



23



SPORT E PERIFERIE

PIANO PLURIENNALE DEGLI INTERVENTI
EX ART.15 COMMA 3 DECRETO LEGGE 185/2005

COMUNE DI FANO

RIQUALIFICAZIONE CAMPO SPORTIVO MILITARI

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE



TITOLO

Relazione tecnica ai sensi del D.Lgs
192/2005 e smi

TAV

RIT

29 AGO, 2019

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

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

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

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Fano*

Provincia di *Pesaro e Urbino*

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

RIQUALIFICAZIONE CAMPO SPORTIVO MILITARI

Edificio pubblico ☒ sì ☐ no

Edificio a uso pubblico ☒ sì ☐ no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)
Fano (PU)

Richiesta Permesso di Costruire

n del *09/09/2018*

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

E.6 (3)-Edificio adibito a servizio di supporto alle attività sportive

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): *Comune di Fano*

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

Dott.Ing.Finocchi Carlo

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

Dott.Ing.Finocchi Carlo

Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *P.I. Zacchilli Tedizio*

Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio: *P.I. Zacchilli Tedizio*

Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE):

/

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

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

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2130 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-2,0 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	30,5 °C

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

Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	518,71 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	502,41 m ²
Rapporto S/V	0,97 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	106,17 m ²
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	0,00 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	502,41 m ²
Superficie utile climatizzata dell'edificio	0,00 m ²
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe: --- (min = classe B norma UNI EN 15232)

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti:

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

/

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

/

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di 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.

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 69,49
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 52,14

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 110,00
- potenza elettrica: 2,47
- potenza elettrica limite $P=(1/K)*S$: 2,42

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

impianto di riscaldamento e produzione acs.

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

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

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

impiego saltuari ed intermittente

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

superfici vetrate esposte a sud/est/ovest sono dotate di frangisole esterni regolabili

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

Centrale termica

impianto a collettori alimentato da generatore a combustione

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

Filtro di sicurezza ☐ sì ☒ no

b) Specifiche dei generatori di energia

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

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

Generatore condensazione metano

Caldaia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa ☐ sì ☒ no

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

Combustibile utilizzato: *Metano*

Fluido termovettore: *Acqua*

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/radiatori/strisce radianti/termoconvettori/travi

fredde/ventilconvettori/altro):

Valore nominale della potenza termica utile kW *30,30*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn

Valore di progetto *107,0 %*

Rendimento termico utile al 30% Pn

Valore di progetto *107,2 %*

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Intermittente*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *chiamata da termostato ambiente*

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

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

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

4

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

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo:

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

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

n°2 ventilconvettori P_{tmax}=16,5 kW

n°2 ventilconvettori P_{Tmax}=4 kW

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

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

a corredo del generatore

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

Descrizione e caratteristiche principali

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

conforme DPR412/93

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

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

5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

impianto fotovoltaico da 2,5 kWp.

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
impianto solare termico con pannelli di tipo sottovuoto per produzione acqua calda sanitaria.

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
basso consumo tecnologia LED.

5.5 Altri impianti

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

/

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

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

- pareti verticali: 0,00 W/m²K
- solai: 0,00 W/m²K

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m²K

Verifica termoigrometrica
(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0,05	h ⁻¹
Portata d'aria di ricambio (G)	6,71	m ³ /h
Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	6,37	m ³ /h
Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	95,00	%

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m²anno, così come definiti al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T: coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): 0,32 W/m²K;

H'_{T,L}: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): 0,65 W/m²K;

Verifica H'_T < H'_{T,L} POSITIVA

A_{sol,est} / A_{sup utile} = 0,024 < (A_{sol,est} / A_{sup utile})_{limite} = 0,040 (Tabella 11 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005)

- EP_{H,nd}: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: 27,36 kWh/m²anno;

EP_{H,nd,limite}: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: 30,90 kWh/m²anno;

Verifica EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite} POSITIVA

- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **26,97 kWh/m²anno**;

$EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **31,54 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale ($EP_{gl,tot}$) e in energia primaria non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$)

$EP_{gl,tot}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale): **120,02 kWh/m²anno**;

$EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **189,88 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ **POSITIVA**

