

PROVINCIA

PIACENZA

COMUNE

SARMATO

# AMPLIAMENTO DEL POLO DI INFANZIA DEL COMUNE DI SARMATO - VIA GUIDO MOIA



Progetto PRELIMINARE  
ai sensi art. 17 del D.P.R. 207/2010



Progetto DEFINITIVO  
ai sensi art. 24 del D.P.R. 207/2010



Progetto ESECUTIVO  
ai sensi art. 33 del D.P.R. 207/2010

## PROGETTO RELAZIONE TECNICA SECONDO ART. 28 L. 10/91 E S.M.I.

COMMITTENTE

Comune di Sarmato



Viale Resistenza n° 2  
29010 Sarmato  
Piacenza  
Tel. + 39 0523 887827  
Fax + 39 0523 887784  
E mail comune.sarmato@sintranet.legalmail.it

PROGETTISTA

STUDIO ASSOCIATO Archh. ODDI



Corso G. Matteotti n° 66  
29015 Castel San Giovanni  
Piacenza  
Tel. + 39 0523 881310  
Fax + 39 0523 881965  
E mail info@studiooddi.it

TEAM DI PROGETTAZIONE

COORDINATORE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE - Arch. Giuseppe Oddi  
PROGETTISTA ARCHITETTONICO - Arch. Giuseppe Oddi - Arch. Bruno Oddi  
PROGETTISTA STRUTTURALE - Ing. Mario Oddi  
PROGETTISTA IMPIANTI TERMO-MECCANICI E IDRICO-SANITARI - Ing. Massimo Parenti  
PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI - Ing. Niccolò Centri  
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE - Arch. Bruno Oddi

CODICE ELABORATO

RL

M

02

SCALA

-

REVISIONE  
00

DATA  
Novembre 2022

MOTIVO

ESEGUITO  
Riccardo Alberti

CONTROLLATO  
Massimo Parenti

APPROVATO  
Massimo Parenti

**EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE ED EDIFICI AD ENERGIA QUASI ZERO  
INTERVENTI DI RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE O AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI**

*Conforme alla Deliberazione Giunta Regionale del 20/07/2015, N. 967,  
aggiornata dalla Deliberazione Giunta Regionale del 25/07/2022, N. 1261*

## SEZIONE PRIMA – VERIFICA DEI REQUISITI

### 1. RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI:

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b> (art.3 comma 2 lett. a)	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione	
<input type="checkbox"/>	<b>RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI PRIMO LIVELLO</b> (art.3 comma 2 lett. b) punto i)	<input type="checkbox"/> Interventi sull'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, in qualunque modo denominati E CONTEMPORANEA ristrutturazione o nuova installazione dell'impianto termico di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio <input type="checkbox"/> <b>RISTRUTTURAZIONE RILEVANTE:</b> Intervento di ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro di edificio esistente avente superficie utile superiore a 1000 mq	
<input type="checkbox"/>	<b>AMPLIAMENTO</b> (art.3 comma 3 punto i)	Nuovo volume climatizzato con un volume lordo superiore al 15% di quello esistente, o comunque superiore a 500 m <sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> Realizzato in adiacenza o sopraelevazione all'edificio esistente  <input type="checkbox"/> Realizzato mediante mutamento di destinazione d'uso di locali esistenti	<input type="checkbox"/> Connesso funzionalmente al volume preesistente <input type="checkbox"/> Costituisce una nuova unità immobiliare <input type="checkbox"/> Servito mediante l'estensione di sistemi tecnici preesistenti <input type="checkbox"/> Dotato di propri sistemi tecnici separati dal preesistente

**DESCRIZIONE:**

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere): Ampliamento del polo d'infanzia di Sarmato con realizzazione di nuovo Nido e Materna ed aree pertinenti.

# Edificio: Edificio

## 2. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di	Sarmato	
Provincia	Piacenza	
Progetto per la realizzazione di	Ampliamento del polo d'infanzia di Sarmato	
Edificio pubblico	<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
Edificio ad uso pubblico	<input checked="" type="checkbox"/> Sì	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R n.26/04	
Sito in	Guido Moia, 1 - 29010 Sarmato	

### 2.1. TITOLO ABILITATIVO (PERMESSO DI COSTRUIRE, SCIA, CILA)

Richiesta Permesso di costruire n°	Del:
Permesso di costruire / DIA /SCIA / CIL o CIA n°	Del:
Variante Permesso di costruire / DIA /SCIA / CIL o CIA 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 categoria differenti, specificare le diverse categorie)

Numero delle unità immobiliari: 2				
Denominazione	ZONA 1 - Nido			
Classificazione	E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili			
Mappale	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
		16	552	Da definire
Denominazione	ZONA 2 - Materna			
Classificazione	E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili			
Mappale	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
		16	552	da definire

## 2.2. SOGGETTI COINVOLTI

Committente(i)	<b>Comune di Sarmato</b>
Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico dell'edificio e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	
<b>Oddi Arch. Giuseppe</b>	
Direttore(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico dell'edificio e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	
<b>Oddi Arch. Giuseppe</b>	
Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio	
<b>Oddi Arch. Giuseppe</b>	
Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	
<b>Oddi Arch. Giuseppe</b>	
Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE)	
<b>Da definire</b>	

## 2.3. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO O DEL COMPLESSO DI EDIFICI

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono descritte nei seguenti documenti, allegati alla presente relazione:

- ☒ [ X ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e individuazione dell'intervento
- ☒ [ X ] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi e mobili di protezione solare
- ☒ [ X ] Parametri relativi all'edificio di progetto e di riferimento
- ☒ [ X ] Dati relativi agli impianti termici
- ☒ [ X ] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
- ☒ [ X ] Elaborati grafici relativi all'abaco delle strutture oggetto di intervento con indicazione del rispetto dei requisiti minimi richiesti
- ☒ [ X ] Progetto dell'impianto termico di climatizzazione invernale
- ☒ [ X ] Progetto dell'impianto termico di climatizzazione estiva (se previsto)
- ☐ [ ] Altro: .....

## 2.4. EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO (NZEB)

Le caratteristiche del sistema edificio/impianti sono tali da poter classificare l'edificio come edificio ad energia quasi zero:

☒ Si ☐ No

## 3. DATI GEOMETRICI E CLIMATICI DI PROGETTO

### 3.1. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	[GG]	2552
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	[°C]	-5
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	[°C]	32,6

### 3.2. DATI GEOMETRICI E TEMPERATURE INTERNE DEL PROGETTO DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici e delle relative strutture)

Climatizzazione	U.M.	Invernale	Estiva
Volume lordo climatizzato dell'edificio, al lordo delle strutture (V)	[m³]	6.014,41	6.014,41
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	[m²]	3.429,23	3.429,23
Rapporto S/V	[m⁻¹]	0,57	
Superficie utile energetica dell'edificio	[m²]	1.066,58	1.066,58
Valore di progetto della temperatura interna	[°C]	20,00	26,00
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	[%]	58,42	58,42

### 3.3. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI EDILIZI

Descrizione dei criteri adottati per la determinazione dei volumi edilizi (cfr. art. 5 dell'Atto di coordinamento)

--

### 3.4. INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m.	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	Se SI' compilare la sezione 9
Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS)	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Se SI' compilare le sezioni 10 e 12.3.6
Adozione di materiali ad elevata riflettanza per le coperture	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Se SI' compilare la sezione 4.2
Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	
Adozione di misuratori di energia (Energy Meter).	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	Se SI' descrizione e caratteristiche principali
Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	Se NO riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato
Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	
Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S.	<input type="checkbox"/> Si	<input checked="" type="checkbox"/> No	
Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Se SI' compilare la sezione 9 Se NO documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione

## 4. CONTROLLO DELLE PERDITE PER TRASMISSIONE

(Requisito All.2 Sezione B.1)

### 4.1. COEFFICIENTE GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO

(Requisito All.2 Sezione B.1.1)

Edificio: Edificio			
Descrizione	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ( $H'_{T}$ )		Verificata
	Valore di progetto [W/(m²K)]	Valore limite [W/(m²K)]	
ZONA 1 – Nido	0,2745	0,550	SI
ZONA 2 – Materna	0,2919	0,550	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

### 4.2. TRASMITTANZA TERMICA DEI COMPONENTI EDILIZI: PARETI DI SEPARAZIONE

(Requisito All.2 Sezione B.1.2)

Non sono presenti elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti oggetto di verifica.

## 5. CONTROLLO DEGLI APPORTI DI ENERGIA TERMICA IN REGIME ESTIVO

### 5.1. ELEMENTI TECNICI DELL'INVOLUCRO STRUTTURE DI COPERTURA DEGLI EDIFICI

(Requisito All.2 Sezione A.2)

DESCRIZIONE	UNITA' IMMOBILIARE	RIFLETTANZA SOLARE		
		Valore	Limite	Verificata
Soffitto nuovo	ZONA 1 – Nido	0,70	0,65	SI
Soffitto esistente	ZONA 1 – Nido	0,70	0,65	SI
Soffitto nuovo	ZONA 2 – Materna	0,70	0,65	SI
Soffitto esistente	ZONA 2 – Materna	0,70	0,65	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

Tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture (se previste)	<input type="checkbox"/> SI'	<input checked="" type="checkbox"/> NO(*)
--	------------------------------	---

**Descrizione:** La realizzazione di un sistema di climatizzazione passiva del tetto avrebbe comportato un aggravio di costo non sostenibile nel presente appalto. Si è comunque realizzata una copertura perfettamente coibentata e con indici di riflettanza positivi ai limiti di legge.

(\*) Se "NO" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti

## 5.2. PROTEZIONE DELLE CHIUSURE MAGGIORMENTE ESPOSTE ALL'IRRAGGIAMENTO SOLARE

(Requisito All.2 Sezione B.3.1)

### 5.2.1. Adozione di schermi per le chiusure trasparenti (serramenti)

(Requisito All.2 Sezione B.3.1.a)

Riportare la descrizione dei sistemi di schermatura per le chiusure trasparenti adottate

Tende alla veneziana motorizzate esterne e tendaggi chiari interni ove necessario. Le veneziane motorizzate sono gestite da centralina in base al reale soleggiamento.

### 5.2.2. Fattore solare (g) del vetro

(Requisito All.2 Sezione B.3.1.b nel caso di chiusure trasparenti non protette da sistemi di ombreggiamento)

Valore del fattore solare $g_{gl,sh}$ per componenti finestrati				
DESCRIZIONE	UNITA' IMMOBILIARE	Fattore di trasmissione solare ( $g_{gl+sh}$ )		
		Valore	Limite	Verificata
120x68- Est	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35	SI
120x68- Ovest	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35	SI
240x120- Est	ZONA 1 - Nido	0,40	0,35	No
240x180- Est	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35	SI
534x242- Ovest	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35	SI
525x180- Sud	ZONA 2 - Materna	0,18	0,35	SI
120x120- Sud	ZONA 2 - Materna	0,33	0,35	SI
534x250- Est	ZONA 2 - Materna	0,28	0,35	SI
350x120- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,35	0,35	SI
390x370- Sud	ZONA 2 - Materna	0,18	0,35	SI
350x180- Est	ZONA 2 - Materna	0,28	0,35	SI
534x242- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35	SI
120x68- Est	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35	SI
120x68- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35	SI
80x120- Est	ZONA 2 - Materna	0,35	0,35	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

## 5.3. CONTROLLO DELL'AREA SOLARE EQUIVALENTE ESTIVA

(Requisito All.2 Sezione B.3.2)

Edificio: Edificio			
Descrizione	Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile ( $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$ )		Verificata
	Valore di progetto	Valore limite	
ZONA 1 - Nido	0,0224	0,040	SI
ZONA 2 - Materna	0,0308	0,040	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

## 5.4. PROTEZIONE DELLE CHIUSURE OPACHE

(Requisito All.2 Sezione B.3.3)

Vedi allegati alla presente relazione

## 6. VALORI LIMITE DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

(Requisito All.2 Sezione B.2.c)

<b>EP<sub>H,nd</sub></b> : Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio					
VALORE	84,135	VALORE LIMITE	85,622	VERIFICATA	SI
<b>EP<sub>C,nd</sub></b> : Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità)					
VALORE	13,202	VALORE LIMITE	17,048	VERIFICATA	SI
<b>EP<sub>gl,tot</sub> = EP<sub>H,tot</sub> + EP<sub>C,tot</sub> + EP<sub>W,tot</sub> + EP<sub>V,tot</sub> + EP<sub>L,tot</sub> + EP<sub>T,tot</sub></b> : Indice di prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)					
VALORE	54,847	VALORE LIMITE	98,023	VERIFICATA	SI
<b>η<sub>H</sub></b> : Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento					
VALORE	0,930	VALORE LIMITE	0,591	VERIFICATA	SI
<b>η<sub>W</sub></b> : Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria					
VALORE	1,000	VALORE LIMITE	0,587	VERIFICATA	SI
<b>η<sub>C</sub></b> : Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità)					
VALORE	3,394	VALORE LIMITE	1,916	VERIFICATA	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

## 7. TELERISCALDAMENTO E TELERAFFRESCAMENTO

(Requisito All.2 Sezione B.4)

☒ **NON E' presente un impianto di teleriscaldamento a distanza inferiore a metri 1.000 dall'edificio**

☐ **E' presente un impianto di teleriscaldamento a distanza inferiore a metri 1.000 dall'edificio**

Se E' PRESENTE descrivere le opere edili ed impiantistiche previste necessarie al collegamento alle reti.

Se non sono state predisposte opere, riportare la motivazione della soluzione prescelta.

☐ (Se pertinente) sono state predisposte le opere murarie impiantistiche necessaria al collegamento alle reti di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento presenti

☐ È allegata alla presente relazione la certificazione di conformità UNI EN 15316 dell'impianto di teleriscaldamento

Certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria in energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio:

☐ SI' ☐ NO

Se sì indicare il protocollo ..... e i fattori di conversione .....

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore: ..... kW .....

☐ (nel caso di impianti alimentati da cogenerazione) il fattore di conversione di energia termica prodotta da cogenerazione è pari a: .....

Descrizione opere edili ed impiantistiche

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.



## 8. SISTEMI E DISPOSITIVI PER LA REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI E CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO TERMICO

### 8.1. ADOZIONE DI SISTEMI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

(Requisito All.2 Sezione B.5)

Presenza sistema di termoregolazione e contabilizzazione del calore per singola U.I.

- ☐ SI'  
☒ NO

Tipo di contabilizzazione:

- ☐ Metodo diretto  
☐ Metodo indiretto

- ☒ L'impianto di climatizzazione invernale è dotato di un sistema per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone termiche
- ☐ Sono installati sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata conformemente a quanto previsto all'articolo 9 del Dlgs 102/2014 (ad esclusione degli ampliamenti serviti mediante estensione dei sistemi tecnici preesistenti)

Riportare la descrizione dei sistemi di regolazione e contabilizzazione degli impianti termici adottati

Impianti autonomi per Nido e Materna, contabilizzazione non necessaria.

### 8.2. DOTAZIONE SISTEMI BACS

(Requisito All.2 Sezione B.5 comma 3)

Specifiche UNI EN 15232 (**)	Classe di progetto	Classe minima richiesta	(verifica, barrare)		
Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici	B	B	<input type="checkbox"/> N.A. (*)	<input checked="" type="checkbox"/> SI'	<input type="checkbox"/> NO

(\*) N.A. (non applicabile)

(\*\*) Specifiche:

- Per gli edifici esistenti soggetti ad interventi di ristrutturazione importante di cui all'art. 3 comma 2 lett. b) punto i dell'Atto, gli obblighi di cui al comma 3 sono limitati ai sistemi tecnici interessati dall'intervento.
- Per gli ampliamenti di cui all'art. 3 comma 3 punto i dell'Atto, gli obblighi di cui al comma 3 si applicano solamente nel caso che i servizi energetici necessari per l'ampliamento realizzato siano forniti mediante sistemi tecnici appositamente installati, indipendenti da quelli dell'edificio preesistente.

Riportare la descrizione dei dispositivi per la gestione ed il controllo degli edifici BACS previsti

Controllo della ventilazione di entrambi gli impianti basata sulla portata fissa, di tipo temporizzato in base agli orari di utilizzo degli asili.  
 Impianto ad espansione diretta con set point della temperatura variabile grazie alla rilevazione della temperatura esterna.  
 Tendaggi di tipo motorizzato con controllo automatico tramite centralina.  
 Rilevamento automatico di presenza persone riguardo l'impianto elettrico di illuminazione.

### 8.3. CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO TERMICO - EDIFICI PUBBLICI

(Requisito All.2 Sezione B.6)

Riportare la descrizione dell'impianto termico centralizzato per la climatizzazione invernale ed estiva (per gli edifici pubblici o ad uso pubblico)

Impianti autonomi a servizio dell'Asilo e della Materna. Riscaldamento e raffrescamento tramite impianti VRF ad espansione diretta con terminali tipo high wall e cassetta. Ricambio d'aria fatto mediante recuperatori di calore a doppio flusso collocati sulla copertura, con batterie elettriche di post- riscaldamento a supporto in caso di necessità e/o richiesta degli utilizzatori.

## 9. DOTAZIONE MINIMA DI ENERGIA PRODOTTA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

(Requisito All.2 Sezione B.7)

Ai sensi dell'art.8 comma 7-bis copia della presente sezione della Relazione Tecnica deve essere trasmessa al GSE ai fini del monitoraggio del conseguimento degli obiettivi in materia di fonti rinnovabili di energia e al fine di alimentare il Portale per l'efficienza energetica degli edifici di cui all'articolo 4-quater del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

**Ambito di applicazione del requisito(\*):**

- ☒ Edifici di nuova costruzione  
☐ Edifici esistenti soggetti ad interventi di ristrutturazione rilevante  
☐ Edificio non incluso nelle casistiche precedenti, pertanto IL PRESENTE REQUISITO NON SI APPLICA

(\*) Il requisito si applica esclusivamente:

- a) agli edifici di nuova costruzione di cui all'art. 3 comma 2 lett. a) dell'Atto;  
 b) agli edifici esistenti soggetti ad interventi di ristrutturazione rilevante, ovvero edifici aventi superficie utile superiore a 1000 metri quadrati soggetti a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro.

### 9.1. DOTAZIONE MINIMA DI ENERGIA TERMICA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

(Requisito All.2 Sezione B.7.1)

#### 9.1.1. Impianti a fonti rinnovabili per la sola produzione di acqua calda sanitaria (produzione di energia termica da FER)

Descrizione impianto: Pompe di calore aria-acqua con accumulo da 200 litri per la produzione di ACS. Circuiti di ricircolo sanitario con programmazione a tempo in base agli orari di funzionamento degli asili.

(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)

Specifiche	Valore	u.m.	Verificata
A - Fabbisogno di energia primaria annuo da fonti rinnovabili per la produzione di ACS	4.526,41	KWh	SI
B - Fabbisogno di energia primaria annuo per la produzione di ACS	4.528,68	KWh	
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo (A / B)	99,95	%	

(\*) N.A. (non applicabile)

### 9.1.2. Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria il riscaldamento e il raffrescamento (produzione di energia termica da FER)

**Descrizione impianto**

Riscaldamento e raffrescamento tramite impianti VRF ad espansione diretta con terminali tipo high wall e cassetta. Ricambio d'aria fatto mediante recuperatori di calore a doppio flusso collocati sulla copertura, con batterie elettriche di post- riscaldamento a supporto in caso di necessità e/o richiesta degli utilizzatori. I consumi elettrici di tali impianti sono sopperiti dalla presenza di impianti fotovoltaici sulla copertura.

*(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)*

Specifiche	Valore	u.m.	Verificata
A - Fabbisogno di energia primaria annuo da fonti rinnovabili per la produzione di ACS, il riscaldamento e il raffrescamento	34.308,80	KWh	SI
B - Fabbisogno totale annuo di energia primaria, da fonti rinnovabili e non rinnovabili, per la produzione di ACS, il riscaldamento e il raffrescamento	34.362,70	KWh	
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo (A / B)	99,84	%	

(\*) N.A. (non applicabile)

- ☒ I limiti, di cui ai punti precedenti, sono soddisfatti tramite impianti da fonti rinnovabili che NON producono esclusivamente energia elettrica utilizza per la produzione diretta di energia termica (effetto Joule) per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.
- ☐ I pannelli solari termici sono aderenti o architettonicamente integrati nei tetti medesimi.

### 9.1.3. Condizioni e sistemi alternativi/compensativi per il soddisfacimento del requisito

*(Allegato 2 Sezione B.7.1 punto 5)*

Descrivere i sistemi compensativi adottati ai fini del soddisfacimento dei requisiti minimi di produzione di energia termica da FER

**Descrizione impianto**

*(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)*

### 9.1.4. Requisiti dei generatori di calore ai fini del riconoscimento della quota FER, nel caso di generatori ALIMENTATI A BIOMASSE COMBUSTIBILI (compilare solo se presente)

*(Allegato 2 Sezione A.5.1)*

**a) Requisiti degli impianti alimentati da biomasse combustibili**

- ☐ I valori del rendimento termico utile nominale, i limiti di emissione e le tipologie di biomasse combustibili, rispettano i valori limiti previsti nel caso di utilizzo di generatori a biomassa, come riportato nella successiva sezione 12 della presente relazione tecnica

**b) Rispetto del valore di trasmittanza termica U delle strutture edilizie**

- ☐ I valori di trasmittanza termica delle strutture edilizie opache e trasparenti rispettano i limiti previsti nel caso di utilizzo di generatori a biomassa, come riportato alla precedente sezione 4.1 della presente relazione tecnica.

### 9.1.5. Requisiti dei generatori di calore ai fini del riconoscimento della quota FER, nel caso di POMPE DI CALORE (compilare solo se presente)

(Allegato 2 Sezione A.5.2)

Pompa di calore (denominazione)		Tipologia di alimentazione (gas/elettrica)	Valore SPF	Valore SPF, limite per FER	Verificata	ERES(*) (kWh/anno)
PUHY-P200YNW-A1	Riscaldamento	Energia elettrica	10,53	2,53	SI	7.107,70
PUHY-P250YNW-A1	Riscaldamento	Energia elettrica	10,43	2,53	SI	10.261,70
TWMBS2202A	Acqua calda sanitaria	Energia elettrica	12,20	2,53	SI	1.662,35
TWMBS2202A	Acqua calda sanitaria	Energia elettrica	12,20	2,53	SI	2.493,53

(\*) ERES = Quantità di energia rinnovabile attribuibile alla pompa di calore, espresso in kWh/anno

- ☒ L'energia da pompa di calore E' da considerarsi energia da fonti rinnovabili  
☐ L'energia da pompa di calore NON E' da considerarsi energia da fonti rinnovabili

## 9.2. DOTAZIONE MINIMA DI POTENZA ELETTRICA DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

(Requisito All.2 Sezione B.7.2)

### 9.2.1. Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica da FER

Descrizione impianto  
Sono presenti 2 impianti distinti per la produzione di energia elettrica da pannelli fotovoltaici : 1 impianto è a servizio del Nido e 1 impianto è a servizio della Materna. La potenza complessiva rispetta quanto richiesta dalla attuale normativa energetica regionale.

