
marzo	1523	1526	1600	2182	2200	2301	2307
marzo	933	941	999	1068	1533	1591	1595
aprile	1822	1824	1874	2245	2256	2316	2319
aprile	1157	1162	1201	1247	1554	1592	1595
maggio	2266	2267	2274	2325	2327	2334	2335
maggio	1402	1404	1421	1441	1577	1594	1595
giugno	2993	2989	2912	2435	2423	2359	2355
giugno	1851	1848	1826	1799	1619	1596	1595
luglio	3488	3481	3338	2499	2479	2373	2366
luglio	1823	1820	1800	1776	1616	1596	1595
agosto	3448	3441	3304	2494	2475	2372	2366
agosto	2043	2038	1998	1951	1637	1598	1595
settembre	2940	2937	2866	2428	2417	2357	2354
settembre	1776	1774	1758	1739	1612	1596	1595

CONDENSA NON PRESENTE

C. Analisi delle prestazioni estive (UNI EN ISO 13786 e UNI EN ISO 13791 e DLgs n. 311 all. I comma 9)

➤ L'inerzia termica e le prestazioni estive

L'inerzia termica è la capacità di una struttura di mantenere costante la temperatura sulla propria faccia interna a fronte di variazioni anche rilevanti della temperatura superficiale esterna. Questa caratteristica è molto importante nel periodo estivo, quando nell'arco di una giornata l'effetto combinato di temperatura dell'aria e radiazione solare fa sì che ci sia una forte variazione della temperatura superficiale esterna delle strutture.

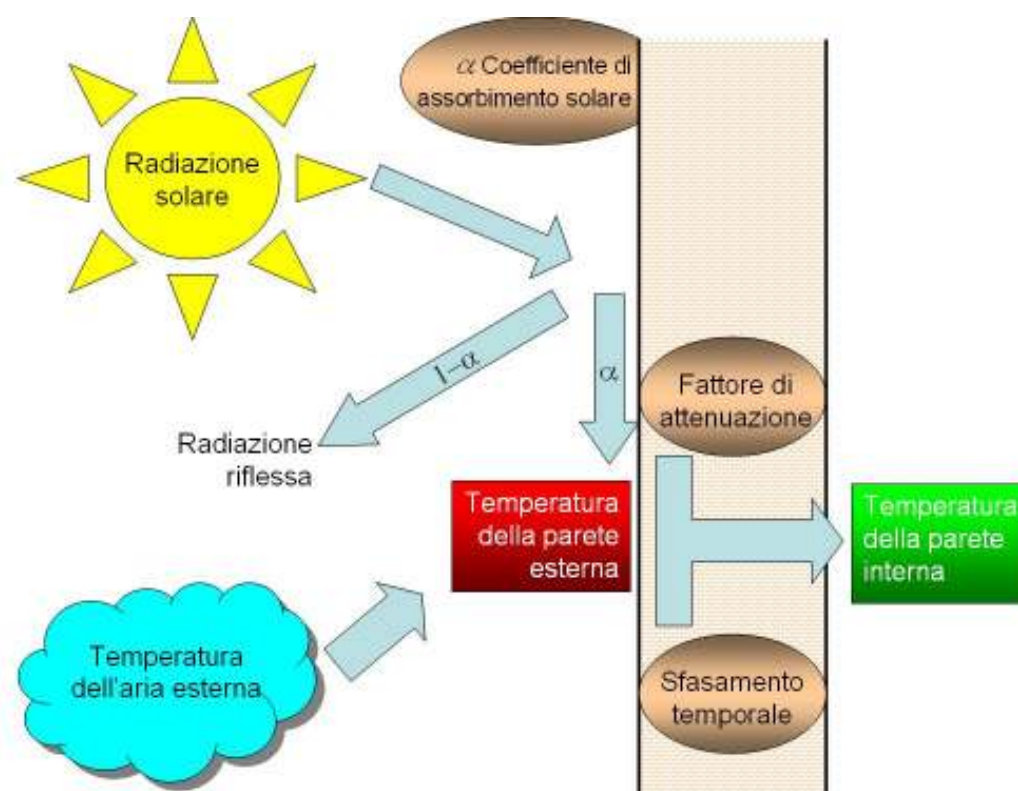
➤ Prescrizioni

Il Decreto Legislativo n. 311, allegato I, comma 9, precisa che:

“In zona climatica A,B,C,D, E in località con $I_{m,s}$ del mese più soleggiato >290 W/mq, la massa superficiale delle pareti opache deve essere >230 kg/mq.

Oppure bisogna dimostrare che l'impiego di particolari materiali e tecnologie consente di ottenere lo stesso effetto di sfasamento e smorzamento ottenibile con la massa”.

In base ad una valutazione di massima significherebbe un'attenuazione minore di 0,3 e uno sfasamento maggiore di 8 h.



Le norme utilizzate per i calcoli sono la UNI EN ISO 13786 per la valutazione di attenuazione e sfasamento e la UNI EN ISO 13791-13792 per il calcolo della temperatura interna estiva.

La struttura e le località di riferimento su cui sono state effettuate le analisi sono quelle utilizzate per le verifiche termoigrometriche.

Dai grafici risulta evidente come, in estate, la temperatura sulla faccia interna della parete risulti praticamente costante. Questo grazie alla particolare conformazione della struttura, molto ben isolata e molto massiva: due caratteristiche che garantiscono un'ottima prestazione dal punto di vista dell'inerzia termica.