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0,9836**;
 $\eta_{H,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **0,7329**;
 Verifica $\eta_H > \eta_{H,limite}$ **POSITIVA**
- η_C : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;
 $\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;
- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,7410**;
 $\eta_{W,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,4405**;
 Verifica $\eta_W > \eta_{W,limite}$ **POSITIVA**

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

- tipo collettore: *sottovuoto con assorbitore circolare*
 - tipo installazione: *non integrati*
 - tipo supporto: *supporto metallico*
 - inclinazione (°) e orientamento: *30° SUD*
- Capacità accumulo/scambiatore: *0 l*
 Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: **74,76 %**

d) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto: *grid connected*
 - tipo moduli: *silicio policristallino*
 - tipo installazione: *non integrati*
 - tipo supporto: *altro*
 - inclinazione (°) e orientamento: *30° SUD*
 - potenza installata: **2,47**
- Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: **94,27 %**

e) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ($E_{p,dcl}$): **5.662 kWh**
- energia rinnovabile ($E_{p,gl,ren}$): **7.081 kWh**
- energia esportata ($E_{p,exp}$): **1.553 kWh**
- energia rinnovabile in situ: **7.042 kWh**
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{p,gl,tot}$): **12.743 kWh**

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

Schede in allegato

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

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

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

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

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *FINOCCHI CARLO*, iscritto a *ORDINE INGEGNERI* provincia di *PESARO URBINO* n° iscrizione *A1598* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

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

Data 09/09/2018

FINOCCHI CARLO

Alm.

A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

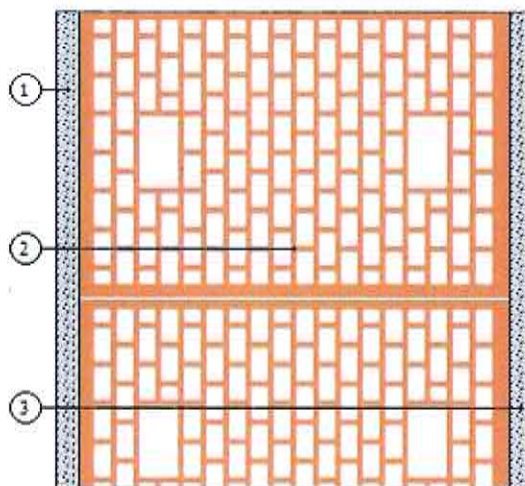
Parete in Blocchi 38cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Cemento e sabbia	2,0	1,000		1.800	19	0,020
2	Toppetti art.438 o similare	38,0	0,105		1.000	19	3,619
3	Cemento e sabbia	2,0	1,000		1.800	19	0,020
Spessore totale		42,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,261	Resistenza termica totale	3,829

Struttura verticale esterna		
Trasmittanza [W/m²K]		0,261
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]		0,003
Valore limite [W/m²K]		0,100
Sfasamento [h]		26,686
Smorzamento		0,011
Capacità termica [kJ/m²K]		47,457

Massa superficiale: 380,00 kg/m²



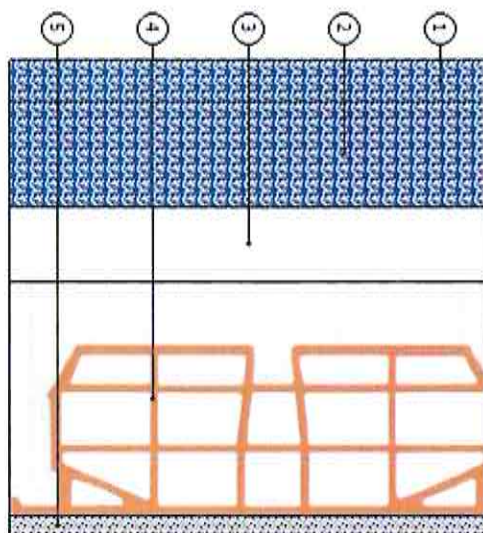
Copertura

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Polistirene espanso estruso, con guaina ardesiata accoppiata (30 kg/m³)	4,0	0,034		30	3	1,176
2	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	10,0	0,034		30	3	2,941
3	Lecacem mini o similare	7,0	0,142		600	32	0,493
4	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 220 (277 kg/m³)	22,0		3,125	1.259	21	0,320
5	Cemento e sabbia	2,0	1,000		1.800	19	0,020
Spessore totale		45,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,196	Resistenza termica totale	5,091