(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)

DESCRIZIONE	PERCENTUALI DI COPERTURA		
	Valore	Limite	Verificata
Potenza elettrica installata degli impianti alimentati da fonti rinnovabili [kW]	78,98	78,10	SI

(\*) N.A. (non applicabile)

### 9.2.2. Condizioni e sistemi alternativi/compensativi per il soddisfacimento del requisito

(Requisito All.2 Sezione B.7.2 punto 5)

Descrivere i sistemi compensativi adottati ai fini del soddisfacimento dei requisiti minimi di produzione di energia elettrica da FER

Descrizione impianto

(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)

## 9.3 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DA FONTI RINNOVABILI IN RAPPORTO ALLA FATTIBILITA' TECNICA (DA COMPILARE IN CASO DI IMPOSSIBILITA' TECNICA)

(Allegato 2 Sezione B.7.3 punto 7)

Descrizione	Valore di progetto effettivamente raggiunto	u.m	Verificata
Valore di energia primaria non rinnovabile, calcolato per la somma dei servizi di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva e produzione di acqua calda sanitaria ( $EP_{H,C,W,nren}$ )	0,05	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	SI
Valore di energia primaria non rinnovabile limite ( $EP_{H,C,W,nren,limite}$ ) calcolato secondo quanto previsto allegato 2 Sezione B.7.3 comma 7	55,47	kWh/(m <sup>2</sup> anno)	

Descrivere le valutazioni concernenti il dimensionamento ottimale dell'impianto e l'eventuale impossibilità tecnica

## 10. DOTAZIONE MINIMA DI INFRASTRUTTURE PER LA RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI

(Requisito All.2 Sezione B.9 per interventi con titolo abilitativo presentato dopo il 11 marzo 2021)

### Ambito di applicazione del requisito

☐ Non residenziale con più di 10 posti auto situati all'interno o in adiacenza all'edificio

Specifiche intervento	Numero posti auto	Numero minimo (Punti di ricarica o canalizzazioni)	Verifica (barrare)		
E' installato almeno un punto di ricarica ai sensi del Dlgs 257/2016			<input type="checkbox"/> N.A. (*)	<input type="checkbox"/> SI'	<input type="checkbox"/> NO
Sono presenti le infrastrutture di canalizzazione per ALMENO un posto auto ogni cinque			<input type="checkbox"/> N.A. (*)	<input type="checkbox"/> SI'	<input type="checkbox"/> NO

(\*) N.A. (non applicabile)

☐ Residenziali con più di 10 posti auto situati all'interno o in adiacenza all'edificio

Specifiche intervento	Numero posti auto	Numero minimo (Punti di ricarica o canalizzazioni)	Verifica (barrare)		
E' installato almeno un punto di ricarica ai sensi del Dlgs 257/2016			<input type="checkbox"/> N.A. (*)	<input type="checkbox"/> SI'	<input type="checkbox"/> NO
Sono presenti le infrastrutture di canalizzazione per OGNI posto auto			<input type="checkbox"/> N.A. (*)	<input type="checkbox"/> SI'	<input type="checkbox"/> NO

(\*) N.A. (non applicabile)

Le disposizioni non si applicano in quanto:

- ☐ L'edificio è di proprietà di piccole o medie imprese, quali definite al titolo I dell'allegato della raccomandazione 2003/361/CE della Commissione europea, e da esse occupati
- ☐ E' presente un microsistema isolato e ciò comporta problemi sostanziali per il funzionamento del sistema locale di energia e stabilità della rete locale
- ☐ Il costo delle installazioni di ricarica e di canalizzazione supera il 7% del costo totale della ristrutturazione importante (riportare la descrizione in dettaglio)
- ☐ Si tratta di edificio pubblico che già rispetta i requisiti comparabili ai sensi del Dlgs 257/2016.

Descrizione impianto

(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)

## SEZIONE SECONDA – ALLEGATO INFORMATIVO

### 11. PARAMETRI RELATIVI AL FABBRICATO: EDIFICIO DI PROGETTO E DI RIFERIMENTO

(Allegato informativo)

Riportare l'elenco delle chiusure opache e trasparenti oggetto di intervento, il valore di trasmittanza di progetto ed il rispetto del valore limite. Riportare in allegato la stratigrafia ed il calcolo delle trasmittanze e dei valori termofisici.

#### 11.1. DATI TERMOFISICI DEL FABBRICATO

*(Requisiti All.2 Sez.A.1)*

##### 11.1.1. Chiusure opache verticali

- Valore di trasmittanza termica

Non sono presenti componenti verticali opachi oggetto di verifica.

##### 11.1.2. Chiusure opache orizzontali o inclinate superiori

- Valore di trasmittanza termica

Non sono presenti componenti orizzontali o inclinati opachi oggetto di verifica.

##### 11.1.3. Chiusure opache orizzontali inferiori

- Valore di trasmittanza termica

Non sono presenti componenti orizzontali o inclinati opachi oggetto di verifica.

### 11.1.4. Chiusure trasparenti

a) Valore di trasmittanza termica

Chiusure tecniche trasparenti				
DESCRIZIONE	UNITA' IMMOBILIARE	TRASMITTANZA [W/(m² K)]		
		Valore	Limite	Verificata

b) Valore del fattore di trasmissione solare totale  $g_{gl.sh}$  per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud

DESCRIZIONE	UNITA' IMMOBILIARE	(Requisiti All. 2 Sez. B.2.a)	(Requisiti All. 2 Sez. B.2.b.1)
		Fattore di trasmissione solare totale $g_{gl.sh}$ (-) edif. di progetto	fattore di trasmissione solare totale $g_{gl.sh}$ (-) edif. di riferimento
120x68- Est	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35
120x68- Ovest	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35
240x120- Est	ZONA 1 - Nido	0,32	0,35
240x180- Est	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35
534x242- Ovest	ZONA 1 - Nido	0,21	0,35
525x180- Sud	ZONA 2 - Materna	0,18	0,35
120x120- Sud	ZONA 2 - Materna	0,33	0,35
534x250- Est	ZONA 2 - Materna	0,28	0,35
350x120- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,32	0,35
390x370- Sud	ZONA 2 - Materna	0,18	0,35
350x180- Est	ZONA 2 - Materna	0,28	0,35
534x242- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35
120x68- Est	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35
120x68- Ovest	ZONA 2 - Materna	0,21	0,35
80x120- Est	ZONA 2 - Materna	0,32	0,35

## 11.2. PARAMETRI RELATIVI AGLI IMPIANTI TECNICI

(Requisito All.2 Sezione B.2.b.2)

Riportare i valori di progetto ed i dati dell'edificio di riferimento. In Allegato riportare il progetto dell'impianto termico ed i relativi rendimenti.

### 11.2.1. EFFICIENZE MEDIE $\eta_u$ DEI SOTTOSISTEMI DI UTILIZZAZIONE

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione $\eta_u$	Dati di progetto			Edificio di riferimento			Verifica
	H	C	W	H	C	W	
Distribuzione idronica	1,03	0,95	1,00	0,81	0,81	0,70	SI
Distribuzione aeraulica							N.A.
Distribuzione mista							N.A.

(\*) N.A. (non applicabile)



### 11.2.2. EFFICIENZE MEDIE $\eta_{gn}$ DEI SOTTOSISTEMI DI GENERAZIONE

Sottosistema di generazione:	Dati di progetto				Edificio di riferimento				Verificata
	H	C	W	En. elettrica in situ	H	C	W	En. elettrica in situ	
PUHY-P200YNW-A1	10,527	3,251			3,000	2,500			SI
TWBS2202A			12,197				2,500		SI
PUHY-P250YNW-A1	10,429	5,877			3,000	2,500			SI
TWBS2202A			12,197				2,500		SI

### 11.2.3. FABBISOGNI ENERGETICI DI ILLUMINAZIONE

(Requisito All.2 Sezione B.2.b.3)

Riportare il rispetto dei requisiti minimi di illuminazione, ove pertinente

Vedasi relazione tecnica del progetto elettrico.

### 11.2.4. FABBISOGNI ENERGETICI DI VENTILAZIONE

(Requisito All.2 Sezione B.2.b.4)

Fabbisogno energetico dei ventilatori installati per m<sup>3</sup> di aria movimentata

Fabbisogno energetico dei ventilatori installati per m <sup>3</sup> di aria movimentata:	Dati di progetto (E <sub>ve</sub> )		Edificio di riferimento (E <sub>ve</sub> )		Verifica
		Wh/m <sup>3</sup>		Wh/m <sup>3</sup>	
UTA NIDO		14.016.000,00			N.A.
UTA MATERNA		35.040.000,00			N.A.

(\*) N.A. (non applicabile)

Se sono presenti impianti di ventilazione meccanica, riportare in allegato la descrizione dei dispositivi

N°2 recuperatori di calore a flussi incrociati, 1 a servizio del Nido e 1 a servizio della Materna.  
 Recuperatori di calore con ventilatori dotati di inverter e gestione di portata fissa interna, con filtri in mandata e ripresa e batteria di post-riscaldamento interna.  
 Tali impianti provvedono ad effettuare il ricambio d'aria come da direttive nazionali.

### 11.2.5. ALTRI PARAMETRI

(Requisito All.2 Sezione B.2.b.5)

Riportare i dati di input e parametri relativi ai valori dell'edificio reale (se pertinenti)

--

## 12. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI TERMICI (Allegato informativo)

### 12.1. DESCRIZIONE IMPIANTO (compilare per ogni impianto termico)

Impianto tecnologico destinato ai servizi di:

- ☒ climatizzazione invernale
- ☐ climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria
- ☒ sola produzione di acqua calda sanitaria
- ☒ climatizzazione estiva
- ☒ ventilazione meccanica

#### 12.1.1. Configurazione impianto termico (tipologia)

- ☐ Impianto centralizzato
- ☒ Impianto autonomo

#### 12.1.2. Descrizione dell'impianto

Descrizione impianto (compresi i diversi sottosistemi)

*(Riportare la descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali, anche in allegato)*

#### 12.1.3. Trattamento dei fluidi termovettori negli impianti idronici

*(Allegato 2 Sezione A.3)*

Da compilarsi nel caso di nuova installazione e ristrutturazione di impianti termici o sostituzione di generatori di calore.

- ☒ in relazione alla qualità dell'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione è applicato quanto previsto alla norma UNI 8065, ed in ogni caso è previsto un trattamento di condizionamento chimico
- ☐ è presente un trattamento di addolcimento (da compilare nel caso di impianto con potenza termica maggiore di 100 kW e con acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi)

### 12.2. SPECIFICHE DEI GENERATORI DI ENERGIA TERMICA

(compilare per ogni generatore di energia termica)

- |  |   |  |
|--|---|--|
| Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria            | <input checked="" type="checkbox"/> SI' | <input type="checkbox"/> NO            |
| Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto | <input type="checkbox"/> SI'            | <input checked="" type="checkbox"/> NO |

#### 12.2.1. Generatori alimentati a combustibile liquido o gassoso (Caldaia/Generatore di aria calda)

(\*) Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

### 12.2.2. Pompe di calore

Specifiche del generatore: PUHY-P200YNW-A1	Descrizione/Valore	Unità di misura
Alimentazione	elettrica	
Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria - Aria	
Potenza termica utile riscaldamento	25,00	kW
Potenza elettrica assorbita	5,10	kW
Coefficiente di prestazione (COP)	4,900	-
Indice di efficienza energetica (EER)	4,660	-

Specifiche del generatore: TWBMS2202A	Descrizione/Valore	Unità di misura
Alimentazione	elettrica	
Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria - Acqua	
Potenza termica utile riscaldamento	2,04	kW
Potenza elettrica assorbita	0,45	kW
Coefficiente di prestazione (COP)	4,530	-
Indice di efficienza energetica (EER)		-

Specifiche del generatore: PUHY-P250YNW-A1	Descrizione/Valore	Unità di misura
Alimentazione	elettrica	
Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria - Aria	
Potenza termica utile riscaldamento	31,50	kW
Potenza elettrica assorbita	7,20	kW
Coefficiente di prestazione (COP)	4,370	-
Indice di efficienza energetica (EER)	3,920	-

Specifiche del generatore: TWBMS2202A	Descrizione/Valore	Unità di misura
Alimentazione	elettrica	
Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria - Acqua	
Potenza termica utile riscaldamento	2,04	kW
Potenza elettrica assorbita	0,45	kW
Coefficiente di prestazione (COP)	4,530	-
Indice di efficienza energetica (EER)		-

(\*) Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

### 12.2.3. Generatori alimentati a biomasse combustibili

(Allegato 2 Sezione A.3)

#### 12.2.4. Teleriscaldamento \ Teleraffrescamento

☐ I dati dell'impianto di teleriscaldamento sono riportati al precedente punto 9 della presente relazione tecnica.

#### 12.2.5. Impianti di micro – cogenerazione

(Allegato 2 sezione A.4.2 e B.7.4)

Descrivere le caratteristiche principale dell'impianto di microcogenerazione

Non presente

### 12.3. SPECIFICHE RELATIVE AI SISTEMI DI REGOLAZIONE DELL'IMPIANTO TERMICO

#### 12.3.1. Tipo di conduzione prevista

Tipo di conduzione invernale prevista:

- ☐ Continua 24 ore  
☒ Continua con attenuazione notturna  
☐ Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

- ☐ Continua 24 ore  
☐ Continua con attenuazione notturna  
☒ Intermittente

#### 12.3.2. Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente

Descrizione sintetica delle funzioni

Non presente

#### 12.3.3. Sistema di gestione dell'impianto termico

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

- ☐ Centralina climatica, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore  
☐ Altro: .....

Descrizione sintetica delle funzioni

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

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo

### 12.3.5. Sistema di regolazione automatica della temperatura delle singole zone, o nei singoli locali, con caratteristiche di uso ed esposizione uniformi

- Numero di apparecchi 7+14

Descrizione sintetica del dispositivo

Pannello di controllo con sensore di temperatura per terminali ad espansione diretta

- Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: 2

Descrizione sintetica del dispositivo

Modalità On e OFF notturna . Possibilità di attenuazione in orario di non presenza dei bambini ma degli insegnanti, il tutto gestito dal controllore dedicato.

### 12.3.6. Dotazione sistemi BACS (se presenti)

Descrizione sintetica dei dispositivi

Controllo della ventilazione di entrambi gli impianti basata sulla portata fissa, di tipo temporizzato in base agli orari di utilizzo degli asili.  
Impianto ad espansione diretta con set point della temperatura variabile grazie alla rilevazione della temperatura esterna.  
Tendaggi di tipo motorizzato con controllo automatico tramite centralina.  
Rilevamento automatico di presenza persone riguardo l'impianto elettrico di illuminazione.

## 12.4. SISTEMA DI EMISSIONE

Zona	Descrizione (*)	Tipo	Potenza termica nominale (W)	Potenza elettrica nominale (W)
Aule 1	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	High wall, cassette 4 vie, bocchette sistema aria	5.013,14	60,00
Annessi 1	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	High wall, cassette 4 vie, bocchette sistema aria	3.183,76	120,00
WC 1	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	cassette 4 vie, bocchette sistema aria	1.990,81	60,00
Annessi 2	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	High wall, cassette 4 vie, bocchette sistema aria	10.104,80	120,00
Aule 2	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C)	cassette 4 vie, bocchette sistema aria	5.373,74	80,00
WC 2	Ventilconvettori (tmedia acqua = 45°C) (altezza locali superiore ai 4 [m])	cassette 4 vie, bocchette sistema aria	3.209,82	40,00

(\*) Specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ ventilconvettori/ altro

Descrizione sintetica dei dispositivi

Terminali di tipo high wall e cassette 4 vie 60x60 cm per quanto riguarda l'impianto ad espansione diretta. Bocchette di mandata con ugelli orientabili di mandata o ad alette regolabili ( in base al locale da servire).

## 12.5. CONDOTTI DI EVACUAZIONE DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE

Descrizione e caratteristiche principali

(indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

Non presenti in quanto non ci sono generatori con combustibili.

## 12.6. SISTEMI DI TRATTAMENTO DELL'ACQUA

*(tipo di trattamento)*

Trattamento meccanico di filtrazione, chimico di dosaggio condizionanti e addolcimento.

## 12.7. SPECIFICHE DELL'ISOLAMENTO TERMICO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE

*(tipologia, conduttività termica, spessore)*

Come da normativa vigente in funzione del diametro della tubazione e del tipo di posa, in guaine polimeriche a celle chiuse con protezione dalle intemperie e dall'irraggiamento nei tratti esterni.

## 12.8. SCHEMI FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI TERMICI

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e le 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.

*Descrizione sintetica*

Generatori e recuperatori sulla copertura, distribuzione in traccia a parete, in controsoffitto, a vista e in pavimento galleggiante, controllori a parete e sicurezze a bordo dei generatori.

## 12.9. IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Nuovo impianto fotovoltaico - ZONA 1	
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 14 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 14 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Nuovo impianto fotovoltaico - ZONA 2	
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 10 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 10 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 10 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30

Orientamento	15
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 10 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15
Connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone):	grid connected
Nome del generatore parziale	Nuovo Generatore parziale 10 kW
Tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro):	Pannello monocristallino
Tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro):	Moduli moderatamente ventilati (parzialmente integrati)
Tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/altro):	su supporto metallico
Inclinazione (°)	30
Orientamento	15

## 12.10. IMPIANTI SOLARI TERMICI

Non sono presenti impianti solari termici.

## 12.11. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Vedere la relazione dell'impianto elettrico per i dettagli.

## 12.12. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO (compilare se presente)

(Allegato 2 sezione A.4.3)

Descrivere le caratteristiche principale degli impianti di sollevamento

Non presente.

- ☐ Gli ascensori e le scale mobili sono dotate di motori elettrici con livello di efficienza IE3, come definiti dell'Allegato I, punto 1, del Regolamento (CE) n.640/2009 della Commissione europea del 22 luglio 2009 e s.m.i.
- ☐ I motori sono muniti di variatore di velocità (riportare in allegato le certificazioni)

## 12.13. SISTEMI ALTERNATIVI AD ALTA EFFICIENZA ENERGETICA

(Allegato 2 sezione A.6)

Descrivere le caratteristiche dei sistemi alternativi ad alta efficienza energetica (se presenti)

## 12.14. ALTRI IMPIANTI

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

Impianto di accumulo e riuso delle acque piovane, per irrigazione delle aree verdi di nuova realizzazione.



## 12.15. CONSUNTIVI DI ENERGIA

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ ) [kWh]							
Edificio: Edificio							
ETTORE ENERGETICO	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	7.853,76	9.152,88					17.006,60

Energia rinnovabile ( $EP_{gl,ren}$ ) [kWh]							
Edificio: Edificio							
COMBUSTIBILE	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	12,44		0,55		24,16		37,15
Energia elettrica da fonte rinnovabile in-situ	6.584,61	24.716,50	841,94		58.587,50		90.730,50
Energia esportata prodotta in-situ	-2.720,39	-16.180,20	-471,95		-34.574,60		-53.947,20
Energia aero/idro/geo-termica	17.369,40		4.155,88				21.525,30
TOTALE	21.246,06	8.536,30	4.526,41		24.037,06		58.345,75

Energia esportata ( $E_{exp}$ ) [kWh]							
Edificio: Edificio							
	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia esportata	2.720,39	16.180,20	471,95		34.574,60		53.947,20
TOTALE	2.720,39	16.180,20	471,95		34.574,60		53.947,20

Fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $EP_{gl,tot}$ ) [kWh]							
Edificio: Edificio							
COMBUSTIBILE	Climatizzazione invernale	Climatizzazione estiva	Acqua calda sanitaria	Ventilazione meccanica	Illuminazione	Trasporti	TOTALE
Energia elettrica	64,08		2,81		124,41		191,30
Energia elettrica da fonte rinnovabile in-situ	6.584,61	24.716,50	841,94		58.587,50		90.730,50
Energia esportata prodotta in-situ	-2.720,39	-16.180,20	-471,95		-34.574,60		-53.947,20
Energia aero/idro/geo-termica	17.369,40		4.155,88				21.525,30
TOTALE	21.297,70	8.536,30	4.528,68		24.137,31		58.499,90

## 13. INFORMATIVA PER IL PROPRIETARIO DELL'EDIFICIO

(Ove applicabile quando un sistema tecnico per l'edilizia è installato, sostituito o migliorato)

Ai sensi dell'art. 8 comma 17 della DGR 967/2015 e s.m.i. il progettista dichiara di aver documentato e trasmesso al proprietario dell'edificio i risultati relativi all'analisi della prestazione energetica globale della parte modificata e, se dal caso, dell'intero sistema modificato.

In particolare, l'intervento:

- ☒ Comporta la modifica della classe energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare pertanto è necessario il rilascio di un nuovo attestato di prestazione energetica (nei casi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ristrutturazione importante) o revisione dell'attestato di prestazione energetica, se presente
- ☐ Non comporta una modifica della classe energetica pertanto non è necessario il rilascio di un nuovo o revisione dell'attestato di prestazione energetica.





## SEZIONE TERZA – DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Oddi Arch. Giuseppe** iscritto numero 110 all'Albo degli Architetti della Provincia di Piacenza, essendo a conoscenza delle sanzioni previste assevera sotto la propria personale responsabilità che l'intervento da realizzare

- è compreso nelle tipologie di intervento elencate nell'art. 3 della DGR 967/2015 e s.m.i.
- è conforme ai requisiti di prestazione energetica di cui all'Allegato 2 applicabili

dichiara inoltre che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle vigenti disposizioni in materia di prestazione energetica
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali
- c) il/i Direttore/i dei lavori per l'edificio e/o gli impianti termici (ove applicabile) è/sono:

Data: 11/01/2023

Timbro e Firma (del progettista)

## Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei **componenti verticali opachi** dell'involucro edilizio interessati all'intervento.
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **componenti orizzontali o inclinati** dell'involucro edilizio interessati all'intervento.
3. Trasmittanza termica degli **elementi divisorii** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche delle **chiusure tecniche trasparenti e opache**, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento.  
Classe di permeabilità dell'aria dei serramenti esterni.
5. Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio.
6. Verifica dei ponti termici.
7. Relazione CAM.

# 1) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali

## LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	$s$
Conducibilità termica del materiale	$\lambda$
Conduttanza unitaria	$C$
Massa volumica	$\rho$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_v 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	$R$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	$U_{IW}$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	$U_P$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	$U_B$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	$U_F$
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	$(*)$
Inverso della resistenza termica totale	$(**)$
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	$(***)$

### D6938 – Parete esterna sporgente

Spessore totale [cm]:	29,10	Massa superficiale [kg/m²]	99,19
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,19	Tot. [(m² · K)/W]:	5,18
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,19	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	5,18

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	2,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
mfor12	Mattoni forati 12	12,00		3,23	800,00	21,44	23,59	0,31
293	Polietilene (PE)	0,10	0,350		950,00			
10351pr osp2eps 14	EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16))	14,00	0,030		16,00	3,22	3,54	4,67
8	Malta di calce o calce cemento	1,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,01

### D18764 – Parete esterna esistente – cappotto esterno

Spessore totale [cm]:	53,50	Massa superficiale [kg/m²]	320,24
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,17	Tot. [(m² · K)/W]:	5,98
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,17	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	5,98

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02
mfor12	Mattoni forati 12	12,00		3,23	800,00	21,44	23,59	0,31
2920	Blocco forato 1.1.13/1 250	25,00		1,25	796,00	21,44	23,59	0,80
10351pr osp2eps 14	EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16))	14,00	0,030		16,00	3,22	3,54	4,67
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01

D1174 – Parete esterna – nuova costruzione			
Spessore totale [cm]:	55,50	Massa superficiale [kg/m²]:	724,34
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,14	Tot. [(m² · K)/W]:	6,90
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,14	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	6,90

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	2,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
10	Pannello di cartongesso	2,50	0,600		750,00	24,13	26,54	0,04
10351pr osp2lan avet01	Lana di vetro – feltri	7,00	0,038		30,00	193,00	212,30	1,84
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	30,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,16
10351pr osp2eps 14	EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00	0,030		16,00	3,22	3,54	4,67



## 2) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale strutture opache orizzontali dell'involucro edilizio

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	$s$
Conduktività termica del materiale	$\lambda$
Conduttanza unitaria	$C$
Massa volumica	$\rho$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_v 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	$R$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	$U_{IW}$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	$U_P$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	$U_B$
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	$U_F$
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	$(*)$
Inverso della resistenza termica totale	$(**)$
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	$(***)$

## D1173 – Pavimento flottante PVC

Spessore totale [cm]:	125,35	Massa superficiale [kg/m²]:	1.480,79
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. [(m² · K)/W]:	4,57
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	4,57

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m²C]	[W/m²C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²C/W]
2501	Quadrotte pav PVC	0,45		50,00	1.154,00	0,02	0,02	0,02
SOLFCA	Solfato di Calcio	3,50	0,287		1.700,00	2,76	3,03	0,12
300	Acciaio	0,20	52,000		7.800,00			
10228	Intercapedine aria PAV. 200mm	20,00	1,560		1,00	193,00	212,30	0,13
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	12,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,06
283	Pvc in fogli	0,20	0,160		1.400,00	0,02	0,02	0,01
10351pr osp2xps 01	XPS espanso, senza pelle	12,00	0,035		10,00	1,29	1,42	3,43
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	7,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,04
10223	Intercapedine aria PAV. 300mm	30,00	1,040		1,00	193,00	212,30	0,29
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	30,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,16
1201	Sottofondo in cls magro	10,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,11

## D1172 – Soffitto nuovo

Spessore totale [cm]:	46,10	Massa superficiale [kg/m²]:	462,44
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. [(m² · K)/W]:	4,61
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	4,61

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m²C]	[W/m²C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	2,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
3203	Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	22,00		3,03	1.214,00	21,44	23,59	0,33
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	5,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,03
mcls06	Massetto in calcestruzzo 1400	5,00	0,580		1.400,00	9,65	10,62	0,09
294	Policloruro di vinile (PVC)	0,10	0,160		1.400,00	0,02	0,02	0,01
10351pr osp2eps 18	EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	12,00	0,030		33,00	3,22	3,54	4,00

