

# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

## ***Riqualficazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualficazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.***

Un edificio esistente è sottoposto a riqualficazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.2 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume condizionato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

***La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto legislativo 192/2005.***

### **1. INFORMAZIONI GENERALI**

Comune di *Certaldo*

Provincia di *Firenze*

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere)

*COMPLETAMENTO IMPIANTI*

Edificio pubblico  sì  no

Edificio a uso pubblico  sì  no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)  
*Via San Donnino SNC, 50052 Certaldo (FI)*

Richiesta Permesso di Costruire n del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

*E.3-Edificio adibito ad ospedale, clinica o casa di cura ed assimilabili*

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): *ERRE.DI Società Cooperativa Sociale*

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio:

*Per. Ind. Giovannini Alessio*

Direttore(i) dei lavori degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio:

*Per. Ind. Giovannini Alessio*

Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *Per. Ind. Giovannini Alessio*

Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *Per. Ind. Giovannini Alessio*

### **2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)**

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

### 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	1865 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-0,1 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	33,4 °C

### 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

#### Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	8.651,18 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	3.821,41 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0,44 m <sup>-1</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	2.247,92 m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

#### Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	8.651,18 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	3.821,41 m <sup>2</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	2.247,92 m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

#### Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture  sì  no  
Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti:

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture  sì  no  
Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

*Non si prevedono sistemi di climatizzazione passiva per le coperture, poichè data la tipologia costruttiva del fabbricato non porterebbero significativi miglioramenti in rapporto all'investimento economico necessario, considerato anche che i requisiti di cui al punto 3.3.4. del DM 26/06/2015 sono già ampiamente soddisfatti dalle strutture previste.*

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare  sì  no

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale  sì  no

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

#### a) Descrizione impianto

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065)  sì  no

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi 58

Filtro di sicurezza  sì  no

#### b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria  sì  no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto  sì  no

#### Caldaia condensazione

##### Caldaia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa  sì  no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto

Combustibile utilizzato: *Metano*

Fluido termovettore: *Acqua*

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/radiatori/strisce radianti/termoconvettori/travi fredde/ventilconvettori/altro):  
*fancoil*

Valore nominale della potenza termica utile kW *84,20*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn  
Valore di progetto *97,9 %*

Rendimento termico utile al 30% Pn  
Valore di progetto *96,8 %*

#### Aermec - NRB0800°HDE°°°00

Pompa di calore :  elettrica  a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno): *aria/acqua*

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo - sonde orizzontali/ suolo - sonde verticali/altro): *aria*

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro): *acqua*

Potenza termica utile riscaldamento: *216,50*

Potenza elettrica assorbita: *51,93*

Coefficiente di prestazione (COP): *4,169*

Indice di efficienza energetica (EER): *3,110*

#### c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Intermittente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Termostati ambienti in ogni locale*

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati): *Comando centralizzato*

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *Non presente*

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

*All'interno di ogni locale sono previsti termostati ambienti a parete per la gestione dell'impianto radiante e dei fancoil, mentre per ogni radiatore sono previste valvole termostatiche a bordo - per le specifiche tecniche si rimanda alle tavole di progetto allegate*

#### **d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)**

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo:

#### **e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Numero di apparecchi (quando applicabile), tipo, potenza termica nominale (quando applicabile)

*Si rimanda alle tavole di progetto allegate dove sono evidenziate le specifiche tecniche degli apparecchi.*

#### **f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

*Non Presenti*

#### **g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)**

Descrizione e caratteristiche principali

*Trattamento acqua considerato attraverso addolcitore a scambio ionico - vedi tavole di progetto allegate per specifiche tecniche considerate*

#### **h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

*Sono stati previsti materiali elastomerici con specifiche tecniche in funzione della posa delle tubazioni in riferimento alla tabella del D.P.R.412/93 riportata anche sulle tavole di progetto allegate*

#### **i) Schemi funzionali degli impianti termici**

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

### **5.2 Impianti fotovoltaici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

*- nr. 1 impianto fotovoltaico*

### **5.3 Impianti solari termici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

*non presente*

### **5.4 Impianti di illuminazione**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

*Impianto d'illuminazione con corpi illuminanti a risparmio energetico.*

## 5.5 Altri impianti

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato

## 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

#### C.02 - copertura nuova - 30 cm

- Tipo involucro: *Copertura*
- Trasmittanza ante operam: (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza post operam : 0,25 (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza periodica Y<sub>IE</sub> (p.o.): 0,06 (W/m<sup>2</sup>K)