Copertura	
Trasmittanza [W/m²K]	0,196
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0,024
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	12,873
Smorzamento	0,120
Capacità termica [kJ/m²K]	71,864

Massa superficiale: 323,18 kg/m²



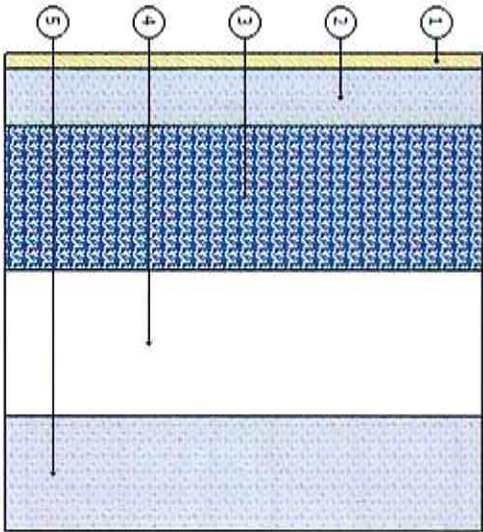
Pavimento su terra

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,0	1,300		2.300	0	0,008
2	Calcestruzzo (2200 kg/m³)	4,0	1,650		2.200	2	0,024
3	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	10,0	0,034		30	3	2,941
4	Lecacem mini o similare	10,0	0,142		600	32	0,704
5	Calcestruzzo (2200 kg/m³)	8,0	1,650		2.200	2	0,048
Spessore totale		33,0					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,254	Resistenza termica totale	3,936

Basamento	
Trasmittanza [W/m²K]	0,254
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,069
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	11,546
Smorzamento	0,271
Capacità termica [kJ/m²K]	61,754

Massa superficiale: 350,00 kg/m²



CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

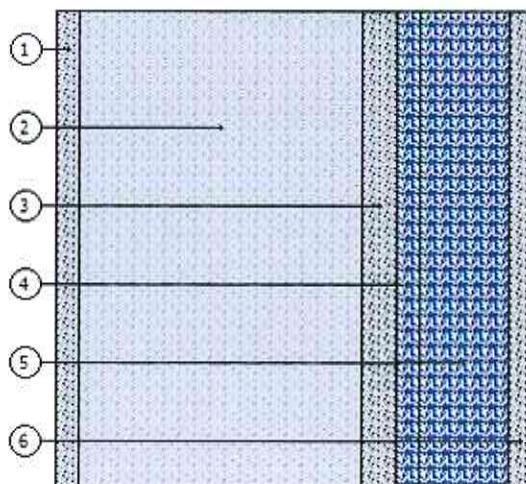
Pilastro

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Cemento e sabbia	2,0	1,000		1.800	19,3	0,020
2	Calcestruzzo (2200 kg/m³)	25,0	1,650		2.200	1,608	0,152
3	Collanti e supporto per cappotto	3,0	0,470		2.000	8,773	0,064
4	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	2,0	0,034		30	3,217	0,588
5	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	8,0	0,034		30	3,217	2,353
6	Cemento e sabbia	2,0	1,000		1.800	19,3	0,020
Spessore totale		42,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040
Resistenza termica totale	3,367

Trasmittanza termica [W/m²K]	0,297
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0,026
Sfasamento [h]	11,28
Smorzamento	0,089
Capacità termica interna [kJ/m²K]	73,666

Massa superficiale: 553,000 kg/m²



B. CHIUSURE TECNICHE

B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A_g m ²	A_f m ²	l_g m	U_g W/m ² K	U_f W/m ² K	Ψ W/mK	U_w W/m ² K	U_{ws} W/m ² K	U_{lim} W/m ² K	Classe perm.
Finestra 2,00x1,00	1,41	0,59	6,72	1,20	1,60	0,08	1,59	1,59	1,80	4
Finestra 4,00x1,00	2,82	1,18	13,44	1,20	1,60	0,08	1,59	1,59	1,80	4
Finestra 1,50x1,00	0,99	0,51	5,72	1,20	1,60	0,08	1,64	1,64	1,80	4
Finestra 1,00x1,00	0,71	0,29	3,36	1,20	1,60	0,08	1,59	1,59	1,80	4
Finestra 0,50x1,00	0,29	0,21	2,36	1,20	1,60	0,08	1,75	1,75	1,80	4