In tutte le località il valore dell'attenuazione dell'onda è così forte da rendere ininfluenza lo sfasamento temporale: non esiste un "picco" della temperatura superficiale interna, il grafico è sostanzialmente piatto. Il muro contribuisce quindi in modo importante a mantenere le condizioni di benessere all'interno dell'ambiente.

Parametri dinamici

Attenuazione e sfasamento non dipendono dalla località ma solo dalla struttura.

I parametri dinamici possono essere calcolati solo su una sezione bidimensionale, di conseguenza riportiamo in tabella i valori per la sezione corrente.

Si osserva comunque che i valori di attenuazione e sfasamento per la sezione sul setto sono comunque buoni: esempio del blocco DIII 30- 6

- sulla sezione: 30 cm di legno cemento attenuazione 0.03 sfasamento 19 h 58'
- sulla sezione: 10 LC+ 12 CLS + 8 LC attenuazione 0.05 sfasamento 14 h 41'

Per la massa superficiale invece il calcolo è stato effettuato tenendo conto anche dei setti.

Struttura	Massa superficiale Kg/mq del blocco	Fattore di attenuazione	Sfasamento
DIII 25- 4	317,8	0,0923	9h 31'
DIII 30- 6	362,9	0,0659	10h 46'
DIII 38-12	381,6	0,0438	12h 43'

Si osserva che i blocchi ISOTEX rispettano i limiti sia per la massa superficiale elevata che con riferimento ai parametri dinamici.

Il fattore di attenuazione particolarmente basso significa la quasi totale assenza di variazione della temperatura superficiale interna, come si può osservare dai grafici di seguito.

PS- Le variazioni tra la massa superficiale riportata in tabella e quella riportata sul catalogo generale Isotex, dipendono dalla tipologia di calcolo, nel fascicolo l'analisi è analitica mentre sul catalogo i dati sono sperimentali.

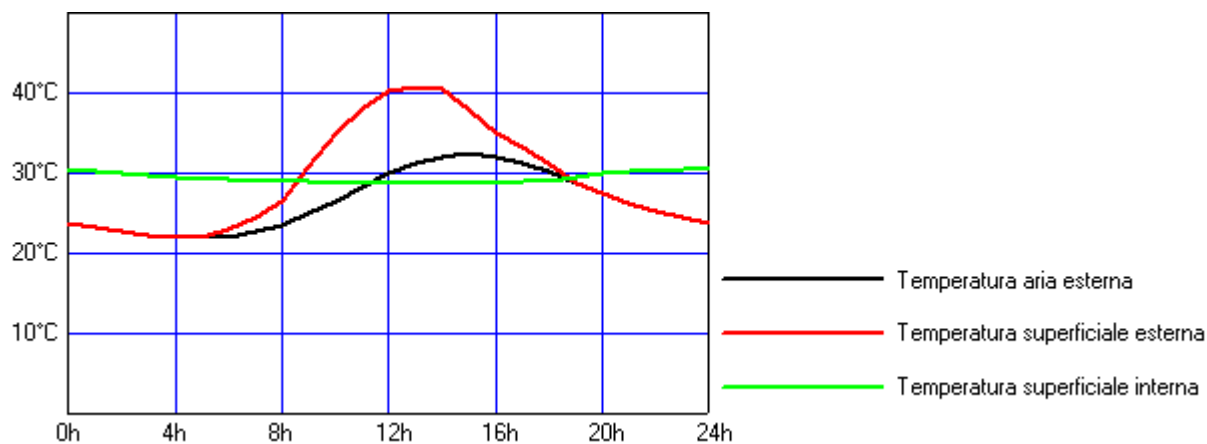
Calcolo della temperatura superficiale interna estiva

➤ DIII 25- 4

Comune:	NAPOLI (NA)
Gradi giorno:	1034
Zona:	C

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	23,3	0	23,27	30,18
2	22,7	0	22,74	29,88
3	22,3	0	22,32	29,72
4	22,0	0	22,01	29,54
5	21,9	2	21,94	29,33
6	22,1	45	23,11	29,20
7	22,6	82	24,46	29,09
8	23,6	126	26,38	28,99
9	24,9	256	30,63	28,91
10	26,5	384	35,05	28,86
11	28,3	433	37,93	28,81
12	30,0	457	40,14	28,76
13	31,2	433	40,87	28,72
14	32,1	384	40,62	28,69
15	32,4	256	38,09	28,69
16	32,1	126	34,89	28,79
17	31,4	82	33,17	28,92
18	30,2	45	31,20	29,10
19	28,8	2	28,87	29,49
20	27,5	0	27,47	29,90
21	26,3	0	26,31	30,16
22	25,3	0	25,26	30,37
23	24,4	0	24,42	30,43
24	23,8	0	23,79	30,41

