



COMUNE DI  
BAGNOLO DI PO  
Provincia di Rovigo

## AGGIORNAMENTO PROGETTO ESECUTIVO

---

**Rigenerazione dell'Impianto Sportivo di Bagnolo di Po ai fini della pratica sportiva e dell'inclusività degli spazi mediante rifacimento degli spogliatoi e delle aree pertinenziali esterne.**

### Committente:

---

Comune di Bagnolo di Po  
Piazza Marconi, 159  
45022 Bagnolo di Po - RO

### Data:

---

Ottobre 2022  
Rev.01

### Elaborato:

---

**B2**  
RELAZIONE D. LGS. 192/2005

Impianto Sportivo  
PROGETTO ESECUTIVO

B2

PROGETTISTA OPERE TERMO-IDRO SANITARIE

Ing. Jacopo Griguolo

Ordine degli Ingegneri di Rovigo n. 16b  
Piazza Umberto Merlin, 23 - 45100 Rovigo  
info@jacopogriguolo.com

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. Riccardo RESINI

# 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 *Bagnolo di Po*

Provincia di *Rovigo*

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

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)  
*Bagnolo di Po (RO)*

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 BAGNOLO DI PO*

### **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)	2355 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5.0 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31.5 °C



PROGETTO ESECUTIVO

#### 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)	1'457.45 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	1'089.87 m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0.75 m <sup>-1</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	292.31 m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20.0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50.0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

##### Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	1'457.45 m <sup>3</sup>
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	1'089.87 m <sup>2</sup>
Superficie utile climatizzata dell'edificio	292.31 m <sup>2</sup>
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26.0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

##### Informazioni generali e prescrizioni

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: B (min = classe B norma UNI EN 15232)

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture  sì  no  
Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare = 0.65 > 0.65 per coperture piane

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.



**PROGETTO ESECUTIVO**

**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 (%): 95.03
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 94.75

**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): 282.00
- potenza elettrica: 6.26
- potenza elettrica limite  $P=(1/K)*S$ : 6.20

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Adozione sistemi di 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:

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

Valore di trasmissione solare inferiore a 0.35.

**5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI**

**Impianti termici**

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

**a) Descrizione impianto**

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

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

**POMPA DI CALORE GALLETTI MCI**

Pompa di calore :  elettrica  a gas

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

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

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

Potenza termica utile riscaldamento: *21.10*

Potenza elettrica assorbita: *5.15*

Coefficiente di prestazione (COP): *4.100*

Coefficiente di prestazione (SPF): ---

Indice di efficienza energetica (EER): *3.700*

**PROGETTO ESECUTIVO**

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Continua 24 ore*

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

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: numero 3

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari: *termostato a filo muro con sonda di temperatura.*

**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**

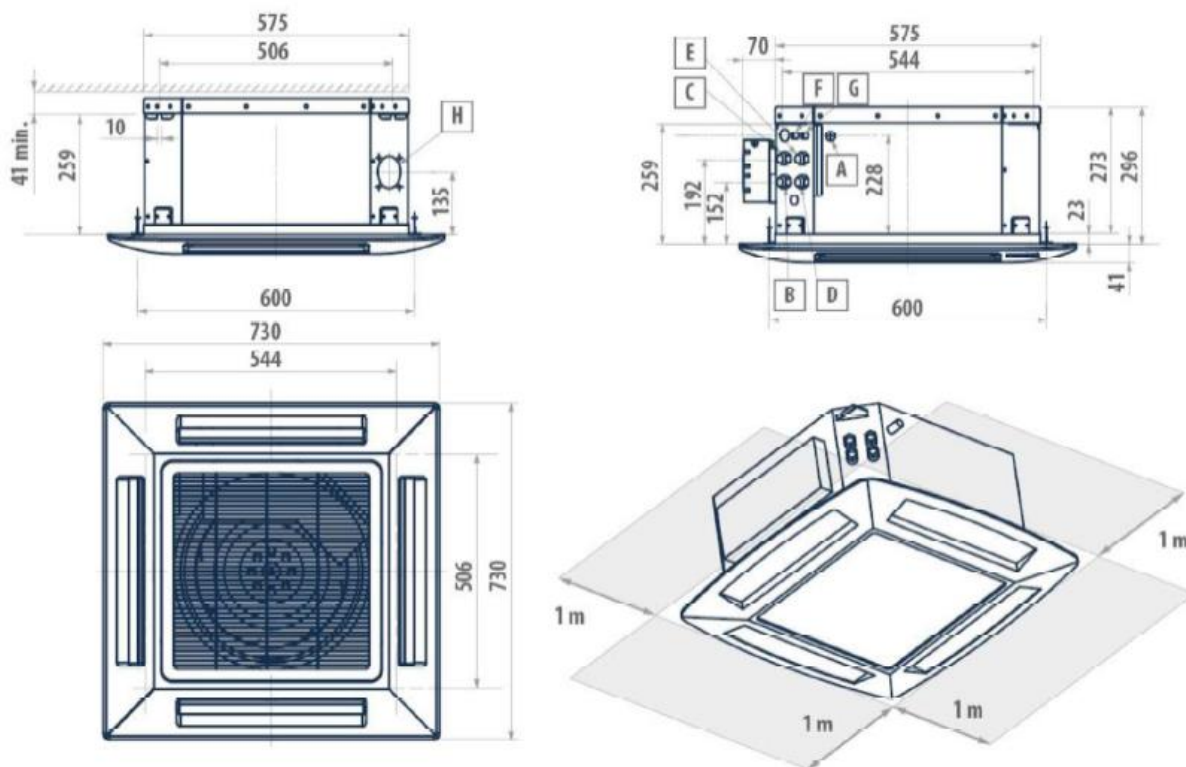
Ventilconvettori idronici di tipo a cassetta o a parete alta.

