


COMMITTENTE	FORZE OPERATIVE NORD 7° REPARTO INFRASTRUTTURE FIRENZE			
SOGGETTO REALIZZATORE	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>S2R s.r.l.</b></p> <p>Spin off dell'Università degli Studi di Firenze</p> <p>Sede: Via Vittorio Emanuele II, 161 50134 Firenze - Italia</p> <p>info@s2r-sismosafe.it - s2r.pec@dmmail.it - tel: 055 471460</p> <p>UNI EN ISO 9001:2015</p> <p>Dasa-Rägister S.p.A. Certificato n. IQ-1120-13</p> </div> </div>			
PROGETTO	<p>FIRENZE Caserma PEROTTI</p> <p>Servizio di progettazione definitiva, esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per i lavori di realizzazione nuova palazzina ad uso asilo nido in sostituzione della palazzina mensa unificata. E.F. 2021.</p> <p>Lettera Ordinativo n. 3LA080/2020 del 08/06/2021. CIG 861246816E</p> <p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>			
UBICAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	COORDINATE GEO.
	Toscana	Firenze	Firenze	43.7735°N 11.3003°E
ELABORATO	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO IMPIANTI</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE TECNICA ex Legge 10</b></p> <p style="text-align: center;">codice elaborato: C2133_PD_IM_RT_exL10_rev00</p>			
PROGETTISTI GENERALI E DIRETTORI TECNICI	PROG. E D.T.		D.T.	
	Ing. Ph.D. Andrea Borghini		Ing. Ph.D. Emanuele Del Monte  Prof. Ing. Andrea Vignoli	
ALTRI PROGETTISTI	<p>Prog. architettonica: Arch. Francesco Vannucci</p> <p>Prog. strutturale: Ing. Michele Fredducci</p> <p>Prog. impiantistica: Ing. Stefano Ciabattini (ESAERG srl) Ing. Nicola Carboni (ESAERG srl)</p> <p>Prog. antincendio: Ing. Stefano Ciabattini (ESAERG srl)</p>			
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE E SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE	C.S.P.	SUPP. PROG.		
	Ing. Vidan Ilic	Ing. Ph.D. Alberto Ciavattone Ing. Matteo Blascone		
NOTE				

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Approvato
00	29/10/2021	gdl	A. Ciavattone	A. Borghini





## RELAZIONE TECNICA

ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 e  
D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Toscana**

Provincia di **Firenze**

Comune di **FIRENZE**

Ubicazione intervento

**Via del Gignoro, 34**

Proprietà

Esercito Italiano - Forze operative nord - 7° repa

Progettista  
Esaerg S.r.l.

Costruttore

Tecnico  
Esaerg S.r.l.

Revisione n° 0



Data elaborazione: 22/10/2021



<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NUOVA COSTRUZIONE</b>	Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione
-------------------------------------	--------------------------	---

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Lavori di realizzazione nuova palazzina ad uso asilo nido in sostituzione della palazzina mensa unificata della Caserma PEROTTI di Firenze.

Dal punto di vista strutturale, così come richiesto dalla Committenza, la struttura viene progettata con sistema ligneo adottando pannelli strutturali della tipologia XLAM, adottando tutti gli accorgimenti necessari a garantire la protezione al fuoco delle strutture.

Dal punto di vista impiantistico, sono stati dimensionati gli impianti necessari a garantire il massimo comfort interno all'edificio, facendo riferimento alle richieste della Committenza ed adottando le soluzioni tecnologiche tali da garantire consumi ridotti per l'edificio e la qualifica di edificio nZEB.

L'opera oggetto del presente intervento è ubicata in via **Via del Gignoro**, n.° **34**, del Comune di **FIRENZE**, Provincia di **Firenze**.

### Dati catastali:

Sezione:	
Foglio:	
Particella/Mappale:	
Subalterno:	

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: -, n.° - del **19/10/2021**

Classificazione dell'edificio (o complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412 ed alla definizione di "edificio" del presente provvedimento:

Numero delle unità immobiliari:	<b>1</b>	Destinazione d'uso prevalente:	<b>E.7</b>
---------------------------------	----------	--------------------------------	------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nel progetto corrente:

DENOMINAZIONE ZONA TERMICA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m <sup>3</sup>
Asilo Caserma Perotti	<b>E.7</b>	<b>1450,36</b>

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ X ] Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	<b>Esercito Italiano - Forze operative nord - 7° repa</b>
Indirizzo	Via Lippi e Macia 2/B
Cap	50127
Città	FIRENZE
Provincia	FI
Codice fiscale	-
Telefono	055-6509303
Fax	055-4221605
Email	infrastrutture_firenze@esercito.difesa.it

[ X ] Costruttore/i :

[ X ] Progettista/i :

Denominazione	<b>Esaerg S.r.l.</b>
Indirizzo	Viale Michelangelo Buonarroti 100/1
Cap	52100

Città	AREZZO
Provincia	AR
Codice fiscale	02156510519
Partita IVA	02156510519
Telefono	057526665
Fax	057526665
Iscrizione	ESCo certificata UNI CEI 11352
Numero di iscrizione	IT268762
Provincia di iscrizione	IT
Email	info@esaerg.it
AMBITI	

- Progettazione impianti termici
- Progettazione isolamento termico
- Progettazione sistemi di ricambio d'aria
- Progettazione impianto di illuminazione

[ X ] Direttore/i :

[ X ] Tecnico/i :

Denominazione	<b>Esaerg S.r.l.</b>
Indirizzo	Viale Michelangelo Buonarroti 100/1
Cap	52100
Città	AREZZO
Provincia	AR
Codice fiscale	02156510519
Partita IVA	02156510519
Telefono	057526665
Fax	057526665
Iscrizione	ESCo certificata UNI CEI 11352
Numero di iscrizione	IT268762
Provincia di iscrizione	IT
Email	info@esaerg.it
AMBITI	

- Tecnico degli impianti termici
- Tecnico lavori isolamento termico
- Tecnico lavori sistemi di ricambio d'aria
- Tecnico lavori impianto di illuminazione

Gli elementi tipologici sono indicati al punto 8. della presente relazione tecnica.

## 2.1 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:

[ X ] Sì  
[ ] No

Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93	<b>1821</b>	<i>GG</i>
Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>273,2</b>	$^{\circ}K$
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna	<b>306,7</b>	$^{\circ}K$
Zona Climatica	<b>D</b>	-
Velocità del vento	<b>1,400</b>	<i>m/s</i>
Zona di vento	<b>2</b>	-
Temperatura media	<b>16,1</b>	$^{\circ}C$
Irradiazione solare massima estiva su superficie orizzontale	<b>25,600</b>	<i>MJ/m<sup>2</sup></i>

#### **Dati invernali**

Temperatura minima di progetto dell'aria esterna	<b>0,0</b>	$^{\circ}C$
Periodo di riscaldamento	<b>166,000</b>	<i>giorni</i>

#### **TEMPERATURE MEDIE MENSILI ( $^{\circ}C$ ) (UNI 10349)**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b><math>\theta</math></b>	7,30	7,80	12,20	13,90	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,50	11,70	8,30

#### **IRRADIAZIONI SOLARI (MJ/m<sup>2</sup>) (UNI 10349)**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>N</b>	1,68	2,49	3,66	5,61	8,44	10,59	10,24	7,65	4,69	3,07	1,87	1,38
<b>NE/NO</b>	1,99	3,37	5,40	8,28	11,58	13,78	14,04	11,51	7,99	4,36	2,31	1,58
<b>E/O</b>	5,42	7,01	8,75	11,25	14,21	16,13	16,99	15,22	12,67	8,12	5,53	4,69
<b>S</b>	13,17	12,78	11,36	10,55	10,64	10,84	11,53	12,57	14,18	12,84	12,01	12,32
<b>SE/SO</b>	10,11	10,64	10,84	11,77	13,13	13,96	14,95	14,99	14,70	11,27	9,48	9,31
<b>Oriz.</b>	6,30	8,90	12,10	16,60	21,80	25,20	26,20	22,70	17,70	10,70	6,70	5,30

#### **UMIDITÀ RELATIVE MEDIE MENSILI (%) (UNI 10349)**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
<b>UR</b>	67,28	63,59	58,47	56,43	54,80	47,56	48,22	48,89	53,69	63,93	76,54	65,69

Climatizzazione	invernale	estiva	u.m.
Volume lordo climatizzato dell'edificio (V)	1450,36	1450,36	m <sup>3</sup>
Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S)	1145,98	1145,98	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0,79		
Superficie utile energetica dell'edificio	276,07	276,07	m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna	20,0	26,0	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	50,0	50,0	%

#### 4.1 INFORMAZIONI GENERALI E PRESCRIZIONI

- Presenza di reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento a meno di 1000 m **No**
- Livello di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS) **Classe B UNI EN 15232**
- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture **No**  
*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo di materiali riflettenti:*  
L'edificio è nZEB ed ha consumi ridottissimi. L'installazione di costosi materiali ad elevata riflettanza solare porterebbe solo ad un ingiustificato ed inutile aumento dei costi.
- Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture **No**  
*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*  
L'edificio è nZEB ed ha consumi ridottissimi. L'installazione di costose tecnologie di climatizzazione passiva porterebbe solo ad un ingiustificato ed inutile aumento dei costi.
- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) **Sì**  
*Descrizione e caratteristiche principali:*  
Misuratore di energia elettrica trifase.
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore, del freddo e dell'A.C.S. **No**  
*Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*  
Unica unità immobiliare.
- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare **Sì**  
*Descrizione e caratteristiche principali:*  
Pavimento radiante con termostato ambiente, elettrovalvole e pompa a giri variabili. Ventilconvettori con motore ad inverter con termostato ambiente, elettrovalvole e pompa a giri variabili.
- Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Verifica (D. Lgs. 28/2011)	Percentuale di copertura del fabbisogno [%]
Verifica della copertura di almeno il 55,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria	<b>89,1 %</b>
Verifica della copertura di almeno il 55,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento	<b>81,2 %</b>
Potenza di picco installata sull'edificio	<b>10,05</b>

Potenza minima di legge $[(1/K) * S = (1/50) * 330,78]$	<b>6,6156</b>
Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili	<b>VERIFICATO</b>

Denominazione	Tipologia	SCOP	SPF	Limite inferiore SPF	Eres* [kWh/anno]
Vitocal 2xx-S C10 / D10, trifase 400V	Elettricità	4,9	3,96	2,88	15731,38

Tipologia impianto	Solare Termico "Falda Est = 2 x 2.25 mq"		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	0,000	2713,761	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo (Media)	0,000 %	27,813 %	0,000
---	---------	----------	-------

Tipologia impianto	Pompa di calore "Vitocal 2xx-S C10 / D10, trifase 400V "		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	11358,137	4373,246	0,000
Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno)	18312,108	8221,836	0,000

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	62,025 %	53,191 %	0,000 %
---	----------	----------	---------

Tipologia impianto	Fotovoltaico		
	Riscaldamento	ACS	Raffrescamento
Energia primaria rinnovabile (kWh anno)	1384,371	1480,110	2135,271

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	38,177 %	73,431 %	100,000 %
---	----------	----------	-----------

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **Si**
- Adozione di sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale **Si**
- Verifiche della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica dei componenti opachi (Rif. Lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'art.4):

#### Componenti opachi verticali

Codice	Descrizione	Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	Ms minimo [kg/m <sup>2</sup> ]	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	88,50	230,00	0,009	0,10	Positiva

#### Componenti opachi orizzontali o inclinati

Codice	Descrizione	Yie [W/m <sup>2</sup> K]	Yie limite [W/m <sup>2</sup> K]	Verifica
FIR_PER_COP_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Copertura X-Lam e di lana di roccia	0,005	0,18	Positiva



## 5.1 Impianti termici

### a) Descrizione impianto

#### Tipologia

Pavimento radiante per riscaldamento. Ventilconvettori con motore ad inverter per raffrescamento.

#### Sistema di generazione

Pompa di calore.

#### Sistema di termoregolazione

Termostati ambiente con compensazione climatica esterna.

#### Sistema di contabilizzazione dell'energia termica

Non necessario.

#### Sistema di distribuzione del vettore termico

Idronico con tubazioni multistrato.

#### Sistemi di ventilazione forzata

Ricambio d'aria con UTA provvista di recuperatori di calore.

#### Sistemi di accumulo termico

Boiler acs 200 lt combinato con solare termico. Accumulo da 100 lt per riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate.

#### Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Pompa di calore integrata con solare termico.

#### Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (rif. UNI 8065)

Si

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

20,0 gradi francesi

#### Filtro di sicurezza

Si

### b) Specifiche dei generatori

#### Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

Si

#### Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto

Si

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Vitocal 2xx-S C10 / D10, trifase 400V
Uso	Riscaldamento/ACS
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria esterna/Acqua impianto
Potenza termica utile	13,6
Potenza elettrica assorbita	2,8
Coefficiente di prestazione (COP)	4,9
Tipologia di generatore	Pompa di calore
Descrizione	Vitocal 2xx-S C10 / D10, trifase 400V

Uso	Raffrescamento
Tipologia	Elettrica
Combustibile utilizzato	Elettricità
Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno)	Aria_Acqua
Potenza termica utile	8,0
Indice di efficienza energetica (EER)	2,5

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

#### Tipo di conduzione invernale prevista

Come da normativa.

#### Tipo di conduzione estiva prevista

Come da normativa.

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

Sonda esterna.

#### Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari

Non necessari.

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali

Termostati ambiente.

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

Zona Termica	Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione
Zona Climatizzata 1 - Asilo Caserma Perotti	Per singolo ambiente + climatica	P banda prop. 1 °C

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari

Non necessari.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

Pannelli radianti per il riscaldamento. Ventilconvettori per il raffrescamento.

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

Zona Termica	Tipologia locali	Terminali di erogazione	Potenza termica nominale [W]
Asilo Caserma Perotti	Fino a 4 metri	Pannelli annegati a pavimento	8475,850

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

Assenti.

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

Come da UNI 8065.

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

Zona Termica "Asilo Caserma Perotti":

Nessun tratto definito.

## SPECIFICHE DELLA POMPA DI CIRCOLAZIONE

Zona Termica “Asilo Caserma Perotti”:	
Tipo di funzionamento:	Funzionamento intermittente
Potenza (W):	50,0

### i) Schemi funzionali degli impianti termici

Alla presente relazione è allegato lo schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

### 5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione:	Falda Est = 15 x 335 W
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	-68,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli (β):	12,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)
Coefficiente di riflessione:	0,200
Anno di installazione:	2021

**Ostruzioni:** Assente

#### Energia irradiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	61,74	75,77	109,61	140,87	187,74	208,72	225,64	199,23	156,12	101,22	63,73	53,15

**Totale Irradiazione: 1583,546 kWh/m<sup>2</sup>**

#### Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici

Tipo di modulo fotovoltaico:	Silicio mono cristallino
Grado di ventilazione dei moduli:	Moduli non ventilati
Superficie di captazione:	33,500 m <sup>2</sup>
Kpv:	0,150
Fpv:	0,700
Potenza di picco Wpv:	5,025 kW

#### Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	217,19	266,53	385,55	495,51	660,37	734,16	793,69	700,78	549,16	356,04	224,17	186,97

**Totale Energia prodotta: 5570,122 kWh**

Descrizione:	Falda Ovest = 15 x 335 W
Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut:	112,000 °
Inclinazione orizzontale dei pannelli (β):	12,000 °
Tipo riflessione ambientale:	Coefficiente di riflessione standard (albedo)

Coefficiente di riflessione: 0,200  
 Anno di installazione: 2021  
 Ostruzioni: Assente

**Energia irradiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	47,56	63,93	99,47	134,20	183,99	207,26	222,70	191,92	143,58	88,33	51,20	39,64

**Totale Irradiazione: 1473,773 kWh/m<sup>2</sup>**

**Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici**

Tipo di modulo fotovoltaico: Silicio mono cristallino  
 Grado di ventilazione dei moduli: Moduli non ventilati  
 Superficie di captazione: 33,500 m<sup>2</sup>  
 Kpv: 0,150  
 Fpv: 0,700  
 Potenza di picco Wpv: 5,025 kW

**Energia elettrica prodotta (E<sub>el,pv,out</sub>) [kWh]**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E <sub>el,pv</sub>	167,28	224,86	349,90	472,06	647,19	729,04	783,34	675,07	505,03	310,69	180,10	139,42

**Totale Energia prodotta: 5183,998 kWh**

**5.3 Impianti solari termici**

Descrizione: Falda Est = 2 x 2.25 mq  
 Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut: -68,000 °  
 Inclinazione orizzontale dei pannelli (β): 12,000 °  
 Tipo riflessione ambientale: Coefficiente di riflessione standard (albedo)  
 Coefficiente di riflessione: 0,200  
 Anno di installazione: 2021  
 Ostruzioni: Assente

**Energia irradiata sul piano dei moduli [kWh/m<sup>2</sup>]**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
E	61,74	75,77	109,61	140,87	187,74	208,72	225,64	199,23	156,12	101,22	63,73	53,15

**Totale Irradiazione: 1583,546 kWh/m<sup>2</sup>**

**Caratteristiche collettori solari**

Tipologia: Collettori piani vetrati  
 Rendimento a perdite nulle (η<sub>0</sub>): 0,780

Coefficiente di perdita lineare ( $a_1$ )	3,500 (W/m <sup>2</sup> K)
Coefficiente di perdita quadratico ( $a_2$ )	0,015 (W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
Coefficiente angolo di incidenza (IAM)	0,940
Superficie apertura singolo collettore	4,500 (m <sup>2</sup> )
Coeff. globale di perdita di calore delle tubazioni ( $U_{loop,p}$ )	7,250 (W/K)
Coeff. di perdita di energia del circuito ( $U_{loop}$ )	5,711 (W/m <sup>2</sup> K)
Rendimento circuito ( $\eta_{loop}$ )	0,800
Potenza nominale ausiliari ( $W_{aux}$ )	20,000 (W)
Ore di funzionamento annuali ( $t_{aux}$ )	166,67 (ore)

#### Dati accumulo

Servizio	Preriscaldatore
Capacità nominale del serbatoio di accumulo	200,000 (l)
Volume solare ( $V_{sol}$ )	200,000 (l)
Tipo di accumulo	Con preriscaldatore solare
Coeff. di correlazione della capacità di accumulo ( $f_{st}$ )	1,140
Coefficiente K <sub>bol</sub>	4,000 (W/K)
Ubicazione serbatoio	In centrale termica
Temperatura media del locale di installazione	15,000 °C
Temperatura media dell'acqua nel serbatoio	60,000 °C
Integrazione	Permanente

#### Energia prodotta dall'impianto solare termico per riscaldamento ( $Q_{sol,H}$ ) e servizio ACS ( $Q_{sol,W}$ ) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$Q_{sol,H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{sol,W}$	46,21	91,48	171,80	247,61	357,85	409,65	447,58	395,53	294,22	160,24	64,49	27,11

#### Perdite di energia termica del sottosistema di accumulo ( $Q_{l,s}$ ) [kWh]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$Q_{l,s,H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_{l,s,W}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Differenza di temperatura di riferimento $\Delta T$ [°C]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\Delta T_H$	92,70	92,20	87,80	86,10	80,20	75,80	73,60	74,10	80,00	84,50	88,30	91,70
$\Delta T_W$	103,95	102,79	92,58	88,63	74,95	64,74	59,63	60,79	74,48	84,92	93,74	101,63

#### Fattori adimensionali

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$X_H$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Y_H$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$X_W$	2,19	2,17	1,95	1,87	1,58	1,37	1,26	1,28	1,57	1,79	1,98	2,14
$Y_W$	0,20	0,27	0,35	0,47	0,60	0,69	0,72	0,64	0,52	0,32	0,21	0,17

**Quota di copertura del fabbisogno applicato [%]**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
% Q <sub>H</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Q <sub>W</sub>	5,59	12,26	20,79	30,97	43,31	51,24	54,18	47,87	36,80	19,40	8,07	3,28

**Fabbisogno residuo [kWh]**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Q <sub>res,H</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q <sub>res,W</sub>	779,96	654,74	654,37	551,92	468,33	389,88	378,59	430,65	505,31	665,93	735,04	799,06

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- Tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;
- Gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28.