D1101 – Pavimento non flottante pvc esistente			
Spessore totale [cm]:	52,95	Massa superficiale [kg/m²]	1.145,19
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	1,15	Tot. [(m² · K)/W]:	0,87
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	1,15	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	0,87

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
2501	Quadrotte pav PVC	0,45		50,00	1.154,00	0,02	0,02	0,02
clsall01	Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	5,00	0,150		400,00	9,65	10,62	0,33
cls02	Calcestruzzo armato (getto)	15,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,08
cls02	Calcestruzzo armato (getto)	22,50	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,12
1201	Sottofondo in cls magro	10,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,11

D6669 – Soffitto esistente			
Spessore totale [cm]:	42,60	Massa superficiale [kg/m²]	296,91
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. [(m² · K)/W]:	4,60
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,22	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	4,60

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,01
solblo24a	Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	24,00		2,99	900,00	21,44	23,59	0,33
293	Polietilene (PE)	0,10	0,350		950,00			
10351pr osp2eps 18	EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	12,00	0,030		33,00	3,22	3,54	4,00
mimpbit	Membrana impermeabilizzante bituminosa	0,50	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,03
mcls06	Massetto in calcestruzzo 1400	5,00	0,580		1.400,00	9,65	10,62	0,09

### D1100 – Pavimento non flottante gres (WC)

Spessore totale [cm]:	124,10	Massa superficiale [kg/m²]:	1.537,90
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,19	Tot. [(m² · K)/W]:	5,27
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,19	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	5,27

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
pgres	Pavimentazione interna – gres	2,00	1,470		1.700,00	0,97	1,06	0,01
1319	C.l.s. in genere – dens.500	21,00	0,220		500,00	193,00	212,30	0,95
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	12,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,06
294	Policloruro di vinile (PVC)	0,10	0,160		1.400,00	0,02	0,02	0,01
10351pr osp2xps 01	XPS espanso, senza pelle	12,00	0,035		10,00	1,29	1,42	3,43
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	7,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,04
10223	Intercapedine aria PAV. 300mm	30,00	1,040		1,00	193,00	212,30	0,29
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	30,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,16
1201	Sottofondo in cls magro	10,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,11

### D1102 – Pavimento non flottante gres esistente (WC)

Spessore totale [cm]:	59,00	Massa superficiale [kg/m²]:	1.185,50
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,84	Tot. [(m² · K)/W]:	1,19
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,84	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	1,19

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
pgres	Pavimentazione interna – gres	1,50	1,470		1.700,00	0,97	1,06	0,01
clsal101	Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	10,00	0,150		400,00	9,65	10,62	0,67
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	15,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,08
clsa02	Calcestruzzo armato (getto)	22,50	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,12
1201	Sottofondo in cls magro	10,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,11

### 3) Trasmittanza termica degli elementi divisorii tra unità immobiliari

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	$s$
Conduttività termica del materiale	$\lambda$
Conduttanza unitaria	$C$
Massa volumica	$\rho$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_v 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	$R$
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	$(*)$
Inverso della resistenza termica totale	$(**)$
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	$(***)$

D1175 – Parete interna			
Spessore totale [cm]:	13,80	Massa superficiale [kg/m²]	2,10
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m² · K)]:	0,45	Tot. [(m² · K)/W]:	2,21
Tot. adottata (***) [W/(m² · K)]:	0,45	Tot. adottata [(m² · K)/W]:	2,21

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10351pr osp2lan avet01	Lana di vetro – feltri	7,00	0,038		30,00	193,00	212,30	1,84
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01

#### 4) Caratteristiche termiche delle chiusure trasparenti e opache dell'involucro edilizio

##### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Area del vetro	<b>Ag</b>
Area del telaio	<b>Af</b>
Lunghezza della superficie vetrata	<b>Lg</b>
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	<b>Ug</b>
Trasmittanza termica del telaio	<b>Uf</b>
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	<b>Ul</b>
Trasmittanza termica totale del serramento	<b>Uw</b>
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	<b>(*)</b>
Inverso della resistenza termica totale	<b>(**)</b>

120x68 – 120x68							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m² · K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m² · K)]:		1,28		Tot. [(m² · K)/W]:		0,78	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²·°C]	[W/m²·°C]	[W/m·°C]	[W/m²·°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0.54	0.28	3.12	1.10	1.30	0.03	1.28

240x120 – 240x120							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,24		Tot. [(m²·K)/W]:		0,81	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	2.16	0.72	8.32	1.10	1.30	0.03	1.24

120x120 – 120x120							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,24		Tot. [(m²·K)/W]:		0,81	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1.08	0.36	4.16	1.10	1.30	0.03	1.24

240x180 – 240x180							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,25		Tot. [(m²·K)/W]:		0,80	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	3.15	1.17	13.68	1.10	1.30	0.03	1.25



534x242 – 534x242							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m² · K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m² · K)]:		1,20		Tot. [(m² · K)/W]:		0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ui	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	10.62	2.30	27.48	1.10	1.30	0.03	1.20

48x120 – 48x120							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m² · K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m² · K)]:		1,33		Tot. [(m² · K)/W]:		0,75	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ui	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0.33	0.24	2.72	1.10	1.30	0.03	1.33

525x180 – 525x180							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m² · K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m² · K)]:		1,23		Tot. [(m² · K)/W]:		0,81	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ui	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	7.56	1.89	22.34	1.10	1.30	0.04	1.23

534x250 – 534x250							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m² · K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m² · K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m² · K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m² · K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m² · K)]:		1,20		Tot. [(m² · K)/W]:		0,83	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ui	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	11.00	2.35	28.12	1.10	1.30	0.03	1.20

350x120 – 350x120							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,24		Tot. [(m²·K)/W]:		0,81	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,14	1,06	12,28	1,10	1,30	0,03	1,24

390x370 – 390x370							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,34		Tot. [(m²·K)/W]:		0,75	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	11,28	3,15	40,72	1,10	1,80	0,03	1,34

350x180 – 350x180							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,22		Tot. [(m²·K)/W]:		0,82	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	4,95	1,35	15,88	1,10	1,30	0,03	1,22

80x120 – 80x120							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		3,86		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:		0,26	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		25,00		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:		0,04	
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m²·K)]:		1,30		Tot. [(m²·K)/W]:		0,77	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,67	0,29	3,36	1,10	1,40	0,03	1,30

## 5) Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma UNI EN ISO 13788

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

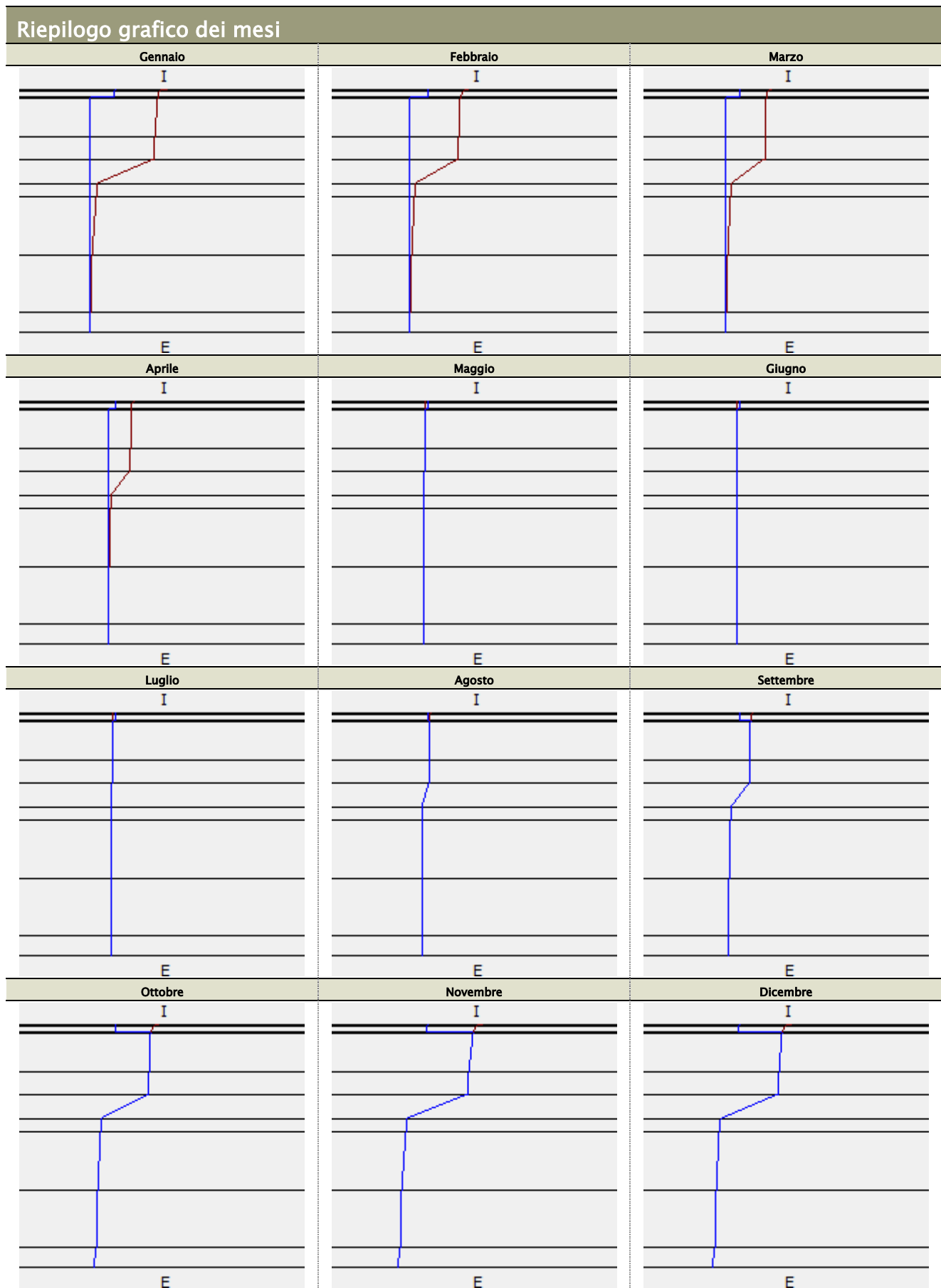
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	$M_a$	[kg/m <sup>2</sup> ]
Resistenza termica specifica	$R$	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
Temperatura	$T$	[°C]
Fattore di resistenza igroscopica	$\mu$	
Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	$R_{si}$	
Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	$R_{si,min}$	
Spessore dello strato corrente	$S$	[cm]

Pavimento flottante PVC			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K) / W]	[cm]
Quadrotte pav PVC	10000	0,02	0,45
Solfato di Calcio	70	0,122	3,5
Acciaio	2000000	0	0,2
Intercapedine aria PAV. 200mm	1	0,128	20
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,063	12
Pvc in fogli	10000	0,012	0,2
XPS espanso, senza pelle	150	3,429	12
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,037	7
Intercapedine aria PAV. 300mm	1	0,288	30
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,157	30
Sottofondo in cls magro	70	0,108	10
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9460		4,574	125,35

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsl	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg / m <sup>2</sup> ]	[kg / m <sup>2</sup> ]
Gennaio	8,5	100	20	65	1,11	1,52	15	0,5680		
Febbraio	11,3	100	20	71	1,34	1,65	17,1	0,6640		
Marzo	13	100	20	75	1,49	1,75	18,4	0,7700		
Aprile	15,9	100	20	83	1,8	1,95	20	1,0000		
Maggio	17,9	100	20	100	2,05	2,13	0			
Giugno	18,5	100	20	100	2,13	2,18	0		0,18072	0,18072
Luglio	17,7	100	20	100	2,02	2,1	0		-0,00009	0,18063
Agosto	16,5	100	20	97	1,88	2	0		-0,00043	0,18020
Settembre	13,8	100	20	87	1,58	1,8	0		-0,00104	0,17916
Ottobre	10,4	100	20	69	1,26	1,6	16,4	0,6270	-0,00206	0,17710
Novembre	7,4	100	20	63	1,03	1,48	14,3	0,5470	-0,00220	0,17490
Dicembre	8,3	100	20	65	1,1	1,51	14,9	0,5650	-0,00222	0,17268

Verifiche normative
La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato è limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .
La struttura è soggetta a rischio di formazione di muffe.

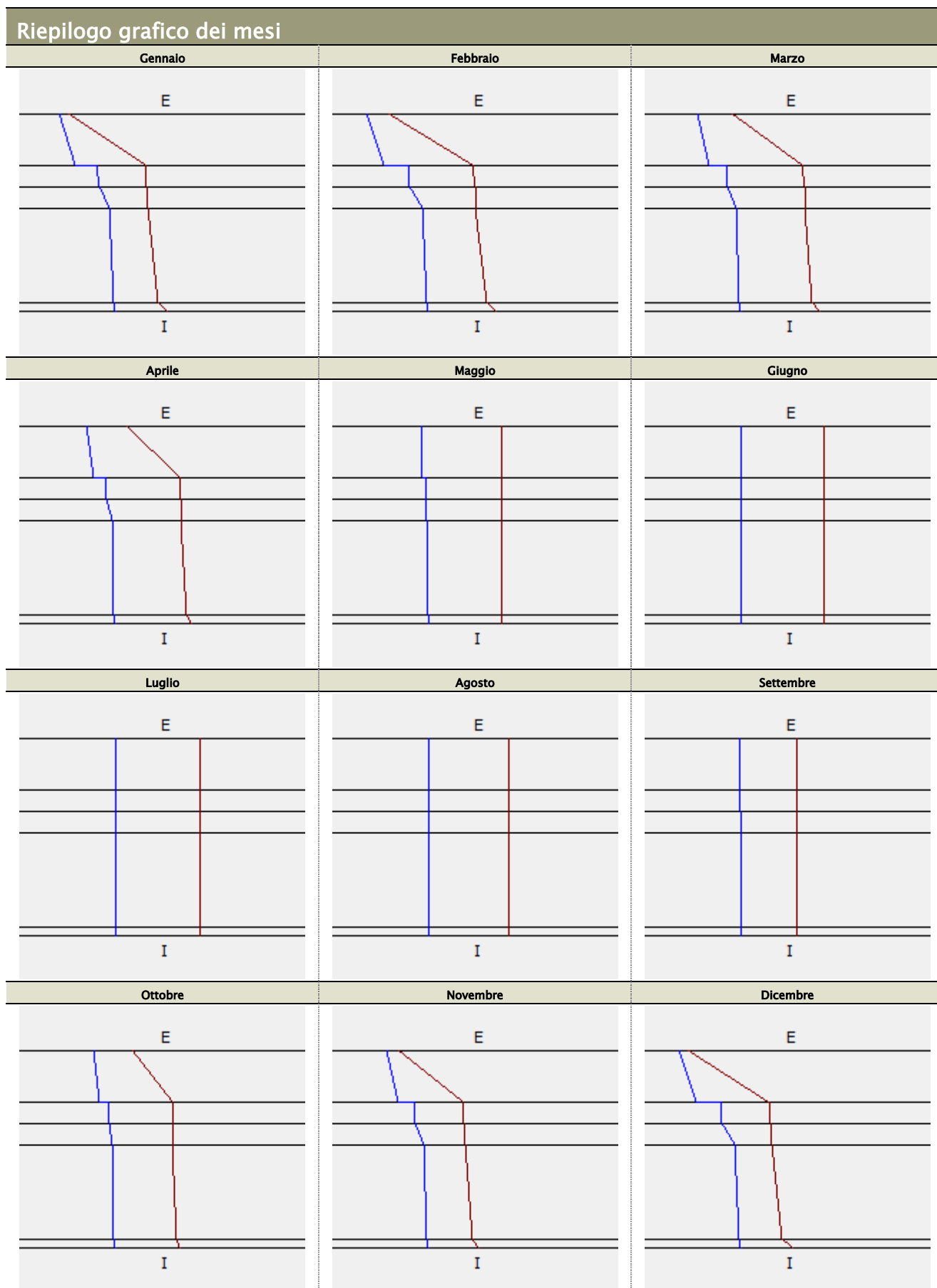
NB LE VERIFICHE INERENTI I PAVIMENTI CONTROTERRA NON SONO COERENTI CON LA REALTA' PER LIMITI DEL MODELLO DI CALCOLO NORMATIVO. L'ANALISI AD ELEMENTI FINITI DEI PONTI TERMICI CONFERMA CHE LA STRUTTURA E' PERFETTAMENTE ACCETTABILE E NON DA' LUOGO A FORMAZIONE DI CONDENSA NE' SUPERFICIALE NE' INTERSTIZIALE.



Soffitto nuovo			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,022	2
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	9	0,33	22
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,026	5
Massetto in calcestruzzo 1400	20	0,086	5
Policloruro di vinile (PVC)	10000	0,006	0,1
EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	60	4	12
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9470		4,611	46,1

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	3,4	82	20	65	0,64	1,52	14,5	0,6690		
Febbraio	3,7	63	20	58	0,5	1,36	12,6	0,5490		
Marzo	9,3	61	20	55	0,71	1,28	12,8	0,3310		
Aprile	12,7	62	20	55	0,91	1,3	13,8	0,1590		
Maggio	18,5	53	20	56	1,12	1,2	0			
Giugno	22,6	53	22,6	53	1,46	1,46	0			
Luglio	23,7	53	23,7	53	1,55	1,55	0			
Agosto	22,1	54	22,1	54	1,44	1,44	0			
Settembre	19,8	62	20	63	1,44	1,45	0			
Ottobre	14,4	67	20	59	1,09	1,39	15,3	0,1550		
Novembre	7,6	83	20	65	0,87	1,53	15,5	0,6340		
Dicembre	1,6	79	20	65	0,54	1,51	14,1	0,6780		

Verifiche normative										
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.										
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile.										
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .										
La struttura <b>non è</b> soggetta a rischio di formazione di muffe.										

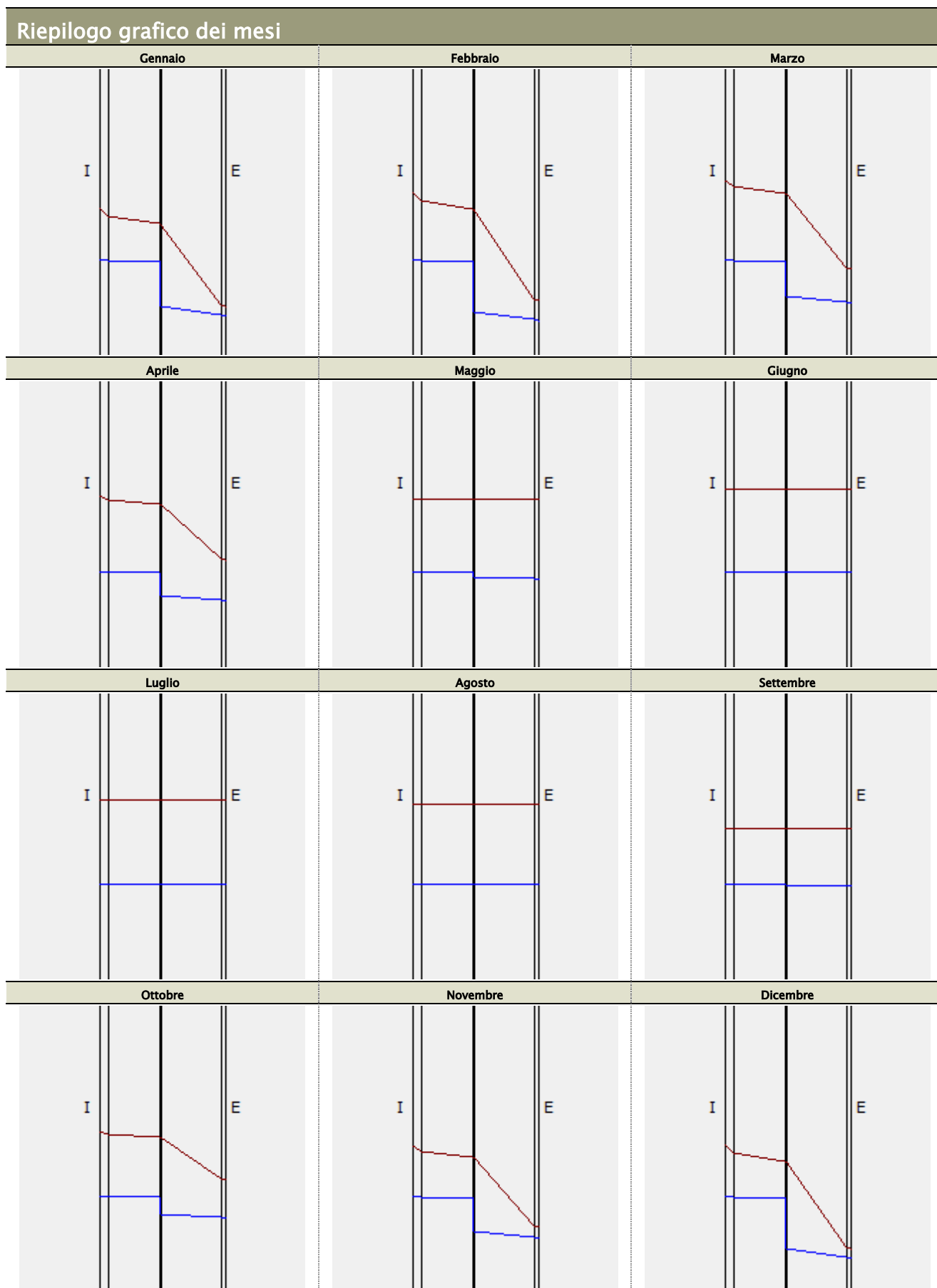


Parete esterna sporgente			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,022	2
Mattoni forati 12	9	0,31	12
Polietilene (PE)	50000	0,003	0,1
EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	60	4,667	14
Malta di calce o calce cemento	20	0,011	1
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9530		5,183	29,1

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	3,4	82	20	65	0,64	1,52	14,5	0,6690		
Febbraio	3,7	63	20	58	0,5	1,36	12,6	0,5490		
Marzo	9,3	61	20	55	0,71	1,28	12,8	0,3310		
Aprile	12,7	62	20	55	0,91	1,3	13,8	0,1590		
Maggio	18,5	53	20	56	1,12	1,2	0			
Giugno	22,6	53	22,6	53	1,46	1,46	0			
Luglio	23,7	53	23,7	53	1,55	1,55	0			
Agosto	22,1	54	22,1	54	1,44	1,44	0			
Settembre	19,8	62	20	63	1,44	1,45	0			
Ottobre	14,4	67	20	59	1,09	1,39	15,3	0,1550		
Novembre	7,6	83	20	65	0,87	1,53	15,5	0,6340		
Dicembre	1,6	79	20	65	0,54	1,51	14,1	0,6780		

Verifiche normative										
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.										
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile.										
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .										
La struttura <b>non è</b> soggetta a rischio di formazione di muffe.										