B.2. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [W/m ² K]	$g_{gl+sh,lim}$ [W/m ² K]
Finestra 4,00x1,00	Verticale	0,05	0,35
Finestra 1,50x1,00	Verticale	0,12	0,35
Finestra 1,00x1,00	Verticale	0,35	0,35

Legenda

A_g	Area del vetro
A_f	Area del telaio
l_g	Perimetro della superficie vetrata
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U_f	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U_w	Trasmittanza termica totale del serramento
U_{ws}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
U_{lim}	Trasmittanza limite
g_{gl+sh}	Fattore di trasmissione solare totale
$g_{gl+sh,lim}$	Fattore di trasmissione solare totale limite

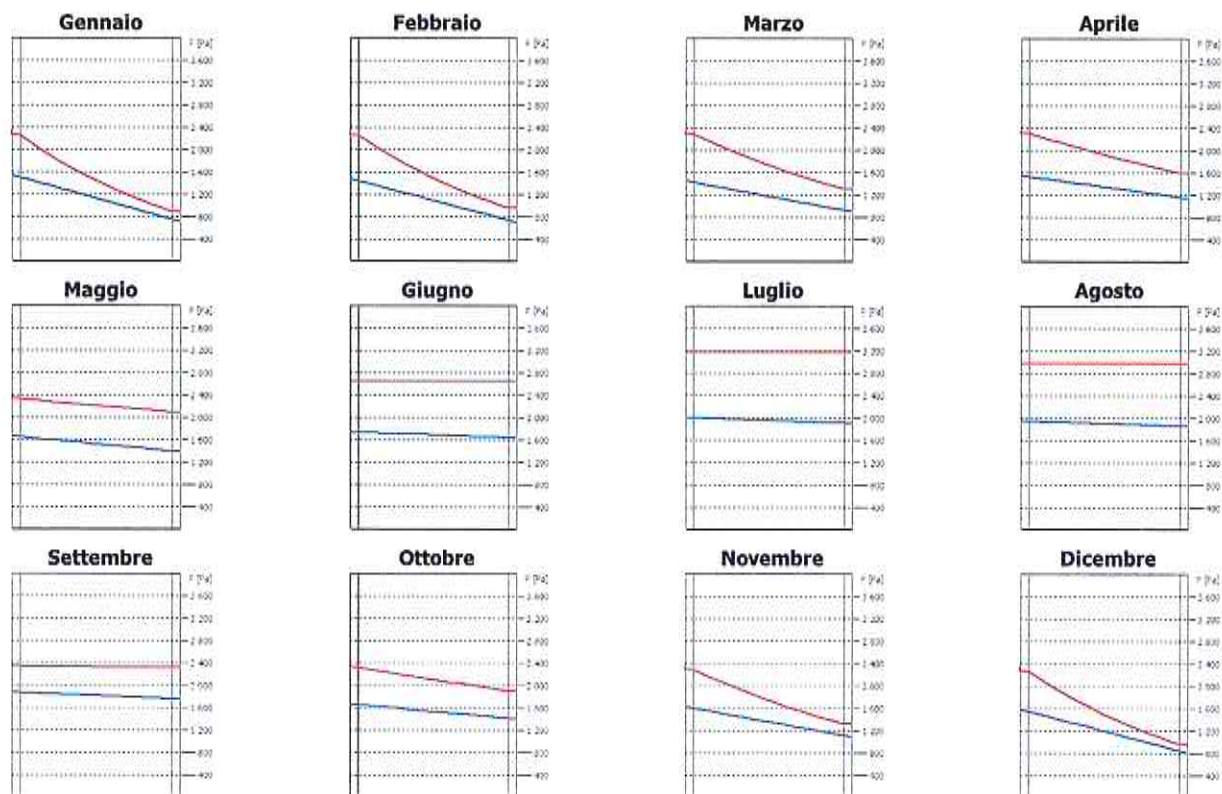
C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il calcolo delle pressioni parziali di vapore è effettuato secondo il criterio delle classi di concentrazione