#### **a) Involucro edilizio**

In attuazione della faq MiSE 3.16 del dicembre 2018, la verifica dei componenti è stata condotta per le strutture dello stesso tipo, raggruppate per tipologie di strutture corrispondenti alle tabelle dell'appendice B del D.M. Requisiti Minimi e ponderando le stesse sui corrispondenti ponti termici al fine di ottenere un'unica trasmittanza media ponderata. Di seguito è disponibile la tabella delle trasmittanze medie ponderate confrontate con i valori limite previsti dalla normativa cogente:

Di seguito è riportato il dettaglio dei componenti:

#### **STRUTTURE OPACHE VERTICALI, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m²K]
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,274
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,300
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,380
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,212
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,299
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,248
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,259
FIR_PER_MUR_01	PareteEsterna	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	0,151

#### **STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE, VERSO ESTERNO O AMBIENTI NON CLIMATIZZATI**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m²K]
FIR_PER_COP_01	SolaioEsterno	Firenze - Asilo caserma Perotti - Copertura X-Lam e di lana di roccia	0,146

#### **STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO, VERSO ESTERNO, AMBIENTI NON CLIMATIZZATI O CONTRO TERRA**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m²K]
FIR_PER_PAV_01	PavimentoEsterno	Firenze - Asilo caserma Perotti - Pavimento sospeso massetto cls e xps	0,351

#### **STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE**

Codice	Tipologia	Descrizione	U [W/m²K]
FIR_PER_F IN_01	Infisso singolo	Firenze - Asilo caserma Perotti - Triplo vetro argon basso emissivo. Alluminio a taglio termico	1,670

## RICAMBI D'ARIA

### Zona Termica "Asilo Caserma Perotti"

#### Asilo Caserma Perotti

Tipologia di ventilazione		<b>Meccanica</b>
Ore di attivazione ventilazione meccanica	<i>h</i>	<b>8,000</b>
Portata d'aria di progetto : Immissione	<i>m³/s</i>	<b>0,222</b>
Portata d'aria di progetto : Estrazione	<i>m³/s</i>	<b>0,200</b>

#### b) Indici di prestazione energetica

##### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie $H'T$ [W/m²K]

$H'T$	0,277	<i>coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
$H'T,L$	0,530	<i>coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$H'T < H'T,L$	<b>VERIFICATO</b>

##### Area solare equivalente estiva per unità di superficie ( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ ) [ - ]

$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	0,033	<i>area solare equivalente estiva per unità di superficie</i>
( $A_{sol,est}/A_{sup,utile}$ )limite	0,040	<i>area solare equivalente estiva limite per unità di superficie</i>
<u>Verifica</u>	$A_{sol,est}/A_{sup,utile} < (A_{sol,est}/A_{sup,utile})limite$	<b>VERIFICATO</b>

##### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ( $EP_{H,nd}$ ) [kWh/ m²]

$EP_{H,nd}$	37,5	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio</i>
$EP_{H,nd,limite}$	45,2	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

##### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva ( $EP_{C,nd}$ ) [kWh/ m²]

$EP_{C,nd}$	22,0	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio</i>
$EP_{C,nd,limite}$	25,0	<i>indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

##### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale ( $EP_{gl,tot}$ ) [kWh/ m²]

$EP_{gl,tot}$	133,6	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,tot,limite}$	195,7	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>
<u>Verifica</u>	$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$	<b>VERIFICATO</b>

##### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria non rinnovabile ( $EP_{gl,nr}$ )

$EP_{gl,nr}$	28,6	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio</i>
$EP_{gl,nr,limite}$	81,7	<i>indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento</i>



Verifica  $EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$  **VERIFICATO**

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento ( $\eta_H$ ) [ - ]

$\eta_H$  0,571 *efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento*  
 $\eta_{H,limite}$  0,569 *efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  **VERIFICATO**

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	7071,1
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	2242
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	1384
Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	kJ/m <sup>3</sup> GG	0

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria( $\eta_W$ ) [ - ]

$\eta_W$  0,765 *efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria*  
 $\eta_{W,limite}$  0,565 *efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acs calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  **VERIFICATO**

Fabbisogno di combustibile:

- Elettricità (PCI: 1,000 kWh/Nm <sup>3</sup> )	kWh/anno	3926,6
Fabbisogno di energia elettrica da rete	kWh <sub>e</sub>	536
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	kWh <sub>e</sub>	1480

#### Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento ( $\eta_C$ ) [ - ]

$\eta_C$  2,914 *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento*  
 $\eta_{C,limite}$  1,648 *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento*  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  **VERIFICATO**

#### c) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Falda Est = 2 x 2.25 mq		
Energia prodotta e consumata	kWh anno	2713,8
Fabbisogno di energia termica	kWh anno	8150,7
Fabbisogno di energia primaria per la produzione ACS	kWh anno	9727,5
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	27,8

#### d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta

- Falda Est = 15 x 335 W	kWh anno	5570,1
--------------------------	----------	--------

- Falda Ovest = 15 x 335 W	<i>kWh anno</i>	<b>5184,0</b>
Energia prodotta totale	<i>kWh anno</i>	<b>10754,1</b>
Fabbisogno energia elettrica	<i>kWh anno</i>	<b>11720,6</b>
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	%	<b>67,8</b>

#### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>4072,2</b>
Energia rinnovabile ( $EP_{gl, ren}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>104,9</b>
Energia esportata ( $E_{esp}$ )	<i>kWh anno</i>	<b>2164,9</b>
Energia rinnovabile in situ	<i>kWh anno</i>	<b>13467,9</b>
Fabbisogno globale di energia primaria ( $EP_{gl, tot}$ )	<i>kWh/m<sup>2</sup> anno</i>	<b>133,6</b>

#### f) Rendimenti medi sottosistemi

##### ZONA TERMICA Asilo Caserma Perotti

Sottosistema	H	W	C
Sottosistema di emissione/erogazione	99,00	100,00	98,00
Sottosistema di regolazione	97,00	-	98,00
Sottosistema di distribuzione acqua	97,00	92,60	98,00

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

- [X] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazioni d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi;
- [X] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi;
- [] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari;
- [X] Schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti termici";
- [X] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensa interstiziale;
- [X] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria;
- [] Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- Calcolo della potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali;
- Calcolo energia utile invernale ( $Q_{h,nd}$ ) ed estiva ( $Q_{C,nd}$ ) mensile, secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei coefficienti di dispersione termica  $H_T$ ,  $H_U$ ,  $H_G$ ,  $H_A$ ,  $H_V$ ;
- Calcolo mensile delle perdite ( $Q_{h,ht}$ ), degli apporti solari ( $Q_{sol}$ ) e degli apporti interni ( $Q_{int}$ ) secondo UNI/TS 11300-1;
- Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione;
- Calcolo di energia primaria ( $Q$ ), mensile-stagionale secondo UNI/TS 11300 - 2/4;
- Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto;
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite.

Il sottoscritto **Esaerg S.r.l.**, iscritto a **ESCo certificata UNI CEI 11352 (IT)**, numero **IT268762**, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28;
- il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

#### **DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO**

Ai sensi dell'art.15, comma 1 del D.Lgs. 192/2005, modificato dall'art.12 del D.L. 63/2013) convertito in legge con L.90/2013), la presente RELAZIONE TECNICA è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'art.47 del D.P.R. 445/2000.

*Ai sensi dell'art. 38 D.P.R. n. 445 del 28/12/2000 la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e inviata unitamente a copia fotostatica, non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.*

FIRENZE, 22/10/2021

IL TECNICO

---

## ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

### Componenti opachi verticali

Tipologia:	<u>Parete Esterna</u>	Confine:	<u>Ambiente con una parete esterna (Btr,x: 0,4)</u>
Codice:	<u>FIR_PER_MUR_01</u>	Descrizione:	<u>Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia</u>

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,050	0,036	90,00	1030,00	1	1,389
3	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13$ W/mK)	0,140	0,130	500,00	1600,00	50	1,077
4	Barriera vapore in fogli di PVC	0,001	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,006
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,140	0,036	90,00	1030,00	1	3,889
6	Malta di cemento	0,004	1,400	2000,00	670,00	27	0,003
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,360</b>					<b>6,634</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

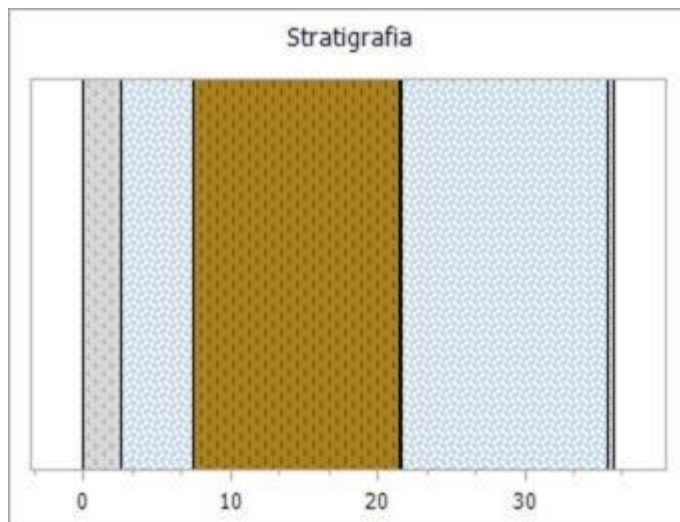
$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	36	cm
Trasmittanza termica	U	0,151	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	6,634	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	119,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	159,29	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,009	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	23,02	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	10,44	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,058	-
Sfasamento	$\varphi$	14,42	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	1,675	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	0,761	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	88,50	kg/m <sup>2</sup>

#### Stratigrafia



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo	Classe di concentrazione del vapore all'interno
Classe di concentrazione:	Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:	0,80 [-]
Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:	1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	14,92	40,56	688	1696	20,00	38,49	899	2337
Febbraio	15,12	39,16	673	1718	20,00	37,65	880	2337
Marzo	16,88	43,21	830	1922	20,00	42,75	999	2337
Aprile	17,56	44,65	896	2006	20,00	44,91	1049	2337
Maggio	19,92	54,39	1265	2325	19,92	58,77	1367	2325
Giugno	21,68	55,40	1436	2591	21,68	59,26	1536	2591
Luglio	22,56	60,67	1659	2734	22,56	64,33	1759	2734
Agosto	22,36	60,45	1633	2701	22,36	64,15	1733	2701
Settembre	20,00	53,69	1255	2337	20,00	57,97	1355	2337
Ottobre	18,20	53,87	1125	2089	18,20	60,55	1265	2089
Novembre	16,68	55,43	1052	1898	20,00	52,42	1225	2337
Dicembre	15,32	41,32	719	1740	20,00	39,45	922	2337

Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
% - Percentuale  
Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1124	1100	1249	1312	1708	1919	2198	2166	1693	1581	1531	1152
$\theta_{si,min}$	°C	8,70	8,38	10,26	11,00	15,03	16,86	19,02	18,78	14,90	13,84	13,35	9,06
$f_{R,si,min}$	[-]	-1,225	-1,382	-2,122	-2,689	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-1,004	-1,337

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Maggio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,000

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,980

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	899	880	999	1049	1367	1536	1759	1733	1355	1265	1225	922
$\theta_{si,min}$	°C	5,45	5,13	6,97	7,69	11,61	13,39	15,49	15,26	11,48	10,45	9,97	5,80
$f_{R,si,min}$	[-]	-1,865	-2,047	-3,177	-4,047	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,021	-2,034

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie  
 $f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

Mese critico:

Maggio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,000

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,980

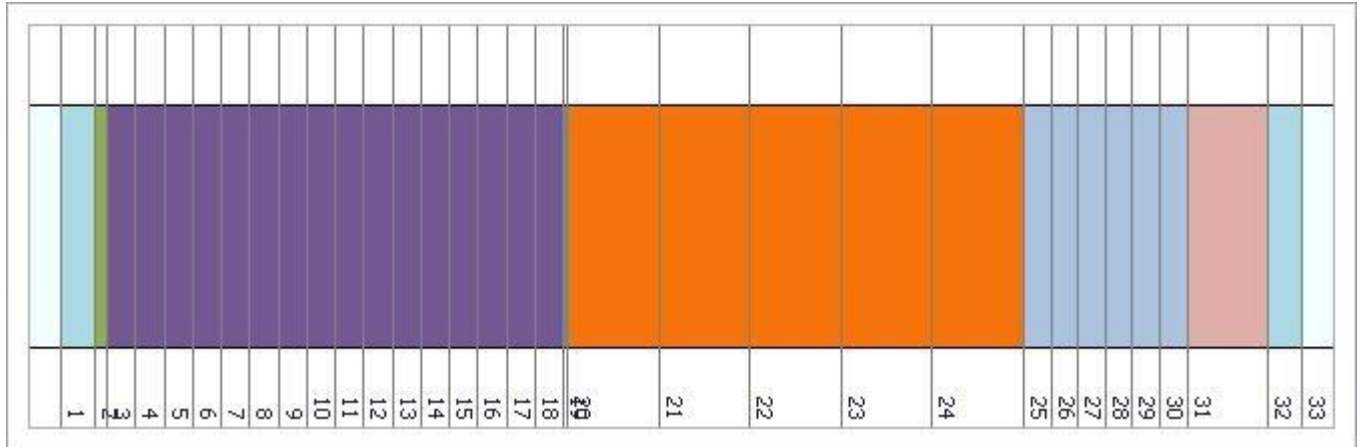
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di cemento	-	0,040	-
3	Malta di cemento - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	0,4	0,003	0,11
4	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,9	0,243	0,01
5	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,9	0,243	0,01
6	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,9	0,243	0,01
7	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,9	0,243	0,01
8	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,9	0,243	0,01
9	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Pannelli rigidi in lana di roccia [6]	0,9	0,243	0,01
10	Pannelli rigidi in lana di roccia [6] - Pannelli rigidi in lana di roccia [7]	0,9	0,243	0,01
11	Pannelli rigidi in lana di roccia [7] - Pannelli rigidi in lana di roccia [8]	0,9	0,243	0,01
12	Pannelli rigidi in lana di roccia [8] - Pannelli rigidi in lana di roccia [9]	0,9	0,243	0,01
13	Pannelli rigidi in lana di roccia [9] - Pannelli rigidi in lana di roccia [10]	0,9	0,243	0,01
14	Pannelli rigidi in lana di roccia [10] - Pannelli rigidi in lana di roccia [11]	0,9	0,243	0,01
15	Pannelli rigidi in lana di roccia [11] - Pannelli rigidi in lana di roccia [12]	0,9	0,243	0,01
16	Pannelli rigidi in lana di roccia [12] - Pannelli rigidi in lana di roccia [13]	0,9	0,243	0,01
17	Pannelli rigidi in lana di roccia [13] - Pannelli rigidi in lana di roccia [14]	0,9	0,243	0,01
18	Pannelli rigidi in lana di roccia [14] - Pannelli rigidi in lana di roccia [15]	0,9	0,243	0,01
19	Pannelli rigidi in lana di roccia [15] - Barriera vapore in fogli di PVC	0,9	0,243	0,01
20	Barriera vapore in fogli di PVC - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0]	0,1	0,006	10,00
21	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1]	2,8	0,215	1,40
22	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2]	2,8	0,215	1,40
23	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3]	2,8	0,215	1,40
24	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4]	2,8	0,215	1,40
25	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	2,8	0,215	1,40
26	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,8	0,231	0,01
27	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,8	0,231	0,01
28	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,8	0,231	0,01
29	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,8	0,231	0,01
30	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,8	0,231	0,01
31	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Cartongesso in lastre	0,8	0,231	0,01
32	Cartongesso in lastre - Strato laminare interno	2,5	0,100	0,10
33	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1696	1718	1922	2006	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1898	1740

1	θ	14,92	15,12	16,88	17,56	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	16,68	15,32
	φ	40,56	39,16	43,21	44,65	54,39	55,40	60,67	60,45	53,69	53,87	55,43	41,32
2	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1699	1721	1924	2008	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1900	1743
	θ	14,95	15,15	16,90	17,57	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	16,70	15,35
	φ	40,48	39,08	43,16	44,60	54,39	55,40	60,67	60,45	53,69	53,87	55,36	41,24
3	Pv	689	674	831	897	1265	1436	1659	1633	1255	1126	1053	720
	Ps	1699	1721	1924	2008	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1900	1743
	θ	14,95	15,15	16,90	17,58	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	16,70	15,35
	φ	40,55	39,15	43,21	44,65	54,42	55,42	60,69	60,47	53,72	53,91	55,41	41,31
4	Pv	689	674	832	897	1266	1436	1659	1633	1255	1126	1053	720
	Ps	1720	1741	1938	2020	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1915	1763
	θ	15,14	15,33	17,01	17,67	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	16,82	15,52
	φ	40,07	38,71	42,90	44,40	54,42	55,43	60,70	60,47	53,72	53,91	54,99	40,86
5	Pv	689	674	832	897	1266	1436	1659	1633	1255	1126	1053	720
	Ps	1740	1761	1953	2031	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1930	1782
	θ	15,33	15,51	17,13	17,75	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	16,94	15,69
	φ	39,60	38,28	42,59	44,16	54,42	55,43	60,70	60,47	53,72	53,91	54,57	40,42
6	Pv	689	674	832	897	1266	1436	1660	1633	1256	1126	1053	720
	Ps	1761	1781	1967	2043	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1945	1802
	θ	15,51	15,69	17,24	17,84	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,07	15,86
	φ	39,14	37,85	42,29	43,91	54,43	55,43	60,70	60,48	53,72	53,92	54,16	39,99
7	Pv	689	674	832	897	1266	1436	1660	1633	1256	1126	1053	721
	Ps	1782	1802	1981	2054	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1960	1821
	θ	15,70	15,87	17,36	17,93	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,19	16,04
	φ	38,68	37,42	41,99	43,67	54,43	55,43	60,70	60,48	53,73	53,92	53,75	39,56
8	Pv	690	674	832	897	1266	1436	1660	1634	1256	1126	1053	721
	Ps	1804	1823	1995	2066	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1975	1842
	θ	15,88	16,05	17,47	18,02	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,31	16,21
	φ	38,23	37,00	41,69	43,43	54,43	55,43	60,70	60,48	53,73	53,92	53,34	39,13
9	Pv	690	674	832	897	1266	1437	1660	1634	1256	1126	1054	721
	Ps	1825	1843	2010	2077	2325	2591	2734	2701	2337	2089	1990	1862
	θ	16,07	16,22	17,59	18,11	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,43	16,38
	φ	37,78	36,59	41,40	43,19	54,43	55,44	60,71	60,48	53,73	53,93	52,94	38,71
10	Pv	690	675	832	897	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1847	1865	2024	2089	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2006	1882
	θ	16,26	16,40	17,70	18,20	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,55	16,55
	φ	37,34	36,18	41,11	42,95	54,43	55,44	60,71	60,48	53,73	53,93	52,53	38,30
11	Pv	690	675	832	897	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1869	1886	2039	2101	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2021	1903
	θ	16,44	16,58	17,81	18,29	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,67	16,72
	φ	36,91	35,78	40,81	42,71	54,44	55,44	60,71	60,48	53,74	53,93	52,14	37,89
12	Pv	690	675	832	897	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1891	1907	2054	2113	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2037	1924
	θ	16,63	16,76	17,93	18,38	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,80	16,89
	φ	36,48	35,38	40,53	42,48	54,44	55,44	60,71	60,49	53,74	53,94	51,74	37,48
13	Pv	690	675	832	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1914	1929	2068	2125	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2052	1945
	θ	16,81	16,94	18,04	18,47	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	17,92	17,06
	φ	36,06	34,98	40,24	42,25	54,44	55,44	60,71	60,49	53,74	53,94	51,35	37,08
14	Pv	690	675	832	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1937	1951	2083	2136	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2068	1966
	θ	17,00	17,12	18,16	18,56	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,04	17,24
	φ	35,64	34,59	39,96	42,01	54,44	55,45	60,72	60,49	53,74	53,94	50,97	36,69