#### C.02 - copertura nuova - 30 cm

- Tipo involucro: *Struttura esterna che delimita locali non riscaldati*
- Trasmittanza ante operam: (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza post operam : 0,25 (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza periodica Y<sub>IE</sub> (p.o.): 0,06 (W/m<sup>2</sup>K)

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 1 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 2 e 3 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio

Confronto con i valori limite riportati nella tabella 4 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del fattore di trasmissione solare totale ( $g_{gl+sh}$ ) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est

Confronto con il valore limite del fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 5 dell'appendice B all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Vedi allegati alla presente relazione

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

- pareti verticali: 0,00 W/m<sup>2</sup>K
- solai: 0,25 W/m<sup>2</sup>K

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m<sup>2</sup>K

Verifica termoigrometrica  
(vedi allegati alla presente relazione )

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	1,11	h <sup>-1</sup>
Portata d'aria di ricambio (G)	7.178,66	m <sup>3</sup> /h

## b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m<sup>2</sup> anno, così come definiti al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): --- W/m<sup>2</sup>K;  
 $H'_{T,L}$ : coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): **0,68 W/m<sup>2</sup>K**;
- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **1,9889**;  
 $\eta_{H,limite}$  efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **0,7329**;  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  *POSITIVA*
- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,8457**;  
 $\eta_{C,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,8368**;  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  *POSITIVA*
- $\eta_W$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,6691**;  
 $\eta_{W,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,4464**;  
Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  *POSITIVA*

## c) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{p,del}$ ): 260.092 kWh
- energia rinnovabile ( $E_{p,gl,ren}$ ): 76.998 kWh
- energia esportata ( $E_{p,exp}$ ): 0 kWh
- energia rinnovabile in situ: 35.940 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $E_{p,gl,tot}$ ): 337.091 kWh

## d) Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza

Schede in allegato

## 7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

## 8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i)' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *Per. Ind. Giovannini Alessio*, iscritto a *Collegio Periti Industriali* provincia di *Firenze* n° iscrizione *2493* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data 28/04/2017

Per. Ind. Giovannini Alessio

---

## A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

### M.01.1 - parete esterna - 29 cm

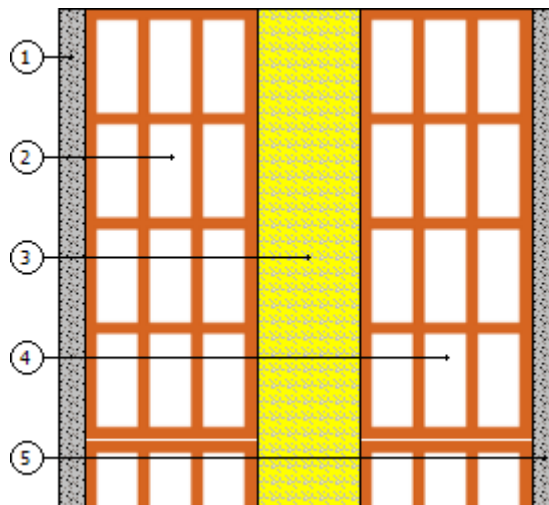
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
3	Isolparma - Isoplan EPS 100	6,0	0,035		29	4	1,714
4	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
5	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		29,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,407	Resistenza termica totale	2,458
---	-------	---------------------------	-------

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,407
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	8,562
Smorzamento	0,441
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	58,468

Massa superficiale: 157,74 kg/m<sup>2</sup>





### M.01.1 - parete esterna - 29 cm

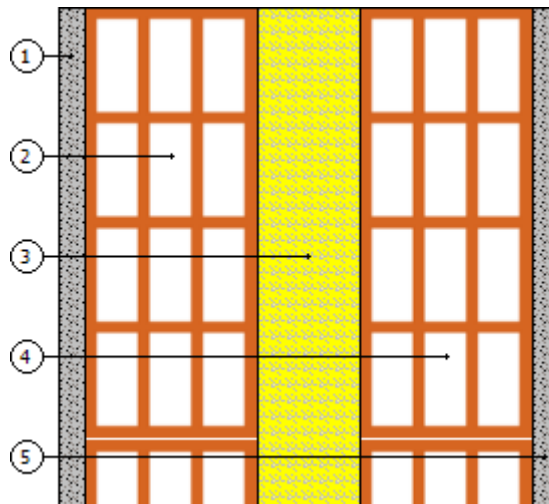
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
3	Isolparma - Isoplan EPS 100	6,0	0,035		29	4	1,714
4	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
5	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		29,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,407	Resistenza termica totale	2,458
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,407
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_E$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	8,562
Smorzamento	0,441
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	58,468