Parete in Blocchi 38cm

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Cemento e sabbia	10	2,0	0,020
2	Toppetti art.438 o similare	10	38,0	3,619
3	Cemento e sabbia	10	2,0	0,020
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				42,0
				3,829

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{sl} [°C]	T _{sl,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _e [kg/m ²]	M _s [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1.545	5,1	715	19,1	17,0	0,7958	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.483	6,2	707	19,1	16,3	0,7329	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.451	10,7	895	19,4	16,0	0,5663	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.547	13,8	1.143	19,6	17,0	0,5120	0,0000	0,0000
Maggio	18,2	1.487	18,2	1.387	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	22,0	1.740	22,0	1.640	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	25,0	2.004	25,0	1.904	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	23,9	1.952	23,9	1.852	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	19,8	1.853	19,8	1.753	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.669	16,7	1.407	19,8	18,2	0,4475	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.630	10,9	1.084	19,4	17,8	0,7585	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.583	6,2	807	19,1	17,3	0,8074	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9367

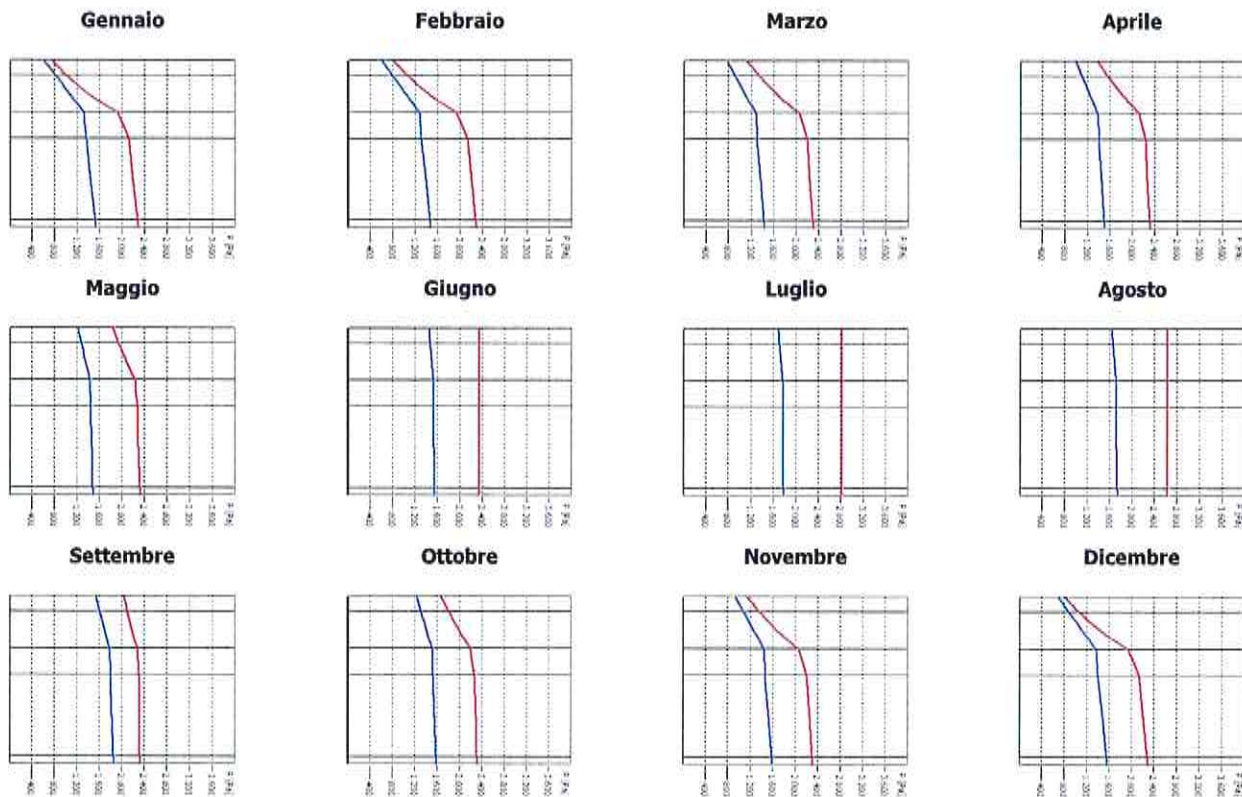
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Copertura