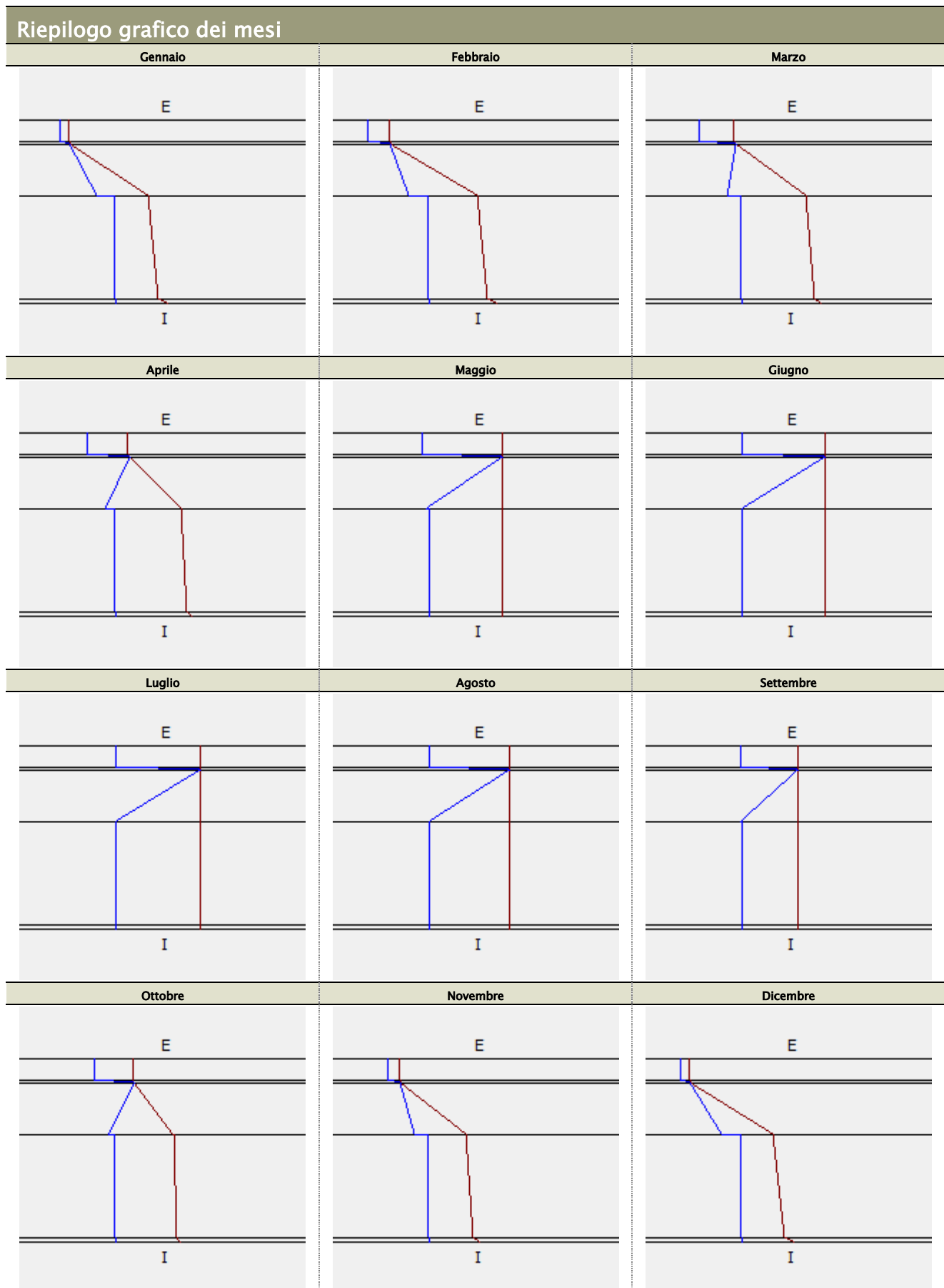




Soffitto esistente			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,011	1
Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	9	0,335	24
Polietilene (PE)	50000	0,003	0,1
EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	60	4	12
Membrana impermeabilizzante bituminosa	20000	0,029	0,5
Massetto in calcestruzzo 1400	20	0,086	5
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9470		4,604	42,6

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	7,6	83	20	65	0,87	1,53	15,5	0,6340	0,00293	0,00293
Dicembre	1,6	79	20	65	0,54	1,51	14,1	0,6780	0,00626	0,00919
Gennaio	3,4	82	20	65	0,64	1,52	14,5	0,6690	0,00549	0,01468
Febbraio	3,7	63	20	58	0,5	1,36	12,6	0,5490	0,00281	0,01749
Marzo	9,3	61	20	55	0,71	1,28	12,8	0,3310	-0,00187	0,01562
Aprile	12,7	62	20	55	0,91	1,3	13,8	0,1590	-0,00465	0,01097
Maggio	18,5	53	20	56	1,12	1,2	0		-0,01367	
Giugno	22,6	53	22,6	53	1,46	1,46	0			
Luglio	23,7	53	23,7	53	1,55	1,55	0			
Agosto	22,1	54	22,1	54	1,44	1,44	0			
Settembre	19,8	62	20	63	1,44	1,45	0			
Ottobre	14,4	67	20	59	1,09	1,39	15,3	0,1550		

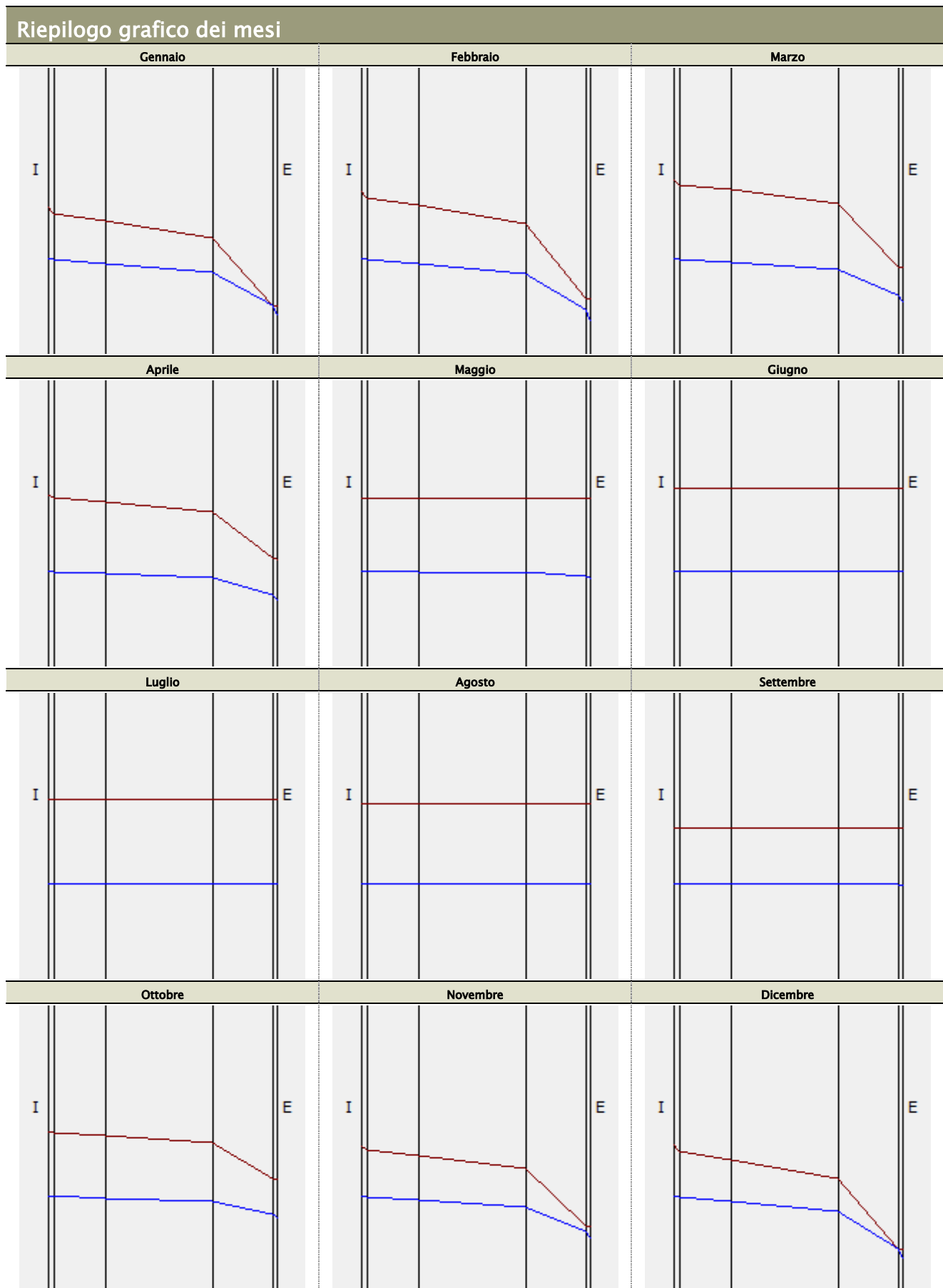
Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .
La struttura <b>non è</b> soggetta a rischio di formazione di muffe.



Parete esterna esistente – cappotto esterno			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,021	1,5
Mattoni forati 12	9	0,31	12
Blocco forato 1.1.13/1 250	9	0,8	25
EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	60	4,667	14
Piastrelle in ceramica	200	0,01	1
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9590		5,978	53,5

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	3,4	82	20	65	0,64	1,52	14,5	0,6690		
Febbraio	3,7	63	20	58	0,5	1,36	12,6	0,5490		
Marzo	9,3	61	20	55	0,71	1,28	12,8	0,3310		
Aprile	12,7	62	20	55	0,91	1,3	13,8	0,1590		
Maggio	18,5	53	20	56	1,12	1,2	0			
Giugno	22,6	53	22,6	53	1,46	1,46	0			
Luglio	23,7	53	23,7	53	1,55	1,55	0			
Agosto	22,1	54	22,1	54	1,44	1,44	0			
Settembre	19,8	62	20	63	1,44	1,45	0			
Ottobre	14,4	67	20	59	1,09	1,39	15,3	0,1550		
Novembre	7,6	83	20	65	0,87	1,53	15,5	0,6340		
Dicembre	1,6	79	20	65	0,54	1,51	14,1	0,6780		

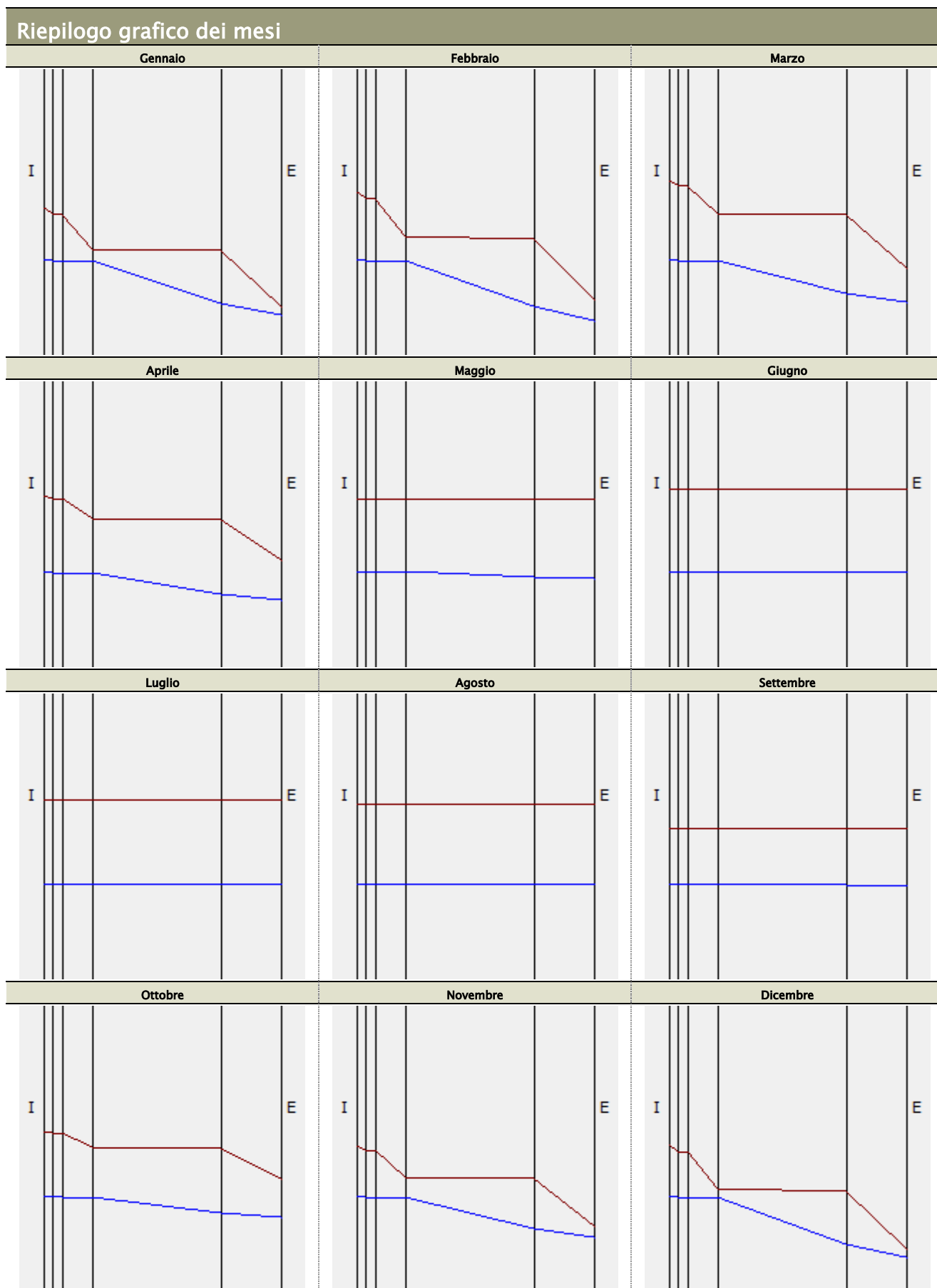
Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .
La struttura <b>non è</b> soggetta a rischio di formazione di muffe.



Parete esterna – nuova costruzione			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,022	2
Pannello di cartongesso	8	0,042	2,5
Lana di vetro – feltri	1	1,842	7
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,157	30
EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	60	4,667	14
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9640		6,9	55,5

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	3,4	82	20	65	0,64	1,52	14,5	0,6690		
Febbraio	3,7	63	20	58	0,5	1,36	12,6	0,5490		
Marzo	9,3	61	20	55	0,71	1,28	12,8	0,3310		
Aprile	12,7	62	20	55	0,91	1,3	13,8	0,1590		
Maggio	18,5	53	20	56	1,12	1,2	0			
Giugno	22,6	53	22,6	53	1,46	1,46	0			
Luglio	23,7	53	23,7	53	1,55	1,55	0			
Agosto	22,1	54	22,1	54	1,44	1,44	0			
Settembre	19,8	62	20	63	1,44	1,45	0			
Ottobre	14,4	67	20	59	1,09	1,39	15,3	0,1550		
Novembre	7,6	83	20	65	0,87	1,53	15,5	0,6340		
Dicembre	1,6	79	20	65	0,54	1,51	14,1	0,6780		

Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .
La struttura <b>non è</b> soggetta a rischio di formazione di muffe.



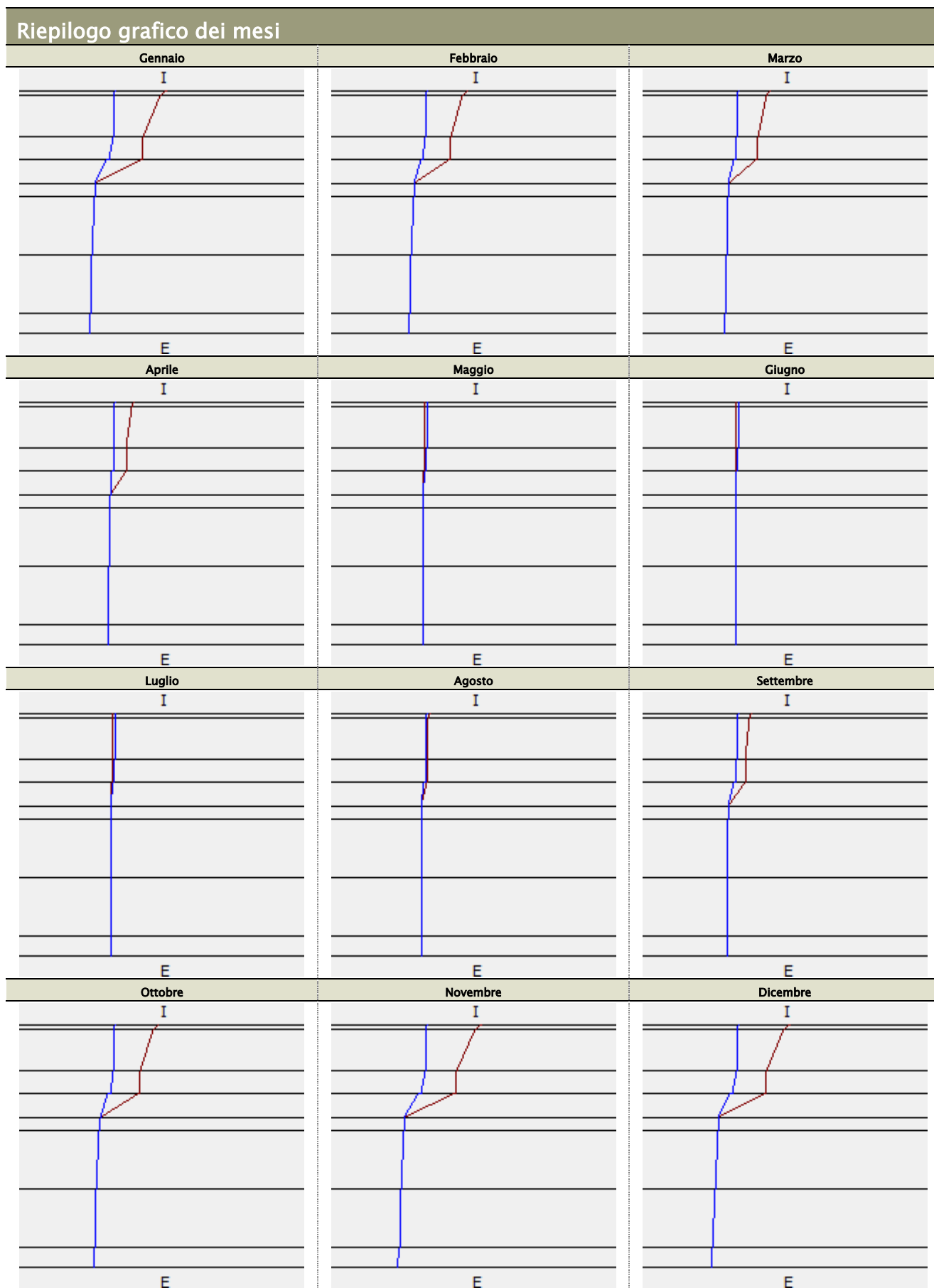
Pavimento non flottante gres (WC)			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pavimentazione interna – gres	200	0,014	2
C.I.s. in genere – dens.500	1	0,955	21
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,063	12
Policloruro di vinile (PVC)	10000	0,006	0,1
XPS espanso, senza pelle	150	3,429	12
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,037	7
Intercapedine aria PAV. 300mm	1	0,288	30
Calcestruzzo armato (getto)	100	0,157	30
Sottofondo in cls magro	70	0,108	10
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9530		5,266	124,1

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	TI	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Agosto	16,5	100	20	97	1,88	2	0		0,00088	0,00088
Settembre	13,8	100	20	87	1,58	1,8	0		0,00111	0,00198
Ottobre	10,4	100	20	69	1,26	1,6	16,4	0,6270	0,00123	0,00322
Novembre	7,4	100	20	63	1,03	1,48	14,3	0,5470	0,00215	0,00537
Dicembre	8,3	100	20	65	1,1	1,51	14,9	0,5650	0,00190	0,00727
Gennaio	8,5	100	20	65	1,11	1,52	15	0,5680	0,00185	0,00913
Febbraio	11,3	100	20	71	1,34	1,65	17,1	0,6640	0,00090	0,01002
Marzo	13	100	20	75	1,49	1,75	18,4	0,7700	0,00058	0,01060
Aprile	15,9	100	20	83	1,8	1,95	20	1,0000	0,00009	0,01069
Maggio	17,9	100	20	100	2,05	2,13	0		0,00086	0,01155
Giugno	18,5	100	20	100	2,13	2,18	0		0,00064	0,01219
Luglio	17,7	100	20	100	2,02	2,1	0		0,00086	0,01305

Verifiche normative
La struttura <u>è</u> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <u>non è</u> limitata alla quantita' rievaporabile.
La quantità di condensato <u>non supera</u> i 0.5 kg/m <sup>2</sup> .
La struttura <u>è</u> soggetta a rischio di formazione di muffe.

NB LE VERIFICHE INERENTI I PAVIMENTI CONTROTERRA NON SONO COERENTI CON LA REALTA' PER LIMITI DEL MODELLO DI CALCOLO NORMATIVO. L'ANALISI AD ELEMENTI FINITI DEI PONTI TERMICI CONFERMA CHE LA STRUTTURA E' PERFETTAMENTE ACCETTABILE E NON DA' LUOGO A FORMAZIONE DI CONDENZA NE' SUPERFICIALE NE' INTERSTIZIALE.





# RELAZIONE TECNICA

## CALCOLO DEL FLUSSO E DELLA TRASMITTANZA

### LINEICA DEI PONTI TERMICI

### VERIFICA DEL RISCHIO DI FORMAZIONE DELLE MUFFE

Comune	Sarmato
Indirizzo	Guido Moia, 1
Committente	Comune di Sarmato
Progettista	Oddi Arch. Giuseppe

#### ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **Sarmato** in data odierna al n° \_\_\_\_\_

Timbro

Data

Firma del funzionario

## Norme utilizzate

DESCRIZIONE	NORMA
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE TERMICA LINEICA - METODI SEMPLIFICATI E VALORI DI RIFERIMENTO	<b>UNI EN ISO 14683</b>
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - FLUSSI TERMICI E TEMPERATURE SUPERFICIALI - CALCOLI DETTAGLIATI	<b>UNI EN ISO 10211</b>
PRESTAZIONE IGROMETRICA DEI COMPONENTI E DEGLI ELEMENTI PER EDILIZIA - TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA PER EVITARE L'UMIDITA' SUPERFICIALE CRITICA E LA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE - METODI DI CALCOLO	<b>UNI EN ISO 13788</b>
COMPONENTI ED ELEMENTI PER EDILIZIA - RESISTENZA TERMICA E TRASMITTANZA TERMICA - METODO DI CALCOLO	<b>UNI EN 6946</b>

## Premessa

Chi si occupa di calcoli energetici o della costruzione di edifici a basso consumo energetico deve necessariamente prendere in considerazione un'accurata analisi dei ponti termici, elementi che provocano condense, muffe e dispersioni termiche. Le norme tecniche UNI TS 11300 hanno introdotto l'uso di metodi più accurati per la valutazione dei ponti termici attraverso l'utilizzo di abachi, come descritto nella norma UNI EN ISO 14683, o effettuando il calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali con metodi di calcolo dettagliati in accordo alla UNI EN ISO 10211 a cui si fa riferimento per il **calcolo ad elementi finiti** del ponte termico.

L'analisi del ponte termico agli elementi finiti consiste nella definizione delle seguenti informazioni:

- schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma, le dimensioni e la posizione dei piani di taglio adiabatici;
- le stratigrafie dei materiali che lo compongono;
- le condizioni al contorno: coefficienti di scambio termico liminare, temperatura e umidità dell'ambiente a contatto con il ponte termico.

Si può procedere quindi al calcolo che consentirà di determinare i flussi termici su ogni elemento e il flusso termico totale, le temperature interne e le temperature superficiali, le trasmittanze termiche dei singoli elementi, il coefficiente di accoppiamento termico e la **trasmittanza termica lineica  $\psi$**  del ponte termico da utilizzare per il calcolo energetico dell'edificio.

La **valutazione del ponte termico** con il metodo di **calcolo ad elementi finiti** si rende inoltre necessaria in tutti quei casi in cui la tipologia di intervento prescelta richieda la verifica dell'assenza di muffa in corrispondenza del ponte termico, in accordo alla norma UNI EN ISO 13788.

## Condizioni al contorno esterne

Località		
Comune		Sarmato
Provincia		Piacenza
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	2552
Zona climatica		E

Dal comune selezionato, si ricavano i valori medi mensili della temperatura, dell'umidità e della pressione di vapore esterna.