Massa superficiale: 157,74 kg/m<sup>2</sup>



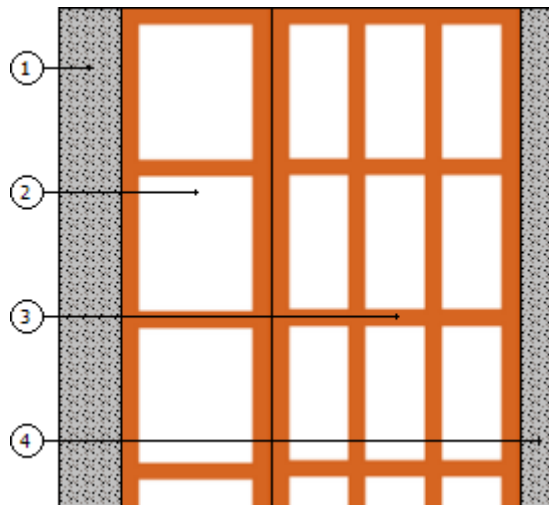
### M.01.2 - parete esterna - 20 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,5	0,900		1.800	9	0,028
2	Tavelloni per divisori di laterizio (250*60*1200) spessore 60	6,0		7,692	667	21	0,130
3	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
4	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		20,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,628	Resistenza termica totale	0,614

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	1,628
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,128
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	5,149
Smorzamento	0,693
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	62,252

Massa superficiale: 118,02 kg/m<sup>2</sup>



### M.01.2 - parete esterna - 20 cm

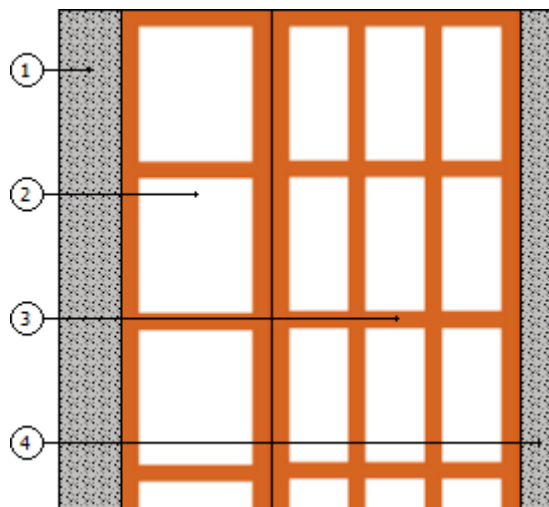
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,5	0,900		1.800	9	0,028
2	Tavelloni per divisori di laterizio (250*60*1200) spessore 60	6,0		7,692	667	21	0,130
3	Mattone forato di laterizio (250*100*250) spessore 100	10,0		3,704	780	21	0,270
4	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		20,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,628	Resistenza termica totale	0,614
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	1,628
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	1,128
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,100
Sfasamento [h]	5,149
Smorzamento	0,693
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	62,252

Massa superficiale: 118,02 kg/m<sup>2</sup>



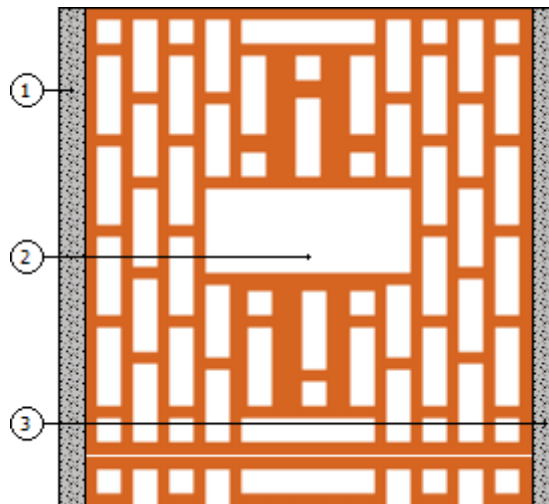
### M.02.2 - parete interna - 28 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*250*250) spessore 250 (Foratura V 46%)	25,0		1,250	796	21	0,800
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		28,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,915	Resistenza termica totale	1,093

Struttura verticale interna	
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]	0,640
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,299
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Sfasamento [h]	9,745
Smorzamento	0,327
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	54,168