15	Pv	690	675	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1960	1973	2098	2148	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2084	1987
	θ	17,19	17,30	18,27	18,65	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,16	17,41
	φ	35,23	34,21	39,67	41,78	54,44	55,45	60,72	60,49	53,74	53,95	50,58	36,30
16	Pv	690	675	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	721
	Ps	1983	1996	2113	2161	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2100	2009
	θ	17,37	17,48	18,39	18,74	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,28	17,58
	φ	34,82	33,83	39,40	41,55	54,45	55,45	60,72	60,49	53,75	53,95	50,20	35,91
17	Pv	691	675	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	722
	Ps	2006	2018	2129	2173	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2116	2031
	θ	17,56	17,65	18,50	18,83	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,40	17,75
	φ	34,42	33,46	39,12	41,33	54,45	55,45	60,72	60,50	53,75	53,95	49,82	35,53
18	Pv	691	675	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	722
	Ps	2030	2041	2144	2185	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2132	2053
	θ	17,74	17,83	18,61	18,92	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,53	17,92
	φ	34,02	33,09	38,84	41,10	54,45	55,45	60,72	60,50	53,75	53,96	49,45	35,16
19	Pv	691	676	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1054	722
	Ps	2054	2064	2159	2197	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2148	2075
	θ	17,93	18,01	18,73	19,01	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,65	18,09
	φ	33,63	32,72	38,57	40,87	54,45	55,45	60,72	60,50	53,75	53,96	49,08	34,78
20	Pv	812	795	930	986	1325	1494	1718	1692	1314	1207	1154	838
	Ps	2054	2065	2160	2197	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2149	2076
	θ	17,94	18,02	18,73	19,01	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,65	18,10
	φ	39,54	38,48	43,05	44,89	56,97	57,67	62,83	62,63	56,21	57,80	53,70	40,39
21	Pv	829	811	943	999	1333	1503	1726	1700	1322	1219	1168	855
	Ps	2076	2086	2173	2208	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2163	2095
	θ	18,10	18,18	18,83	19,09	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,76	18,25
	φ	39,96	38,90	43,40	45,23	57,32	57,98	63,12	62,93	56,56	58,34	53,98	40,79
22	Pv	847	828	957	1011	1341	1511	1734	1708	1330	1230	1182	871
	Ps	2098	2107	2187	2219	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2178	2116
	θ	18,27	18,33	18,93	19,17	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,87	18,40
	φ	40,36	39,31	43,75	45,56	57,67	58,29	63,42	63,22	56,90	58,88	54,26	41,18
23	Pv	864	845	970	1023	1349	1519	1742	1716	1338	1241	1196	887
	Ps	2119	2128	2201	2230	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2193	2136
	θ	18,43	18,49	19,04	19,25	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	18,97	18,55
	φ	40,75	39,71	44,09	45,89	58,03	58,60	63,71	63,52	57,25	59,41	54,53	41,55
24	Pv	881	861	984	1036	1358	1527	1750	1724	1346	1252	1210	904
	Ps	2141	2149	2215	2241	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2207	2156
	θ	18,60	18,65	19,14	19,33	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,08	18,71
	φ	41,12	40,09	44,43	46,22	58,38	58,92	64,00	63,82	57,59	59,95	54,80	41,91
25	Pv	898	878	998	1048	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1223	920
	Ps	2164	2170	2229	2252	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2222	2177
	θ	18,76	18,81	19,24	19,40	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,19	18,86
	φ	41,49	40,47	44,76	46,54	58,73	59,23	64,30	64,12	57,93	60,49	55,05	42,27
26	Pv	898	878	998	1048	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	920
	Ps	2188	2193	2244	2264	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2238	2199
	θ	18,94	18,98	19,35	19,49	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,31	19,02
	φ	41,04	40,04	44,46	46,30	58,73	59,23	64,30	64,12	57,94	60,49	54,66	41,84
27	Pv	898	878	998	1048	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	920
	Ps	2212	2217	2259	2276	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2255	2222
	θ	19,11	19,15	19,46	19,57	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,42	19,18
	φ	40,59	39,62	44,16	46,06	58,73	59,23	64,30	64,12	57,94	60,50	54,27	41,42
	Pv	898	878	998	1048	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	920
	Ps	2236	2240	2275	2288	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2271	2244

28	$\theta$	19,29	19,32	19,57	19,66	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,54	19,35
	$\varphi$	40,15	39,21	43,87	45,82	58,74	59,23	64,30	64,12	57,94	60,50	53,89	41,01
29	Pv	898	879	998	1048	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	920
	Ps	2261	2264	2290	2300	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2287	2267
	$\theta$	19,47	19,49	19,67	19,75	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,65	19,51
	$\varphi$	39,71	38,80	43,57	45,58	58,74	59,23	64,31	64,12	57,94	60,50	53,51	40,60
30	Pv	898	879	998	1049	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	921
	Ps	2286	2288	2306	2313	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2304	2290
	$\theta$	19,65	19,66	19,78	19,83	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,77	19,67
	$\varphi$	39,28	38,40	43,29	45,34	58,74	59,23	64,31	64,13	57,94	60,51	53,13	40,19
31	Pv	898	879	998	1049	1366	1535	1758	1732	1354	1264	1224	921
	Ps	2312	2313	2321	2325	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2320	2314
	$\theta$	19,82	19,83	19,89	19,92	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,88	19,84
	$\varphi$	38,86	38,00	43,00	45,11	58,74	59,24	64,31	64,13	57,95	60,51	52,75	39,79
32	Pv	899	880	999	1049	1367	1536	1759	1733	1355	1265	1225	922
	Ps	2323	2323	2328	2330	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2328	2324
	$\theta$	19,90	19,90	19,94	19,95	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	19,93	19,91
	$\varphi$	38,73	37,88	42,91	45,04	58,77	59,26	64,33	64,15	57,97	60,55	52,63	39,67
33	Pv	899	880	999	1049	1367	1536	1759	1733	1355	1265	1225	922
	Ps	2337	2337	2337	2337	2325	2591	2734	2701	2337	2089	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	19,92	21,68	22,56	22,36	20,00	18,20	20,00	20,00
	$\varphi$	38,49	37,65	42,75	44,91	58,77	59,26	64,33	64,15	57,97	60,55	52,42	39,45

#### Legenda

Int. Numero interfaccia  
 $P_v$  Pressione di vapore [Pa]  
 $\varphi$  Umidità relativa [%]

$\theta$  Temperatura [°C]  
 $P_s$  Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

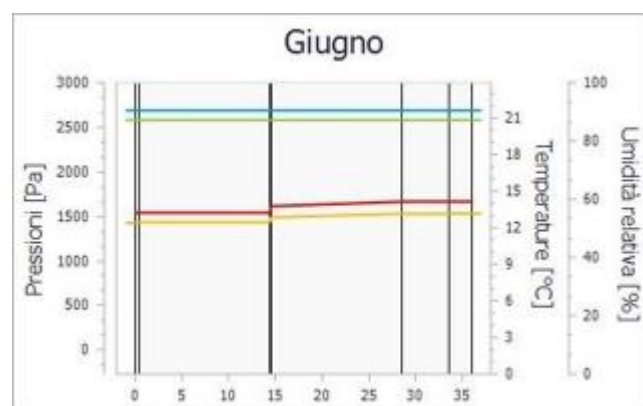
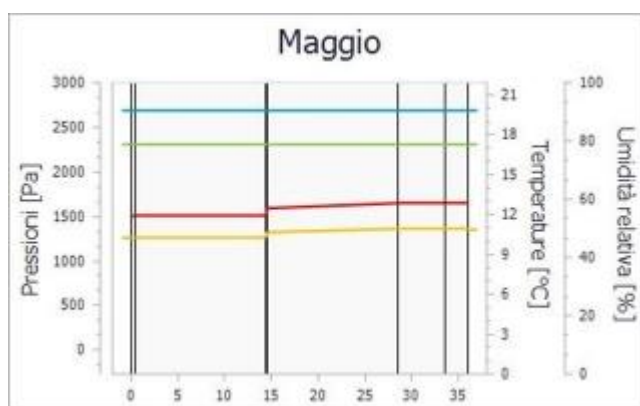
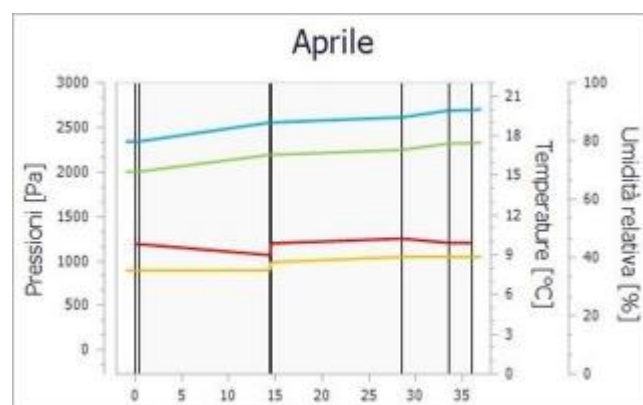
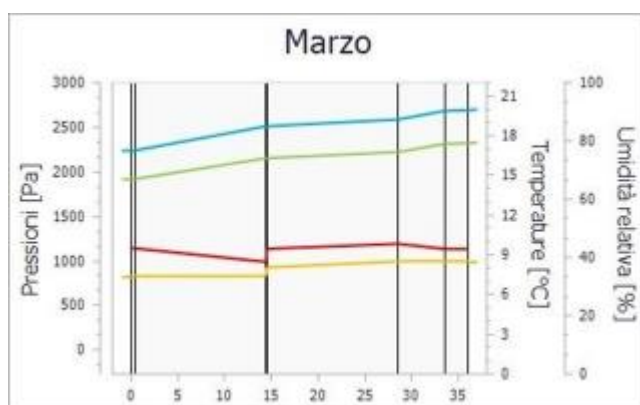
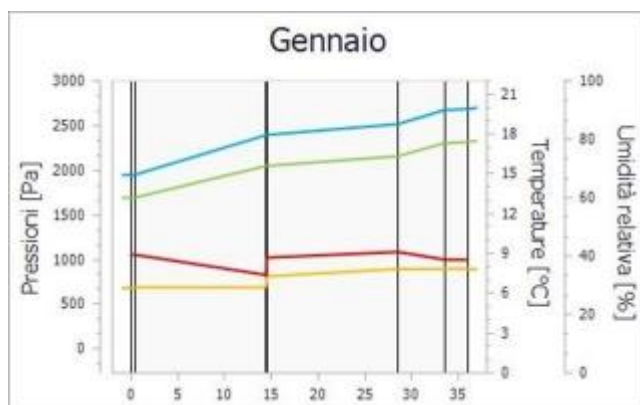
Legenda

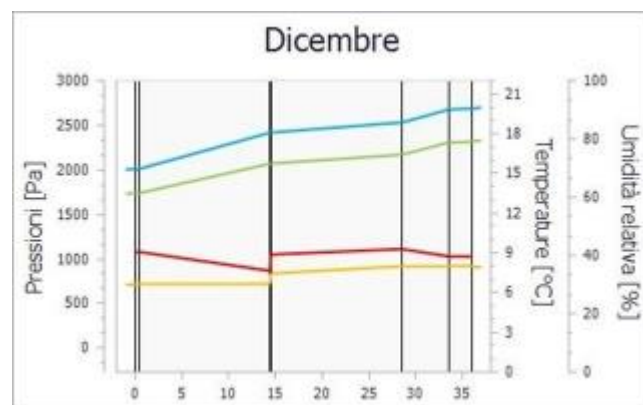
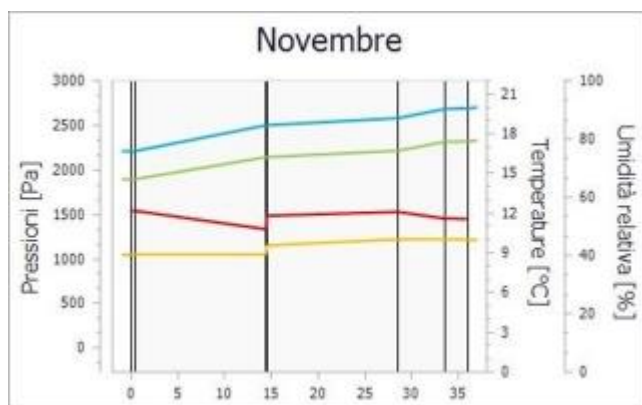
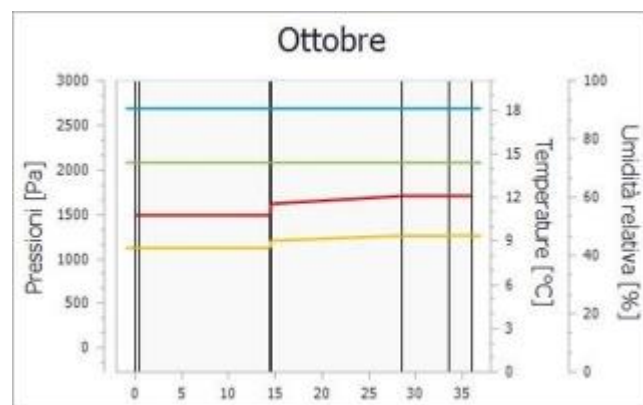
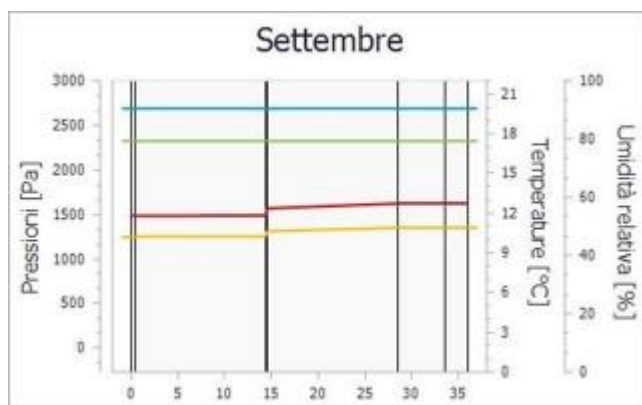
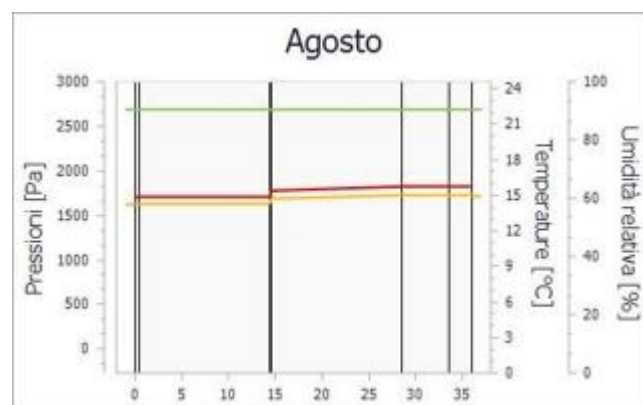
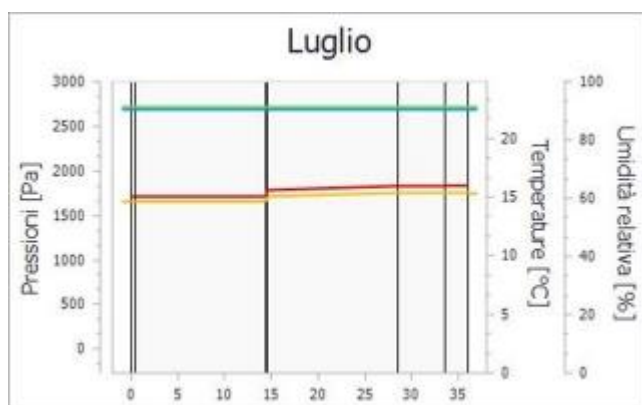
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





Tipologia: Parete Esterna

Confine: Esterno

Codice: FIR\_PER\_MUR\_01

Descrizione: Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	C [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,130
1	Cartongesso in lastre	0,025	0,250	900,00	1000,00	4	0,100
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,050	0,036	90,00	1030,00	1	1,389
3	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13$ W/mK)	0,140	0,130	500,00	1600,00	50	1,077
4	Barriera vapore in fogli di PVC	0,001	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,006
5	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,140	0,036	90,00	1030,00	1	3,889
6	Malta di cemento	0,004	1,400	2000,00	670,00	27	0,003
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,360</b>					<b>6,634</b>

#### Legenda

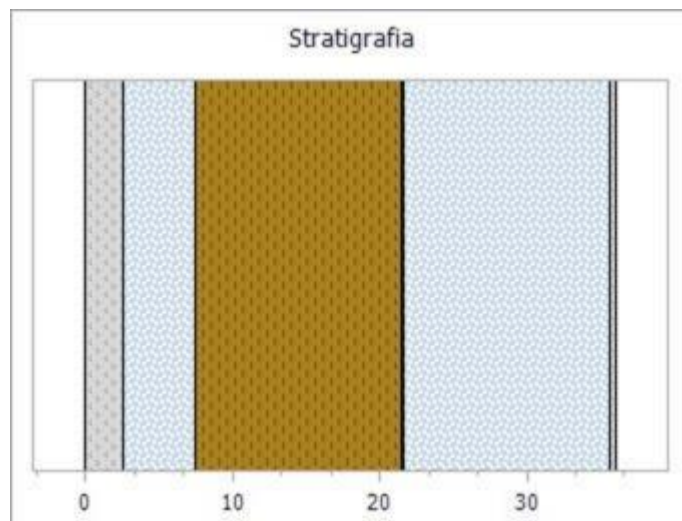
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

C Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	36	cm
Trasmittanza termica	U	0,151	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	6,634	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	119,00	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	159,29	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	0,009	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	$k_1$	23,02	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	$k_2$	10,44	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	0,058	-
Sfasamento	$\varphi$	14,42	h
Ammettanza termica interna	$Y_{ii}$	1,675	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	$Y_{ee}$	0,761	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_s$	88,50	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) muffa:

Umidità critica ( $\varphi_{cr}$ ) condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	7,30	67,28	688	1022	20,00	45,66	1067	2337
Febbraio	7,80	63,59	673	1058	20,00	44,54	1041	2337
Marzo	12,20	58,47	830	1420	20,00	47,16	1102	2337
Aprile	13,90	56,43	896	1587	20,00	48,35	1130	2337
Maggio	19,80	54,80	1265	2308	19,80	59,32	1369	2308
Giugno	24,20	47,56	1436	3018	24,20	50,88	1536	3018
Luglio	26,40	48,22	1659	3440	26,40	51,13	1759	3440
Agosto	25,90	48,89	1633	3340	25,90	51,88	1733	3340
Settembre	20,00	53,69	1255	2337	20,00	57,97	1355	2337
Ottobre	15,50	63,93	1125	1760	18,00	64,19	1324	2063
Novembre	11,70	76,54	1052	1374	20,00	57,11	1335	2337
Dicembre	8,30	65,69	719	1094	20,00	46,05	1076	2337

Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
% - Percentuale  
Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1334	1301	1378	1413	1712	1919	2198	2166	1693	1655	1668	1345
$\theta_{si,min}$	°C	11,25	10,88	11,74	12,12	15,06	16,86	19,02	18,78	14,90	14,55	14,67	11,38
$f_{R,si,min}$	[-]	0,311	0,252	-0,060	-0,293	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,357	0,263

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Novembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,357

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,980

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1067	1041	1102	1130	1369	1536	1759	1733	1355	1324	1335	1076
$\theta_{si,min}$	°C	7,93	7,57	8,40	8,77	11,64	13,39	15,49	15,26	11,48	11,14	11,26	8,06
$f_{R,si,min}$	[-]	0,050	-0,019	-0,487	-0,840	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,053	-0,021

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,050

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,980

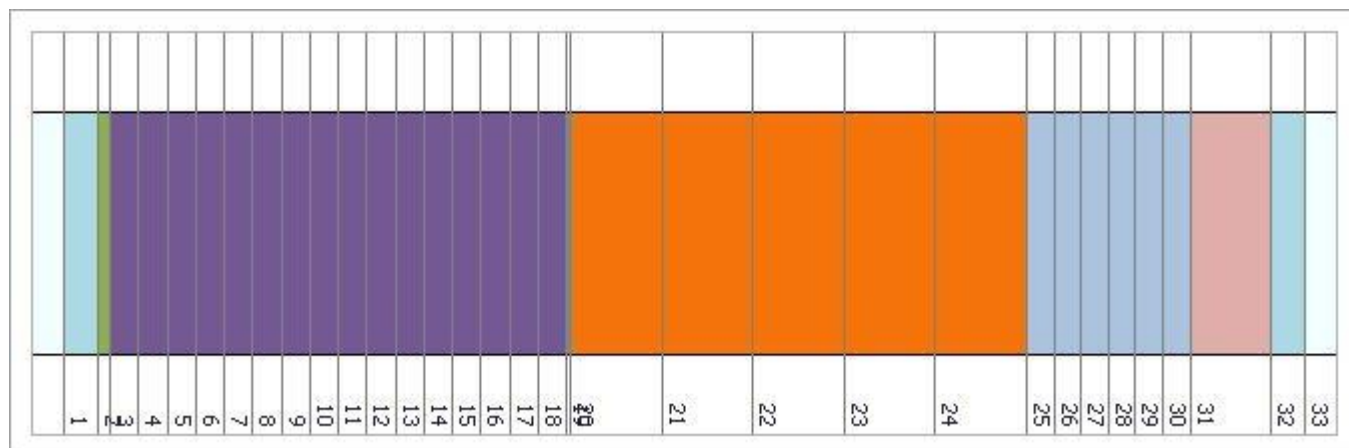
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Malta di cemento	-	0,040	-
3	Malta di cemento - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	0,4	0,003	0,11
4	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,9	0,243	0,01
5	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,9	0,243	0,01
6	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,9	0,243	0,01
7	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,9	0,243	0,01
8	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,9	0,243	0,01
9	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Pannelli rigidi in lana di roccia [6]	0,9	0,243	0,01
10	Pannelli rigidi in lana di roccia [6] - Pannelli rigidi in lana di roccia [7]	0,9	0,243	0,01
11	Pannelli rigidi in lana di roccia [7] - Pannelli rigidi in lana di roccia [8]	0,9	0,243	0,01
12	Pannelli rigidi in lana di roccia [8] - Pannelli rigidi in lana di roccia [9]	0,9	0,243	0,01
13	Pannelli rigidi in lana di roccia [9] - Pannelli rigidi in lana di roccia [10]	0,9	0,243	0,01
14	Pannelli rigidi in lana di roccia [10] - Pannelli rigidi in lana di roccia [11]	0,9	0,243	0,01
15	Pannelli rigidi in lana di roccia [11] - Pannelli rigidi in lana di roccia [12]	0,9	0,243	0,01
16	Pannelli rigidi in lana di roccia [12] - Pannelli rigidi in lana di roccia [13]	0,9	0,243	0,01
17	Pannelli rigidi in lana di roccia [13] - Pannelli rigidi in lana di roccia [14]	0,9	0,243	0,01
18	Pannelli rigidi in lana di roccia [14] - Pannelli rigidi in lana di roccia [15]	0,9	0,243	0,01
19	Pannelli rigidi in lana di roccia [15] - Barriera vapore in fogli di PVC	0,9	0,243	0,01
20	Barriera vapore in fogli di PVC - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0]	0,1	0,006	10,00
21	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1]	2,8	0,215	1,40
22	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2]	2,8	0,215	1,40
23	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3]	2,8	0,215	1,40
24	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4]	2,8	0,215	1,40
25	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	2,8	0,215	1,40
26	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,8	0,231	0,01
27	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,8	0,231	0,01
28	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,8	0,231	0,01
29	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,8	0,231	0,01
30	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,8	0,231	0,01
31	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Cartongesso in lastre	0,8	0,231	0,01
32	Cartongesso in lastre - Strato laminare interno	2,5	0,100	0,10
33	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,130	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1022	1058	1420	1587	2308	3018	3440	3340	2337	1760	1374	1094

1	θ	7,30	7,80	12,20	13,90	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,50	11,70	8,30
	φ	67,28	63,59	58,47	56,43	54,80	47,56	48,22	48,89	53,69	63,93	76,54	65,69
2	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1028	1063	1425	1591	2308	3018	3440	3340	2337	1762	1379	1100
	θ	7,38	7,87	12,25	13,94	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,52	11,75	8,37
	φ	66,93	63,27	58,29	56,30	54,80	47,56	48,22	48,89	53,69	63,87	76,29	65,38
3	Pv	690	675	832	897	1265	1436	1659	1633	1255	1126	1054	721
	Ps	1028	1063	1425	1591	2308	3018	3440	3340	2337	1762	1379	1100
	θ	7,38	7,88	12,25	13,94	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,52	11,75	8,38
	φ	67,13	63,46	58,39	56,38	54,83	47,59	48,24	48,90	53,72	63,93	76,40	65,56
4	Pv	690	675	832	897	1266	1436	1659	1633	1255	1127	1054	721
	Ps	1061	1096	1452	1615	2308	3018	3440	3340	2337	1772	1407	1132
	θ	7,85	8,33	12,54	14,16	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,61	12,06	8,80
	φ	65,05	61,58	57,31	55,58	54,83	47,59	48,24	48,91	53,72	63,57	74,89	63,70
5	Pv	690	675	832	897	1266	1436	1659	1633	1255	1127	1054	721
	Ps	1095	1130	1480	1638	2308	3018	3440	3340	2337	1783	1436	1166
	θ	8,31	8,77	12,82	14,39	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,70	12,36	9,23
	φ	63,04	59,76	56,26	54,78	54,83	47,59	48,24	48,91	53,72	63,20	73,42	61,89
6	Pv	691	675	833	898	1266	1436	1660	1633	1256	1127	1054	722
	Ps	1130	1165	1508	1662	2308	3018	3440	3340	2337	1793	1465	1200
	θ	8,78	9,22	13,11	14,61	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,79	12,67	9,66
	φ	61,10	58,00	55,23	54,01	54,83	47,59	48,25	48,91	53,72	62,84	71,97	60,15
7	Pv	691	676	833	898	1266	1436	1660	1633	1256	1127	1054	722
	Ps	1166	1200	1536	1686	2308	3018	3440	3340	2337	1804	1494	1235
	θ	9,24	9,67	13,39	14,83	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,88	12,97	10,09
	φ	59,22	56,29	54,21	53,24	54,83	47,59	48,25	48,91	53,73	62,47	70,56	58,46
8	Pv	691	676	833	898	1266	1436	1660	1634	1256	1127	1054	722
	Ps	1204	1237	1565	1711	2308	3018	3440	3340	2337	1814	1524	1271
	θ	9,71	10,11	13,68	15,06	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	15,97	13,27	10,52
	φ	57,41	54,64	53,22	52,49	54,84	47,59	48,25	48,91	53,73	62,11	69,19	56,82
9	Pv	691	676	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1055	722
	Ps	1242	1274	1594	1735	2308	3018	3440	3340	2337	1825	1555	1307
	θ	10,17	10,56	13,97	15,28	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,07	13,58	10,95
	φ	55,67	53,05	52,25	51,74	54,84	47,60	48,25	48,91	53,73	61,76	67,84	55,23
10	Pv	691	676	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1055	722
	Ps	1281	1313	1624	1760	2308	3018	3440	3340	2337	1836	1586	1345
	θ	10,64	11,01	14,25	15,50	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,16	13,88	11,38
	φ	53,98	51,51	51,30	51,01	54,84	47,60	48,25	48,92	53,73	61,40	66,52	53,70
11	Pv	692	676	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1055	723
	Ps	1321	1352	1654	1786	2308	3018	3440	3340	2337	1846	1617	1384
	θ	11,10	11,45	14,54	15,73	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,25	14,19	11,80
	φ	52,35	50,02	50,37	50,29	54,84	47,60	48,25	48,92	53,74	61,05	65,23	52,21
12	Pv	692	677	833	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1055	723
	Ps	1363	1393	1685	1812	2308	3018	3440	3340	2337	1857	1649	1424
	θ	11,57	11,90	14,82	15,95	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,34	14,49	12,23
	φ	50,77	48,57	49,46	49,59	54,85	47,60	48,25	48,92	53,74	60,70	63,96	50,77
13	Pv	692	677	834	898	1266	1437	1660	1634	1256	1127	1055	723
	Ps	1405	1434	1716	1838	2308	3018	3440	3340	2337	1868	1682	1464
	θ	12,04	12,35	15,11	16,17	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,43	14,79	12,66
	φ	49,25	47,18	48,56	48,89	54,85	47,60	48,26	48,92	53,74	60,35	62,73	49,37
14	Pv	692	677	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1055	723
	Ps	1449	1477	1748	1864	2308	3018	3440	3340	2337	1879	1715	1506
	θ	12,50	12,80	15,39	16,40	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,52	15,10	13,09
	φ	47,78	45,83	47,69	48,21	54,85	47,60	48,26	48,92	53,74	60,01	61,52	48,02



15	Pv	692	677	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1055	723
	Ps	1494	1521	1780	1891	2308	3018	3440	3340	2337	1890	1749	1549
	θ	12,97	13,24	15,68	16,62	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,62	15,40	13,52
	φ	46,35	44,52	46,83	47,53	54,85	47,61	48,26	48,92	53,74	59,66	60,34	46,70
16	Pv	693	677	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1056	723
	Ps	1540	1566	1813	1918	2308	3018	3440	3340	2337	1901	1784	1592
	θ	13,43	13,69	15,97	16,84	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,71	15,71	13,95
	φ	44,98	43,25	45,99	46,87	54,86	47,61	48,26	48,92	53,75	59,32	59,18	45,43
17	Pv	693	677	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1056	724
	Ps	1587	1612	1847	1945	2308	3018	3440	3340	2337	1912	1819	1637
	θ	13,90	14,14	16,25	17,07	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,80	16,01	14,38
	φ	43,65	42,03	45,17	46,21	54,86	47,61	48,26	48,93	53,75	58,99	58,05	44,20
18	Pv	693	678	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1056	724
	Ps	1636	1659	1881	1973	2308	3018	3440	3340	2337	1923	1854	1683
	θ	14,36	14,58	16,54	17,29	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,89	16,32	14,81
	φ	42,36	40,84	44,36	45,57	54,86	47,61	48,26	48,93	53,75	58,65	56,94	43,00
19	Pv	693	678	834	899	1266	1437	1660	1634	1256	1128	1056	724
	Ps	1686	1708	1915	2001	2308	3018	3440	3340	2337	1934	1890	1730
	θ	14,83	15,03	16,82	17,52	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,98	16,62	15,23
	φ	41,12	39,69	43,57	44,94	54,86	47,61	48,26	48,93	53,75	58,31	55,86	41,84
20	Pv	911	890	990	1034	1326	1494	1718	1692	1314	1242	1218	929
	Ps	1687	1709	1916	2002	2308	3018	3440	3340	2337	1935	1891	1732
	θ	14,84	15,04	16,83	17,52	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	16,98	16,63	15,25
	φ	54,02	52,05	51,69	51,65	57,46	49,52	49,94	50,65	56,21	64,22	64,42	53,67
21	Pv	942	919	1012	1053	1335	1503	1726	1700	1322	1258	1241	958
	Ps	1732	1753	1947	2027	2308	3018	3440	3340	2337	1945	1924	1774
	θ	15,25	15,44	17,08	17,72	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,07	16,90	15,63
	φ	54,37	52,43	51,99	51,94	57,83	49,78	50,17	50,89	56,56	64,71	64,51	54,00
22	Pv	972	949	1034	1071	1343	1511	1734	1708	1330	1274	1264	987
	Ps	1779	1798	1978	2052	2308	3018	3440	3340	2337	1955	1957	1818
	θ	15,66	15,83	17,34	17,92	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,15	17,17	16,01
	φ	54,66	52,77	52,27	52,21	58,19	50,05	50,40	51,13	56,90	65,20	64,58	54,29
23	Pv	1003	979	1056	1090	1352	1519	1742	1716	1338	1290	1287	1016
	Ps	1826	1844	2010	2078	2308	3018	3440	3340	2337	1965	1991	1862
	θ	16,08	16,23	17,59	18,12	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,23	17,44	16,39
	φ	54,91	53,06	52,53	52,47	58,55	50,32	50,64	51,37	57,25	65,68	64,63	54,53
24	Pv	1033	1008	1078	1109	1360	1527	1750	1724	1346	1306	1309	1044
	Ps	1875	1891	2043	2104	2308	3018	3440	3340	2337	1975	2025	1908
	θ	16,49	16,63	17,84	18,31	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,31	17,71	16,76
	φ	55,12	53,30	52,77	52,72	58,92	50,58	50,87	51,61	57,59	66,15	64,66	54,74
25	Pv	1064	1038	1100	1128	1368	1535	1758	1732	1354	1322	1332	1073
	Ps	1925	1939	2075	2130	2308	3018	3440	3340	2337	1985	2060	1954
	θ	16,90	17,02	18,10	18,51	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,39	17,97	17,14
	φ	55,28	53,51	52,99	52,95	59,28	50,85	51,11	51,85	57,93	66,62	64,68	54,91
26	Pv	1064	1038	1100	1128	1368	1535	1758	1732	1354	1323	1332	1073
	Ps	1979	1992	2111	2159	2308	3018	3440	3340	2337	1996	2097	2006
	θ	17,34	17,45	18,37	18,72	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,48	18,26	17,55
	φ	53,76	52,10	52,10	52,26	59,28	50,85	51,11	51,86	57,94	66,26	63,52	53,52
27	Pv	1064	1038	1100	1128	1368	1535	1758	1732	1354	1323	1332	1074
	Ps	2035	2047	2147	2188	2308	3018	3440	3340	2337	2007	2136	2058
	θ	17,79	17,87	18,64	18,94	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,56	18,55	17,96
	φ	52,28	50,73	51,22	51,57	59,29	50,85	51,11	51,86	57,94	65,90	62,38	52,17
	Pv	1064	1038	1100	1128	1368	1535	1758	1732	1354	1323	1333	1074
	Ps	2093	2102	2184	2217	2308	3018	3440	3340	2337	2018	2175	2111

28	$\theta$	18,23	18,30	18,91	19,15	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,65	18,84	18,37
	$\varphi$	50,86	49,40	50,36	50,90	59,29	50,85	51,11	51,86	57,94	65,55	61,27	50,86
29	Pv	1065	1039	1100	1128	1369	1535	1758	1732	1354	1323	1333	1074
	Ps	2152	2159	2222	2246	2308	3018	3440	3340	2337	2029	2214	2166
	$\theta$	18,67	18,73	19,19	19,36	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,74	19,13	18,78
	$\varphi$	49,47	48,10	49,52	50,23	59,29	50,86	51,11	51,86	57,94	65,19	60,18	49,58
30	Pv	1065	1039	1100	1129	1369	1535	1758	1732	1354	1323	1333	1074
	Ps	2212	2217	2260	2276	2308	3018	3440	3340	2337	2040	2255	2222
	$\theta$	19,12	19,15	19,46	19,58	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,83	19,42	19,19
	$\varphi$	48,13	46,85	48,70	49,58	59,29	50,86	51,11	51,86	57,94	64,84	59,11	48,34
31	Pv	1065	1039	1100	1129	1369	1535	1758	1732	1354	1323	1333	1074
	Ps	2274	2276	2298	2307	2308	3018	3440	3340	2337	2052	2296	2279
	$\theta$	19,56	19,58	19,73	19,79	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,91	19,71	19,59
	$\varphi$	46,83	45,63	47,89	48,93	59,29	50,86	51,11	51,86	57,95	64,49	58,06	47,14
32	Pv	1067	1041	1102	1130	1369	1536	1759	1733	1355	1324	1335	1076
	Ps	2301	2303	2315	2320	2308	3018	3440	3340	2337	2056	2314	2304
	$\theta$	19,75	19,76	19,85	19,88	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	17,95	19,84	19,77
	$\varphi$	46,37	45,21	47,61	48,71	59,32	50,88	51,13	51,88	57,97	64,39	57,68	46,71
33	Pv	1067	1041	1102	1130	1369	1536	1759	1733	1355	1324	1335	1076
	Ps	2337	2337	2337	2337	2308	3018	3440	3340	2337	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	19,80	24,20	26,40	25,90	20,00	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	45,66	44,54	47,16	48,35	59,32	50,88	51,13	51,88	57,97	64,19	57,11	46,05

#### Legenda

*Int.* Numero interfaccia  
*P<sub>v</sub>* Pressione di vapore [Pa]  
 *$\varphi$*  Umidità relativa [%]