Valori medi mensili dei dati climatici													
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
T <sub>e</sub>	[°C]	3,40	3,70	9,30	12,70	18,50	22,60	23,70	22,10	19,80	14,40	7,60	1,60
φ <sub>e</sub>	[%]	82,0	63,3	60,9	62,0	52,6	53,1	53,0	54,0	62,4	66,6	83,9	79,2
P <sub>e</sub>	[kPa]	0,6	0,5	0,7	0,9	1,1	1,5	1,6	1,4	1,4	1,1	1,1	0,5

## Caratteristiche dei ponti termici

### Ponte termico: Angoli esterni con pilastro

Categoria	Angoli esterni
-----------	----------------

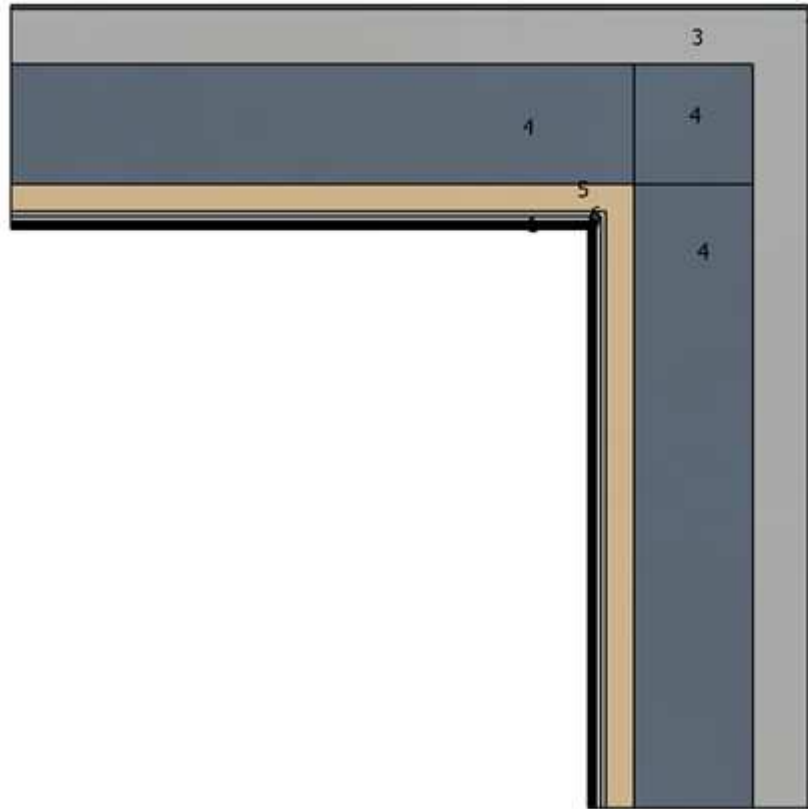
#### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Malta di calce o calce cemento	0,900
2		Piastrelle in ceramica	1,000
3		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	0,030
4		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
5		Lana di vetro – feltri	0,038
6		Pannello di cartongesso	0,600

### Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

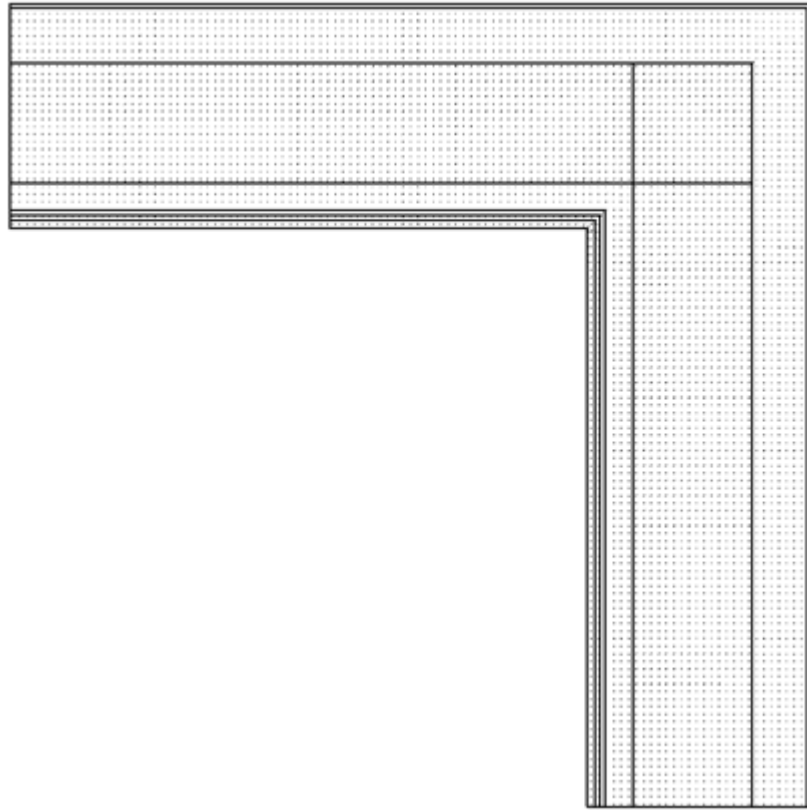


## Stratigrafie

Angoli esterni con pilastro - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Malta di calce o calce cemento	2,00
6		Pannello di cartongesso	1,25
6		Pannello di cartongesso	1,25
5		Lana di vetro - feltri	7,00
4		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
3		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00
2		Piastrelle in ceramica	1,00

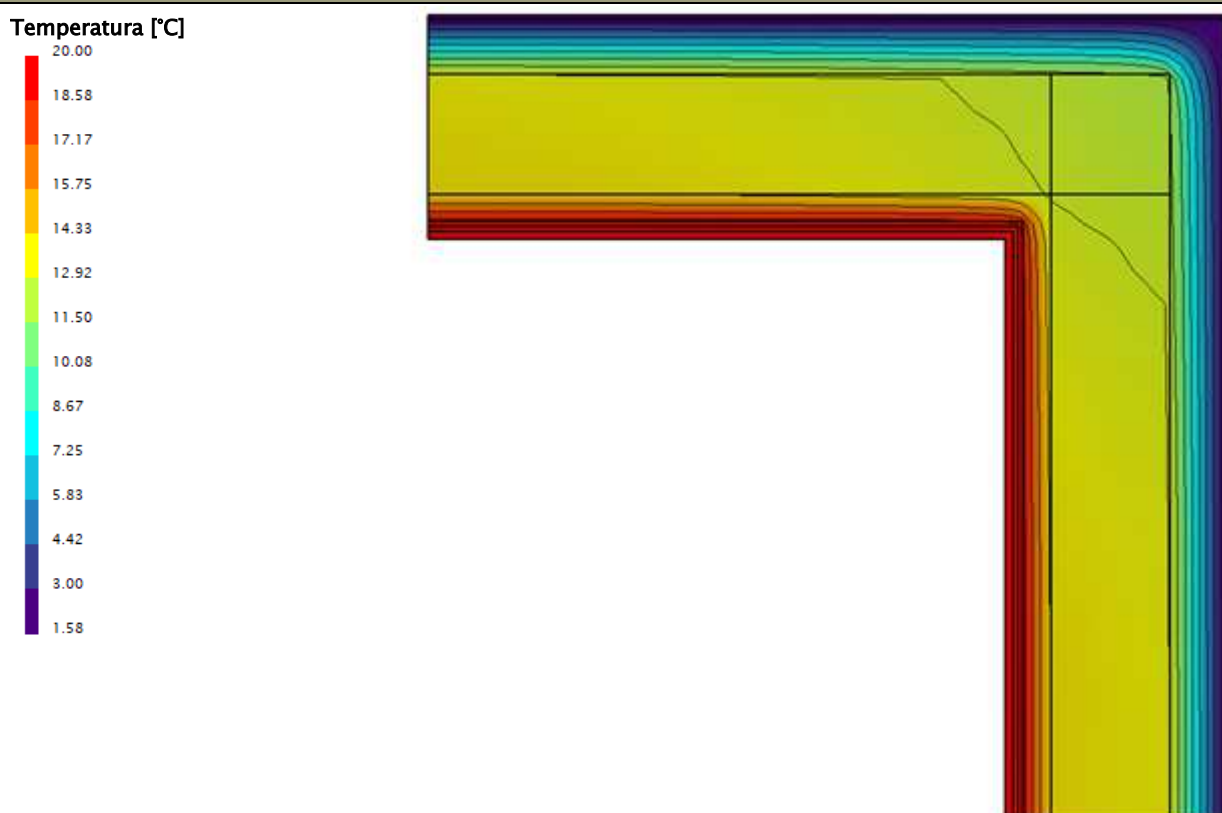


## Direzione del flusso di calore





















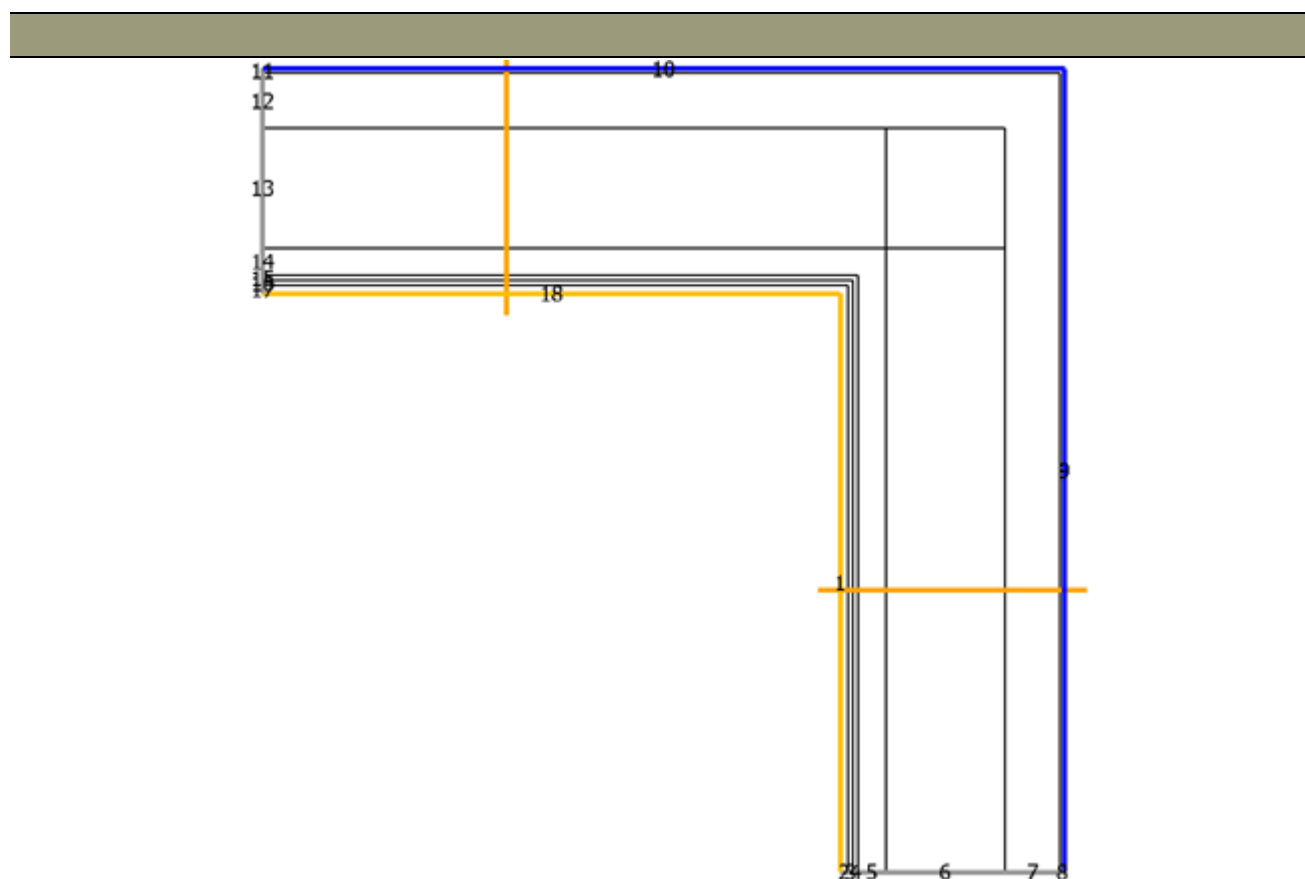
## Distribuzione delle temperature

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Interna	0,13	20,0
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Esterna	0,04	
10		Esterna	0,04	
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Interna	0,13	20,0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	9,317
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,506
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0,079
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,085
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	4,04
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	2,91
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	10,768
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	7,756
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	19,21
U critica	U	[W/m²K]	2,431

## Verifica formazione muffe

Mese critico			
Dicembre			
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,957
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,76	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	19,47	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	19,21	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	19,28	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	19,30	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	19,54	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	19,69	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,9569	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## Ponte termico: Angoli esterni senza pilastro

Categoria	Angoli esterni
-----------	----------------

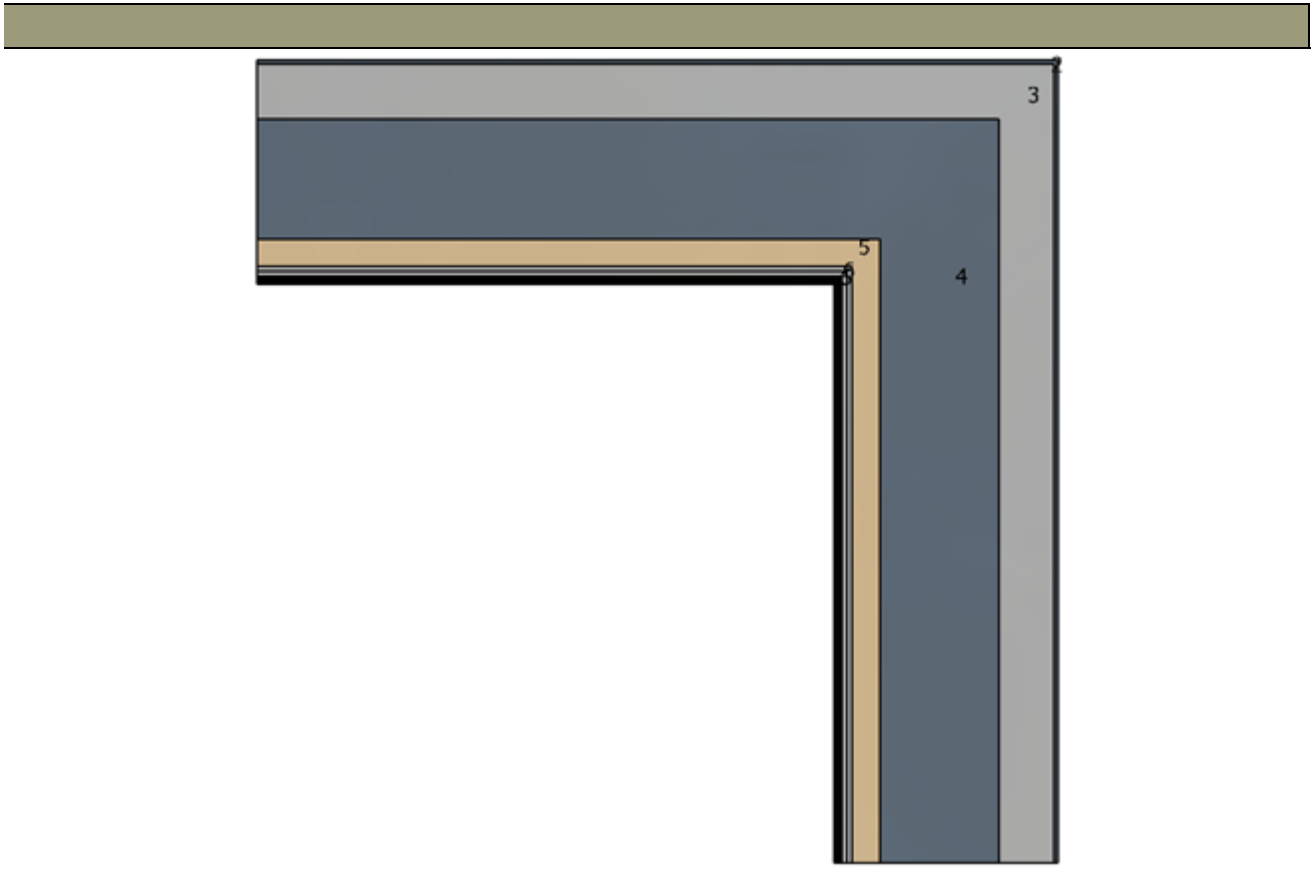
### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Malta di calce o calce cemento	0,900
2		Piastrelle in ceramica	1,000
3		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	0,030
4		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
5		Lana di vetro – feltri	0,038
6		Pannello di cartongesso	0,600








### Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

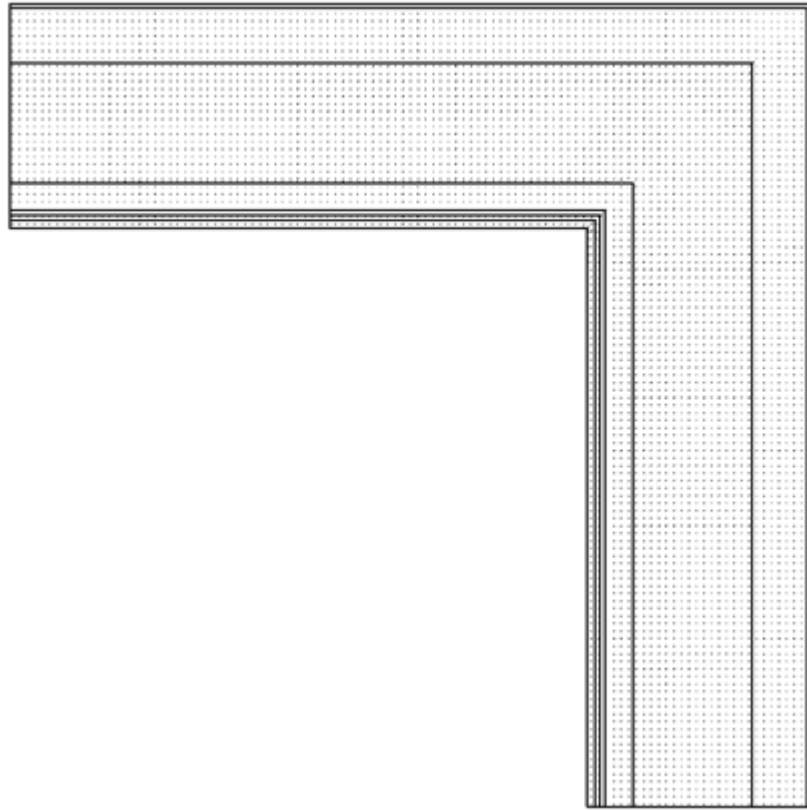




## Stratigrafie

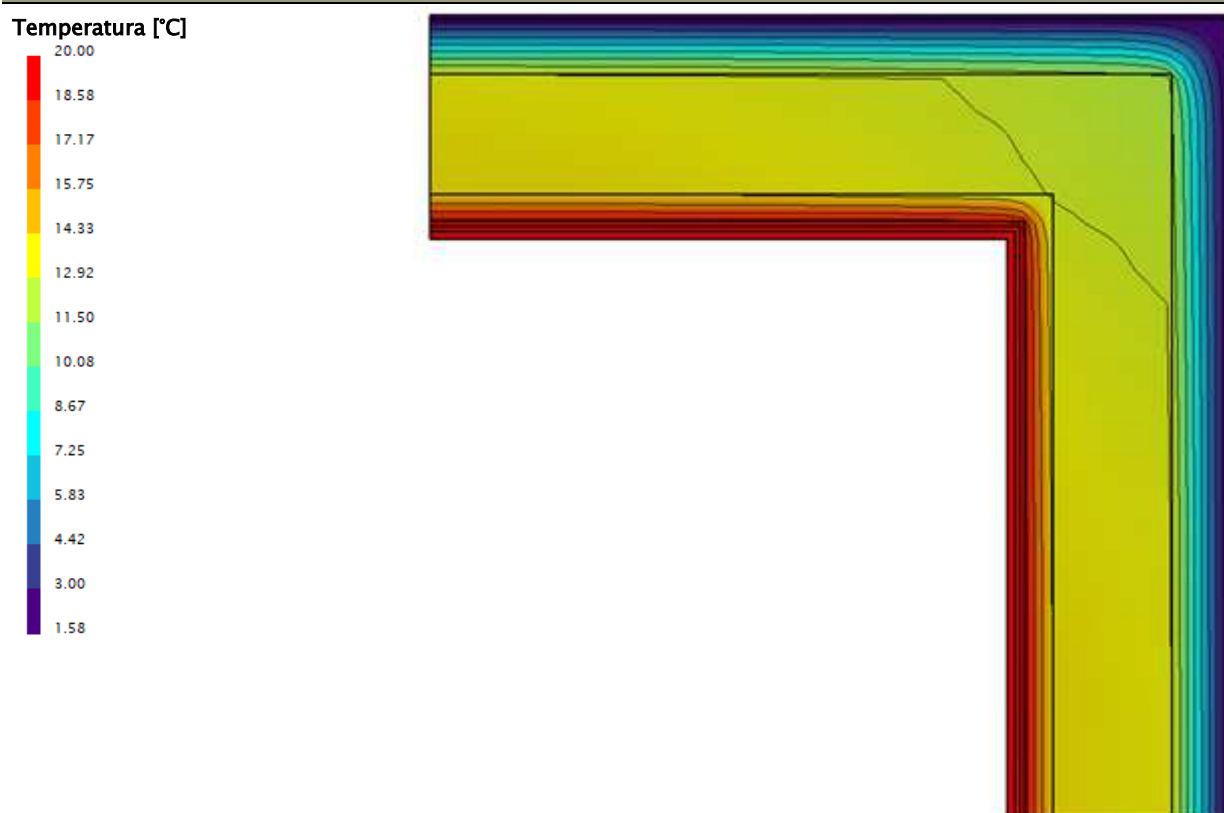
Angoli esterni senza pilastro – Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Malta di calce o calce cemento	2,00
6		Pannello di cartongesso	1,25
6		Pannello di cartongesso	1,25
5		Lana di vetro – feltri	7,00
4		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
3		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00
2		Piastrelle in ceramica	1,00

## Direzione del flusso di calore



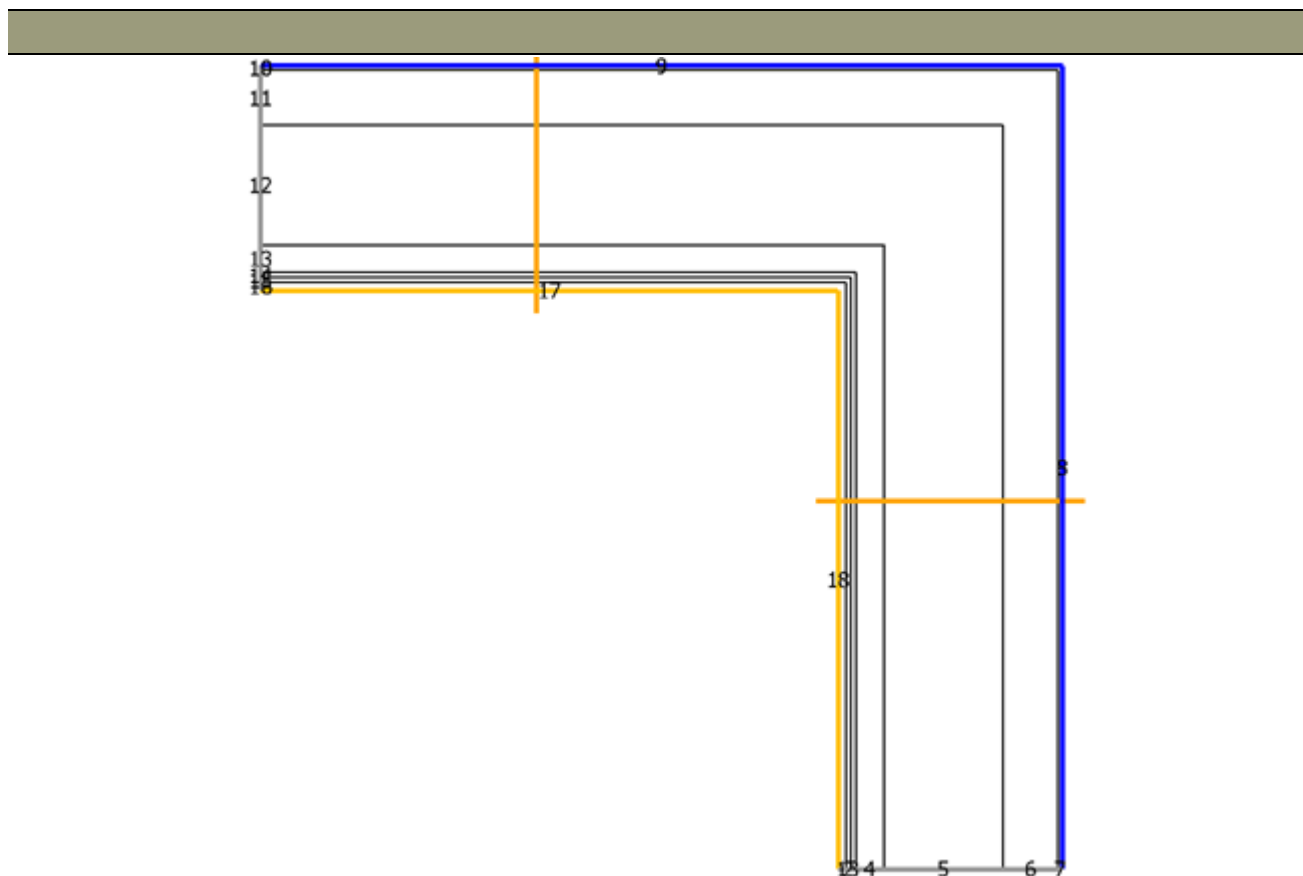
## Distribuzione delle temperature

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Esterna	0,04	
9		Esterna	0,04	
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Interna	0,13	20,0
18		Interna	0,13	20,0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	9,317
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,506
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0,079
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,085
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	4,04
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	2,91
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	10,768
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	7,756
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	19,21
U critica	U	[W/m²K]	2,431