**Massa superficiale:** 199,00 kg/m<sup>2</sup>



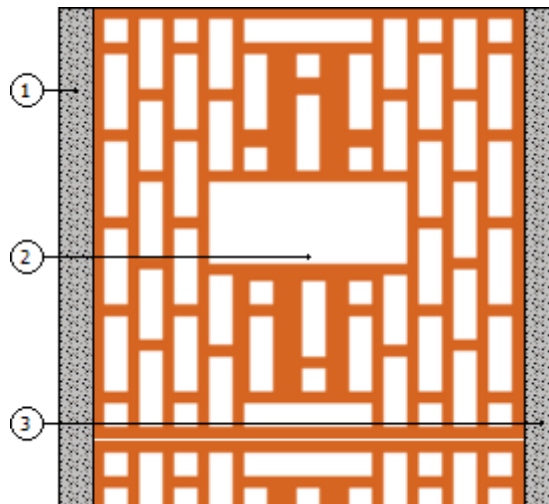
### M.02.5 - parete interna - 29 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
2	Blocco forato di laterizio (250*250*250) spessore 250 (Foratura V 46%)	25,0		1,250	796	21	0,800
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		29,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,905	Resistenza termica totale	1,104

Struttura verticale interna		
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]		0,634
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]		0,276
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Sfasamento [h]		10,216
Smorzamento		0,305
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]		56,658

**Massa superficiale:** 199,00 kg/m<sup>2</sup>



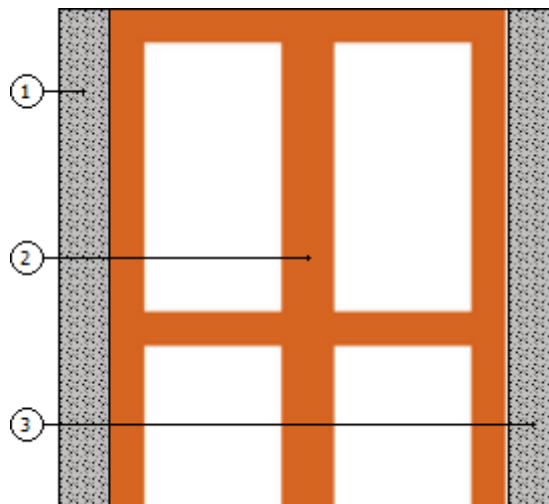
### M.02.10 - parete interna - 10 cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	0,900		1.800	9	0,011
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	0,900		1.800	9	0,011
Spessore totale		10,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	2,074	Resistenza termica totale	0,482

Struttura verticale interna		
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]		0,829
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Trasmittanza termica periodica $Y_{ie}$ [W/m <sup>2</sup> K]		1,807
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Sfasamento [h]		2,755
Smorzamento		0,871
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]		43,073

**Massa superficiale:** 62,00 kg/m<sup>2</sup>



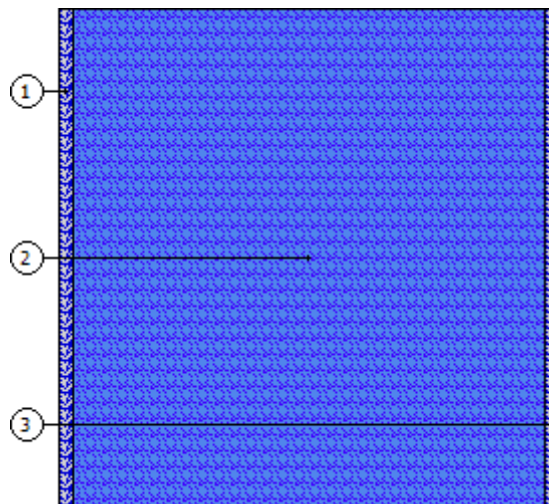
**infisso**

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Policloruro di vinile (PVC) (UNI EN ISO 10456)	0,3	0,170		1.390	0	0,015
2	Aria intercapedine flusso orizzontale 85 mm	8,5		5,423	1	193	0,184
3	Policloruro di vinile (PVC) (UNI EN ISO 10456)	0,3	0,170		1.390	0	0,015
Spessore totale		9,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	2,200	Resistenza termica totale	0,455

Struttura verticale interna		
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]		0,880
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Trasmittanza termica periodica $Y_{ie}$ [W/m <sup>2</sup> K]		2,109
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Sfasamento [h]		0,169
Smorzamento		0,959
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]		3,126