Ventilconvettore a cassetta installato nel controsoffitto tipo GALLETTI IWCI Ventilconvettori a cassetta [PC=2,59kW;PH=2,96kW] – n.9

Di seguito dati tecnici e dimensionali.

Velocità		2
Portata aria	m3/h	400
Livello potenza sonora	dBA	41
Livello pressione sonora	dBA	33
Potenza assorbita	W	10
<b>Raffreddamento</b>		
Resa raffreddamento totale	W	2140
Resa raffreddamento sensibile	W	1770
Temperatura acqua uscita	°C	12,0
Portata acqua	l/h	368
Perdita di carico	kPa	8
Temperatura uscita aria	°C	13,2
<b>Riscaldamento</b>		
Resa riscaldamento	W	2390
Temperatura acqua uscita	°C	40,0
Portata acqua	l/h	415
Perdita di carico	kPa	9
Temperatura uscita aria	°C	37,7

PROGETTO ESECUTIVO

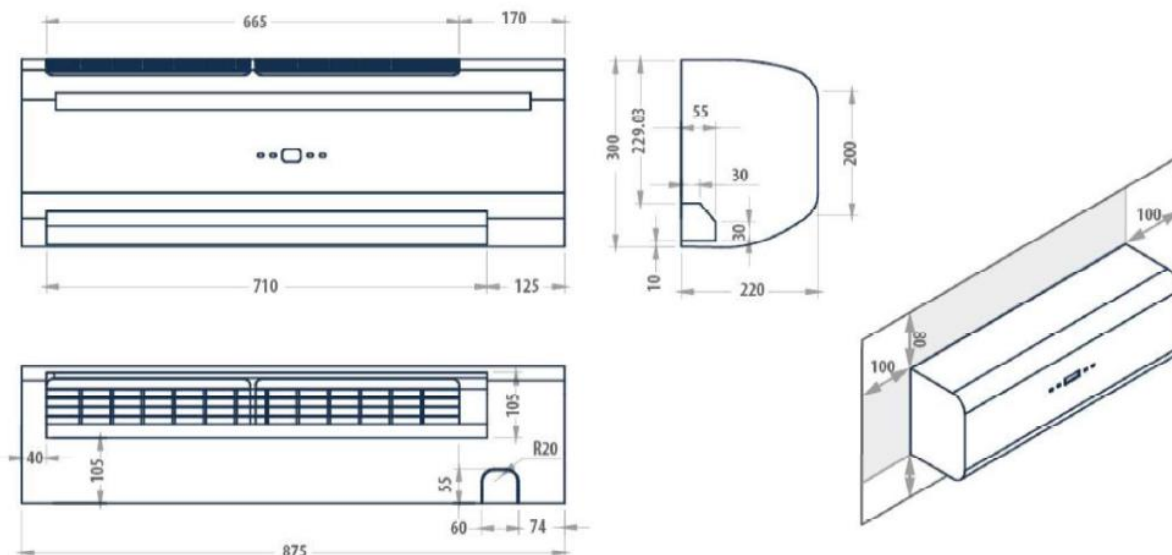


Ventilconvettore a parete alta tipo GALLETTI FM Ventilconvettore a parete alta [PC=3,01kW;PH=3,23kW] – n. 6

Di seguito dati tecnici e dimensionali.