## Verifica formazione muffe

Mese critico			
Dicembre			
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,957
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,76	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	19,47	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	19,21	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	19,28	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	19,30	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	19,54	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	19,69	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]





Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,9569	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## Ponte termico: Nodo tetto piano terra

Categoria	Coperture
-----------	-----------

### Caratteristiche termofisiche dei materiali

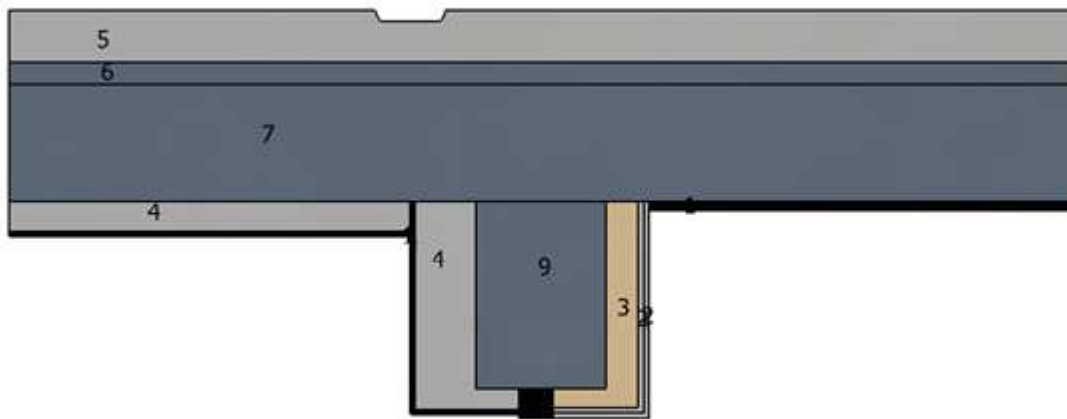
Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Malta di calce o calce cemento	0,900
2		Pannello di cartongesso	0,600
3		Lana di vetro – feltri	0,038
4		EPS 100 (conducibilità termica migliorata) (16)	0,030
5		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	0,030
6		Massetto in calcestruzzo 1400	0,580
7		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	0,717
8		Telaio Uf-1.3	0,104
9		Calcestruzzo armato (getto)	1,910













## Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

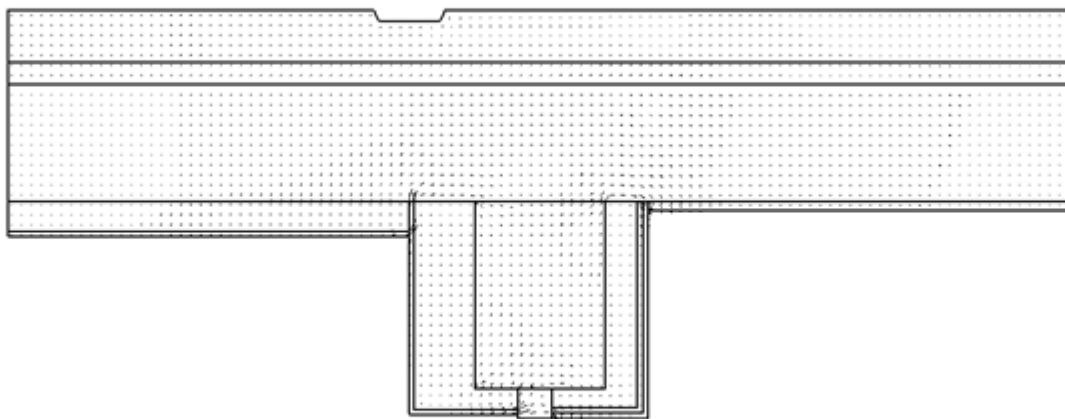


## Stratigrafie

Nodo tetto piano terra - Soffitto interno [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Malta di calce o calce cemento	1,00
4		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	7,00
7		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	27,00
6		Massetto in calcestruzzo 1400	5,08
5		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	12,00

Nodo tetto piano terra - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Malta di calce o calce cemento	1,00
4		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00
9		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
3		Lana di vetro - feltri	7,50
2		Pannello di cartongesso	1,25
2		Pannello di cartongesso	1,25

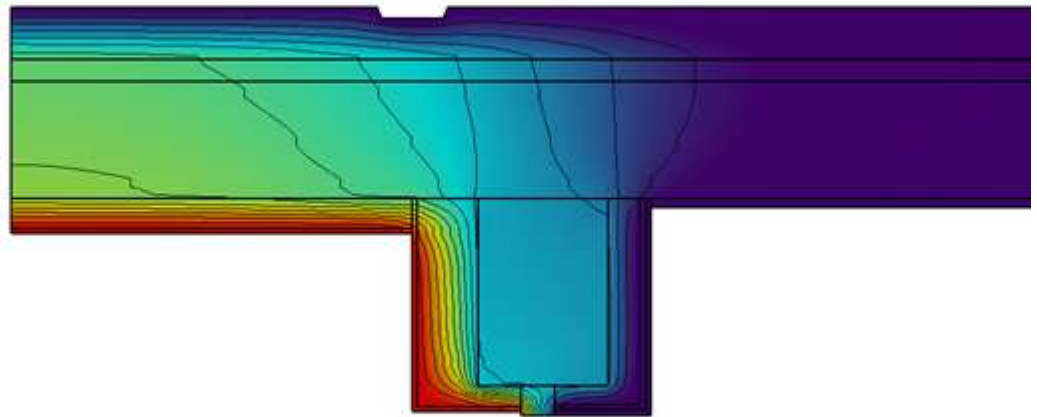
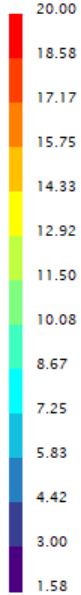
## Direzione del flusso di calore


























## Distribuzione delle temperature

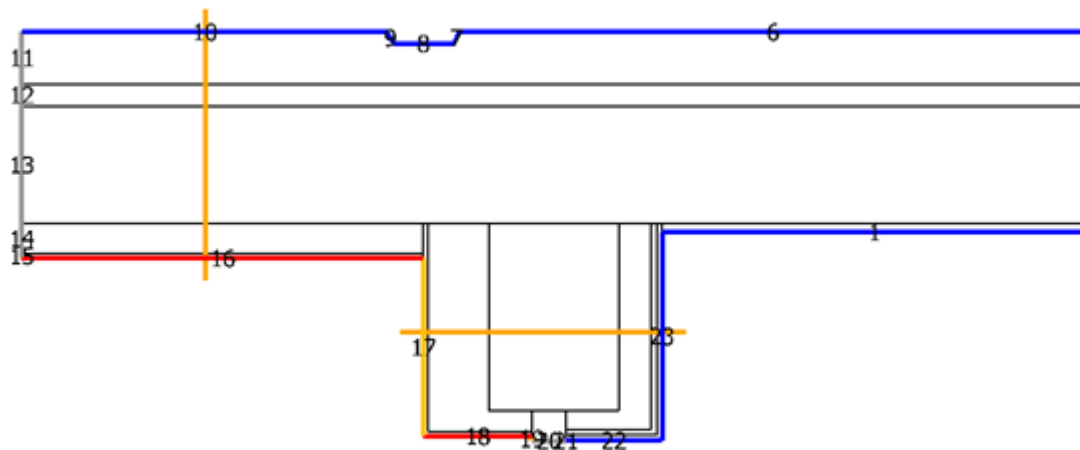
In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Esterna	0,04	
2		Esterna	0,04	
3		Esterna	0,04	
4		Esterna	0,04	
5		Esterna	0,04	
6		Esterna	0,04	
7		Esterna	0,04	
8		Esterna	0,04	
9		Esterna	0,04	
10		Esterna	0,04	
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Interna	0,10	20,0
17		Interna	0,13	20,0
18		Interna	0,10	20,0
19		Interna	0,13	20,0
20		Adiabatica		
21		Esterna	0,04	
22		Esterna	0,04	
23		Esterna	0,04	



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	7,322
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,398
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	0,017
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,170
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	2,66
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	1,59
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	7,017
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	4,193
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	16,80
U critica	U	[W/m²K]	2,431

## Verifica formazione muffe

Mese critico			
DESCRIZIONE			Dicembre
SIMBOLO		U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,826
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,02	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	17,84	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	16,80	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	17,11	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	17,16	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	18,14	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	18,73	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

## Verifica formazione muffe

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,8260	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						









## Ponte termico: Nodo tetto PT-rialzo

Categoria	Coperture
-----------	-----------

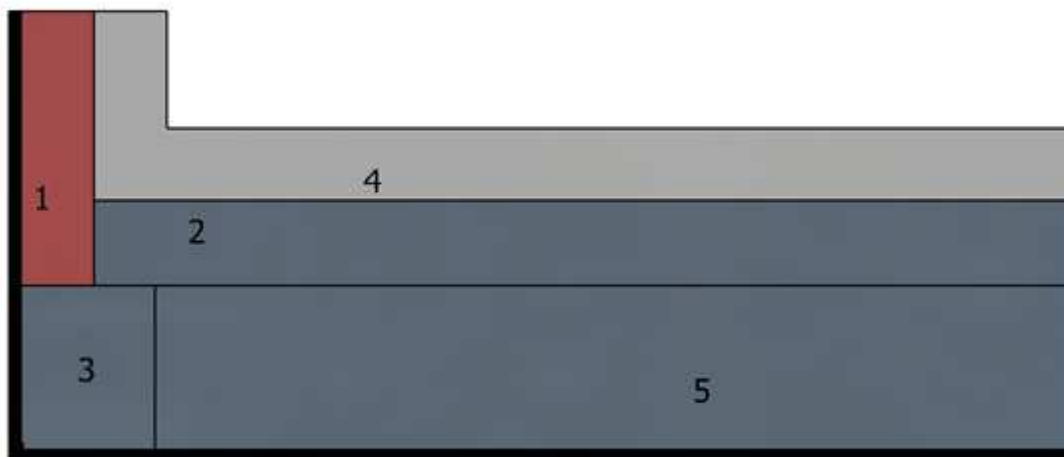
### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.





CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Mattoni forati 12	0,387
2		Massetto in calcestruzzo 1400	0,580
3		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
4		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	0,030
5		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	0,717
6		Malta di calce o calce cemento	0,900


### Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

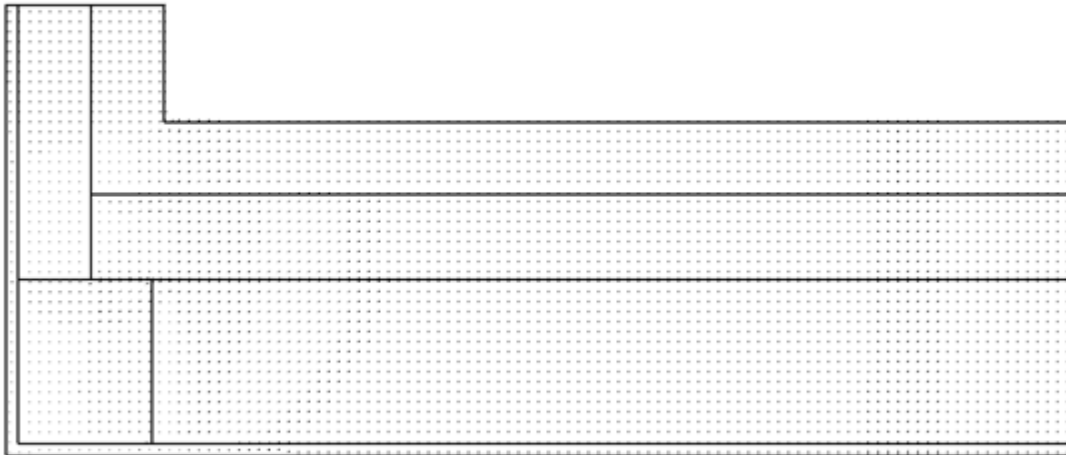


## Stratigrafie

Nodo tetto PT-rialzo - Soffitto interno [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
6		Malta di calce o calce cemento	2,00
5		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	27,00
2		Massetto in calcestruzzo 1400	14,00
4		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	11,88

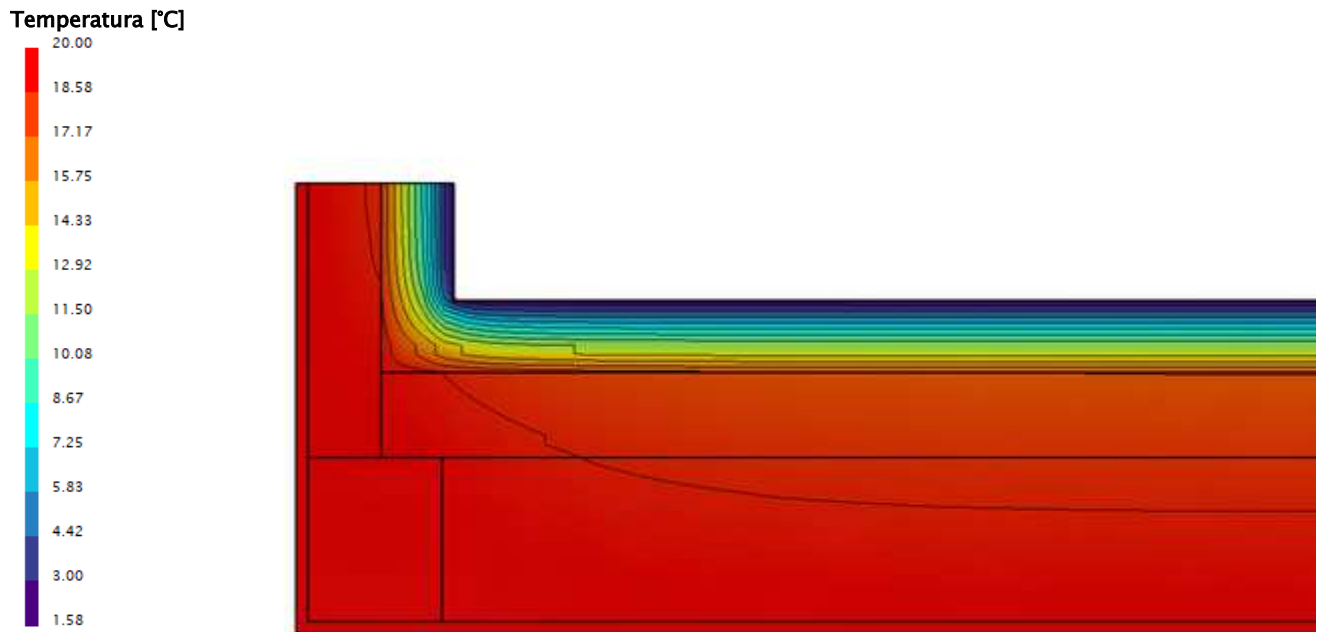
Nodo tetto PT-rialzo - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
6		Malta di calce o calce cemento	2,00
1		Mattoni forati 12	12,00
4		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	12,00

## Direzione del flusso di calore



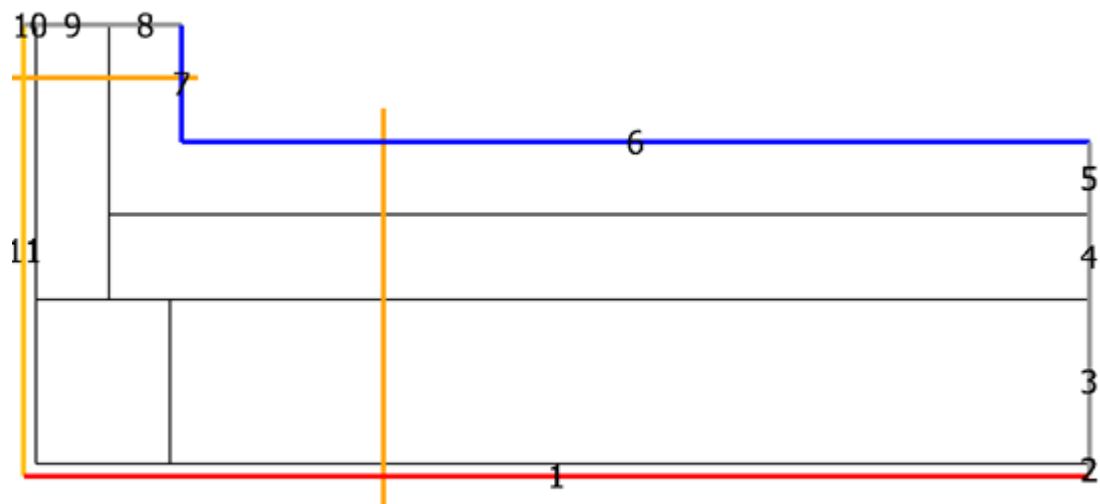
## Distribuzione delle temperature

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Interna	0,10	20,0
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Esterna	0,04	
7		Esterna	0,04	
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Interna	0,13	20,0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m <sup>2</sup> K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
R <sub>si</sub>	0,10	0,13	0,17
R <sub>se</sub>	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	6,984
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,379
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	0,021
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	-0,155
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	1,69
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	2,50
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	6,592
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	9,847
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	19,56
U critica	U	[W/m²K]	2,431



## Verifica formazione muffe

Mese critico			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,976
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,86	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	19,70	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	19,56	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	19,60	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	19,61	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	19,74	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	19,82	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]








Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,9759	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## Ponte termico: Nodo tetto rialzo

Categoria	Coperture
-----------	-----------

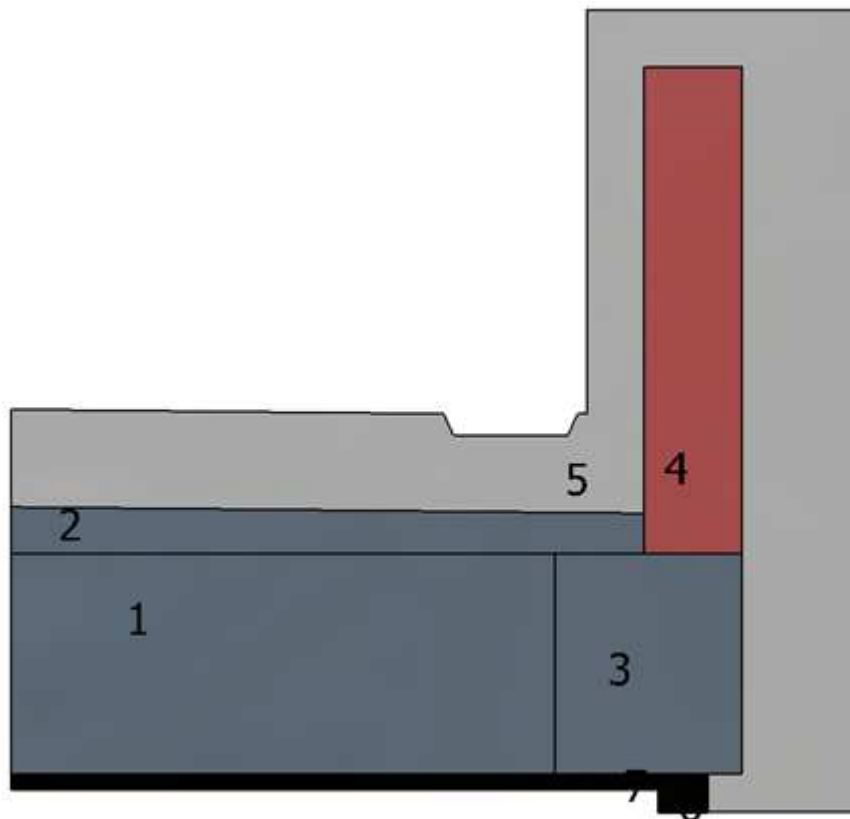
### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.



CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	0,717
2		Massetto in calcestruzzo 1400	0,580
3		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
4		Mattoni forati 12	0,387
5		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	0,030
6		Telaio Uf-1.3	0,104
7		Malta di calce o calce cemento	0,900



## Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

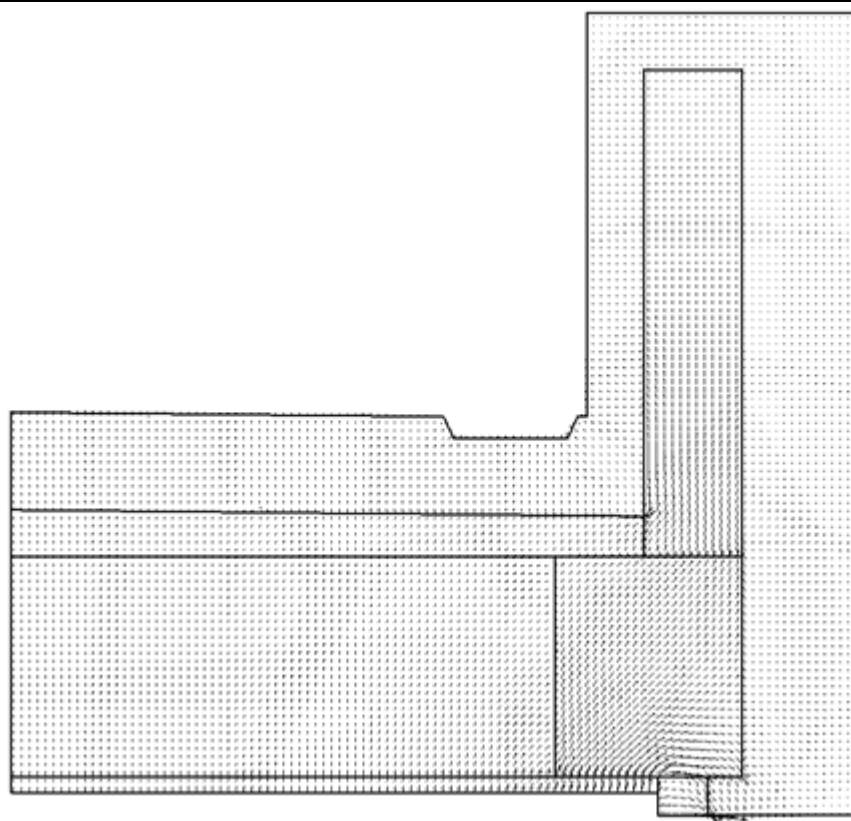


## Stratigrafie

Nodo tetto rialzo - Soffitto interno [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
7		Malta di calce o calce cemento	2,00
1		Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	27,00
2		Massetto in calcestruzzo 1400	5,15
5		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	9,40

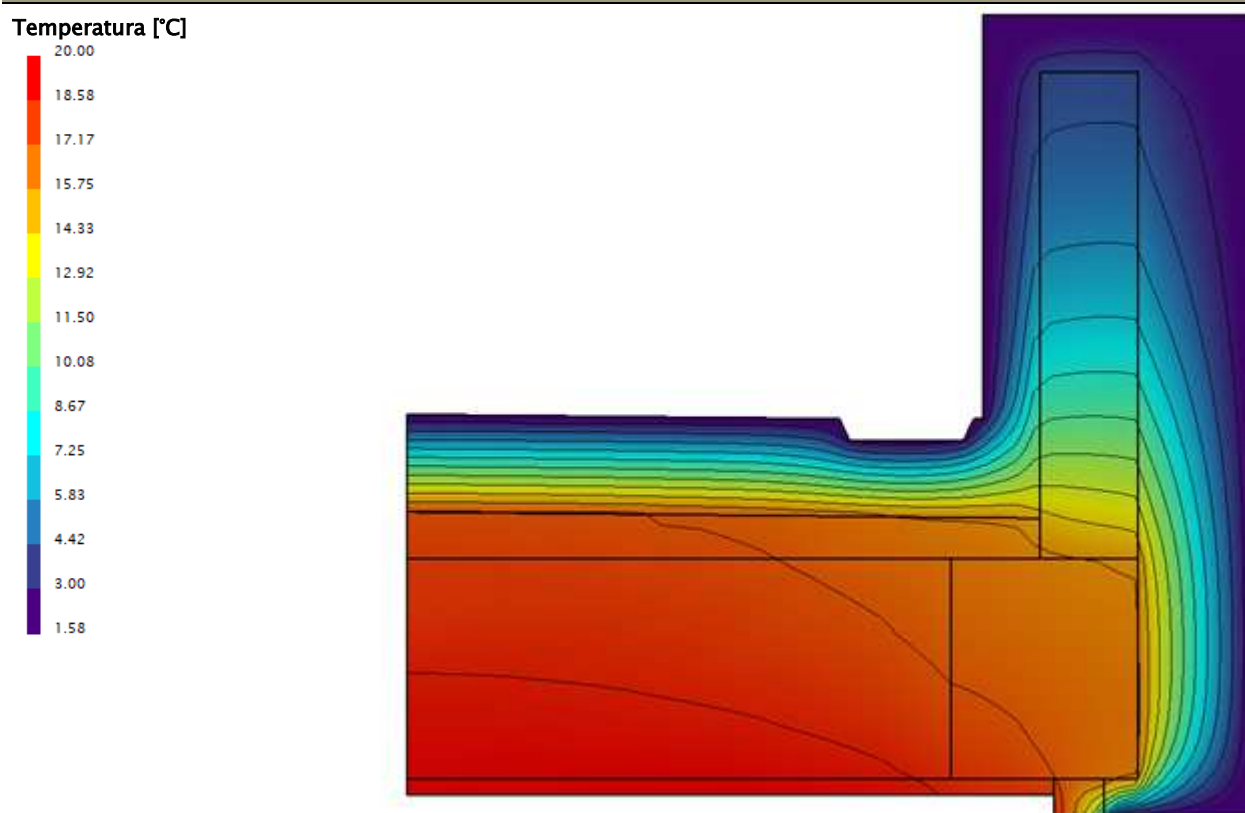
Nodo tetto rialzo - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
6		Telaio Uf-1.3	6,20
5		EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	18,45