**Massa superficiale:** 7,05 kg/m<sup>2</sup>



### S.00 - solaio contro-terra

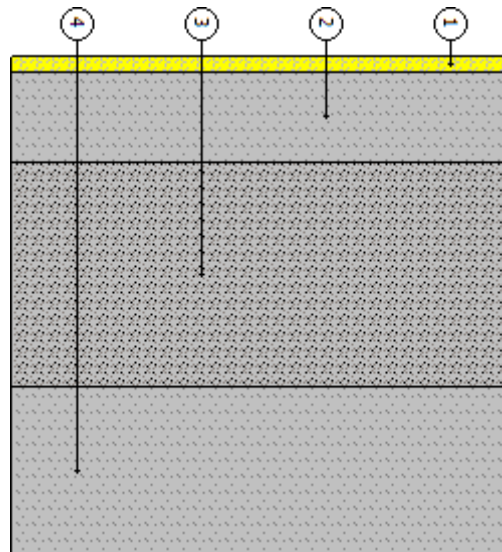
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,5	1,470		1.700	28	0,010
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	8,0	1,060		1.700	2	0,075
3	Calcestruzzo con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette (2000 kg/m <sup>3</sup> )	20,0	1,160		2.000	2	0,172
4	Ghiaia grossa senza argilla con umidità del 5%	15,0	1,200		1.700	39	0,125
Spessore totale		44,5					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,686	Resistenza termica totale	0,593
---	-------	---------------------------	-------

Basamento	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	1,686
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,225
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	12,464
Smorzamento	0,133
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	60,816

**Massa superficiale:** 816,50 kg/m<sup>2</sup>





### S.00 - solaio contro-terra

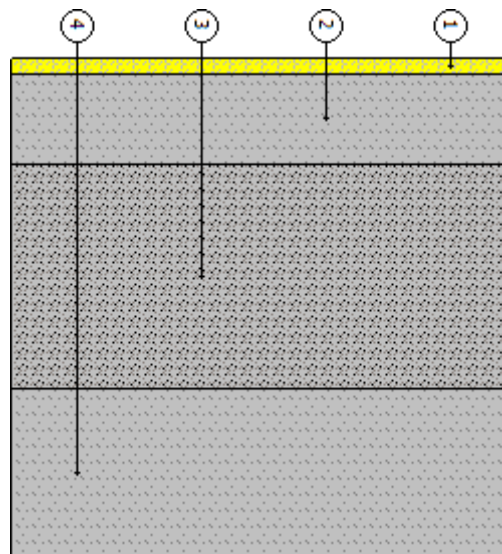
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1,5	1,470		1.700	28	0,010
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	8,0	1,060		1.700	2	0,075
3	Calcestruzzo con aggregato naturale per pareti interne o esterne protette (2000 kg/m <sup>3</sup> )	20,0	1,160		2.000	2	0,172
4	Ghiaia grossa senza argilla con umidità del 5%	15,0	1,200		1.700	39	0,125
Spessore totale		44,5					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,686	Resistenza termica totale	0,593
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	1,686
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,225
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	12,464
Smorzamento	0,133
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	60,816

**Massa superficiale:** 816,50 kg/m<sup>2</sup>



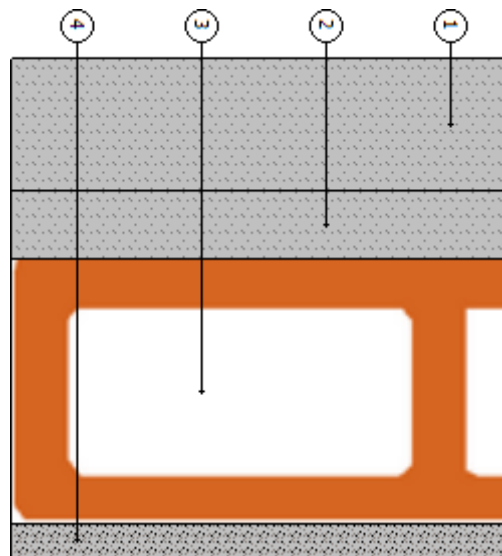
### C.01 - copertura esistente - 30 cm

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	8,0	1,060		1.700	2	0,075
2	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
3	Pignatte in laterizio	16,0		4,000	600	28	0,250
4	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		30,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,966	Resistenza termica totale	0,509

Copertura	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	1,966
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,998
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	6,909
Smorzamento	0,507
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	69,921