Velocità		2
Portata aria	m <sup>3</sup> /h	445
Livello potenza sonora	dBA	43
Livello pressione sonora	dBA	35
Potenza assorbita	W	15
<b>Raffreddamento</b>		
Resa raffreddamento totale	W	1815
Resa raffreddamento sensibile	W	1525
Temperatura acqua uscita	°C	12,0
Portata acqua	l/h	314
Perdita di carico	kPa	22
Temperatura uscita aria	°C	16,3
<b>Riscaldamento</b>		
Resa riscaldamento	W	2230
Temperatura acqua uscita	°C	40,0
Portata acqua	l/h	387
Perdita di carico	kPa	24
Temperatura uscita aria	°C	34,9

**PROGETTO ESECUTIVO**



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

NON PRESENTI

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

NON PRESENTI

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

Isolamento delle tubazioni con guaina spugnosa a base di elastomeri espansi a cellula chiusa, con conduttività termica a 40°C non superiore a 0,040 W/m<sup>2</sup>K, classe 1.

**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.

**Impianti fotovoltaici**

Impianto fotovoltaico esistente con potenza di picco pari a 2.96 kW. Verranno installati ad integrazione altri 3,2 kW di potenza di picco tramite impianto fotovoltaico monocristallino rivolto verso sud con inclinazione pari a 11°.

**PROGETTO ESECUTIVO**

### **Impianti solari termici**

Impianto solare termico Collettori solari sottovuoto costituiti da una serie di tubi in vetro borosilicato a doppia intercapedine, saldati all'estremità, al cui interno è provocato il vuoto. Laminato riflettente a bassa appositamente realizzato per riflettere con percentuale superiori al 90% della luce totale, sfruttando il sistema CPC .

Caratteristiche tecniche del collettore:

N° di tubi:21;

Rendimento (Oa): 63,20%;

Coefficiente di perdita termica (1 a): 0,936 W/m<sup>2</sup>K;

Coefficiente di perdita termica (2a): 0,0076 W/m<sup>2</sup>K;

Pressione massima d'esercizio: 10,0 bar;

Portata ottimale: 0,6 l/min m<sup>2</sup>;

Peso a vuoto: 67,5 kg;

Contenuto di liquido: 3,07 l;

Superficie totale: 3,76 m<sup>2</sup>;

Superficie netta: 3,30 m<sup>2</sup>.

Dimensioni:Larghezza (con raccordi): 2348 (2428) mm;

Altezza: 1605 mm;

Profondità: 140 mm.

Superficie captante 22.56 m<sup>2</sup>

Tipo di collettore Non vetrato

Inclinazione 60 °

Orientamento 0

### **Impianti di illuminazione**

Impianto di illuminazione a LED.

### **Altri impianti**

Impianto di ventilazione meccanica di tipo puntuale con recupero di calore.

## **6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

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 192/2005, 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 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/m<sup>2</sup>K

- solai: 0.00 W/m<sup>2</sup>K

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



**PROGETTO ESECUTIVO**

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione )

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	3.44	h <sup>-1</sup>
Portata d'aria di ricambio (G)	1'064.53	m <sup>3</sup> /h
Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	904.85	m <sup>3</sup> /h
Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto)	85.00	%

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

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **0.23 W/m<sup>2</sup>K**;

$H'_{T,L}$ : coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): **0.50 W/m<sup>2</sup>K**;

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

$A_{sol,est} / A_{sup\ utile} = 0.010 < (A_{sol,est} / A_{sup\ utile})_{limite} = 0.040$  (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: **87.46 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

$EP_{H,nd,limite}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **92.00 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

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): **3.20 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

$EP_{C,nd,limite}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **3.70 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

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): **83.09 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

$EP_{gl,tot,limite}$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **169.77 kWh/m<sup>2</sup>anno**;

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

- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **2.2438**;