*$\theta$*  Temperatura [°C]  
*P<sub>s</sub>* Pressione di saturazione [Pa]

ESITO VERIFICA: **Verificato**

La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

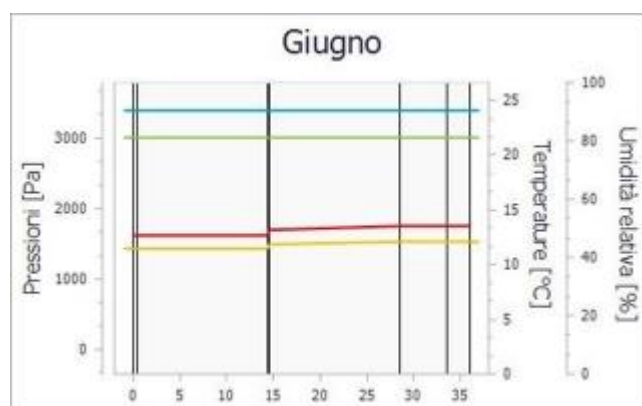
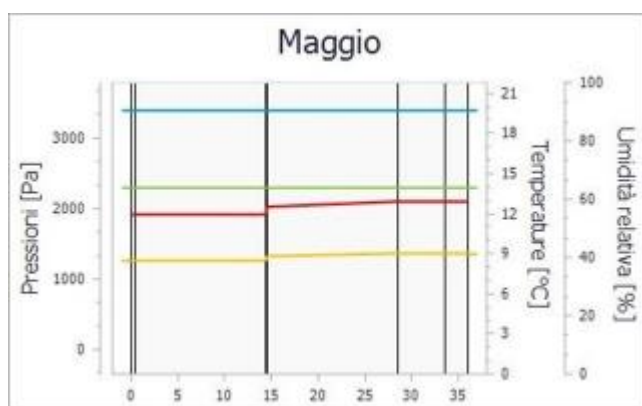
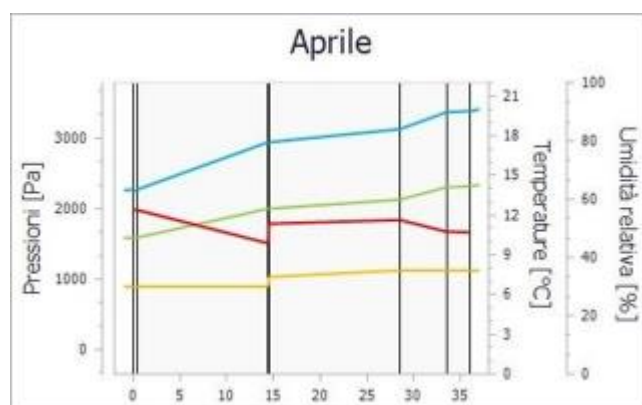
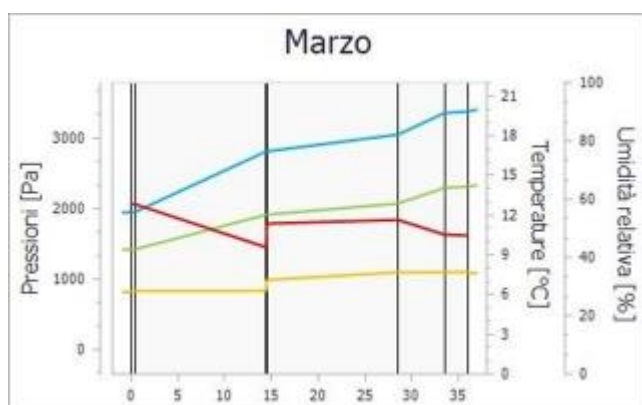
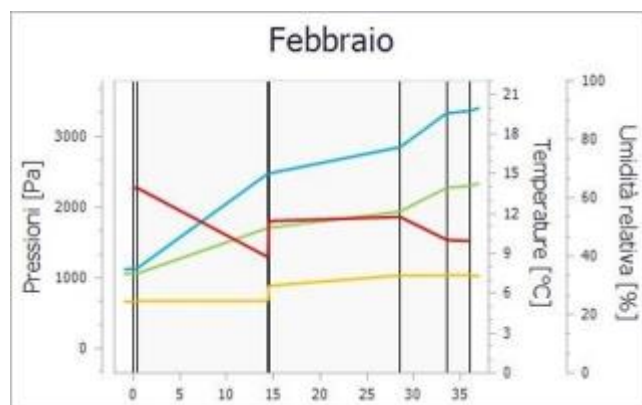
Legenda

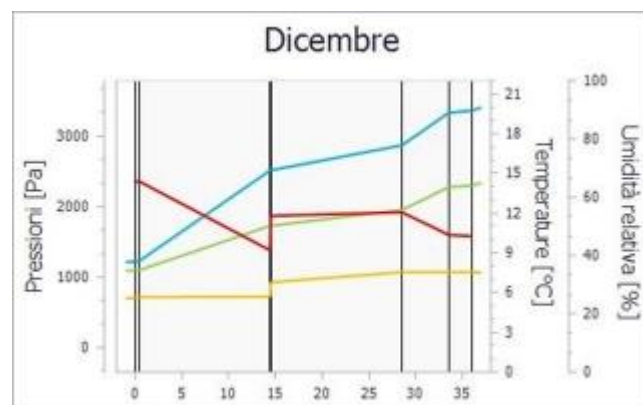
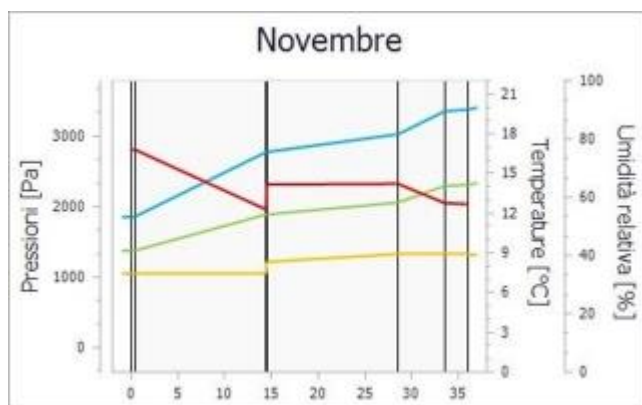
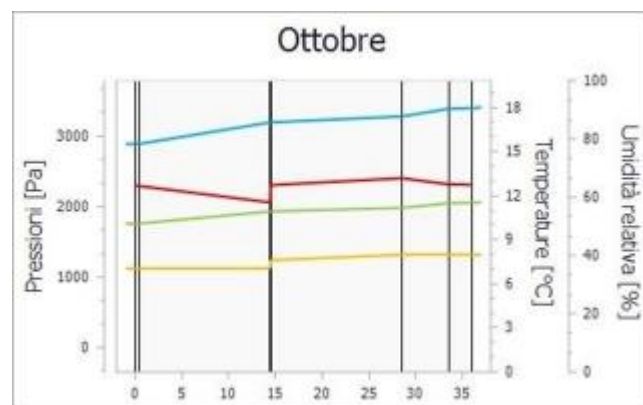
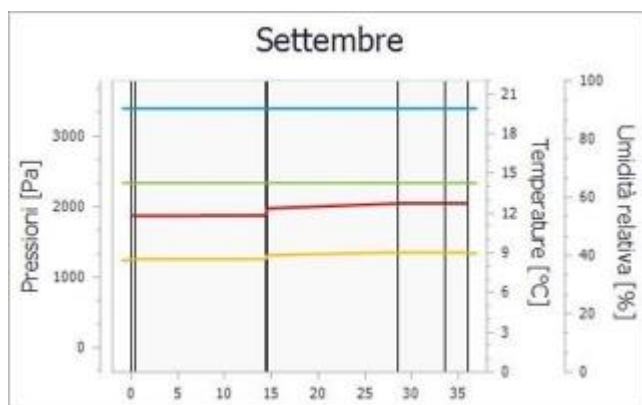
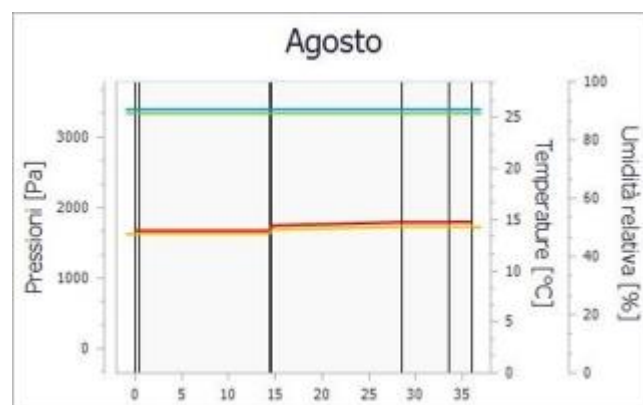
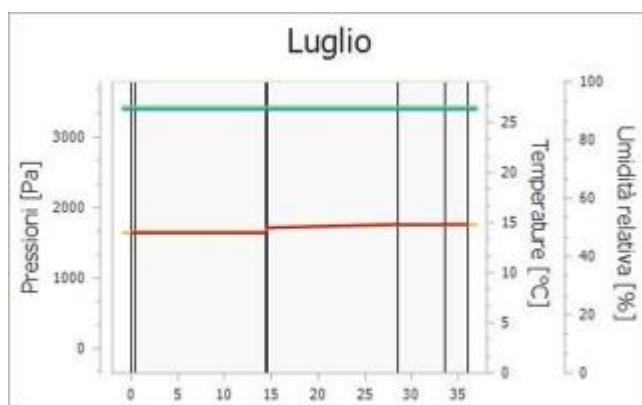
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





## Componenti opachi orizzontali o inclinati

Tipologia: **Pavimento Esterno**

Confine: **Solette sospese (solette sopra vespaio) (Btr,x: 0,8)**

Codice: **FIR\_PER\_PAV\_01**

Descrizione: **Firenze - Asilo caserma Perotti - Pavimento sospeso massetto cls e xps**

### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,170
1	Pavimentazione interna - gres	0,015	1,470	1700,00	1000,00	200	0,010
2	Massetto sabbia e cemento sotto-pavimento	0,050	1,080	1600,00	1000,00	60	0,046
3	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle	0,060	0,035	30,00	1450,00	90	1,714
4	Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito (600 kg/m <sup>3</sup> )	0,120	0,142	600,00	1000,00	4	0,845
5	Soletta in c.l.s. armato (interno)	0,050	2,150	2400,00	880,00	100	0,023
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,295</b>					<b>2,849</b>

#### Legenda

s Spessore dello strato

$\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale

$\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

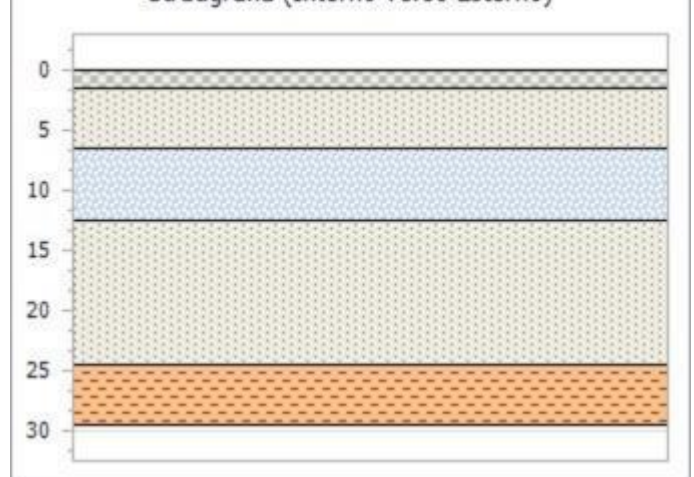
c Calore specifico del materiale

R Resistenza termica degli strati

### Parametri termici

Spessore	s	29,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,351	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	2,849	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	299,30	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	285,71	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	Y <sub>IE</sub>	0,101	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	k <sub>1</sub>	60,10	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	k <sub>2</sub>	112,70	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	f <sub>d</sub>	0,288	-
Sfasamento	$\varphi$	10,88	h
Ammettanza termica interna	Y <sub>ii</sub>	4,273	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	Y <sub>ee</sub>	8,117	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	M <sub>s</sub>	299,30	kg/m <sup>2</sup>

### Stratigrafia (Interno verso Esterno)



### Parametri di verifica

Metodo di calcolo

Classe di concentrazione:

$\varphi$  muffa:

$\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno

Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata

0,80 [-]

1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	9,84	56,64	688	1214	20,00	43,27	1011	2337
Febbraio	10,24	53,93	673	1247	20,00	42,25	987	2337
Marzo	13,76	52,79	830	1573	20,00	45,69	1068	2337
Aprile	15,12	52,15	896	1718	20,00	47,21	1103	2337
Maggio	19,84	54,66	1265	2314	19,84	59,14	1368	2314
Giugno	23,36	50,03	1436	2870	23,36	53,51	1536	2870
Luglio	25,12	52,02	1659	3189	25,12	55,16	1759	3189
Agosto	24,72	52,44	1633	3114	24,72	55,65	1733	3114
Settembre	20,00	53,69	1255	2337	20,00	57,97	1355	2337
Ottobre	16,40	60,36	1125	1864	18,00	63,23	1304	2063
Novembre	13,36	68,64	1052	1533	20,00	55,54	1298	2337
Dicembre	10,64	56,12	719	1281	20,00	43,85	1025	2337

Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
% - Percentuale  
Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1264	1234	1335	1379	1710	1919	2198	2166	1693	1630	1623	1281
$\theta_{si,min}$	°C	10,44	10,08	11,26	11,75	15,05	16,86	19,02	18,78	14,90	14,31	14,24	10,64
$f_{R,si,min}$	[-]	0,059	-0,016	-0,401	-0,690	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,132	0,000

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Novembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,132

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,940

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1011	987	1068	1103	1368	1536	1759	1733	1355	1304	1298	1025
$\theta_{si,min}$	°C	7,14	6,79	7,94	8,42	11,63	13,39	15,49	15,26	11,48	10,91	10,84	7,34
$f_{R,si,min}$	[-]	-0,265	-0,353	-0,933	-1,373	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,380	-0,353

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Maggio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,000

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,940

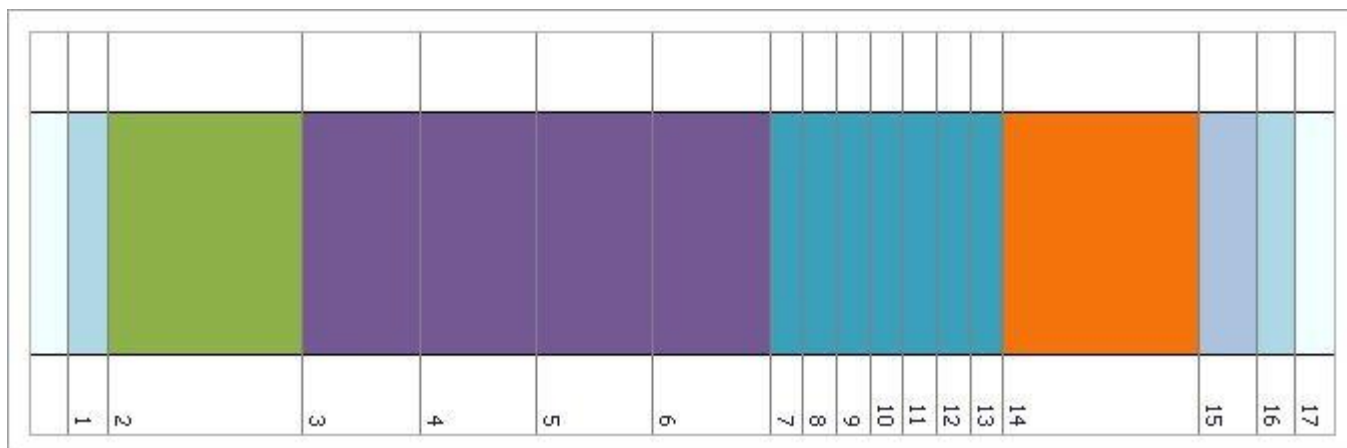
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Soletta in c.l.s. armato (interno)	-	0,040	-
3	Soletta in c.l.s. armato (interno) - Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [0]	5,0	0,023	5,00
4	Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [0] - Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [1]	3,0	0,211	0,12
5	Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [1] - Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [2]	3,0	0,211	0,12
6	Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [2] - Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [3]	3,0	0,211	0,12
7	Lecacem Mini - Massetto in calcestruzzo alleggerito ( $600 \text{ kg/m}^3$ ) [3] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [0]	3,0	0,211	0,12
8	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [0] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [1]	0,9	0,245	0,77
9	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [1] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [2]	0,9	0,245	0,77
10	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [2] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [3]	0,9	0,245	0,77
11	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [3] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [4]	0,9	0,245	0,77
12	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [4] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [5]	0,9	0,245	0,77
13	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [5] - Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [6]	0,9	0,245	0,77
14	Pannello in polistirene espanso estruso (XPS) senza pelle [6] - Massetto sabbia e cemento sotto-pavimento	0,9	0,245	0,77
15	Massetto sabbia e cemento sotto-pavimento - Pavimentazione interna - gres	5,0	0,046	3,00
16	Pavimentazione interna - gres - Strato laminare interno	1,5	0,010	3,00
17	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,170	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1214	1247	1573	1718	2314	2870	3189	3114	2337	1864	1533	1281
	$\theta$	9,84	10,24	13,76	15,12	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,40	13,36	10,64
	$\varphi$	56,64	53,93	52,79	52,15	54,66	50,03	52,02	52,44	53,69	60,36	68,64	56,12
	Pv	688	673	830	896	1265	1436	1659	1633	1255	1125	1052	719
	Ps	1226	1259	1582	1725	2314	2870	3189	3114	2337	1867	1542	1292