**Massa superficiale:** 328,00 kg/m<sup>2</sup>



### C.02 - copertura nuova - 30 cm

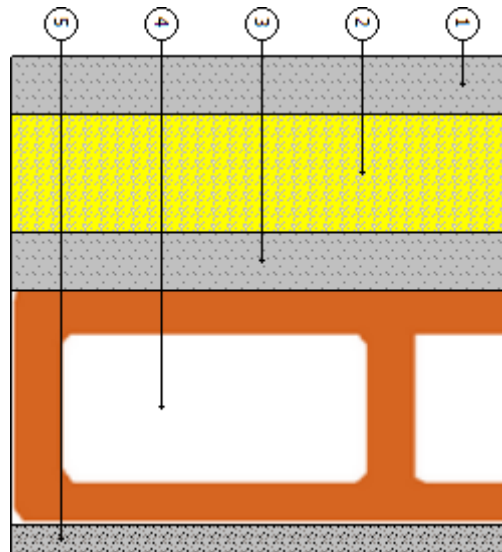
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
2	Isolparma - Isoplan PU - 80 mm	8,0		0,287	36	1	3,484
3	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
4	Pignatte in laterizio	16,0		4,000	600	28	0,250
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		34,0					

Resistenza superficiale interna	0,100
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,254	Resistenza termica totale	3,938
---	-------	---------------------------	-------

Copertura	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,254
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,280
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,058
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	9,291
Smorzamento	0,228
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	63,495

**Massa superficiale:** 290,88 kg/m<sup>2</sup>



### C.02 - copertura nuova - 30 cm

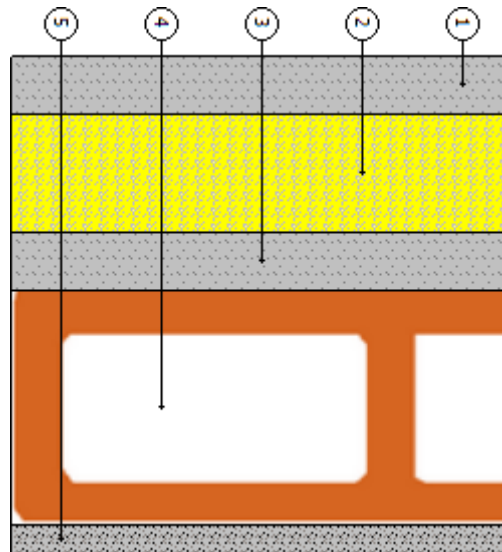
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
2	Isolparma - Isoplan PU - 80 mm	8,0		0,287	36	1	3,484
3	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
4	Pignatte in laterizio	16,0		4,000	600	28	0,250
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		34,0					

Resistenza superficiale interna	0,100
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0,254	Resistenza termica totale	3,938
---	-------	---------------------------	-------

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0,254
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,058
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0,180
Sfasamento [h]	9,291
Smorzamento	0,228
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	63,495

**Massa superficiale:** 290,88 kg/m<sup>2</sup>



### S.01 - solaio inter piano - 39 cm [1]

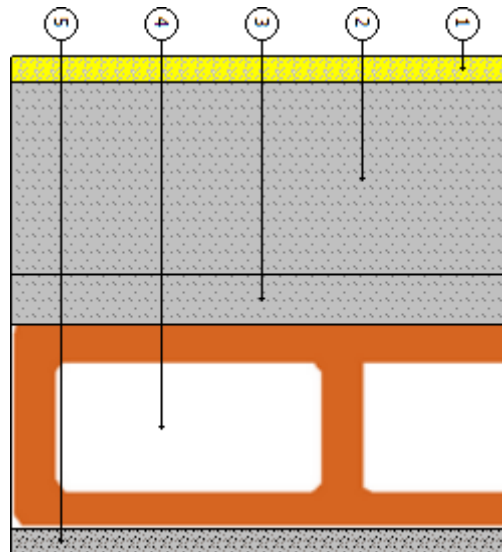
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	2,0	1,470		1.700	28	0,014
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	15,0	1,060		1.700	2	0,142
3	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
4	Pignatte in laterizio	16,0		4,000	600	28	0,250
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		39,0					

Resistenza superficiale interna	0,170
Resistenza superficiale esterna	0,170

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,269	Resistenza termica totale	0,788
---	-------	---------------------------	-------

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]	0,507
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,193
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Sfasamento [h]	11,063
Smorzamento	0,152
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	61,258