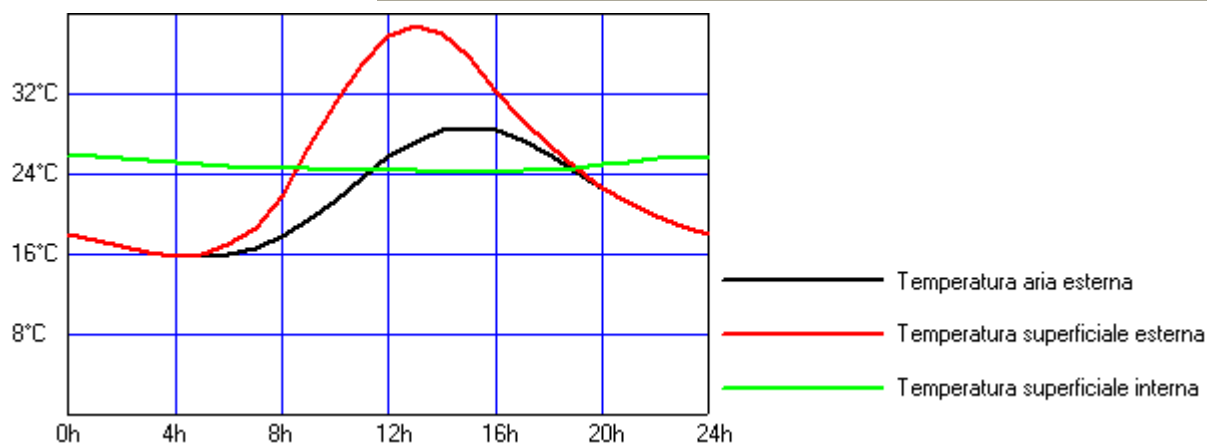


DIII 30-6

Comune:	AOSTA (AO)
Gradi giorno:	2850
Zona:	E

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	17,4	0	17,39	25,71
2	16,7	0	16,74	25,57
3	16,2	0	16,22	25,33
4	15,8	0	15,83	25,14
5	15,7	11	15,94	24,99
6	16,0	50	17,07	24,82
7	16,6	86	18,52	24,70
8	17,8	177	21,71	24,60
9	19,5	321	26,60	24,52
10	21,4	439	31,18	24,45
11	23,6	515	35,07	24,40
12	25,7	541	37,73	24,35
13	27,3	515	38,71	24,31
14	28,3	439	38,07	24,28
15	28,7	321	35,83	24,25
16	28,3	177	32,24	24,26
17	27,4	86	29,31	24,33
18	26,0	50	27,08	24,43
19	24,3	11	24,52	24,64
20	22,6	0	22,59	24,96
21	21,2	0	21,16	25,26
22	19,9	0	19,86	25,52
23	18,8	0	18,82	25,69
24	18,0	0	18,04	25,76

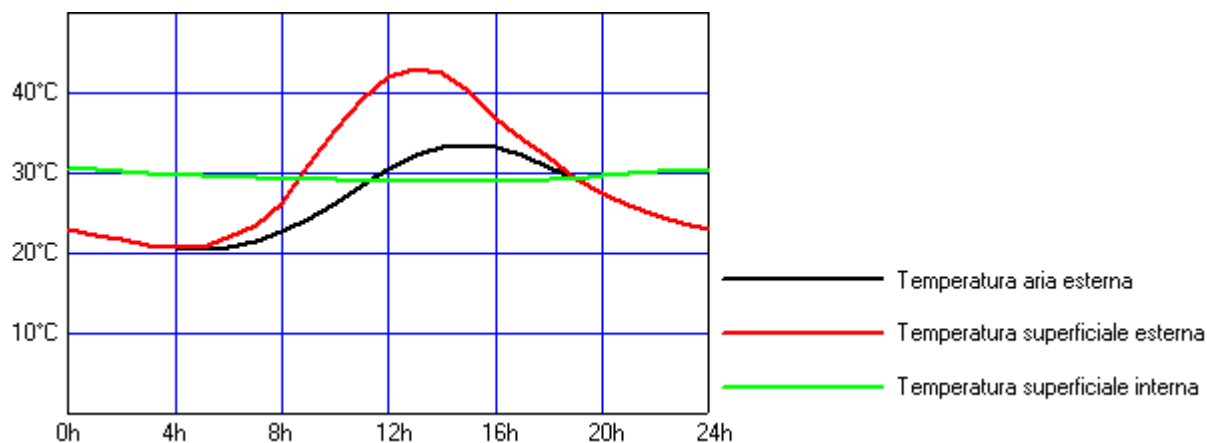


➤ **DIII 30-6**

Comune:	FIRENZE (FI)
Gradi giorno:	1821
Zona:	D

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	22,3	0	22,29	30,39
2	21,6	0	21,64	30,24
3	21,1	0	21,12	30,02
4	20,7	0	20,73	29,84
5	20,6	7	20,76	29,69
6	20,9	46	21,88	29,52
7	21,5	85	23,40	29,40
8	22,7	161	26,26	29,31
9	24,4	300	31,04	29,22
10	26,3	414	35,52	29,15
11	28,5	488	39,37	29,10
12	30,6	514	42,03	29,06
13	32,2	488	43,01	29,02
14	33,2	414	42,41	28,98
15	33,6	300	40,27	28,96
16	33,2	161	36,79	28,96
17	32,3	85	34,19	29,03
18	30,9	46	31,89	29,13
19	29,2	7	29,34	29,32
20	27,5	0	27,49	29,64
21	26,1	0	26,06	29,93
22	24,8	0	24,76	30,19
23	23,7	0	23,72	30,36
24	22,9	0	22,94	30,43