2	θ	9,98	10,38	13,85	15,19	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,42	13,45	10,77
	φ	56,10	53,44	52,49	51,92	54,66	50,03	52,02	52,44	53,69	60,27	68,22	55,63
3	Pv	784	766	901	957	1295	1465	1688	1662	1284	1178	1125	809
	Ps	1233	1265	1587	1730	2314	2870	3189	3114	2337	1868	1547	1299
	θ	10,07	10,46	13,90	15,23	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,44	13,51	10,85
	φ	63,56	60,52	56,75	55,34	55,99	51,06	52,95	53,39	54,96	63,06	72,69	62,33
4	Pv	786	768	902	959	1296	1466	1689	1663	1285	1180	1127	812
	Ps	1296	1328	1636	1770	2314	2870	3189	3114	2337	1883	1598	1360
	θ	10,82	11,18	14,36	15,59	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,55	14,00	11,54
	φ	60,62	57,84	55,17	54,16	56,02	51,09	52,97	53,41	54,99	62,66	70,51	59,68
5	Pv	788	770	904	960	1297	1467	1690	1664	1286	1181	1128	814
	Ps	1363	1393	1685	1812	2314	2870	3189	3114	2337	1897	1649	1424
	θ	11,57	11,90	14,82	15,95	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,67	14,49	12,24
	φ	57,83	55,30	53,65	53,00	56,05	51,11	52,99	53,43	55,02	62,25	68,40	57,16
6	Pv	790	773	906	962	1298	1467	1691	1664	1286	1182	1130	816
	Ps	1432	1461	1736	1854	2314	2870	3189	3114	2337	1911	1703	1490
	θ	12,33	12,63	15,29	16,31	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,79	14,98	12,93
	φ	55,19	52,88	52,17	51,87	56,08	51,14	53,02	53,46	55,05	61,85	66,37	54,76
7	Pv	793	775	907	963	1298	1468	1691	1665	1287	1183	1132	818
	Ps	1505	1532	1788	1897	2314	2870	3189	3114	2337	1926	1757	1559
	θ	13,08	13,35	15,75	16,68	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	16,91	15,48	13,62
	φ	52,68	50,58	50,74	50,76	56,11	51,16	53,04	53,48	55,08	61,45	64,40	52,48
8	Pv	808	789	918	973	1303	1473	1696	1670	1292	1192	1143	832
	Ps	1593	1618	1851	1948	2314	2870	3189	3114	2337	1943	1823	1643
	θ	13,95	14,19	16,29	17,10	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,05	16,05	14,43
	φ	50,70	48,78	49,62	49,92	56,32	51,32	53,18	53,63	55,28	61,34	62,71	50,66
9	Pv	822	804	929	982	1308	1477	1700	1674	1296	1200	1154	846
	Ps	1685	1708	1915	2001	2314	2870	3189	3114	2337	1959	1890	1730
	θ	14,83	15,03	16,82	17,51	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,19	16,62	15,23
	φ	48,79	47,05	48,52	49,09	56,52	51,48	53,33	53,77	55,47	61,23	61,06	48,91
10	Pv	837	818	940	992	1313	1482	1705	1679	1301	1208	1166	860
	Ps	1783	1802	1981	2054	2314	2870	3189	3114	2337	1977	1960	1822
	θ	15,70	15,87	17,36	17,93	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,32	17,19	16,04
	φ	46,96	45,39	47,45	48,27	56,73	51,64	53,47	53,92	55,67	61,11	59,47	47,22
11	Pv	852	832	951	1001	1317	1486	1709	1683	1305	1216	1177	874
	Ps	1885	1901	2049	2109	2314	2870	3189	3114	2337	1994	2032	1917
	θ	16,57	16,71	17,89	18,35	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,46	17,76	16,84
	φ	45,20	43,78	46,40	47,46	56,93	51,80	53,61	54,07	55,86	60,99	57,92	45,59
12	Pv	867	847	962	1011	1322	1491	1714	1688	1310	1224	1188	888
	Ps	1992	2005	2119	2165	2314	2870	3189	3114	2337	2011	2106	2017
	θ	17,45	17,55	18,43	18,77	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,60	18,33	17,65
	φ	43,51	42,23	45,38	46,67	57,14	51,96	53,76	54,21	56,06	60,87	56,41	44,02
13	Pv	881	861	973	1020	1327	1495	1719	1693	1315	1233	1199	902
	Ps	2105	2113	2192	2223	2314	2870	3189	3114	2337	2029	2183	2122
	θ	18,32	18,39	18,97	19,19	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,74	18,90	18,45
	φ	41,88	40,74	44,37	45,89	57,34	52,12	53,90	54,36	56,25	60,75	54,95	42,51
14	Pv	896	875	983	1029	1332	1500	1723	1697	1319	1241	1211	916
	Ps	2223	2227	2266	2281	2314	2870	3189	3114	2337	2046	2262	2231
	θ	19,19	19,22	19,50	19,61	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,87	19,47	19,26
	φ	40,32	39,31	43,39	45,12	57,55	52,27	54,04	54,51	56,45	60,63	53,52	41,05
15	Pv	954	931	1026	1066	1350	1518	1741	1715	1337	1273	1254	970
	Ps	2246	2249	2280	2293	2314	2870	3189	3114	2337	2050	2277	2253
	θ	19,36	19,38	19,61	19,69	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,90	19,58	19,41
	φ	42,47	41,41	44,97	46,51	58,34	52,89	54,60	55,08	57,21	62,08	55,09	43,08



16	Pv	1011	987	1068	1103	1368	1536	1759	1733	1355	1304	1298	1025
	Ps	2251	2254	2284	2295	2314	2870	3189	3114	2337	2050	2280	2257
	$\theta$	19,39	19,42	19,63	19,71	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	17,90	19,60	19,44
	$\varphi$	44,93	43,80	46,76	48,06	59,14	53,51	55,16	55,65	57,97	63,61	56,92	45,40
17	Pv	1011	987	1068	1103	1368	1536	1759	1733	1355	1304	1298	1025
	Ps	2337	2337	2337	2337	2314	2870	3189	3114	2337	2063	2337	2337
	$\theta$	20,00	20,00	20,00	20,00	19,84	23,36	25,12	24,72	20,00	18,00	20,00	20,00
	$\varphi$	43,27	42,25	45,69	47,21	59,14	53,51	55,16	55,65	57,97	63,23	55,54	43,85

<i>Legenda</i>			
<i>Int.</i>	<i>Numero interfaccia</i>	$\theta$	<i>Temperatura [<math>^{\circ}</math>C]</i>
$P_v$	<i>Pressione di vapore [Pa]</i>	$P_s$	<i>Pressione di saturazione [Pa]</i>
$\varphi$	<i>Umidità relativa [%]</i>		

ESITO VERIFICA: **Verificato**  
 La struttura non presenta condensa interstiziale

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

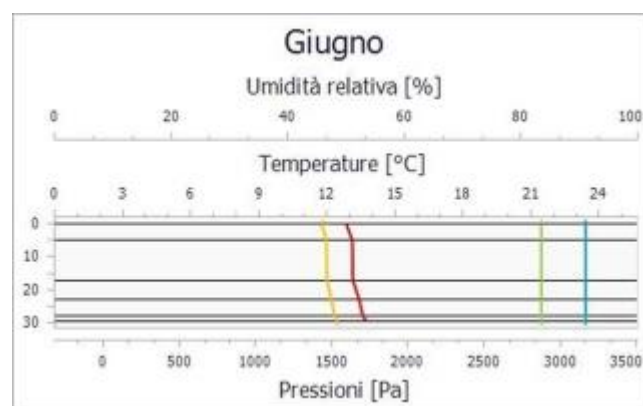
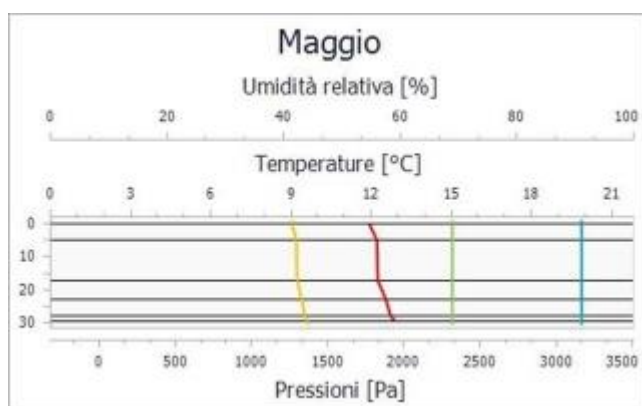
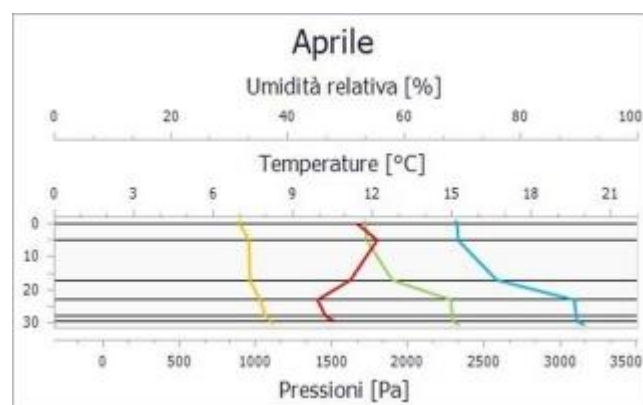
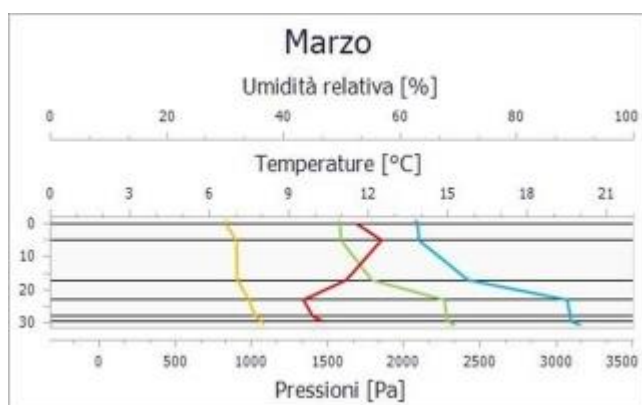
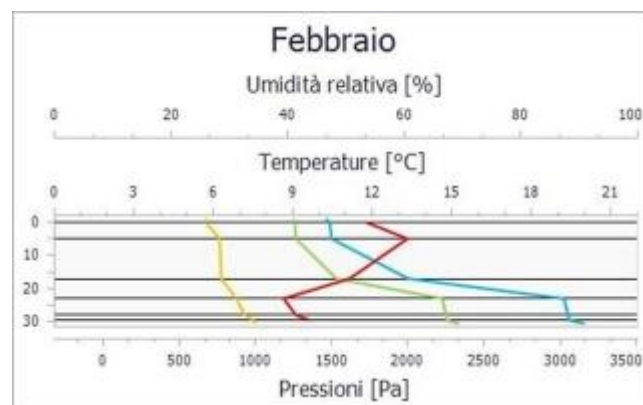
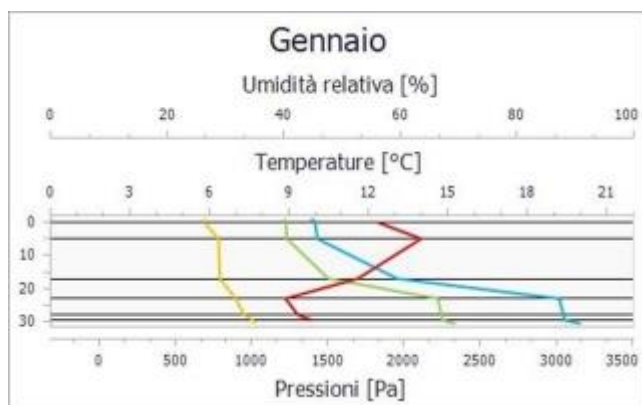
Legenda

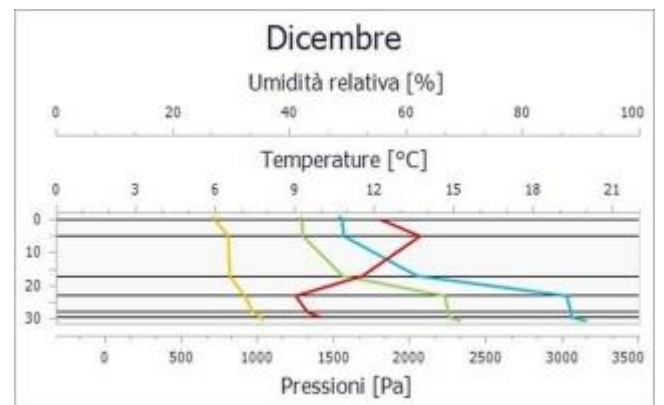
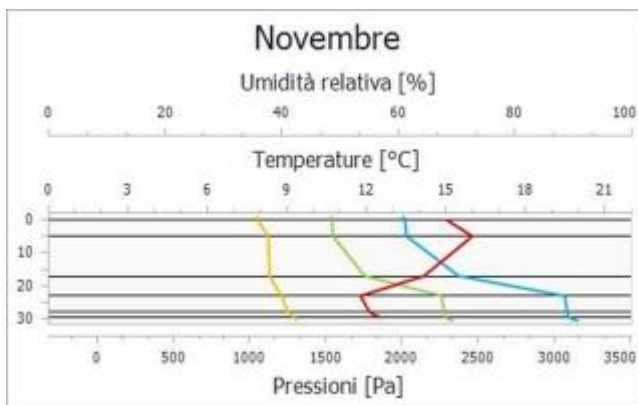
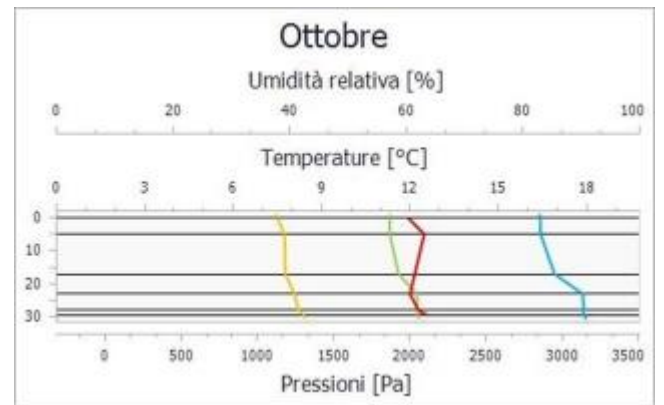
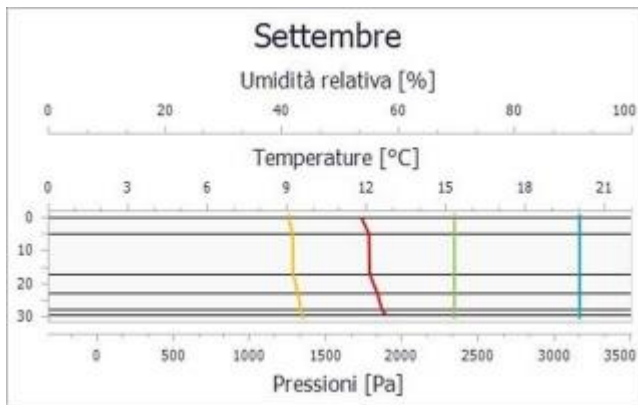
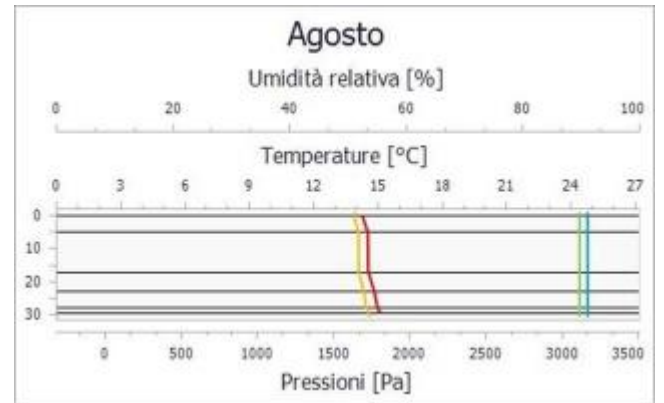
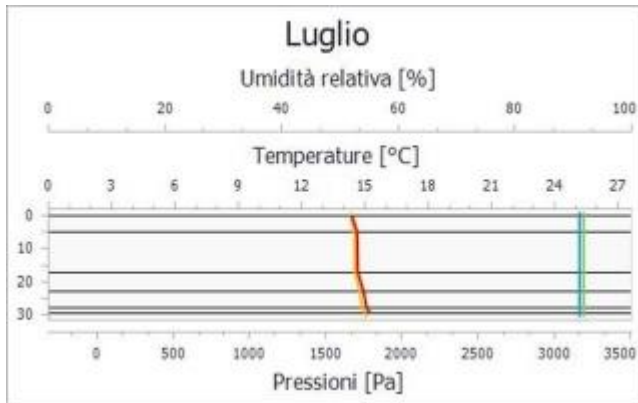
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità





**Tipologia:** Solaio Esterno  
**Codice:** FIR\_PER\_COP\_01

**Confine:** Esterno  
**Descrizione:** Firenze - Asilo caserma Perotti - Copertura X-Lam e di lana di roccia

#### Dettaglio componente

N.	Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	$\lambda$ [W/mK]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kgK]	$\mu$ [-]	R [m <sup>2</sup> K/W]
	Resistenza superficiale interna						0,100
1	Pannello di cartongesso	0,013	0,600	750,00	840,00	8	0,021
2	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,050	0,036	90,00	1030,00	1	1,389
3	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13$ W/mK)	0,180	0,130	500,00	1600,00	50	1,385
4	Pannelli rigidi in lana di roccia	0,140	0,036	90,00	1030,00	1	3,889
5	Barriera vapore in fogli di PVC	0,003	0,160	1400,00	1300,00	10000	0,016
	Resistenza superficiale esterna						0,040
	<b>TOTALE</b>	<b>0,385</b>					<b>6,839</b>

#### Legenda

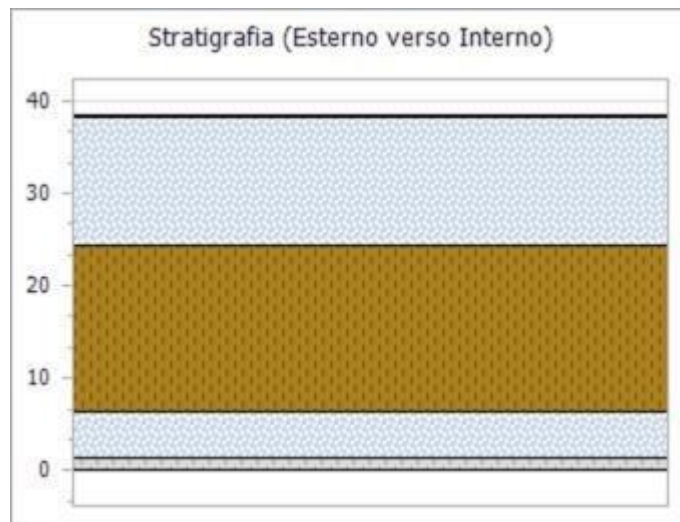
s Spessore dello strato  
 $\rho$  Massa volumica

$\lambda$  Conducibilità termica del materiale  
 $\mu$  Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

c Calore specifico del materiale  
R Resistenza termica degli strati

#### Parametri termici

Spessore	s	38,5	cm
Trasmittanza termica	U	0,146	W/m <sup>2</sup> K
Resistenza termica	R	6,839	m <sup>2</sup> K/W
Massa superficiale	M	119,98	Kg/m <sup>2</sup>
Capacità termica	C	174,04	kJ/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza termica periodica	$Y_{IE}$	0,005	W/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea interna	$k_1$	12,85	kJ/m <sup>2</sup> K
Capacità termica aerea esterna	$k_2$	9,68	kJ/m <sup>2</sup> K
Fattore di attenuazione	$f_d$	0,037	-
Sfasamento	$\varphi$	15,77	h
Ammettanza termica interna	$Y_{ii}$	0,936	W/m <sup>2</sup> K
Ammettanza termica esterna	$Y_{ee}$	0,707	W/m <sup>2</sup> K
Massa superficiale (esclusi intonaci)	$M_s$	110,60	kg/m <sup>2</sup>



#### Parametri di verifica

**Metodo di calcolo**  
**Classe di concentrazione:**  
 $\varphi$  muffa:  
 $\varphi$  condensa:

Classe di concentrazione del vapore all'interno  
Classe 2 - Uffici, negozi, alloggi con ventilazione meccanica controllata  
0,80 [-]  
1,00 [-]