$\eta_{H,limite}$  efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **1.3322**;

Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  **POSITIVA**

- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **1.1395**;

$\eta_{C,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0.9370**;

## PROGETTO ESECUTIVO

Verifica  $\eta_c > \eta_{c,limite}$  **POSITIVA**

- $\eta_w$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0.5480**;

$\eta_{w,limite}$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0.0984**;

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: *integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *11° SUD*

Capacità accumulo/scambiatore: *2'500 l*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: *100.00 %*

### d) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *15° SUD*
- potenza installata: *2.96*
- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *11° SUD*
- potenza installata: *3.30*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: *52.34 %*

### e) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{p,del}$ ): *5'961 kWh*
- energia rinnovabile ( $E_{p,gl,ren}$ ): *18'328 kWh*
- energia esportata ( $E_{p,exp}$ ): *1 kWh*
- energia rinnovabile in situ: *16'891 kWh*
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $E_{p,gl,tot}$ ): *24'289 kWh*

## 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



**PROGETTO ESECUTIVO**

- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogha voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 0 lettera i)' e dei punti 0, 0, 0, 0
- 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 ING. JACOPO GRIGUOLO, iscritto a ORDINE DEGLI INGEGNERI della provincia di ROVIGO n° iscrizione 16b 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.

La presente relazione tecnica è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013

SETTEMBRE 2020

ING. JACOPO GRIGUOLO

---

PROGETTO ESECUTIVO

## A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

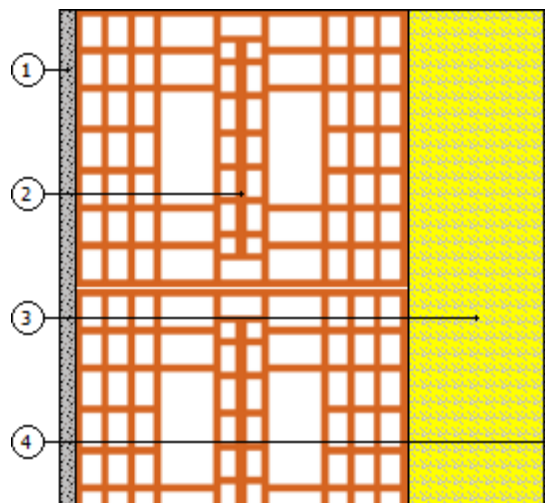
### PARETE ESTERNA

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cemento e sabbia	1.5	1.000		1'800	19	0.015
2	Blocco Poroton	29.5	0.220		860	21	1.341
3	TATANKA 100C	12.0	0.035		20	3	3.429
4	Finitura esterna	1.0	1.470		1'700	10	0.007
Spessore totale		44.0					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0.202	Resistenza termica totale	4.961

Struttura verticale esterna		
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]		0.202
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		---
Trasmittanza termica periodica $Y_{e}$ [W/m <sup>2</sup> K]		0.010
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]		0.100
Sfasamento [h]		15.714
Smorzamento		0.052
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]		47.809

Massa superficiale: 256.10 kg/m<sup>2</sup>



PROGETTO ESECUTIVO

Basamento controterra isolato

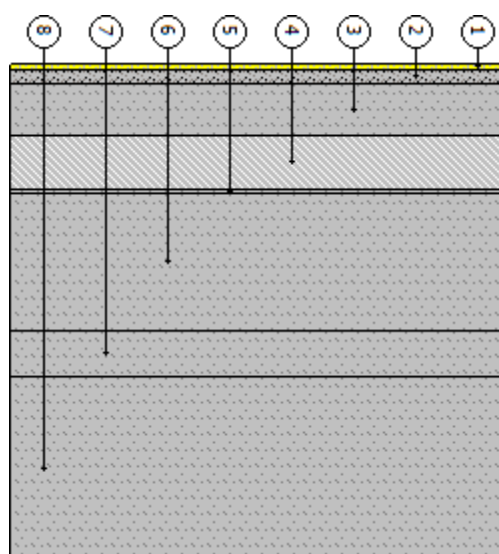
N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	1.5	1.470		1'700	28	0.010
2	Malta di cemento	3.0	1.400		2'000	9	0.021
3	Massetto rasa impianti	11.0	0.580		900	2	0.190
4	Stysol - FIVE	12.0	0.038		28	2	3.158
5	Bitume: feltro/foglio	0.5	0.230		1'100	0	0.022
6	Calcestruzzo (2200 kg/m <sup>3</sup> )	30.0	1.650		2'200	2	0.182
7	Magrone	10.0	1.150		1'800	2	0.087
8	Ghiaia grossa senza argilla con umidità del 5%	40.0	1.200		1'700	39	0.333
Spessore totale		108.0					