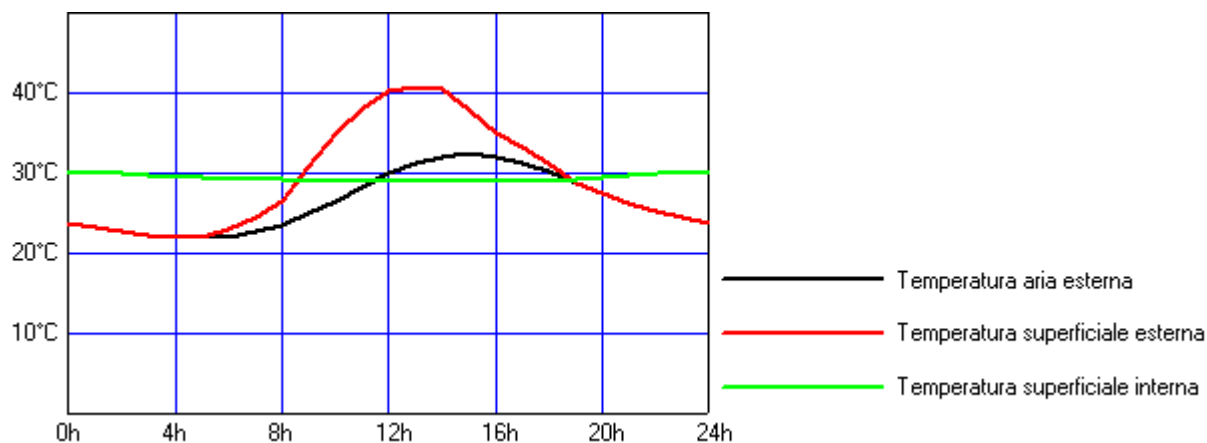


➤ **DIII 30-6**

Comune:	NAPOLI (NA)
Gradi giorno:	1034
Zona:	C

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	23,3	0	23,27	30,11
2	22,7	0	22,74	29,95
3	22,3	0	22,32	29,73
4	22,0	0	22,01	29,62
5	21,9	2	21,94	29,49
6	22,1	45	23,11	29,34
7	22,6	82	24,46	29,25
8	23,6	126	26,38	29,17
9	24,9	256	30,63	29,10
10	26,5	384	35,05	29,05
11	28,3	433	37,93	29,00
12	30,0	457	40,14	28,97
13	31,2	433	40,87	28,94
14	32,1	384	40,62	28,91
15	32,4	256	38,09	28,89
16	32,1	126	34,89	28,88
17	31,4	82	33,17	28,96
18	30,2	45	31,20	29,05
19	28,8	2	28,87	29,17
20	27,5	0	27,47	29,45
21	26,3	0	26,31	29,75
22	25,3	0	25,26	29,94
23	24,4	0	24,42	30,08
24	23,8	0	23,79	30,13

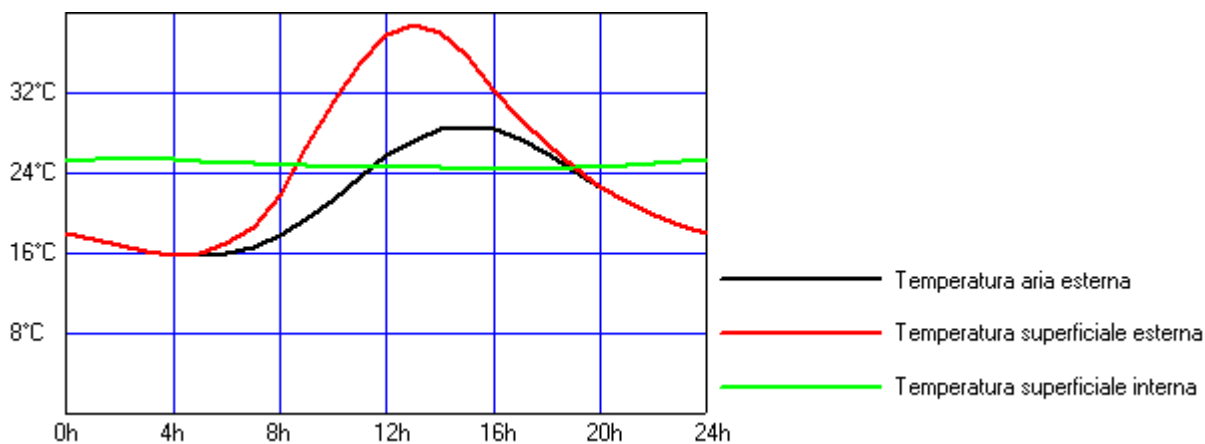


➤ **DIII 38- 12**

Comune:	AOSTA (AO)
Gradi giorno:	2850
Zona:	E

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	17,4	0	17,39	25,41
2	16,7	0	16,74	25,45
3	16,2	0	16,22	25,42
4	15,8	0	15,83	25,33
5	15,7	11	15,94	25,17
6	16,0	50	17,07	25,04
7	16,6	86	18,52	24,94
8	17,8	177	21,71	24,83
9	19,5	321	26,60	24,75
10	21,4	439	31,18	24,68
11	23,6	515	35,07	24,63
12	25,7	541	37,73	24,58
13	27,3	515	38,71	24,55
14	28,3	439	38,07	24,52
15	28,7	321	35,83	24,49
16	28,3	177	32,24	24,47
17	27,4	86	29,31	24,45
18	26,0	50	27,08	24,45
19	24,3	11	24,52	24,50
20	22,6	0	22,59	24,57
21	21,2	0	21,16	24,71
22	19,9	0	19,86	24,92
23	18,8	0	18,82	25,12
24	18,0	0	18,04	25,29