## Direzione del flusso di calore




















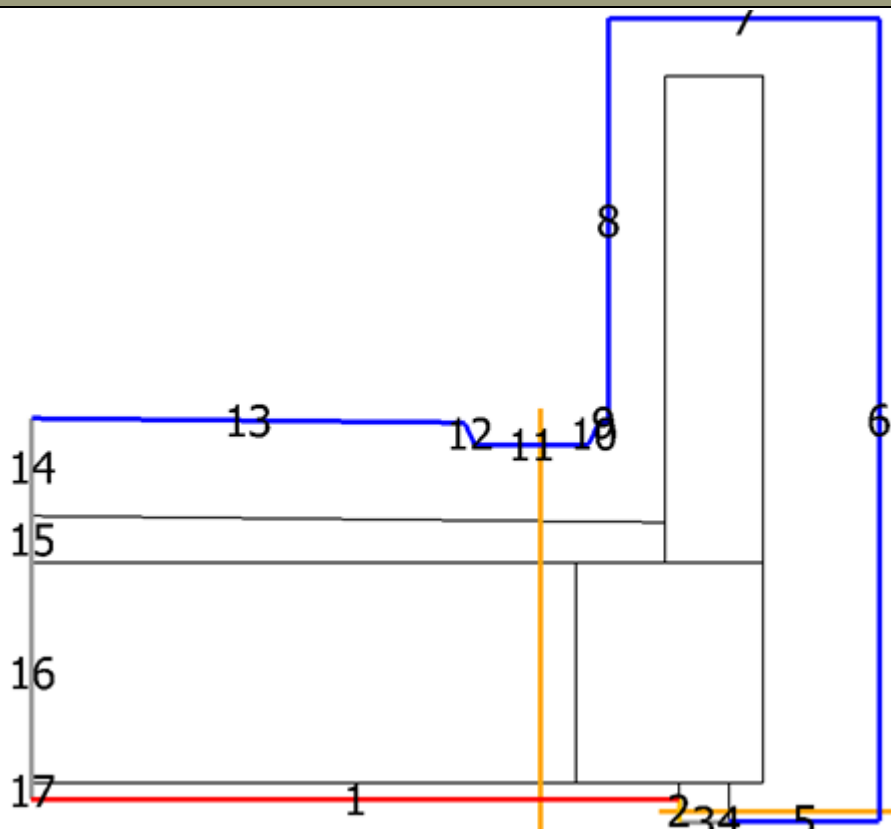
## Distribuzione delle temperature

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Interna	0,10	20,0
2		Interna	0,13	20,0
3		Adiabatica		
4		Esterna	0,04	
5		Esterna	0,04	
6		Esterna	0,04	
7		Esterna	0,04	
8		Esterna	0,04	
9		Esterna	0,04	
10		Esterna	0,04	
11		Esterna	0,04	
12		Esterna	0,04	
13		Esterna	0,04	
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04



## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	7,019
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,381
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	0,201
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,165
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	1,13
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	0,83
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	3,312
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	3,976
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	17,90
U critica	U	[W/m²K]	3,157

## Verifica formazione muffe

Mese critico			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,886
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,36	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	18,59	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	17,90	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	18,11	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	18,14	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	18,78	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	19,17	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,8861	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## Ponte termico: Pavimento

Categoria	Pavimenti su terreno
-----------	----------------------

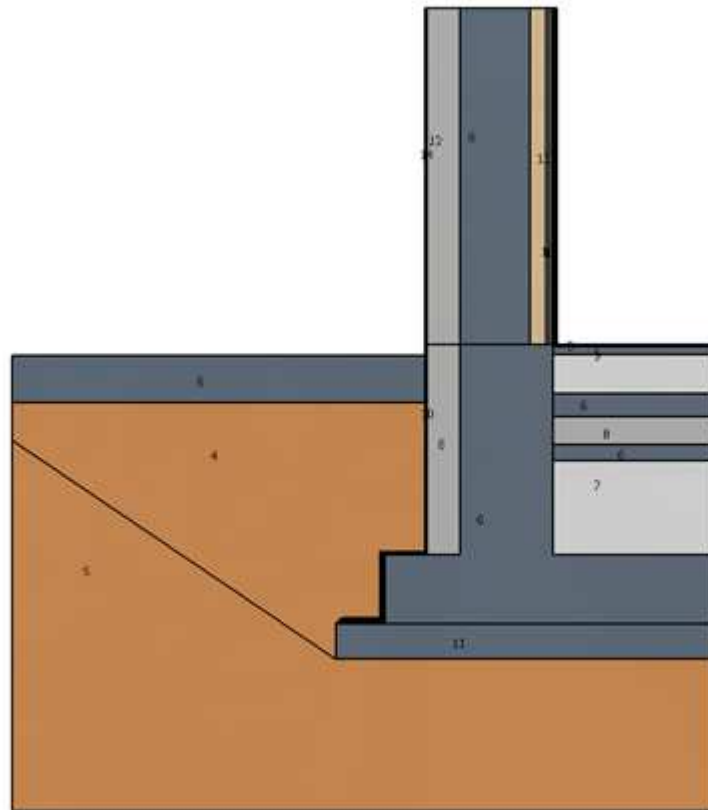
### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.











CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Solfato di Calcio	0,287
2		Malta di calce o calce cemento	0,900
3		Quadrotte pav PVC	0,225
4		Ghiaia grossa senza argilla	1,200
5		Terreno umido	2,400
6		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
7		Intercapedine aria PAV. 300mm	1,040
8		XPS espanso. finitura liscia con pelle s<120 mm	0,035
9		Intercapedine aria PAV. 200mm	1,560
10		Membrana impermeabilizzante bituminosa	0,170
11		Sottofondo in cls magro	0,930
12		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	0,030
13		Lana di vetro – feltri	0,038
14		Piastrelle in ceramica	1,000
15		Pannello di cartongesso	0,600

## Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

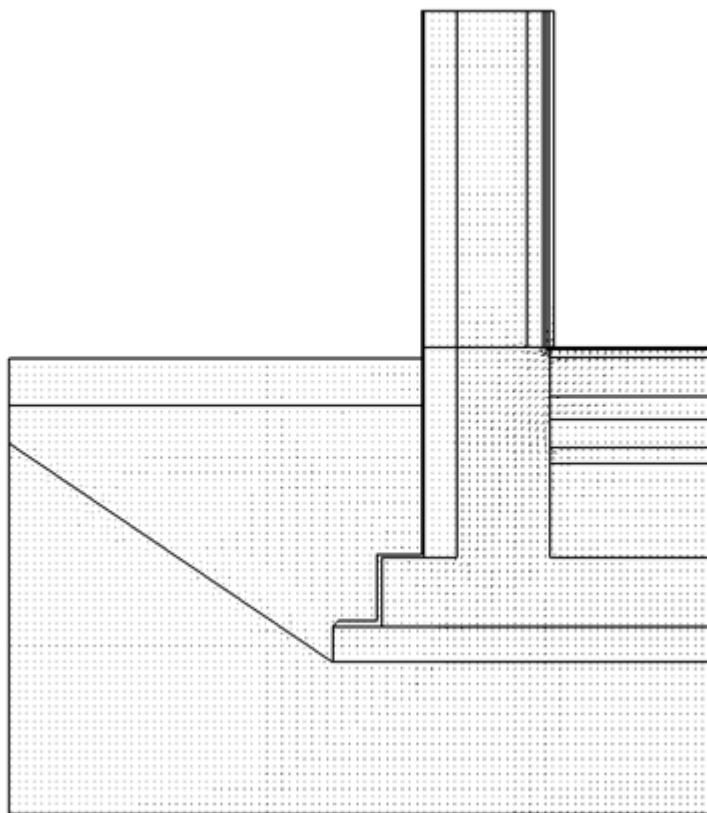


## Stratigrafie

Pavimento – Pavimento interno [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
3		Quadrotte pav PVC	1,00
1		Solfato di Calcio	3,50
9		Intercapedine aria PAV. 200mm	16,50
6		Calcestruzzo armato (getto)	10,00
8		XPS espanso. finitura liscia con pelle s<120 mm	12,00
6		Calcestruzzo armato (getto)	7,00
7		Intercapedine aria PAV. 300mm	40,00
6		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
11		Sottofondo in cls magro	15,00
5		Terreno umido	65,00

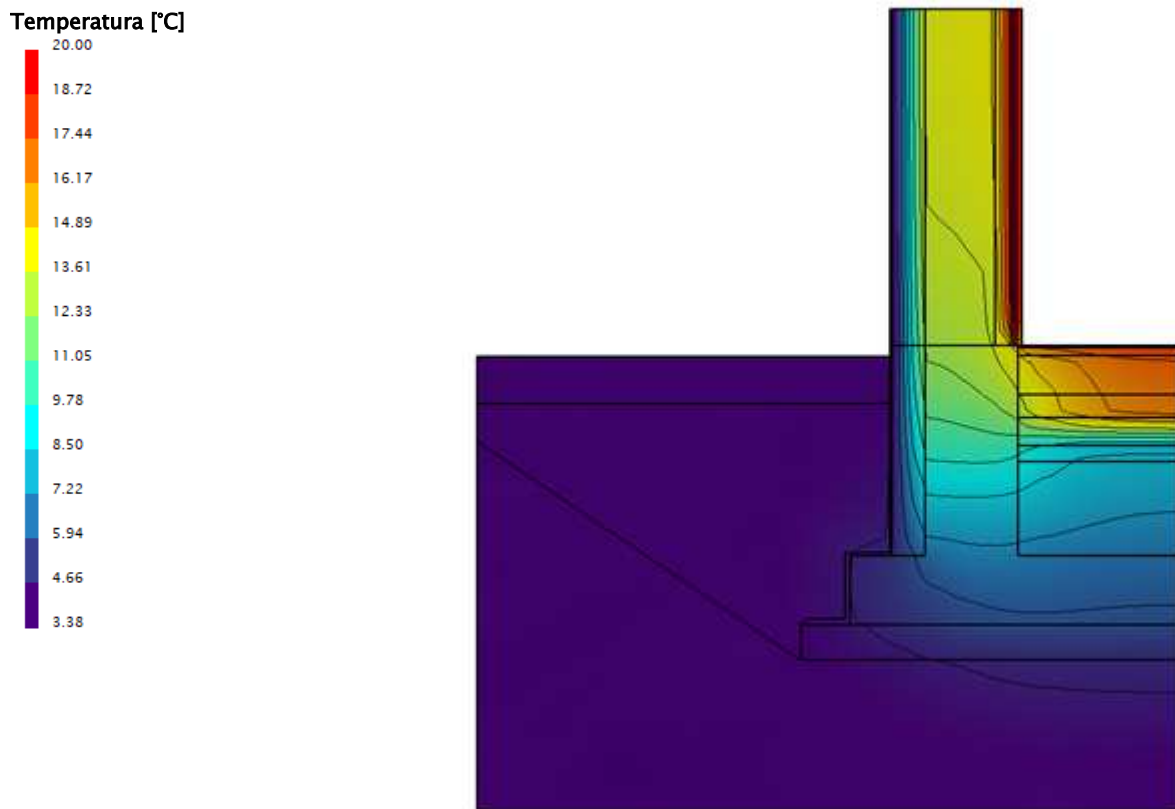
Pavimento – Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
2		Malta di calce o calce cemento	2,00
15		Pannello di cartongesso	1,25
15		Pannello di cartongesso	1,25
13		Lana di vetro – feltri	7,00
6		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
12		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00
14		Piastrelle in ceramica	1,00

## Direzione del flusso di calore





























## Distribuzione delle temperature

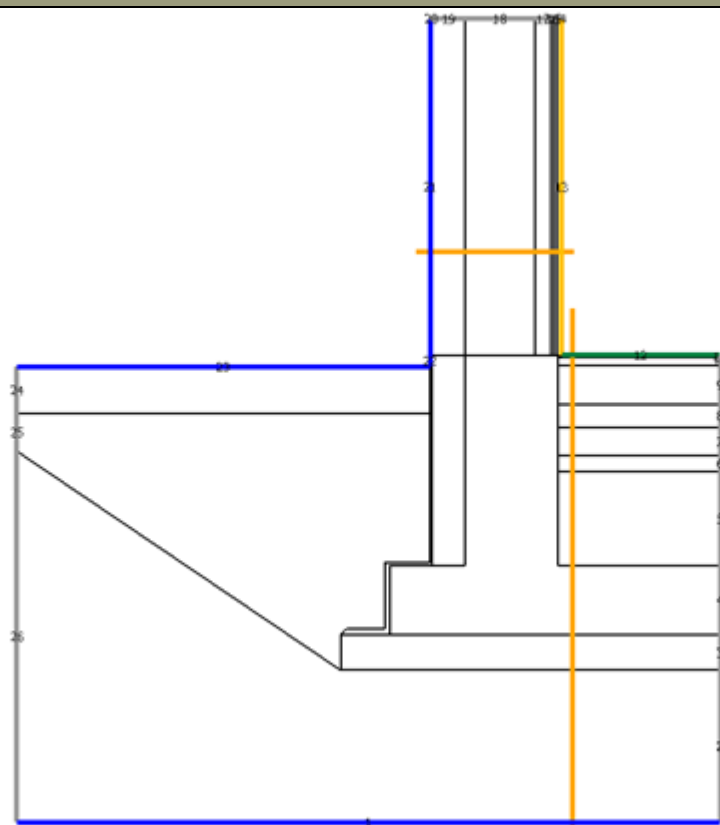
In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Esterna	0,04	
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Interna	0,17	20,0
13		Interna	0,13	20,0
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Adiabatica		
19		Adiabatica		
20		Adiabatica		
21		Esterna	0,04	
22		Esterna	0,04	
23		Esterna	0,04	
24		Adiabatica		
25		Adiabatica		
26		Adiabatica		





Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	12,915
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,777
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	0,029
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,432
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	4,69
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	2,12
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	12,434
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	5,737
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	16,59
U critica	U	[W/m²K]	5,900

## Verifica formazione muffe

Mese critico			Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,794
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	18,85	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	17,45	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	16,22	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	16,59	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	16,65	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	17,80	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	18,50	13,90

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0,7945</b>	>		<b>✓</b>
Legenda: <b>✓</b> = verificato - <b>✗</b> = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## Ponte termico: Serramenti

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

### Caratteristiche termofisiche dei materiali

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Malta di calce o calce cemento	0,900
2		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	0,030
3		Calcestruzzo armato (getto)	1,910
4		Piastrelle in ceramica	1,000
5		Telaio Uf-1.3	0,104
6		Pannello di cartongesso	0,600
7		Lana di vetro – feltri	0,038



### Schema geometrico

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

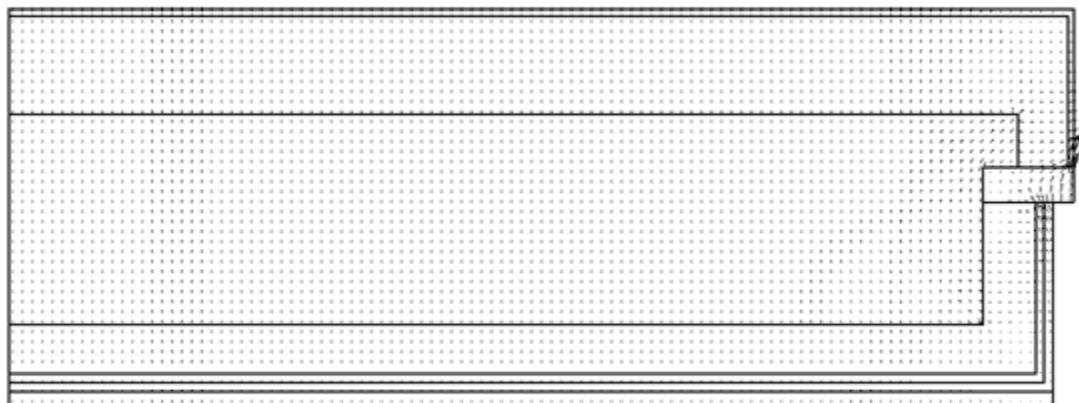


## Stratigrafie

Serramenti – Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Malta di calce o calce cemento	2,00
6		Pannello di cartongesso	1,25
6		Pannello di cartongesso	1,25
7		Lana di vetro – feltri	7,00
3		Calcestruzzo armato (getto)	30,00
2		EPS 100 (conducibilità termica migliorata (16)	14,00
4		Piastrelle in ceramica	1,00

Serramenti – Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
5		Telaio Uf-1.3	5,00
4		Piastrelle in ceramica	22,50

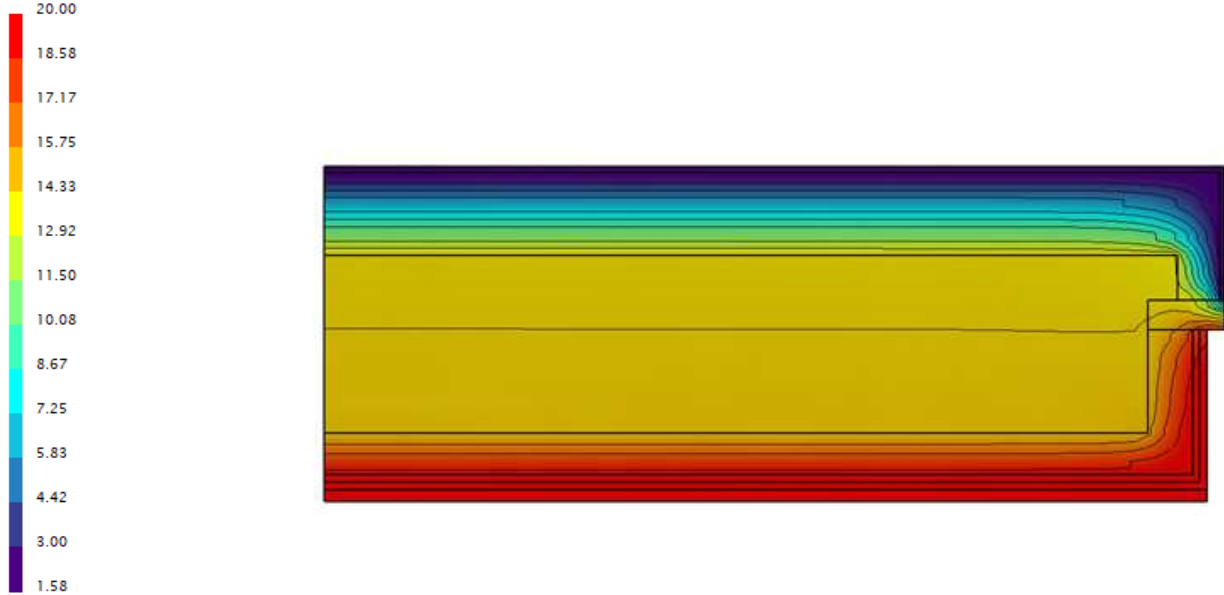
## Direzione del flusso di calore



## Distribuzione delle temperature

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

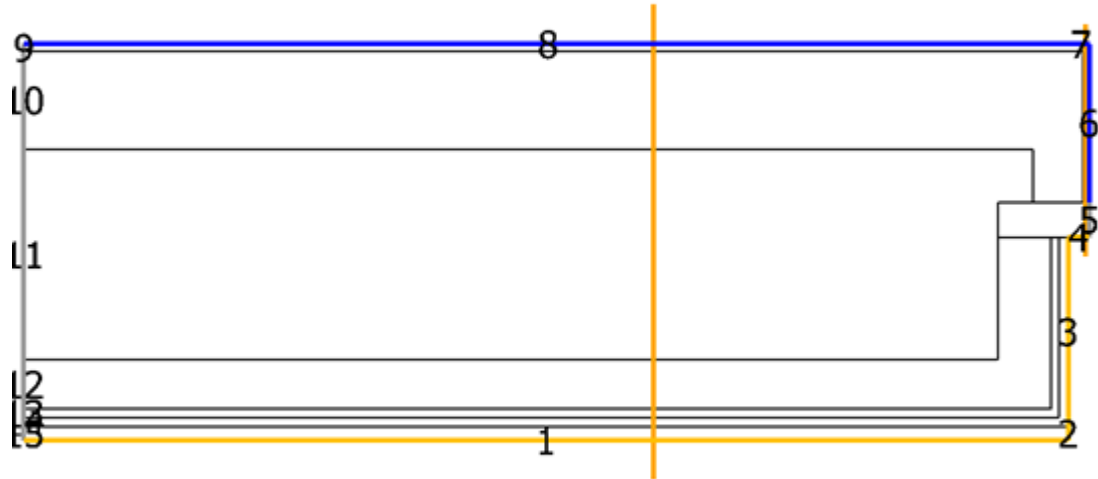
Temperatura [°C]





## Condizioni al contorno interne

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Interna	0,13	20,0
2		Interna	0,13	20,0
3		Interna	0,13	20,0
4		Interna	0,13	20,0
5		Adiabatica		
6		Esterna	0,04	
7		Esterna	0,04	
8		Esterna	0,04	
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
[(m²K)/W]	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## Risultati di calcolo

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	5,379
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0,292
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0,604
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0,042
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	2,09
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	1,52
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	16,504
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	4,605
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	17,57
U critica	U	[W/m²K]	2,431

## Verifica formazione muffe

Mese critico			Dicembre
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0,868
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0,684

### Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Ottobre	14,39	66,54	1090	20,00	19,26	15,29
Novembre	7,59	83,47	870	20,00	18,36	15,53
Dicembre	1,59	78,88	540	20,00	17,57	14,19
Gennaio	3,39	82,23	640	20,00	17,81	14,61
Febbraio	3,69	62,89	500	20,00	17,85	12,76
Marzo	9,29	60,70	710	20,00	18,59	12,91
Aprile	12,69	62,06	910	20,00	19,03	13,90

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

### Verifica formazione muffe

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: Dicembre						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	0,8680	>	0,6843	✓
Legenda: ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

# RELAZIONE TECNICA CONFORME AL D.M. 11 OTTOBRE 2017 CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L’AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI

*Nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamento di edifici esistenti che abbiano un volume lordo climatizzato superiore al 15% di quello esistente o comunque superiore a 500 m<sup>3</sup>, e interventi di ristrutturazione importante di primo livello*

Comune	Sarmato
Indirizzo	Guido Moia, 1
Committente	Comune di Sarmato
Progettista	Oddi Arch. Giuseppe

## ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **Sarmato** in data odierna al n° \_\_\_\_\_

Timbro

Data

Firma del funzionario

# Norme utilizzate

DESCRIZIONE	NORMA
CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L’AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI	<b>D.M. 11/10/2017</b>
APPLICAZIONE DELLE METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE E DEFINIZIONE DELLE PRESCRIZIONI E DEI REQUISITI MINIMI DEGLI EDIFICI	<b>D.M. 26/06/2015</b>
PRESTAZIONE TERMICA DEI COMPONENTI PER EDILIZIA – CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE – METODI DI CALCOLO	<b>UNI EN ISO 13786</b>
CRITERI PER LA PROGETTAZIONE DELL’AMBIENTE INTERNO E PER LA VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI, IN RELAZIONE ALLA QUALITÀ DELL’ARIA INTERNA, ALL’AMBIENTE TERMICO, ALL’ILLUMINAZIONE E ALL’ACUSTICA	<b>UNI EN 15251</b>
PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI – VENTILAZIONE PER GLI EDIFICI – PARTE 1: PARAMETRI DI INGRESSO DELL’AMBIENTE INTERNO PER LA PROGETTAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN RELAZIONE ALLA QUALITÀ DELL’ARIA INTERNA, ALL’AMBIENTE TERMICO, ALL’ILLUMINAZIONE E ALL’ACUSTICA	<b>UNI EN 16798-1</b>
ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, DELL’11 DICEMBRE 2018, SULLA PROMOZIONE DELL’USO DELL’ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	<b>DLgs n° 199/2021</b>
LUCE ED ILLUMINAZIONE. LOCALI SCOLASTICI – CRITERI GENERALI PER L’ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE E NATURALE	<b>UNI 10840</b>
PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI – REQUISITI ENERGETICI PER ILLUMINAZIONE	<b>UNI EN 15193-1/2</b>
IMPIANTI AERAILICI A FINI DI BENESSERE. GENERALITÀ, CLASSIFICAZIONE E REQUISITI. REGOLE PER LA RICHIESTA D’OFFERTA, L’OFFERTA, L’ORDINE E LA FORNITURA	<b>UNI 10339</b>
VENTILAZIONE DEGLI EDIFICI NON RESIDENZIALI – REQUISITI DI PRESTAZIONE PER I SISTEMI DI VENTILAZIONE E DI CLIMATIZZAZIONE	<b>UNI EN ISO 13779</b>
TENDE E CHIUSURE OSCURANTI – BENESSERE TERMICO E VISIVO – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E CLASSIFICAZIONE	<b>UNI EN 14501</b>
ACUSTICA IN EDILIZIA – CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELLE UNITÀ IMMOBILIARI – PROCEDURA DI VALUTAZIONE E VERIFICA IN OPERA	<b>UNI 11367</b>
CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE DI AMBIENTI CONFINATI – METODI DI PROGETTAZIONE E TECNICHE DI VALUTAZIONE – PARTE 1: REQUISITI GENERALI	<b>UNI 11532-1</b>
ERGONOMIA DEGLI AMBIENTI TERMICI – DETERMINAZIONE ANALITICA E INTERPRETAZIONE DEL BENESSERE TERMICO MEDIANTE IL CALCOLO DEGLI INDICI PMV E PPD E DEI CRITERI DI BENESSERE TERMICO LOCALE	<b>UNI EN ISO 7730</b>
PRESTAZIONE IGROTERMICA DEI COMPONENTI E DEGLI ELEMENTI PER L’EDILIZIA – TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA PER EVITARE L’UMIDITÀ SUPERFICIALE CRITICA E LA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE – METODI DI CALCOLO	<b>UNI EN 13788</b>

## Premessa

La relazione tecnica seguente contiene la verifica di alcuni dei criteri ambientali minimi (C.A.M.) riportati nel D.M. 11/10/2017. Si fornisce, di seguito, l'elenco completo dei criteri che saranno oggetto di analisi nel presente documento:

2.3.2 Prestazione energetica

2.3.3 Approvvigionamento energetico

2.3.5 Qualità ambientale interna

2.3.5.1 Illuminazione naturale

2.3.5.2 Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata

2.3.5.3 Dispositivi di protezione solare

2.3.5.6 Comfort acustico

2.3.5.7 Comfort termo-igrometrico

2.4.1 Criteri comuni a tutti i componenti edilizi

2.4.1.1 Disassemblabilità

2.4.1.2 Materia recuperata o riciclata

# Edificio: Edificio

## Informazioni generali

Numero delle unità immobiliari: 2				
Denominazione	ZONA 1 – Nido			
Classificazione	E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili			
Mappale	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
		16	552	Da Da definire A Da definire
Denominazione	ZONA 2 – Materna			
Classificazione	E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili			
Mappale	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
		16	552	Da da definire A da definire

## Parametri climatici della località

Latitudine	[°]	45,06
Temperatura massima giornaliera dell'aria esterna nella località di riferimento	[°C]	32,60
Altitudine sul livello del mare della località di riferimento	[m]	51,00
Gradiente verticale di temperatura	[°C/m]	0,0057
Altitudine sul livello del mare della località di progetto	[m]	74,00
Temperatura massima estiva dell'aria esterna nella località di progetto	[°C]	32,47
Escursione termica giornaliera dell'aria esterna		12,00
Temperatura media giornaliera dell'aria esterna nella località considerata	[°C]	25,71

## Dati tecnici e costruttivi

Unità immobiliari centralizzate	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[m³]	[m²]	[m⁻¹]	[m²]
ZONA 1 – Nido	2099,47	1242,00	0,59	388,98
ZONA 2 – Materna	3914,94	2187,22	0,56	677,61



## Principali risultati di calcolo

### Prestazione energetica

Nel presente capitolo sono presentate le verifiche che il D.M. 11/10/2017 prescrive nel **paragrafo 2.3.2** relativamente alla **Prestazione energetica** dell'edificio.

#### Rispetto delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici

L'edificio deve garantire il rispetto delle condizioni di cui all'Allegato 1 paragrafo 3.3 punto 2 lettera b) del decreto ministeriale del 26.06.2015, che prevede l'applicazione degli indici per gli edifici pubblici, a partire dall'anno 2019.

#### a) Involucro edilizio

Determinazione indici caratteristici delle proprietà termiche dell'involucro edilizio				
Unità immobiliare: ZONA 1 – Nido				
GRANDEZZA	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
$H'_T$	0,274	<	0,550	SI
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$	0,022	<	0,040	SI
Unità immobiliare: ZONA 2 – Materna				
GRANDEZZA	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
$H'_T$	0,292	<	0,550	SI
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$	0,031	<	0,040	SI

#### 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/(m² 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					
VALORE	U.M.	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
EP <sub>H,nd</sub>	[kW/(m² anno)]	84,135	<	85,622	SI
EP <sub>C,nd</sub>	[kW/(m² anno)]	13,202	<	17,048	SI
EP <sub>gl,tot</sub>	[kW/(m² anno)]	54,847	<	98,023	SI
η <sub>H</sub>	[-]	0,930	>	0,591	SI
η <sub>w</sub>	[-]	1,000	>	0,587	SI
η <sub>c</sub>	[-]	3,394	>	1,916	SI

## Comfort negli ambienti interni

Si devono garantire adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni, attraverso una progettazione che preveda una **capacità termica areica interna periodica (Cip)** riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, calcolata secondo UNI EN ISO 13786, di almeno 40 [kJ/(m²K)] oppure calcolando la **temperatura operante estiva** e lo scarto in valore assoluto valutato in accordo con la norma UNI EN 15251. Come specificato nel paragrafo 2.3.2 del D.M. 11-10-2017 le due verifiche sono da considerarsi alternative.

### Unità immobiliare: ZONA 1 - Nido

Capacità termica areica interna periodica delle strutture opache dell'involucro esterno				
	$\chi_i$ [kJ/(m² K)]			
DESCRIZIONE	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
<b>Strutture verticali</b>				
Parete esterna sporgente	58,79	≥	40,00	SI
Parete esterna esistente – cappotto esterno	48,05	≥	40,00	SI
Parete esterna – nuova costruzione	41,61	≥	40,00	SI
<b>Strutture orizzontali</b>				
Soffitto nuovo	67,67	≥	40,00	SI
Soffitto esistente	66,18	≥	40,00	SI
Pavimento flottante PVC	40,66	≥	40,00	SI
Pavimento non flottante gres (WC)	42,63	≥	40,00	SI
Pavimento flottante PVC	40,66	≥	40,00	SI
Pavimento non flottante gres (WC)	42,63	≥	40,00	SI

### Unità immobiliare: ZONA 2 - Materna

Capacità termica areica interna periodica delle strutture opache dell'involucro esterno				
	$\chi_i$ [kJ/(m² K)]			
DESCRIZIONE	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
<b>Strutture verticali</b>				
Parete esterna – nuova costruzione	41,61	≥	40,00	SI
Parete esterna esistente – cappotto esterno	48,05	≥	40,00	SI
Parete esterna sporgente	58,79	≥	40,00	SI
<b>Strutture orizzontali</b>				
Soffitto nuovo	67,67	≥	40,00	SI
Soffitto esistente	66,18	≥	40,00	SI
Pavimento non flottante gres (WC)	42,63	≥	40,00	SI
Pavimento flottante PVC	40,66	≥	40,00	SI
Pavimento flottante PVC	40,66	≥	40,00	SI
Pavimento non flottante gres (WC)	42,63	≥	40,00	SI

## Approvvigionamento energetico

Nel presente capitolo sono presentate le verifiche che il D.M. 11/10/2017 prescrive nel **paragrafo 2.3.3** relativamente all' **Approvvigionamento energetico** dell'edificio.

L'edificio deve garantire che il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio sia soddisfatto attraverso l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili per la copertura di consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato III, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199.

Per edifici pubblici o di proprietà pubblica l'apporto energetico da fonti rinnovabili è pari ad un ulteriore 10% rispetto ai valori indicati nell'allegato III del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199.

Descrizione e percentuali di copertura				
DESCRIZIONE	EPH,C,W,nren [kWh/(m² anno)]			
	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
Indice di prestazione energetica non rinnovabile per i servizi di riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria [kWh/(m² anno)]	0,05	<	49,92	SI

DESCRIZIONE	VALORE	U.M.
Percentuale da fonte rinnovabile	99,84	[%]
Potenza elettrica installata degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	78,98	[kW]

## Qualità ambientale interna

Nel presente capitolo sono presentate alcune delle verifiche che il D.M. 11/10/2017 prescrive nel **paragrafo 2.3.5** relativamente alla **Qualità ambientale interna** dell'edificio.

### Illuminazione naturale

Il D.M. 11/10/2017 prescrive nel **paragrafo 2.3.5.1** che nei locali regolarmente occupati deve essere garantito un fattore medio di luce diurna (FLD<sub>m</sub>) maggiore del 2%.

#### Unità immobiliare: ZONA 1 - Nido

Illuminazione naturale				
	FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA [%]			
LOCALE	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU2)- 13-Dormitorio	4,42	>	2,00	SI
(PTU2)- 2-Aula	4,53	>	2,00	SI
(PTU2)- 11-Aula insegnanti	7,49	>	2,00	SI
(PTU2)- 14-Aula	9,48	>	2,00	SI
(PTU2)- 17-Aula	8,48	>	2,00	SI

Le vetrate con esposizione sud, sud-est e sud-ovest dovranno disporre di protezioni esterne progettate in modo da non bloccare l'accesso della radiazione solare diretta in inverno.

#### Unità immobiliare: ZONA 2 - Materna

Illuminazione naturale				
	FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA [%]			
LOCALE	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU1)- 33-Dormitorio	4,45	>	2,00	SI
(PTU1)- 37-Dormitorio	4,45	>	2,00	SI
(PTU1)- 42-Dormitorio	2,87	>	2,00	SI
(PTU1)- 43-Spazio comune	9,04	>	2,00	SI
(PTU1)- 24-Aula insegnanti	4,67	>	2,00	SI
(PTU1)- 30-Aula	7,72	>	2,00	SI
(PTU1)- 34-Aula	7,73	>	2,00	SI
(PTU1)- 38-Aula	6,74	>	2,00	SI

Le vetrate con esposizione sud, sud-est e sud-ovest dovranno disporre di protezioni esterne progettate in modo da non bloccare l'accesso della radiazione solare diretta in inverno.

### Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata

Il D.M. 11/10/2017 prescrive nel **paragrafo 2.3.5.2** che in tutti i locali abitabili in cui è prevista una possibile occupazione da parte di persone anche per intervalli temporali ridotti, è necessario garantire l'aerazione naturale diretta tramite superfici apribili in relazione alla superficie

calpestabile (almeno 1/8 della superficie di pavimento), con strategia allocative e dimensionali finalizzate a garantire una buona qualità dell'aria interna.

**Unità immobiliare: ZONA 1 - Nido**

Rapporto aerante				
LOCALE	RA [-]			
	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU2)- 13-Dormitorio	0,237	≥	0,125	SI
(PTU2)- 20-Dormitorio	0,169	≥	0,125	SI
(PTU2)- 2-Aula	0,135	≥	0,125	SI
(PTU2)- 11-Aula insegnanti	0,353	≥	0,125	SI
(PTU2)- 14-Aula	0,161	≥	0,125	SI
(PTU2)- 17-Aula	0,130	≥	0,125	SI

Il valore dei ricambi deve essere quello previsto dalle norme UNI 10339 e UNI 13779.

**Unità immobiliare: ZONA 2 - Materna**

Rapporto aerante				
LOCALE	RA [-]			
	VALORE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU1)- 33-Dormitorio	0,166	≥	0,125	SI
(PTU1)- 37-Dormitorio	0,166	≥	0,125	SI
(PTU1)- 42-Dormitorio	0,135	≥	0,125	SI
(PTU1)- 43-Spazio comune	0,274	≥	0,125	SI
(PTU1)- 24-Aula insegnanti	0,169	≥	0,125	SI
(PTU1)- 30-Aula	0,174	≥	0,125	SI
(PTU1)- 34-Aula	0,174	≥	0,125	SI
(PTU1)- 38-Aula	0,132	≥	0,125	SI

Il valore dei ricambi deve essere quello previsto dalle norme UNI 10339 e UNI 13779.

## Dispositivi di protezione solare

Il D.M. 11/10/2017, al fine di controllare l'immissione nell'ambiente interno di radiazione solare diretta, prescrive nel **paragrafo 2.3.5.3** che le superfici vetrate esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, devono essere dotate di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi o mobili verso l'esterno e con esposizione da Sud-Sud-Est (SSE) a Sud-Sud-Ovest (SSO).

Per i dispositivi di protezione solare delle chiusure trasparenti dell'involucro edilizio è richiesta una prestazione di schermatura solare di **classe 2 o superiore** come definito dalla norma UNI EN 14501:2006.

Classificazione dei sistemi di schermatura e/o ombreggiamento (UNI EN 14501:2006)					
CLASSE	0	1	2	3	4
$g_{gl+sh}$	$g_{gl+sh} \geq 0.50$	$0.35 \leq g_{gl+sh} < 0.50$	$0.15 \leq g_{gl+sh} < 0.35$	$0.10 \leq g_{gl+sh} < 0.15$	$g_{gl+sh} < 0.10$
effetto	decisamente minimo	minimo	moderato	buono	ottimo

$g_{gl+sh}$  – Fattore di trasmissione solare della combinazione di vetro e dispositivo di controllo solare

Il requisito va verificato dalle ore 10 alle ore 16 del 21 dicembre (ora solare) per il periodo invernale (solstizio invernale) e del 21 giugno per il periodo estivo (solstizio estivo).

### Unità immobiliare: ZONA 1 - Nido

Il requisito non è applicabile.

### Unità immobiliare: ZONA 2 - Materna

Il requisito non è applicabile.

## Comfort termoigrometrico

Il D.M. 11/10/2017, al fine di assicurare le condizioni ottimali di benessere termoigrometrico e di qualità dell'aria interna, prescrive nel **paragrafo 2.3.5.7**, che sia necessario garantire condizioni conformi almeno alla **classe B** secondo la norma UNI EN ISO 7730:2006 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale prevista di insoddisfatti). Inoltre bisogna garantire la conformità ai requisiti previsti nella norma UNI EN 13788 ai sensi del D.M. 26/06/2015 anche in riferimento a tutti i ponti termici sia per gli edifici nuovi che per gli edifici esistenti.

### Verifica termoigrometrica delle strutture opache

#### UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 1 – NIDO

Verifica della condensa superficiale ed interstiziale								
DESCRIZIONE	FRsi [-]			Ma [g/m²]			VERIFICATA	
	VALORE	LIMITE	ESITO	VALORE	LIMITE	ESITO		
Pavimento non flottante gres (WC)	0,9532	≥	0,9400	SI		≤	500.0	SI
Soffitto nuovo	0,9475	≥	0,5407	SI		≤	500.0	SI
Soffitto esistente	0,9474	≥	0,5407	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna esistente – cappotto esterno	0,9590	≥	0,5407	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna – nuova costruzione	0,9644	≥	0,5407	SI		≤	500.0	SI
Pavimento flottante PVC	0,9463	≥	0,9150	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna sporgente	0,9529	≥	0,5407	SI		≤	500.0	SI

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>FRsi</b>	[-]
MASSA DI VAPORE PER UNITÀ DI SUPERFICIE ACCUMULATA IN CORRISPONDENZA DI UN'INTERFACCIA	<b>Ma</b>	[g/m²]

#### UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 2 – MATERNA

Verifica della condensa superficiale ed interstiziale								
DESCRIZIONE	FRsi [-]			Ma [g/m²]			VERIFICATA	
	VALORE	LIMITE	ESITO	VALORE	LIMITE	ESITO		
Pavimento non flottante gres (WC)	0,9532	≥	0,9150	SI		≤	500.0	SI
Soffitto nuovo	0,9475	≥	0,6778	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna – nuova costruzione	0,9644	≥	0,6778	SI		≤	500.0	SI
Soffitto esistente	0,9474	≥	0,6778	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna esistente – cappotto esterno	0,9590	≥	0,6778	SI		≤	500.0	SI
Pavimento flottante PVC	0,9463	≥	0,9065	SI		≤	500.0	SI
Parete esterna sporgente	0,9529	≥	0,6778	SI		≤	500.0	SI

**LEGENDA**

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>FRsi</b>	[-]
MASSA DI VAPORE PER UNITÀ DI SUPERFICIE ACCUMULATA IN CORRISPONDENZA DI UN'INTERFACCIA	<b>Ma</b>	[g/m²]

**Temperatura critica interna dei ponti termici**

**UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 1 – NIDO**

Verifica formazione muffe				
DESCRIZIONE	FRsi [-]			VERIFICATA
	VALORE		LIMITE	
Nodo tetto piano terra	0,8260	>	0,6843	<b>SI</b>
Angoli esterni senza pilastro	0,9569	>	0,6843	<b>SI</b>
Pavimento	0,7945	>		<b>SI</b>

**LEGENDA**

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>FRsi</b>	[-]

**UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 2 – MATERNA**

Verifica formazione muffe				
DESCRIZIONE	FRsi [-]			VERIFICATA
	VALORE		LIMITE	
Nodo tetto piano terra	0,8260	>	0,6843	<b>SI</b>
Angoli esterni senza pilastro	0,9569	>	0,6843	<b>SI</b>
Pavimento	0,7945	>		<b>SI</b>

**LEGENDA**

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>FRsi</b>	[-]

**Voto medio previsto (pmv) e percentuale prevista di insoddisfatti (ppd)**

Il D.M. 11/10/2017 prescrive che sia necessario garantire condizioni conformi almeno alla **classe B** secondo la norma UNI EN ISO 7730:2006.



Categorie di ambienti termici (UNI EN ISO 7730:2006)						
CATEGORIA	STATO TERMICO COMPLESSIVO		DISAGIO LOCALE			
	PPD [%]	PMV	CORRENTE D'ARIA	DIFFERENZA VERTICALE DI TEMPERATURA	PAVIMENTO CALDO O FREDDO	ASIMMETRIA RADIANTE
			DR [%]	PD [%]	PD [%]	PD [%]
A	< 6	-0.2 < PMV < +0.2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0.5 < PMV < +0.5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0.7 < PMV < +0.7	< 30	< 10	< 15	< 10

## UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 1 – NIDO

### Valutazione invernale

Valutazione del comfort termico complessivo nella stagione invernale						
LOCALE	PMV [-]	PPD [%]	CLASSE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU2)- 1-Ingresso				≥	B	SI
(PTU2)- 6-Accettazione				≥	B	SI
(PTU2)- 13-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU2)- 20-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU2)- 2-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 11-Aula insegnanti				≥	B	SI
(PTU2)- 12-Corridoio				≥	B	SI
(PTU2)- 14-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 17-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 15-WC				≥	B	SI
(PTU2)- 16-WC				≥	B	SI

## Valutazione estiva

Valutazione del comfort termico complessivo nella stagione estiva						
LOCALE	PMV [-]	PPD [%]	CLASSE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU2)- 1-Ingresso				≥	B	SI
(PTU2)- 6-Accettazione				≥	B	SI
(PTU2)- 13-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU2)- 20-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU2)- 2-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 11-Aula insegnanti				≥	B	SI
(PTU2)- 12-Corridoio				≥	B	SI
(PTU2)- 14-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 17-Aula				≥	B	SI
(PTU2)- 15-WC				≥	B	SI
(PTU2)- 16-WC				≥	B	SI

## UNITA' IMMOBILIARE: ZONA 2 - MATERNA

## Valutazione invernale

Valutazione del comfort termico complessivo nella stagione invernale						
LOCALE	PMV [-]	PPD [%]	CLASSE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU1)- 21-Area carrozzine				≥	B	SI
(PTU1)- 22-Spogliatoio S.1				≥	B	SI
(PTU1)- 29-Corridoio				≥	B	SI
(PTU1)- 33-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 37-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 42-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 43-Spazio comune				≥	B	SI
(PTU1)- 24-Aula insegnanti				≥	B	SI
(PTU1)- 30-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 34-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 38-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 32-WC				≥	B	SI
(PTU1)- 36-WC				≥	B	SI
(PTU1)- 40-WC				≥	B	SI

## Valutazione estiva

Valutazione del comfort termico complessivo nella stagione estiva						
LOCALE	PMV [-]	PPD [%]	CLASSE		LIMITE	VERIFICATA
(PTU1)- 21-Area carrozzine				≥	B	SI
(PTU1)- 22-Spogliatoio S.1				≥	B	SI
(PTU1)- 29-Corridoio				≥	B	SI
(PTU1)- 33-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 37-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 42-Dormitorio				≥	B	SI
(PTU1)- 43-Spazio comune				≥	B	SI
(PTU1)- 24-Aula insegnanti				≥	B	SI
(PTU1)- 30-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 34-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 38-Aula				≥	B	SI
(PTU1)- 32-WC				≥	B	SI
(PTU1)- 36-WC				≥	B	SI
(PTU1)- 40-WC				≥	B	SI

## Criteri comuni a tutti i componenti edilizi

### Disassemblabilità

Il criterio prevede che almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali.

Disassemblabilità materiali			
TIPO VERIFICA	VALORE [%]	LIMITE [%]	VERIFICATA
Peso materiali riciclabili / Peso totale	99,95	50,00	<b>SI</b>

Elenco materiali					
DESCRIZIONE	DENSITA'	PESO	RICICLABILE	PESO RICICLABILE	QUANTITA' RICICLABILE
	[kg/m³]	[kg]		[kg]	[%]
Quadrotte pav PVC	1154,00	4468,61	SI	4468,61	0,18
Solfato di Calcio	1700,00	42033,40	SI	42033,40	1,72
Acciaio	7800,00	11020,50	SI	11020,50	0,45
Intercapedine aria PAV. 200mm	1,00	141,29	SI	141,29	0,01
Calcestruzzo armato (getto)	2400,00	1494620,00	SI	1494620,00	61,23
Pvc in fogli	1400,00	1978,04	SI	1978,04	0,08
XPS espanso, senza pelle	10,00	1020,28	SI	1020,28	0,04
Intercapedine aria PAV. 300mm	1,00	255,07	SI	255,07	0,01
Sottofondo in cls magro	2200,00	230260,00	SI	230260,00	9,43
Malta di calce o calce cemento	1800,00	75082,70	SI	75082,70	3,08
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	1214,00	229542,00	SI	229542,00	9,40
Massetto in calcestruzzo 1400	1400,00	73909,90	SI	73909,90	3,03
Policloruro di vinile (PVC)	1400,00	1404,53	SI	1404,53	0,06
EPS 250 (conducibilità termica migliorata) (33)	33,00	4181,19	SI	4181,19	0,17
Intonaco di calce e gesso	1400,00	48526,10	SI	48526,10	1,99
Pannello di cartongesso	750,00	65675,00	SI	65675,00	2,69
Lana di vetro - feltri	30,00	4131,31	SI	4131,31	0,17
Mattoni forati 12	800,00	61308,80	SI	61308,80	2,51
Polietilene (PE)	950,00	711,99	SI	711,99	0,03
EPS 100 (conducibilità termica migliorata) (16)	16,00	2098,95	SI	2098,95	0,09
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	400,00	4774,99	SI	4774,99	0,20
Soletta 24a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzo)	900,00	42423,60	SI	42423,60	1,74
Membrana impermeabilizzante bituminosa	1200,00	1178,43			
Blocco forato 1.1.13/1 250	796,00	17030,60	SI	17030,60	0,70
Piastrelle in ceramica	2300,00	1968,36	SI	1968,36	0,08
Pavimentazione interna - gres	1700,00	5968,57	SI	5968,57	0,24
C.l.s. in genere - dens.500	500,00	15097,80	SI	15097,80	0,62