**Massa superficiale:** 481,00 kg/m<sup>2</sup>



### S.02 - solaio interpiano - 34 cm [1]

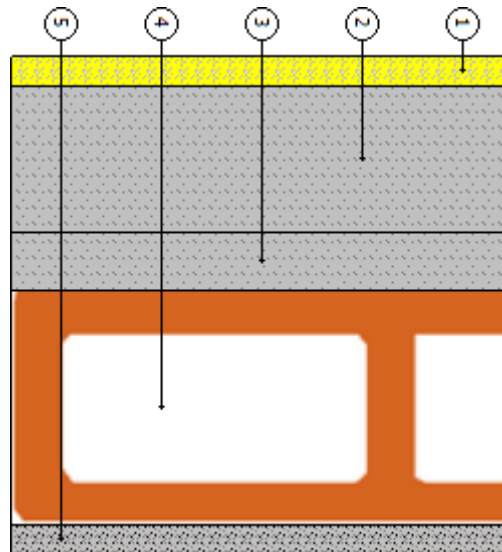
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	2,0	1,470		1.700	28	0,014
2	Massetto in calcestruzzo ordinario (1700 kg/m <sup>3</sup> )	10,0	1,060		1.700	2	0,094
3	Calcestruzzo armato (getto)	4,0	1,910		2.400	1	0,021
4	Pignatte in laterizio	16,0		4,000	600	28	0,250
5	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		34,0					

Resistenza superficiale interna	0,100
Resistenza superficiale esterna	0,100

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	1,664	Resistenza termica totale	0,601
---	-------	---------------------------	-------

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza (valore massimo della media tra struttura e ponti)[W/m <sup>2</sup> K]	1,165
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $Y_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,502
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Sfasamento [h]	8,770
Smorzamento	0,302
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	66,097

**Massa superficiale:** 396,00 kg/m<sup>2</sup>



## B. CHIUSURE TECNICHE

### B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A <sub>g</sub> m <sup>2</sup>	A <sub>f</sub> m <sup>2</sup>	l <sub>g</sub> m	U <sub>g</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> K	Ψ W/mK	U <sub>w</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>ws</sub> W/m <sup>2</sup> K	U <sub>lim</sub> W/m <sup>2</sup> K	Classe perm.
F.01 - 125x260	2,34	0,91	13,40	2,20	2,20	0,08	2,53	2,53	---	0
F.01.1 - 125x225	1,99	0,82	12,00	2,20	2,20	0,08	2,54	2,54	---	0
F.02 - 75x60	0,26	0,19	2,06	2,20	2,20	0,08	2,57	2,57	---	0
F.02.1 - 75x60	0,26	0,19	2,06	2,20	2,20	0,08	2,57	2,57	---	0
F.03 - 280x245/290	6,13	1,72	27,73	2,20	2,20	0,08	2,48	2,48	---	0
F.04 - 160x260	3,16	1,00	14,80	2,20	2,20	0,08	2,49	2,49	---	0
F.04.1 - 160x225	2,69	0,91	13,40	2,20	2,20	0,08	2,50	2,50	---	0
F.05 - 245x205/250	4,43	1,46	23,21	2,20	2,20	0,08	2,52	2,52	---	0
F.06 - 90x230 (nuova)	1,52	0,55	7,08	1,20	2,20	0,08	1,74	1,74	2,10	0
F.07 - 50x130	0,39	0,26	2,96	2,20	2,20	0,08	2,56	2,56	---	0
F.08 - 120x190/250	1,99	0,86	12,35	2,20	2,20	0,08	2,55	2,55	---	0

### B.2. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g <sub>gt+sh</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	g <sub>gt+sh,lim</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
F.06 - 90x230 (nuova)	Verticale	0,11	0,35