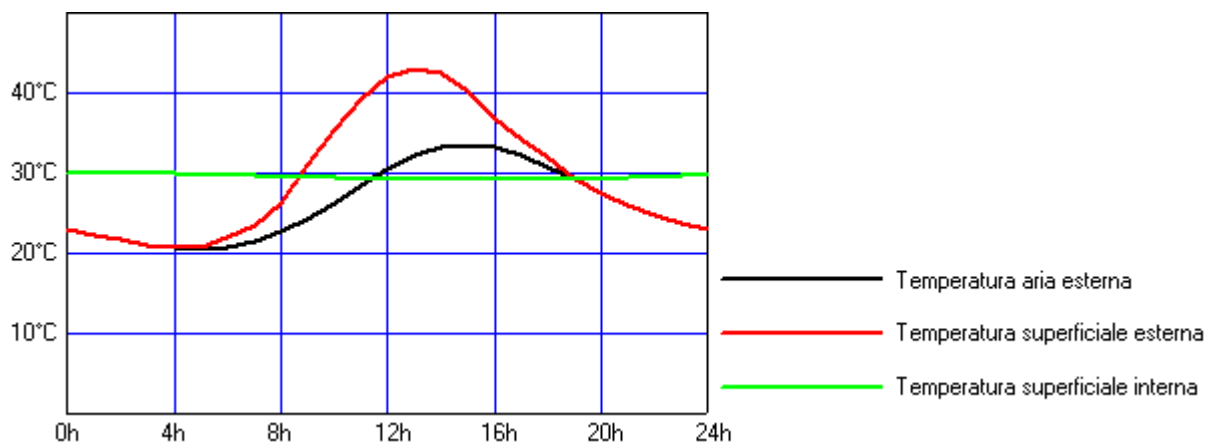


➤ DIII 38-12

Comune:	FIRENZE (FI)
Gradi giorno:	1821
Zona:	D

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	22,3	0	22,29	30,09
2	21,6	0	21,64	30,13
3	21,1	0	21,12	30,10
4	20,7	0	20,73	30,01
5	20,6	7	20,76	29,86
6	20,9	46	21,88	29,74
7	21,5	85	23,40	29,64
8	22,7	161	26,26	29,53
9	24,4	300	31,04	29,45
10	26,3	414	35,52	29,39
11	28,5	488	39,37	29,33
12	30,6	514	42,03	29,28
13	32,2	488	43,01	29,25
14	33,2	414	42,41	29,22
15	33,6	300	40,27	29,19
16	33,2	161	36,79	29,17
17	32,3	85	34,19	29,15
18	30,9	46	31,89	29,15
19	29,2	7	29,34	29,20
20	27,5	0	27,49	29,27
21	26,1	0	26,06	29,39
22	24,8	0	24,76	29,60
23	23,7	0	23,72	29,80
24	22,9	0	22,94	29,97

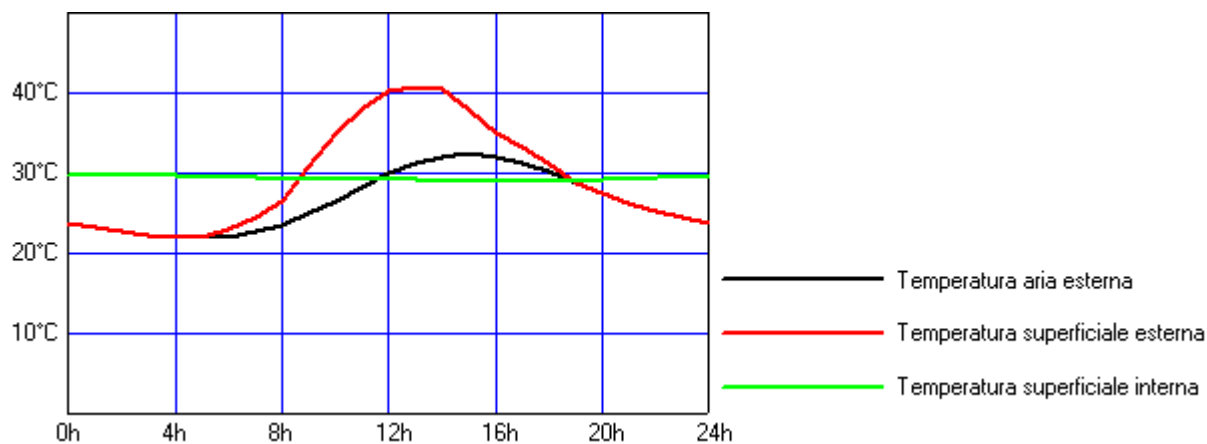


➤ DIII 38-12

Comune:	NAPOLI (NA)
Gradi giorno:	1034
Zona:	C

Orientamento:	S
Colore della superficie esterna :	Chiaro

ora	Temperatura aria esterna [°C]	Irradianza [W/m ²]	Temperatura superficiale esterna [°C]	Temperatura superficiale interna [°C]
1	23,3	0	23,27	29,84
2	22,7	0	22,74	29,88
3	22,3	0	22,32	29,86
4	22,0	0	22,01	29,75
5	21,9	2	21,94	29,61
6	22,1	45	23,11	29,54
7	22,6	82	24,46	29,45
8	23,6	126	26,38	29,35
9	24,9	256	30,63	29,29
10	26,5	384	35,05	29,24
11	28,3	433	37,93	29,19
12	30,0	457	40,14	29,15
13	31,2	433	40,87	29,13
14	32,1	384	40,62	29,10
15	32,4	256	38,09	29,08
16	32,1	126	34,89	29,06
17	31,4	82	33,17	29,05
18	30,2	45	31,20	29,05
19	28,8	2	28,87	29,10
20	27,5	0	27,47	29,16
21	26,3	0	26,31	29,24
22	25,3	0	25,26	29,43
23	24,4	0	24,42	29,62
24	23,8	0	23,79	29,75



D. Esempio di Certificazione energetica

Con riferimento alle soluzioni Isotex analizzate nel presente fascicolo riportiamo di seguito uno studio del fabbisogno energetico per un edificio di 4 piani, in località Bolzano.