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Polistirene espanso estruso, con guaina ardesiata accoppiata (30 kg/m³)	60	4,0	1,176
2	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	60	10,0	2,941
3	Lecacem mini o similare	6	7,0	0,493
4	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 220 (277 kg/m³)	9	22,0	0,320
5	Cemento e sabbia	10	2,0	0,020
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				45,0
				5,091

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{sl} [°C]	T _{sl,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m³]	M _a [kg/m³]
Gennaio	20,0	1.549	3,1	621	19,2	17,0	0,8225	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.489	4,2	615	19,2	16,4	0,7707	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.436	8,7	782	19,5	15,8	0,6291	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.504	11,8	1.003	19,6	16,5	0,5777	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.322	16,2	1.222	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	20,0	1.550	20,0	1.450	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,0	1.789	23,0	1.689	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,9	1.741	21,9	1.641	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.647	17,8	1.547	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.598	14,7	1.238	19,7	17,5	0,5255	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.592	8,9	948	19,5	17,4	0,7683	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.576	4,2	702	19,2	17,3	0,8273	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9523

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

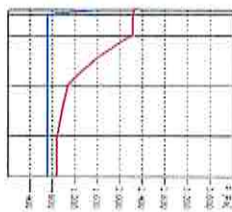
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Pavimento su terra

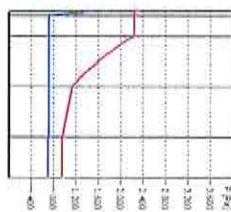
N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Plastrelle in ceramica / porcellana	1.000.000	1,0	0,008
2	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	4,0	0,024
3	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m ³)	60	10,0	2,941
4	Lecacem mini o similare	6	10,0	0,704
5	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	8,0	0,048
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				33,0
				3,936

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ³]	M _a [kg/m ³]
Gennaio	20,0	1.545	5,1	715	19,1	17,0	0,7958	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.483	6,2	707	19,1	16,3	0,7329	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.451	10,7	895	19,4	16,0	0,5663	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.547	13,8	1.143	19,6	17,0	0,5120	0,0000	0,0000
Maggio	18,2	1.487	18,2	1.387	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	22,0	1.740	22,0	1.640	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	25,0	2.004	25,0	1.904	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	23,9	1.952	23,9	1.852	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	19,8	1.853	19,8	1.753	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.669	16,7	1.407	19,8	18,2	0,4475	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.630	10,9	1.084	19,4	17,8	0,7585	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.583	6,2	807	19,1	17,3	0,8074	0,0000	0,0000