## Condizioni a contorno

Mese	$\theta_e$ [°C]	$\varphi_e$ [%]	$P_{vap,e}$ [Pa]	$P_{sat,e}$ [Pa]	$\theta_i$ [°C]	$\varphi_i$ [%]	$P_{vap,i}$ [Pa]	$P_{sat,i}$ [Pa]
Gennaio	5,30	67,28	599	890	20,00	43,75	1022	2337
Febbraio	5,80	63,59	586	922	20,00	42,73	999	2337
Marzo	10,20	58,47	727	1244	20,00	44,63	1043	2337
Aprile	11,90	56,43	786	1393	20,00	45,53	1064	2337
Maggio	17,80	54,80	1116	2037	18,00	61,31	1265	2063
Giugno	22,20	47,56	1272	2675	22,20	51,30	1372	2675
Luglio	24,40	48,22	1473	3055	24,40	51,49	1573	3055
Agosto	23,90	48,89	1449	2964	23,90	52,26	1549	2964
Settembre	18,00	53,69	1108	2063	18,00	60,67	1252	2063
Ottobre	13,50	63,93	989	1547	18,00	59,71	1232	2063
Novembre	9,70	76,54	921	1203	20,00	53,37	1247	2337
Dicembre	6,30	65,69	627	954	20,00	44,00	1028	2337

Legenda simboli

$\theta$  - Temperatura  
 $\varphi$  - Umidità relativa  
 $P$  - Pressione

Legenda pedici

$i$  - Interna  
 $e$  - Esterna  
 $vap$  - Vapore  
 $sat$  - Saturazione

Legenda unità di misura

°C - Gradi centigradi  
% - Percentuale  
Pa - Pascal

## Verifica Muffa

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1278	1248	1304	1330	1581	1715	1966	1937	1564	1540	1559	1285
$\theta_{si,min}$	°C	10,61	10,25	10,90	11,21	13,84	15,10	17,24	17,00	13,68	13,43	13,62	10,69
$f_{R,si,min}$	[-]	0,361	0,314	0,072	-0,086	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,381	0,320

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Novembre

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,381

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,985

Verifica muffa:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Superficiale

		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$P_{sat}(\theta_{si})$	Pa	1022	999	1043	1064	1265	1372	1573	1549	1252	1232	1247	1028
$\theta_{si,min}$	°C	7,30	6,96	7,59	7,89	10,45	11,68	13,76	13,53	10,29	10,05	10,24	7,39
$f_{R,si,min}$	[-]	0,136	0,082	-0,266	-0,495	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,053	0,079

Legenda

$P_{sat}(\theta_{si})$  Pressione di saturazione minima accettabile sulla superficie

$\theta_{si,min}$  Temperatura superficiale minima accettabile

$f_{R,si,min}$  Fattore di temperatura minimo accettabile sulla superficie

Mese critico:

Gennaio

Fattore di temperatura del mese critico:

$f_{R,si,max}$

0,136

Fattore di temperatura del componente:

$f_{R,si}$

0,985

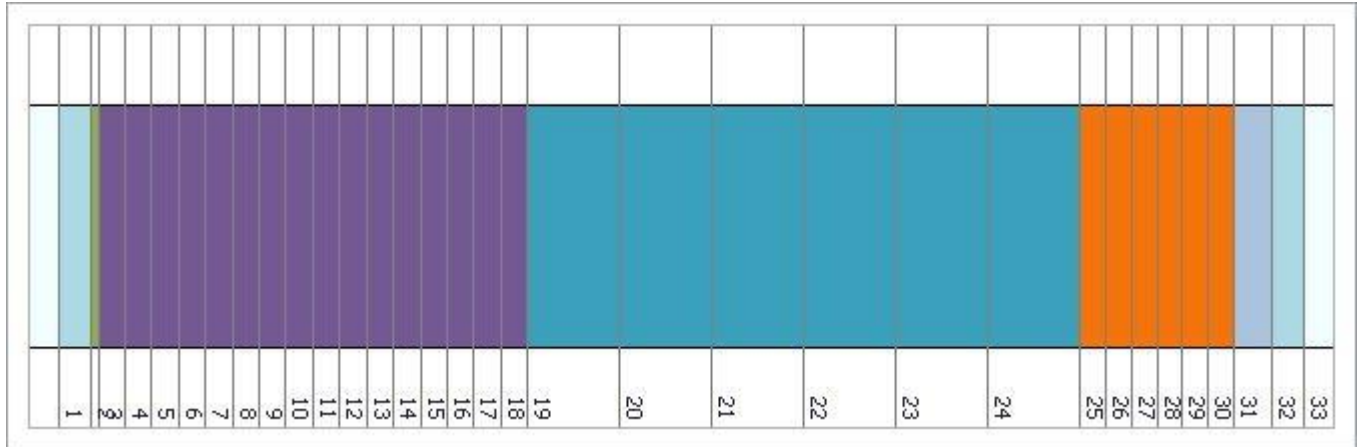
Verifica condensa superficiale:

$(f_{R,si,max} \leq f_{R,si})$

**Verificato**

## Verifica Condensa Interstiziale

Al fine di effettuare la verifica della formazione di condensa interstiziale, così come indicato nella UNI 13788, si è proceduto a suddividere gli strati che compongono la struttura in interfacce intese come substrati dello stesso materiale affinché questi non superino una resistenza termica di  $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le interfacce, così definite, ordinate dall'esterno verso l'interno, sono dettagliate in seguito:



Int.	Descrizione interfaccia	Spessore [cm]	Resistenza [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Sd [m]
1	Aria esterna - Strato laminare esterno	-	-	-
2	Strato laminare esterno - Barriera vapore in fogli di PVC	-	0,040	-
3	Barriera vapore in fogli di PVC - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	0,3	0,016	25,00
4	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,9	0,243	0,01
5	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,9	0,243	0,01
6	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,9	0,243	0,01
7	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,9	0,243	0,01
8	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,9	0,243	0,01
9	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Pannelli rigidi in lana di roccia [6]	0,9	0,243	0,01
10	Pannelli rigidi in lana di roccia [6] - Pannelli rigidi in lana di roccia [7]	0,9	0,243	0,01
11	Pannelli rigidi in lana di roccia [7] - Pannelli rigidi in lana di roccia [8]	0,9	0,243	0,01
12	Pannelli rigidi in lana di roccia [8] - Pannelli rigidi in lana di roccia [9]	0,9	0,243	0,01
13	Pannelli rigidi in lana di roccia [9] - Pannelli rigidi in lana di roccia [10]	0,9	0,243	0,01
14	Pannelli rigidi in lana di roccia [10] - Pannelli rigidi in lana di roccia [11]	0,9	0,243	0,01
15	Pannelli rigidi in lana di roccia [11] - Pannelli rigidi in lana di roccia [12]	0,9	0,243	0,01
16	Pannelli rigidi in lana di roccia [12] - Pannelli rigidi in lana di roccia [13]	0,9	0,243	0,01
17	Pannelli rigidi in lana di roccia [13] - Pannelli rigidi in lana di roccia [14]	0,9	0,243	0,01
18	Pannelli rigidi in lana di roccia [14] - Pannelli rigidi in lana di roccia [15]	0,9	0,243	0,01
19	Pannelli rigidi in lana di roccia [15] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0]	0,9	0,243	0,01
20	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [0] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1]	3,0	0,231	1,50
21	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [1] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2]	3,0	0,231	1,50
22	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [2] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3]	3,0	0,231	1,50
23	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [3] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4]	3,0	0,231	1,50
24	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [4] - Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [5]	3,0	0,231	1,50
25	Pannello X-LAM ( $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$ ) [5] - Pannelli rigidi in lana di roccia [0]	3,0	0,231	1,50
26	Pannelli rigidi in lana di roccia [0] - Pannelli rigidi in lana di roccia [1]	0,8	0,231	0,01
27	Pannelli rigidi in lana di roccia [1] - Pannelli rigidi in lana di roccia [2]	0,8	0,231	0,01
28	Pannelli rigidi in lana di roccia [2] - Pannelli rigidi in lana di roccia [3]	0,8	0,231	0,01
29	Pannelli rigidi in lana di roccia [3] - Pannelli rigidi in lana di roccia [4]	0,8	0,231	0,01
30	Pannelli rigidi in lana di roccia [4] - Pannelli rigidi in lana di roccia [5]	0,8	0,231	0,01
31	Pannelli rigidi in lana di roccia [5] - Pannello di cartongesso	0,8	0,231	0,01
32	Pannello di cartongesso - Strato laminare interno	1,3	0,021	0,10
33	Strato laminare interno - Aria interna	-	0,100	-

Di seguito il dettaglio dei risultati di calcolo per ogni singola interfaccia sopra indicata:

Interf.		Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	Pv	599	586	727	786	1116	1272	1473	1449	1108	989	921	627
	Ps	890	922	1244	1393	2037	2675	3055	2964	2063	1547	1203	954

1	θ	5,30	5,80	10,20	11,90	17,80	22,20	24,40	23,90	18,00	13,50	9,70	6,30
	φ	67,28	63,59	58,47	56,43	54,80	47,56	48,22	48,89	53,69	63,93	76,54	65,69
2	Pv	599	586	727	786	1116	1272	1473	1449	1108	989	921	627
	Ps	896	927	1249	1397	2037	2675	3055	2964	2063	1549	1208	960
	θ	5,39	5,88	10,26	11,95	17,80	22,20	24,40	23,90	18,00	13,53	9,76	6,38
	φ	66,88	63,22	58,25	56,25	54,80	47,56	48,22	48,89	53,69	63,82	76,23	65,33
3	Pv	898	929	957	989	1224	1345	1546	1522	1213	1166	1159	919
	Ps	898	929	1251	1399	2037	2675	3055	2964	2063	1550	1210	962
	θ	5,42	5,92	10,28	11,97	17,80	22,20	24,40	23,90	18,00	13,54	9,78	6,41
	φ	100,00	100,00	76,56	70,69	60,11	50,29	50,61	51,35	58,78	75,21	95,80	95,62
4	Pv	898	929	957	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	931	962	1280	1425	2038	2675	3055	2964	2063	1567	1240	994
	θ	5,94	6,42	10,63	12,25	17,81	22,20	24,40	23,90	18,00	13,70	10,15	6,90
	φ	96,45	96,58	74,81	69,36	60,08	50,29	50,61	51,35	58,78	74,43	93,48	92,48
5	Pv	898	929	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	965	996	1310	1453	2039	2675	3055	2964	2063	1583	1270	1028
	θ	6,46	6,92	10,98	12,54	17,82	22,20	24,40	23,90	18,00	13,86	10,52	7,39
	φ	93,04	93,29	73,10	68,07	60,06	50,29	50,61	51,35	58,78	73,66	91,23	89,45
6	Pv	898	929	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1000	1031	1341	1480	2040	2675	3055	2964	2063	1599	1302	1063
	θ	6,99	7,43	11,32	12,83	17,82	22,20	24,40	23,90	18,00	14,02	10,88	7,87
	φ	89,77	90,12	71,43	66,80	60,03	50,29	50,61	51,35	58,78	72,91	89,04	86,53
7	Pv	898	929	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1037	1067	1372	1508	2041	2675	3055	2964	2063	1616	1334	1099
	θ	7,51	7,93	11,67	13,12	17,83	22,20	24,40	23,90	18,00	14,18	11,25	8,36
	φ	86,62	87,07	69,81	65,56	60,01	50,29	50,61	51,35	58,79	72,16	86,90	83,72
8	Pv	898	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1075	1105	1404	1537	2042	2675	3055	2964	2063	1633	1367	1136
	θ	8,03	8,44	12,02	13,41	17,84	22,20	24,40	23,90	18,00	14,34	11,61	8,85
	φ	83,60	84,14	68,23	64,34	59,98	50,29	50,61	51,35	58,79	71,42	84,83	81,02
9	Pv	898	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1113	1143	1436	1566	2043	2675	3055	2964	2063	1650	1400	1174
	θ	8,55	8,94	12,37	13,69	17,84	22,20	24,40	23,90	18,00	14,50	11,98	9,33
	φ	80,70	81,32	66,69	63,15	59,96	50,29	50,61	51,35	58,79	70,69	82,81	78,40
10	Pv	899	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1153	1183	1470	1596	2044	2675	3055	2964	2063	1667	1434	1213
	θ	9,08	9,45	12,72	13,98	17,85	22,20	24,40	23,90	18,00	14,66	12,35	9,82
	φ	77,90	78,60	65,19	61,99	59,93	50,29	50,61	51,36	58,79	69,97	80,84	75,89
11	Pv	899	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1159	920
	Ps	1195	1223	1503	1626	2045	2675	3055	2964	2063	1684	1469	1253
	θ	9,60	9,95	13,07	14,27	17,86	22,20	24,40	23,90	18,00	14,82	12,71	10,31
	φ	75,22	75,99	63,72	60,85	59,91	50,29	50,61	51,36	58,79	69,25	78,93	73,46
12	Pv	899	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1166	1160	920
	Ps	1237	1265	1538	1656	2045	2675	3055	2964	2063	1702	1505	1294
	θ	10,12	10,46	13,41	14,56	17,87	22,20	24,40	23,90	18,00	14,98	13,08	10,79
	φ	72,64	73,47	62,29	59,73	59,88	50,29	50,61	51,36	58,80	68,54	77,06	71,12
13	Pv	899	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1167	1160	920
	Ps	1281	1309	1573	1687	2046	2675	3055	2964	2063	1719	1541	1337
	θ	10,64	10,96	13,76	14,84	17,87	22,20	24,40	23,90	18,00	15,14	13,44	11,28
	φ	70,16	71,05	60,90	58,63	59,86	50,30	50,62	51,36	58,80	67,85	75,25	68,87
14	Pv	899	930	958	989	1225	1345	1546	1522	1213	1167	1160	921
	Ps	1327	1353	1609	1719	2047	2675	3055	2964	2063	1737	1578	1380
	θ	11,17	11,47	14,11	15,13	17,88	22,20	24,40	23,90	18,00	15,30	13,81	11,77
	φ	67,77	68,71	59,55	57,56	59,83	50,30	50,62	51,36	58,80	67,16	73,48	66,69

15	Pv	899	930	958	990	1225	1345	1546	1522	1213	1167	1160	921
	Ps	1373	1399	1646	1751	2048	2675	3055	2964	2063	1755	1616	1425
	θ	11,69	11,97	14,46	15,42	17,89	22,20	24,40	23,90	18,00	15,46	14,18	12,25
	φ	65,47	66,46	58,22	56,51	59,81	50,30	50,62	51,36	58,80	66,47	71,76	64,59
16	Pv	899	930	958	990	1225	1345	1546	1522	1213	1167	1160	921
	Ps	1421	1446	1683	1784	2049	2675	3055	2964	2063	1773	1655	1472
	θ	12,21	12,48	14,81	15,71	17,89	22,20	24,40	23,90	18,00	15,62	14,54	12,74
	φ	63,26	64,30	56,93	55,48	59,78	50,30	50,62	51,36	58,80	65,80	70,09	62,56
17	Pv	899	930	959	990	1225	1345	1546	1523	1213	1167	1160	921
	Ps	1471	1495	1722	1817	2050	2675	3055	2964	2063	1791	1694	1519
	θ	12,73	12,98	15,16	16,00	17,90	22,20	24,40	23,90	18,00	15,78	14,91	13,23
	φ	61,14	62,21	55,68	54,47	59,76	50,30	50,62	51,36	58,80	65,13	68,46	60,61
18	Pv	899	930	959	990	1225	1345	1546	1523	1213	1167	1160	921
	Ps	1522	1545	1761	1851	2051	2675	3055	2964	2063	1810	1735	1568
	θ	13,26	13,49	15,50	16,28	17,91	22,20	24,40	23,90	18,00	15,94	15,27	13,71
	φ	59,09	60,20	54,45	53,48	59,73	50,30	50,62	51,36	58,81	64,47	66,87	58,72
19	Pv	900	930	959	990	1225	1345	1546	1523	1213	1167	1160	921
	Ps	1575	1597	1800	1885	2052	2675	3055	2964	2063	1828	1776	1619
	θ	13,78	13,99	15,85	16,57	17,92	22,20	24,40	23,90	18,00	16,10	15,64	14,20
	φ	57,12	58,26	53,25	52,52	59,71	50,30	50,62	51,36	58,81	63,82	65,32	56,90
20	Pv	920	941	972	1002	1232	1350	1551	1527	1219	1178	1174	939
	Ps	1626	1647	1839	1918	2053	2675	3055	2964	2063	1846	1816	1668
	θ	14,27	14,47	16,18	16,85	17,92	22,20	24,40	23,90	18,00	16,25	15,99	14,66
	φ	56,55	57,16	52,89	52,25	60,00	50,46	50,76	51,51	59,11	63,78	64,67	56,28
21	Pv	940	953	986	1014	1238	1354	1555	1531	1226	1188	1189	956
	Ps	1679	1699	1878	1951	2054	2675	3055	2964	2063	1864	1857	1718
	θ	14,77	14,95	16,51	17,12	17,93	22,20	24,40	23,90	18,00	16,40	16,34	15,13
	φ	55,96	56,08	52,52	51,97	60,29	50,63	50,91	51,66	59,42	63,74	64,02	55,65
22	Pv	960	964	1000	1026	1245	1359	1559	1536	1232	1199	1203	974
	Ps	1734	1752	1918	1985	2054	2675	3055	2964	2063	1882	1898	1770
	θ	15,27	15,43	16,84	17,39	17,94	22,20	24,40	23,90	18,00	16,55	16,68	15,59
	φ	55,37	55,02	52,15	51,70	60,58	50,79	51,05	51,81	59,72	63,69	63,38	55,01
23	Pv	980	975	1014	1038	1251	1363	1564	1540	1238	1209	1217	991
	Ps	1790	1807	1958	2020	2055	2675	3055	2964	2063	1900	1940	1823
	θ	15,76	15,91	17,18	17,67	17,94	22,20	24,40	23,90	18,00	16,70	17,03	16,05
	φ	54,76	53,97	51,78	51,41	60,87	50,96	51,19	51,95	60,03	63,64	62,73	54,37
24	Pv	1000	986	1028	1051	1258	1367	1568	1544	1245	1220	1232	1009
	Ps	1848	1863	2000	2055	2056	2675	3055	2964	2063	1919	1984	1878
	θ	16,26	16,39	17,51	17,94	17,95	22,20	24,40	23,90	18,00	16,85	17,38	16,51
	φ	54,14	52,95	51,39	51,13	61,16	51,12	51,34	52,10	60,33	63,58	62,09	53,73
25	Pv	1020	997	1042	1063	1264	1372	1572	1549	1251	1231	1246	1026
	Ps	1907	1920	2042	2090	2057	2675	3055	2964	2063	1937	2028	1934
	θ	16,75	16,87	17,84	18,21	17,96	22,20	24,40	23,90	18,00	17,01	17,73	16,98
	φ	53,51	51,94	51,01	50,84	61,45	51,28	51,48	52,25	60,64	63,52	61,44	53,08
26	Pv	1020	997	1042	1063	1264	1372	1572	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	1968	1980	2085	2127	2058	2675	3055	2964	2063	1956	2073	1991
	θ	17,25	17,35	18,17	18,49	17,96	22,20	24,40	23,90	18,00	17,16	18,07	17,44
	φ	51,86	50,39	49,96	49,98	61,42	51,28	51,48	52,25	60,64	62,91	60,11	51,55
27	Pv	1021	998	1042	1063	1264	1372	1573	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	2031	2040	2129	2164	2059	2675	3055	2964	2063	1975	2118	2050
	θ	17,75	17,83	18,50	18,76	17,97	22,20	24,40	23,90	18,00	17,31	18,42	17,90
	φ	50,26	48,89	48,94	49,13	61,40	51,28	51,48	52,25	60,64	62,31	58,82	50,07
	Pv	1021	998	1042	1063	1264	1372	1573	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	2095	2103	2173	2201	2060	2675	3055	2964	2063	1994	2165	2111