➤ Caratteristiche geometriche dell'edificio

altezza h	12	[m]
lunghezza l	20	[m]
larghezza b	10	[m]
Volume lordo V	2400	[m ³]
Superficie disperdente S	1120	[mq]
rapporto S/V	0,467	[-]
superficie laterale totale SLT	720	[mq]
rapporto S netta/ S lorda	0,85	

rapporto Sv/SL	0,15	
superficie vetrata esposta a Sud	36	[mq]
superficie vetrata esposta a Nord	36	[mq]
superficie vetrata esposta a est-ovest	18	[mq]
somma	108	[mq]
superficie vetrata Sv	108	[mq]
superficie laterale effettiva SL	612	[mq]
superficie copertura	200	[mq]

➤ Caratteristiche fisiche e potenza dispersiva Ht delle strutture

Descrizione componente	Area	U [W/mqK]	Ht [W/K]
Pareti perimetrali	612	0,45	275
Copertura e contro terra	200	0,282	84
serramenti	108	2,7	292
totale dispersioni strutture Ht			651

blocco DIII 30-6
solaio S 39

➤ Potenza dispersa per ventilazione

volume lordo VL	2400	[m ³]
rapporto Vnetto/VL	0,75	[-]
volume netto V	1800	[m ³]
ricambi d'aria	0,3	[1/h]
coefficiente per Hv	0,34	[Wh/m ³ K]
Hv	184	[W/k]

dispersioni verso il terreno

Tt	5
Uter	0,28
Hterr	56

	DIII 30-6	DIII 38-	
Ponti termici Hpt	52	45	[W/k]

Il cordolo è corretto con 5 cm (DIII 30-6) o 7,5 cm (DIII 38) di legno cemento accoppiato con polistirolo.

totale dispersioni dell' involucro H = Ht + Hv + Hpt	852	W/K
---	------------	------------

Ipotesi di calcolo dell'energia

F coefficiente per area effettiva con ombreggiamento, tendaggio, telaio e tipo di vetro = 0,55

Gli apporti interni Q_i vengono calcolati con riferimento alle normative vigenti che definiscono gli apporti in funzione della seguente formula:

apporti = 6,25 - 0,02 x Superficie in pianta dell'appartamento \cong 4 W/mq

Q_i = Sutile x apporti x tempo di riscaldamento

Energia utile Q_h = energia dispersa – apporti

Q_h = $Q_I - (Q_{si} + Q_i)$ fu

Fu = fattore di utilizzazione degli apporti

Novembre, dicembre, gennaio, febbraio, marzo 0,95

Ottobre, aprile 0,65

➤ Calcolo degli apporti solari gratuiti delle superfici trasparenti

zona E	irraggiamento (MJ/mq)			apporti solari			
	N	EO	S	QsN	QsEO	QsS	Qsi
ottobre	2,8	7,3	12,3	942	2457	4140	7540
novembre	1,8	4,2	9	1069	2495	5346	8910
dicembre	1,4	3,3	7,7	859	2026	4726	7611
gennaio	1,6	3,7	8,5	982	2271	5217	8470
febbraio	2,5	6,6	12,5	1386	3659	6930	11975
marzo	3,7	9,5	13,1	2271	5831	8041	16143
aprile	5,4	11,5	11,1	1604	3416	3297	8316

➤ Calcolo dell'energia utile Q_h

zona E	Q_i [MJ]	Q_I [MJ]	Q_h [MJ]
ottobre	3995,136	10115	2617
novembre	7050,24	31535	16373
dicembre	7285,248	42850	28699
gennaio	7285,248	45131	30163
febbraio	6580,224	34583	16956
marzo	7285,248	27340	5083
aprile	3525,12	8373	676
energia utile Q_h			100567

➤ Risultati

blocco Isotex	[kWh/mqanno]
DIII 30-6	41
DIII 38-12	38
DIII 30-8 (pse+g)	35
DIII 33-9 (pse+g)	34

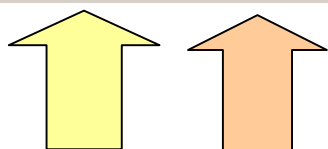
Sia con i blocchi DIII 30-6 che con i blocchi DIII 38-12 isolati con polistirolo espanso da 15 kg/m³ l'edificio di esempio, con le ipotesi imposte, risulterebbe di classe B, secondo la classificazione di CasaClima a Bolzano.

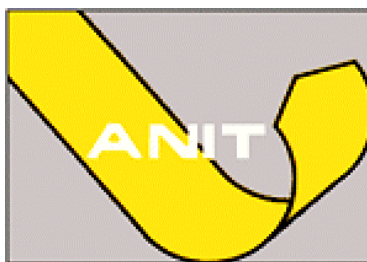
Per ottenere la classe A è necessario agire sui serramenti.

Riportiamo di seguito alcuni esempi di soluzioni progettuali utilizzando blocchi e solai Isotex, e diverse tipologie di serramenti, lasciando invariate le altre ipotesi.