#### Legenda

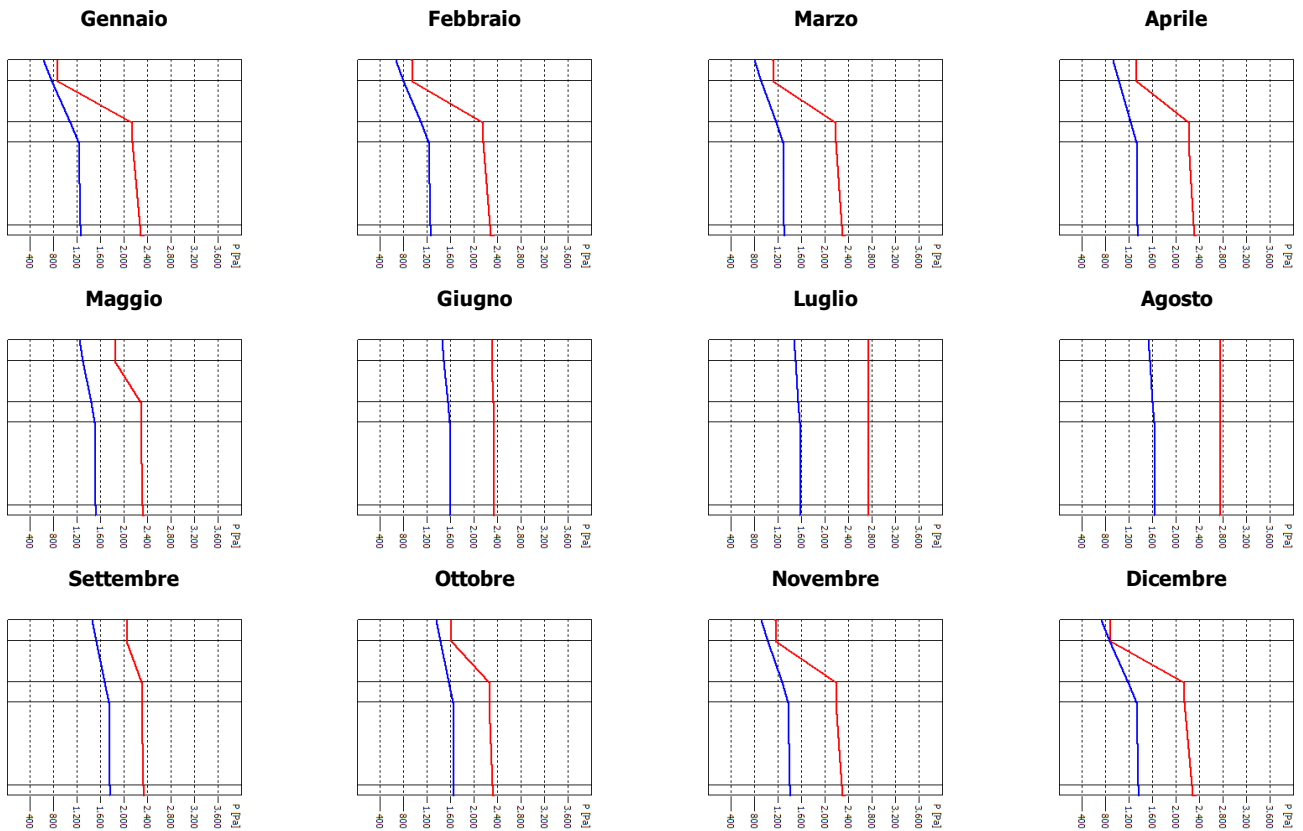
A <sub>g</sub>	Area del vetro
A <sub>f</sub>	Area del telaio
l <sub>g</sub>	Perimetro della superficie vetrata
U <sub>g</sub>	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U <sub>f</sub>	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U <sub>w</sub>	Trasmittanza termica totale del serramento
U <sub>ws</sub>	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
U <sub>lim</sub>	Trasmittanza limite
g <sub>gt+sh</sub>	Fattore di trasmissione solare totale
g <sub>gt+sh,lim</sub>	Fattore di trasmissione solare totale limite

## C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

### C.02 - copertura nuova - 30 cm

N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Calcestruzzo armato (getto)	130	4,0	0,021
2	Isolparma - Isoplan PU - 80 mm	150	8,0	3,484
3	Calcestruzzo armato (getto)	130	4,0	0,021
4	Pignatte in laterizio	7	16,0	0,250
5	Malta di calce o di calce e cemento	22	2,0	0,022
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				34,0

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>Rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20,0	1.269	4,7	626	19,6	13,9	0,6006	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.274	6,0	677	19,6	14,0	0,5681	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.314	8,4	802	19,7	14,4	0,5197	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.352	11,0	933	19,8	14,9	0,4299	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.341	16,2	1.241	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	19,7	1.561	19,7	1.461	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,5	1.575	22,5	1.475	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,6	1.632	22,6	1.532	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.557	17,8	1.457	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	18,0	1.461	14,0	1.361	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.408	9,0	917	19,7	15,5	0,5908	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.367	4,9	731	19,6	15,0	0,6718	0,0000	0,0000



f<sub>Rsi</sub> Struttura: 0,9746

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.