28	θ	18,25	18,31	18,83	19,03	17,98	22,20	24,40	23,90	18,00	17,46	18,77	18,37
	φ	48,72	47,44	47,94	48,30	61,37	51,28	51,48	52,25	60,65	61,72	57,55	48,64
29	Pv	1021	998	1042	1063	1264	1372	1573	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	2161	2167	2219	2239	2061	2675	3055	2964	2063	2014	2213	2173
	θ	18,75	18,79	19,16	19,31	17,98	22,20	24,40	23,90	18,00	17,62	19,12	18,83
	φ	47,23	46,03	46,96	47,49	61,35	51,29	51,48	52,25	60,65	61,13	56,32	47,25
30	Pv	1021	998	1042	1063	1264	1372	1573	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	2230	2233	2265	2277	2061	2675	3055	2964	2063	2033	2261	2237
	θ	19,24	19,27	19,50	19,58	17,99	22,20	24,40	23,90	18,00	17,77	19,47	19,29
	φ	45,79	44,68	46,00	46,69	61,33	51,29	51,48	52,25	60,65	60,55	55,11	45,91
31	Pv	1021	998	1042	1063	1264	1372	1573	1549	1251	1231	1246	1027
	Ps	2300	2301	2312	2316	2062	2675	3055	2964	2063	2053	2311	2302
	θ	19,74	19,75	19,83	19,86	18,00	22,20	24,40	23,90	18,00	17,92	19,82	19,76
	φ	44,40	43,37	45,07	45,90	61,30	51,29	51,48	52,25	60,65	59,98	53,94	44,61
32	Pv	1022	999	1043	1064	1265	1372	1573	1549	1252	1232	1247	1028
	Ps	2306	2307	2316	2320	2062	2675	3055	2964	2063	2054	2315	2308
	θ	19,79	19,79	19,86	19,88	18,00	22,20	24,40	23,90	18,00	17,93	19,85	19,80
	φ	44,34	43,28	45,02	45,87	61,32	51,30	51,49	52,26	60,67	59,96	53,87	44,55
33	Pv	1022	999	1043	1064	1265	1372	1573	1549	1252	1232	1247	1028
	Ps	2337	2337	2337	2337	2063	2675	3055	2964	2063	2063	2337	2337
	θ	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	22,20	24,40	23,90	18,00	18,00	20,00	20,00
	φ	43,75	42,73	44,63	45,53	61,31	51,30	51,49	52,26	60,67	59,71	53,37	44,00

### Legenda

*Int.*

*Numero interfaccia*

 $P_v$ 

Pressione di vapore [Pa]

 $\varphi$ 

Umidità relativa [%]

 $\theta$ Temperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ] $P_s$ 

Pressione di saturazione [Pa]

Dall'analisi risulta formazione di condensa interstiziale. Di seguito i dettagli delle masse condensate ed evaporate:

[illegible]





Quantità max. di condensansa accumulata in un'interfaccia	$M_a$	0,79	$\text{g/m}^2$
Interfaccia		3	
Quantità massima ammissibile accumulata	$M_{a,\max}$	500,00	$\text{g/m}^2$
Verifica	$(M_a \leq M_{a,\max})$	Verificato	

ESITO VERIFICA: POSITIVO

La struttura presenta condensa interstiziale, la quantità massima stagionale di vapore condensato è pari a  $0,79 \text{ g/m}^2$  (inferiore al limite di  $500,00 \text{ g/m}^2$ ), rievaporabile durante il periodo estivo.

Di seguito, i diagrammi delle temperature, delle pressioni e delle umidità :

## Diagrammi delle pressioni e delle temperature

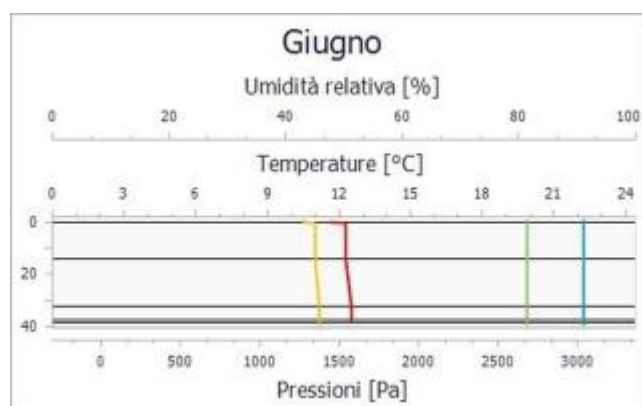
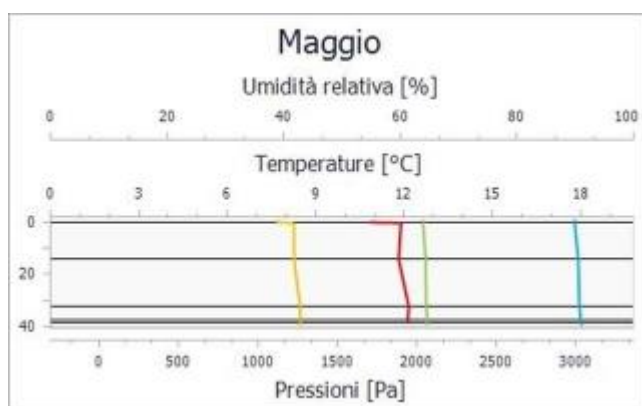
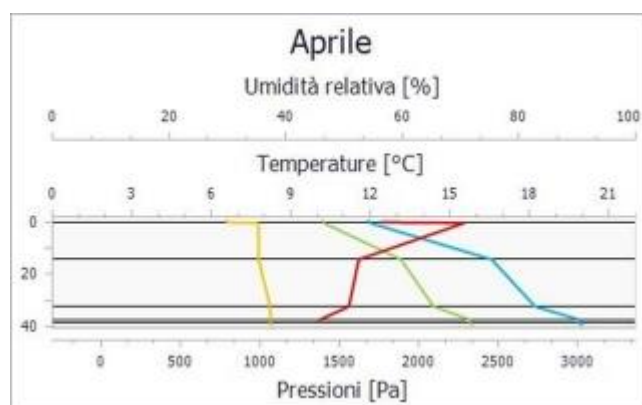
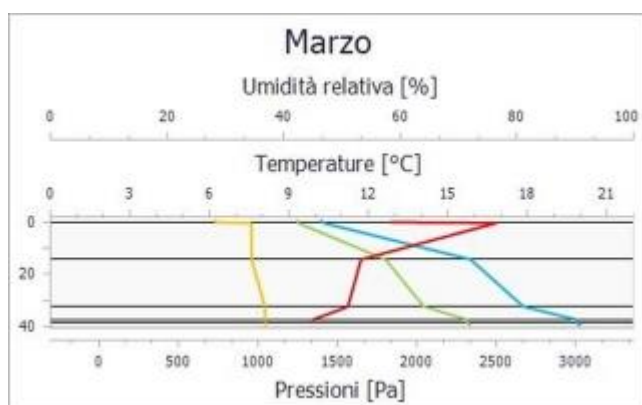
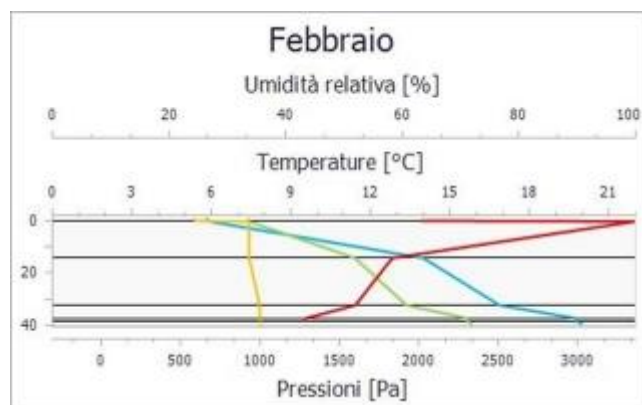
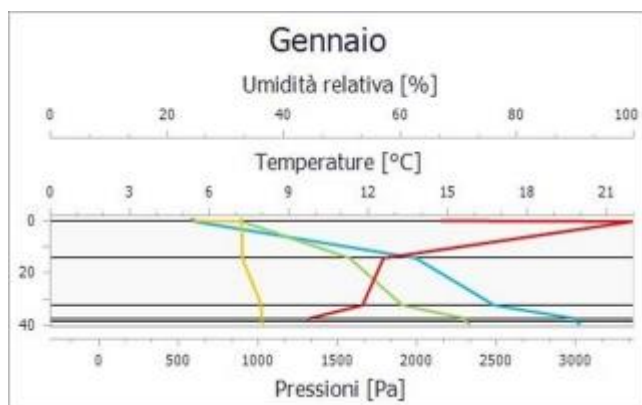
Legenda

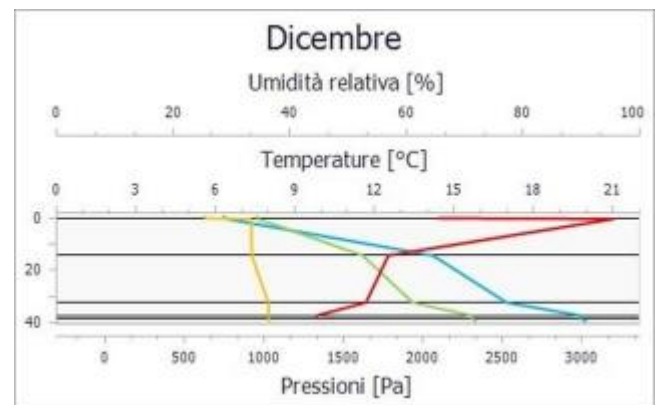
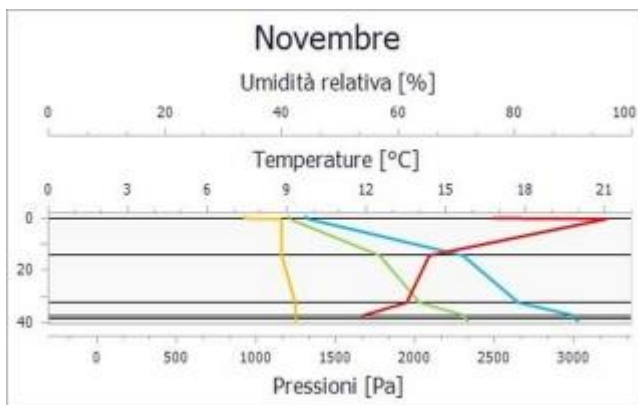
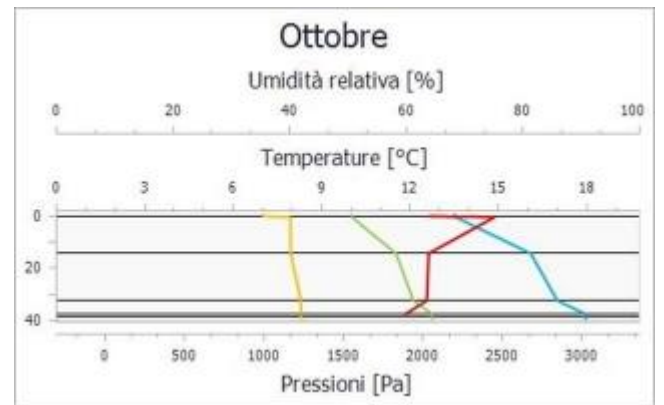
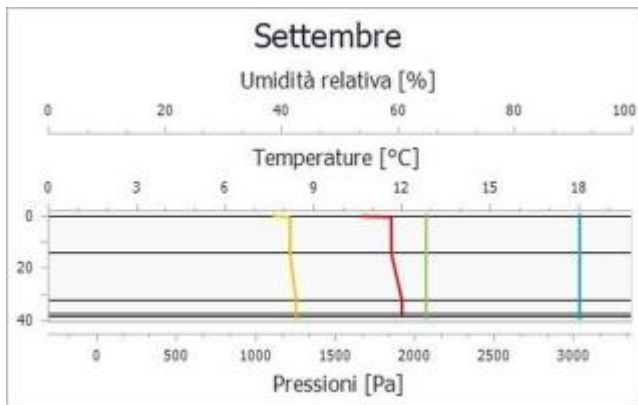
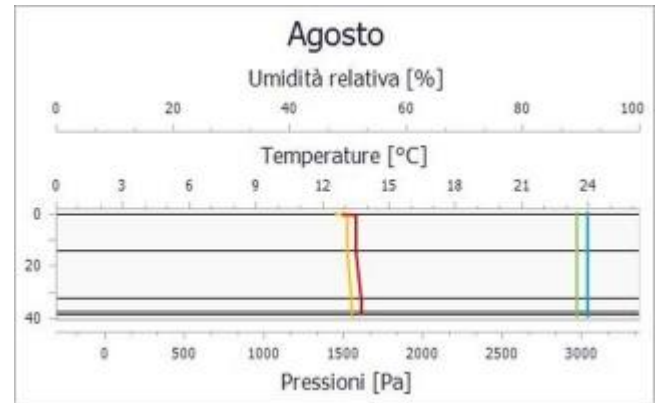
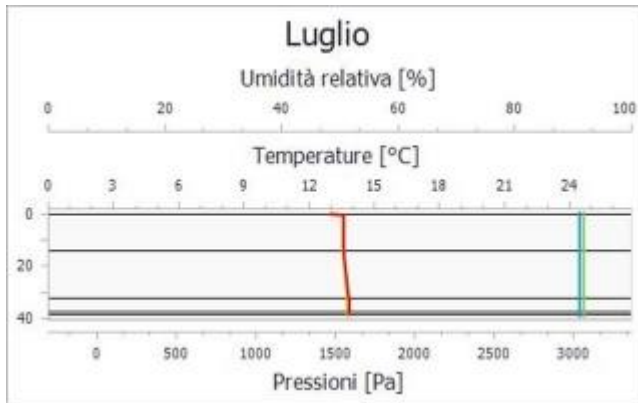
/ Temperatura

/ Pressione di vapore

/ Pressione di saturazione

/ Umidità







## ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

Cod.	Tipologia serramento	Descrizione
FIR_PER_FI N_01	Singolo	Firenze - Asilo caserma Perotti - Triplo vetro argon basso emissivo. Alluminio a taglio termico

Dati vetro	
Tipo	Vetrata tripla Due lastre con trattamento superficiale
Trasmittanza di energia solare (g <sub>gl,n</sub> )	0,500

Dati telaio	
Tipo	Metallo con taglio termico

Dati infisso	
Trasmittanza (U <sub>w</sub> )*	1,670 W/m²K
Classe di permeabilità all'aria	Senza classificazione

Nessuna immagine

\*Trasmittanza fornita dal produttore

Nessuna immagine

### ALLEGATO 3 – VERIFICHE TERMOIGROMETRICHE

Di seguito si riportano le verifiche termoigrometriche dei componenti oggetto di intervento.

#### Componenti verso esterno

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	EST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	EST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	EST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	OVEST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	NORD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	SUD	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_COP_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Copertura X-Lam e di lana di roccia	EST	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_COP_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Copertura X-Lam e di lana di roccia	SUD	Non presente	Non presente	Non presente

#### Componenti verso ambienti non climatizzati

Codice	Descrizione	Confine	Condensa superficiale	Condensa interstiziale	Muffa
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	Ambiente con una parete esterna	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	Ambiente con una parete esterna	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_MUR_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Parete esterna X-Lam e lana di roccia	Ambiente con una parete esterna	Non presente	Non presente	Non presente
FIR_PER_PAV_01	Firenze - Asilo caserma Perotti - Pavimento sospeso massetto cls e xps	Solette sospese (solette sopra vespaio)	Non presente	Non presente	Non presente

#### Ponti termici

Codice	Descrizione	Confine	Muffa
PT40	Infilso isolato 4 cm lana di roccia $\lambda=0.036$ [W/mK]	Esterno	Non presente
PT7	Copertura_01_PT_senza strati sottili - OK	Esterno	Non presente
PT8	Pavimento senza strati sottili - OK	Esterno	Non presente



## ALLEGATO 4 – RIEPILOGO PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito si riporta un riepilogo dei principali risultati di calcolo.

Simbolo	Descrizione
$H'_T$	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie
$EP_{H,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale
$EP_{C,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva
$EP_{W,nd}$	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria
$\eta_H$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale
$\eta_C$	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva
$\eta_W$	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria
$EP_{x,nren}$	Indice di prestazione energetica non rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,ren}$	Indice di prestazione energetica rinnovabile per il servizio energetico X
$EP_{x,tot}$	Indice di prestazione energetica totale per il servizio energetico X
$EP_{gl,nren}$	Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile
$EP_{gl,ren}$	Indice di prestazione energetica globale rinnovabile
$EP_{gl,tot}$	Indice di prestazione energetica globale
$FER_W$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria
$FER_{gl}$	Percentuale di copertura dei fabbisogni di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento
X	Servizio energetico: <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <span>H - Climatizzazione invernale</span> <span>W - Acqua calda sanitaria</span> <span>C - Climatizzazione estiva</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <span>V - ventilazione meccanica</span> <span>L - Illuminazione</span> <span>T - trasporto</span> </div>

### Zona Climatizzata 1

Indice	U.M.	Edificio reale	Edificio di riferimento
$H'_T$	W/m <sup>2</sup> K	0,277	0,530
$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$	-	0,033	0,040
$EP_{H,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	37,51	45,15
$EP_{C,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	22,04	25,04
$EP_{W,nd}$	kWh/m <sup>2</sup>	27,34	27,34
$\eta_H$	-	0,570	0,569
$\eta_C$	-	2,850	1,648
$\eta_W$	-	0,765	0,565
$EP_{H,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	15,83	26,04
$EP_{H,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	49,97	53,27
$EP_{H,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	65,81	79,31
$EP_{W,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	3,78	9,07
$EP_{W,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	31,94	39,34
$EP_{W,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	35,73	48,41
$EP_{C,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	0,00	4,09
$EP_{C,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,73	11,10
$EP_{C,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,73	15,19
$EP_{V,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,09	11,32
$EP_{V,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	2,84	2,73
$EP_{V,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	4,93	14,05
$EP_{L,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	7,06	31,20
$EP_{L,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	12,37	7,52
$EP_{L,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	19,42	38,72
$EP_{gl,nren}$	kWh/m <sup>2</sup>	28,76	81,71
$EP_{gl,ren}$	kWh/m <sup>2</sup>	104,86	61,19

$EP_{gl,tot}$	kWh/m <sup>2</sup>	133,62	142,91
$FER_w$	%	89,13	55,00
$FER_{gl}$	%	81,23	55,00