Strutture opache	Strutture finestrate (trasmissione U)		
	1,5	1,7	1,8
1. Pareti: DIII 30-6 (con pse) <i>Solaio S39</i>	30	32	32
2. Pareti: DIII 38-12 (con pse) <i>Solaio S39</i>	21	23	24
3. Pareti: DIII 38-14 (con pse+ grafite) <i>Solaio S39</i>	20	20	21
4. Pareti: DIII 30-8 (con pse+ grafite) <i>Solaio S39</i>	24	26	27
5. Pareti: DIII 33-9 (con pse+ grafite) <i>Solaio S39</i>	23	25	26

CLASSE DI EFFICIENZA ENERGETICA





Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 02/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 25-4 isolato con polistirene espanso sinterizzato da 15kg/m³, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 060508-a ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,55 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,77 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

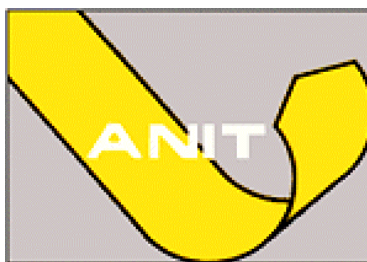
Milano 17.05.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 05/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 30-6 isolato con polistirene espanso sinterizzato da 15kg/m³, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 060508-6 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,01 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,23 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

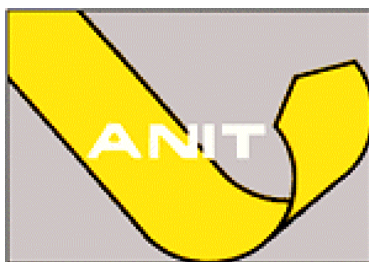
Milano 17.05.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 05-b/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 30-6 isolato con sughero espanso, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,27 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

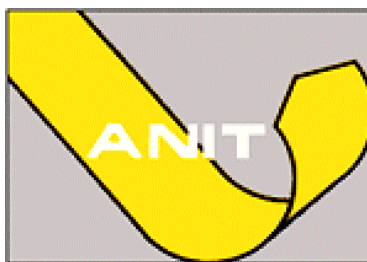
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 09/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 30-6 isolato con polistirene espanso con grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 060508-6 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,46 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,19 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,41 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

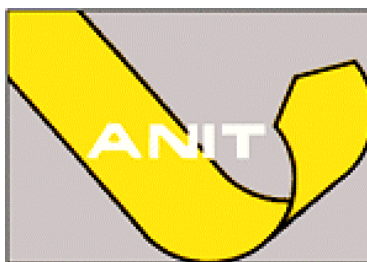
Milano 17.05.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 11/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-12 isolato con polistirene espanso sinterizzato da 15kg/m³, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 060508-c ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,24 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,45 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

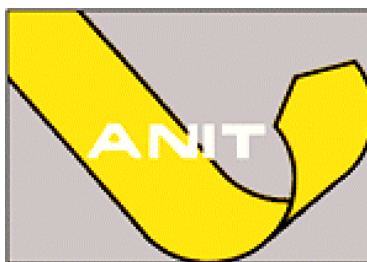
Milano 17.05.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 11-b/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-12 isolato con polistirene espanso con grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,54 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,76 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

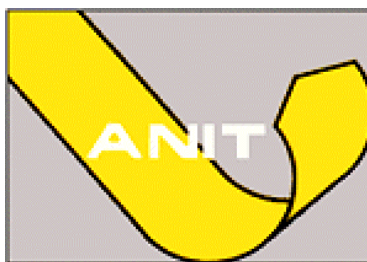
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 12/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-12 isolato con sughero espanso, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 060508-c ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,29 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,51 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

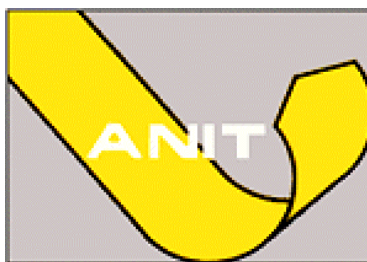
Milano 17.05.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 13/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-14 isolato con polistirene espanso sinterizzato da 15kg/m³, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,55 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,85 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

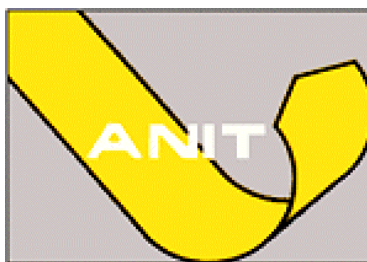
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 14/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-14 isolato con polistirene con grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,91 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 4,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

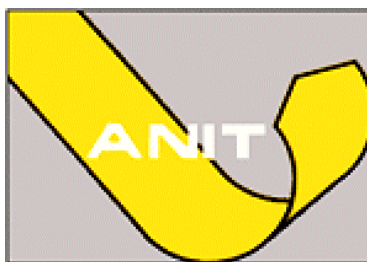
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 15/2006

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX HB 30-19, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNTEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore. Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,86 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,16 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,47 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

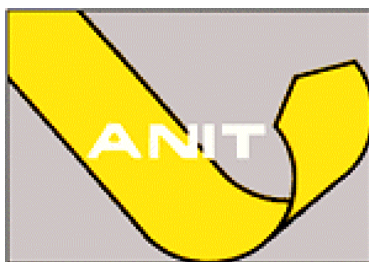
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 16/2006

Si certifica che il solaio in legno cemento ISOTEX S 20, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del solaio:

$$U = 1,18 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 0,85 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della solaio in opera:

$$U = 1,01 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 0,99 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