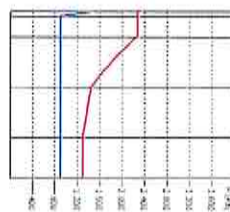
Gennaio



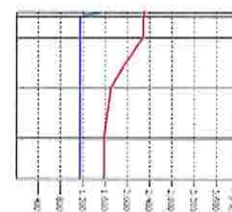
Febbraio



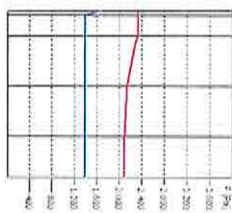
Marzo



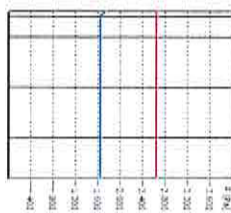
Aprile



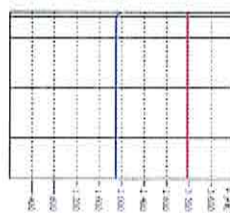
Maggio



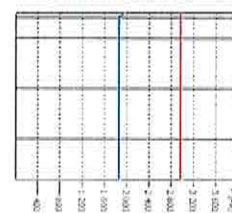
Giugno



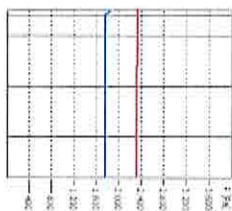
Luglio



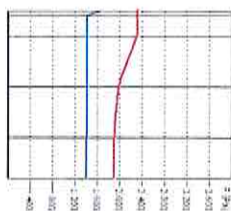
Agosto



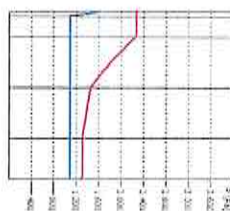
Settembre



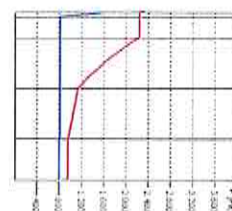
Ottobre



Novembre



Dicembre



f_{Rsi} Struttura: 0,9377

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

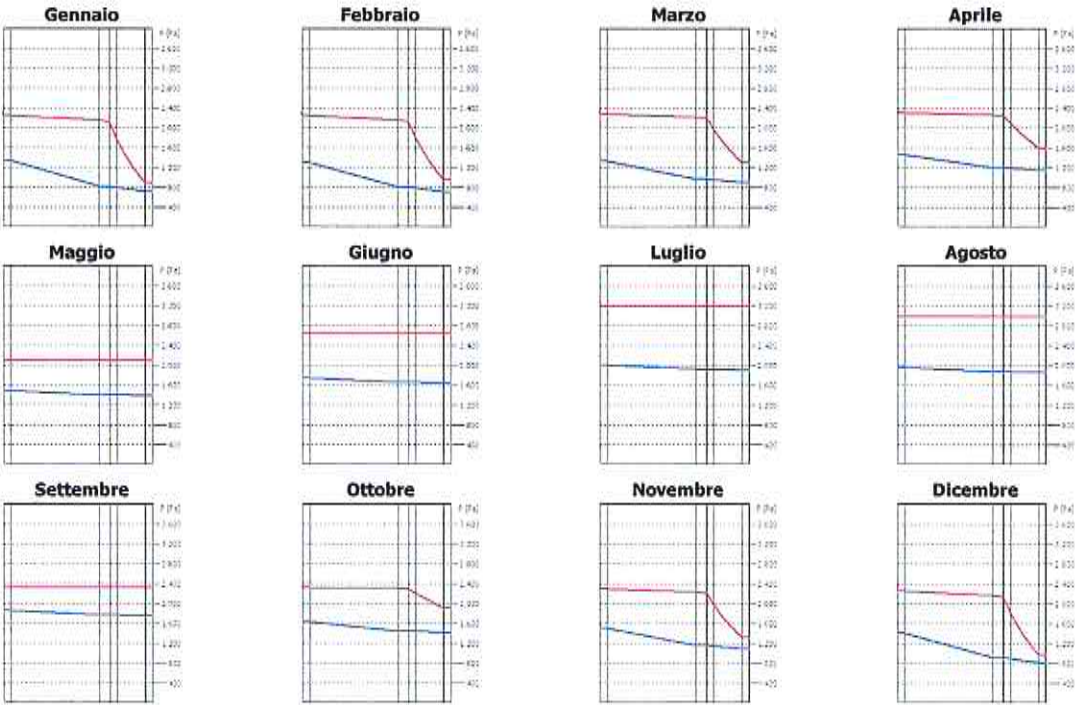
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Pilastro

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Cemento e sabbia	10	2,0	0,020
2	Calcestruzzo (2200 kg/m³)	120	25,0	0,152
3	Collanti e supporto per cappotto	22	3,0	0,064
4	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	60	2,0	0,588
5	Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	60	8,0	2,353
6	Cemento e sabbia	10	2,0	0,020
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				3,367

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{sl,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m³]	M _s [kg/m³]
Gennaio	20,0	1344	5,1	715	18,9	14,8	0,6494	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1297	6,2	707	19,0	14,2	0,5815	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1325	10,7	895	19,3	14,6	0,4148	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1463	13,8	1143	19,6	16,1	0,3709	0,00000	0,00000
Maggio	18,2	1487	18,2	1387	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	22,0	1740	22,0	1640	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	25,0	2004	25,0	1904	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	23,9	1952	23,9	1852	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	19,8	1853	19,8	1753	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1624	16,7	1407	19,8	17,7	0,3171	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1507	10,9	1084	19,3	16,6	0,6224	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1397	6,2	807	19,0	15,4	0,6649	0,00000	0,00000



f_{rsi} Struttura: 0,928
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.