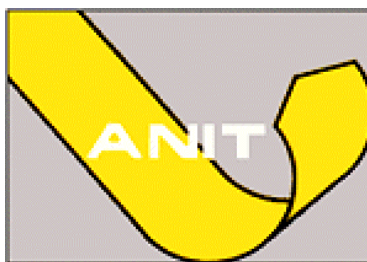
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 17/2006

Si certifica che il solaio in legno cemento ISOTEX S 25, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del solaio:

$$U = 1,08 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 0,92 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della solaio in opera:

$$U = 0,94 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,06 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

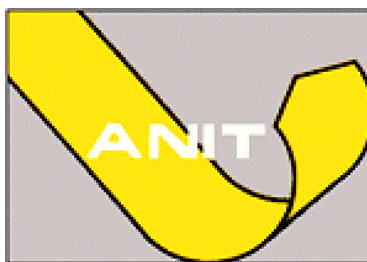
Milano 20.06.2006

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 06/2007

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 33-9 isolato con polistirene espanso e grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 070612 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,346 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,893 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,321 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,115 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

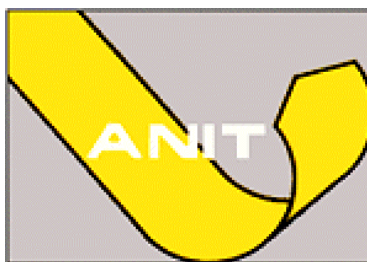
Milano 13.06.2007

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 07/2007

Si certifica che il solaio in legno cemento ISOTEX S 39 isolato con 2 inserti di polistirene espanso con grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TIS/07.

Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico generale ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del solaio:

$$U = 0,293 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,407 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della solaio in opera:

$$U = 0,282 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 3,547 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

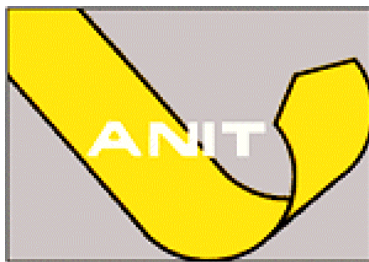
Milano 12.06.2007

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 08/2007

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX HB 25-16 prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNI EN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore. Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 070613 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 1,06 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 0,943 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,793 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,259 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

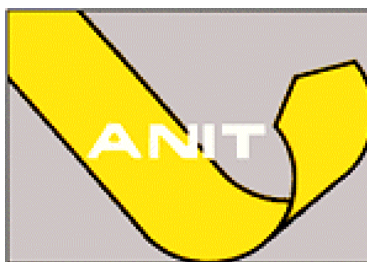
Milano 13.06.2007

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ina Serrao Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 09/2007

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 30-8 isolato con polistirene espanso e grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07. Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 070913 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,374 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,673 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,346 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,894 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

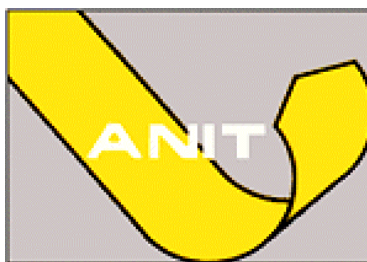
Milano 13.09.2007

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l' Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 10/2007

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 25-4 isolato con polistirene espanso e grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07.

Il calcolo è riportato nel rapporto TEP 071205 ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,569 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,755 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,506 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 1,976 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

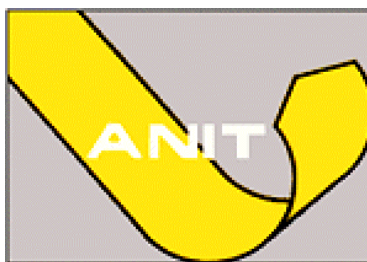
Milano 05.12.2007

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 01/2008

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 25-6 isolato con polistirene espanso e grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07. Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico Isotex ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,486 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,057 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,439 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 2,278 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

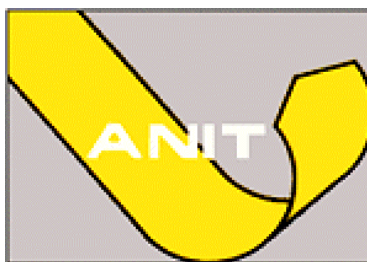
Milano 26.02.2008

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi



Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico ed Acustico

Certificato N° 02/2008

Si certifica che il blocco in legno cemento ISOTEX DIII 38-14 isolato con polistirene espanso e grafite, prodotto dalla C&P Costruzioni via D'Este 5/7 42028 Poviglio (RE), è stato sottoposto al calcolo della trasmittanza termica secondo i criteri della norma UNI 10355 e della norma UNIEN ISO 6946, utilizzando un programma di calcolo ad elementi finiti validato secondo la EN 10211/1 e in base ai dati di conduttività termica dichiarati dal produttore e riportati del Rapporto di prova del CSI N. 0009/DC/TTS/07. Il calcolo è riportato nel fascicolo tecnico Isotex ed ha fornito i seguenti valori:

Conduttanza e resistenza termica del blocco:

$$U = 0,245 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 4,077 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Trasmittanza e resistenza termica della parete intonacata:

$$U = 0,233 \text{ W/m}^2\text{K} \quad R = 4,298 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Il presente certificato è rilasciato per gli usi consentiti dalla legge e non riguardo gli adempimenti relativi alla marcatura CE.

Milano 26.02.2008

Lo sperimentatore

Ing. Valeria Erba

Il presidente

Ing. Sergio Mammi