Resistenza superficiale interna	0.170
Resistenza superficiale esterna	0.040

Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0.237	Resistenza termica totale	4.213
---	-------	---------------------------	-------

Basamento	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0.237
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m <sup>2</sup> K]	0.153
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $\gamma_{IE}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0.000
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0.180
Sfasamento [h]	28.914
Smorzamento	0.002
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	61.757

Massa superficiale: 1'653.36 kg/m<sup>2</sup>



**PROGETTO ESECUTIVO**

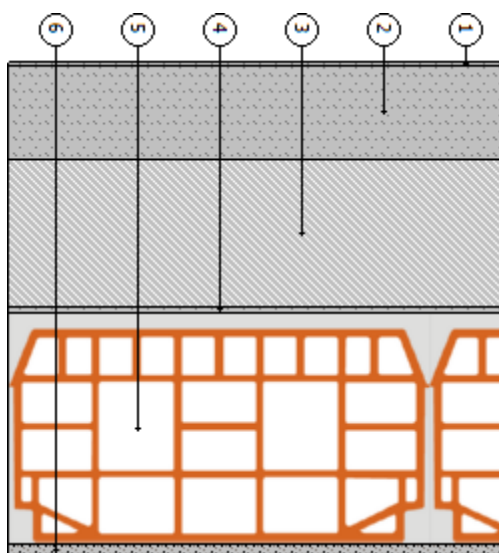
**Copertura**

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\delta$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Guaina ardesiata ad alta riflettanza	0.5	0.500		1'600	0	0.010
2	Calcestruzzo alleggerito (1200 kg/m <sup>3</sup> )	10.0	0.330		1'200	2	0.303
3	Stysol - FIVE	16.0	0.038		28	2	4.211
4	Bitume: feltro/foglio	0.5	0.230		1'100	0	0.022
5	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) laterocemento 20 + 5	25.0		2.857	985	21	0.350
6	Cemento e sabbia	1.5	1.000		1'800	19	0.015
Spessore totale		53.5					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m <sup>2</sup> K]	0.198	Resistenza termica totale	5.050

Copertura	
Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	0.198
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	---
Trasmittanza termica periodica $\gamma_E$ [W/m <sup>2</sup> K]	0.022
Valore limite [W/m <sup>2</sup> K]	0.180
Sfasamento [h]	14.896
Smorzamento	0.109
Capacità termica [kJ/m <sup>2</sup> K]	68.321

**Massa superficiale:** 384.23 kg/m<sup>2</sup>





PROGETTO ESECUTIVO

## B. CHIUSURE TECNICHE

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

Descrizione	$A_g$ m <sup>2</sup>	$A_f$ m <sup>2</sup>	$l_g$ m	$U_g$ W/m <sup>2</sup> K	$U_f$ W/m <sup>2</sup> K	$\Psi$ W/mK	$U_w$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{ws}$ W/m <sup>2</sup> K	$U_{lim}$ W/m <sup>2</sup> K	Classe perm.
300 X 120	2.95	0.65	7.76	1.20	1.20	0.06	1.33	1.22	1.40	0
90 X 120	0.77	0.31	3.56	1.20	1.00	0.06	1.34	1.24	1.40	0
100 X 120	0.87	0.33	3.76	1.20	1.00	0.06	1.33	1.23	1.40	0

### B.2. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache

Descrizione	$U$ [W/m <sup>2</sup> K]	$U_{lim}$ [W/m <sup>2</sup> K]	Classe di permeabilità
PORTA ESTERNA	0.86	---	0

### B.3. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	$g_{gl+sh}$ [W/m <sup>2</sup> K]	$g_{gl+sh,lim}$ [W/m <sup>2</sup> K]
300 X 120	Verticale	0.27	0.35
90 X 120	Verticale	0.27	0.35
100 X 120	Verticale	0.27	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
$\Psi$	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



**PROGETTO ESECUTIVO**

**C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

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

**PARETE ESTERNA**

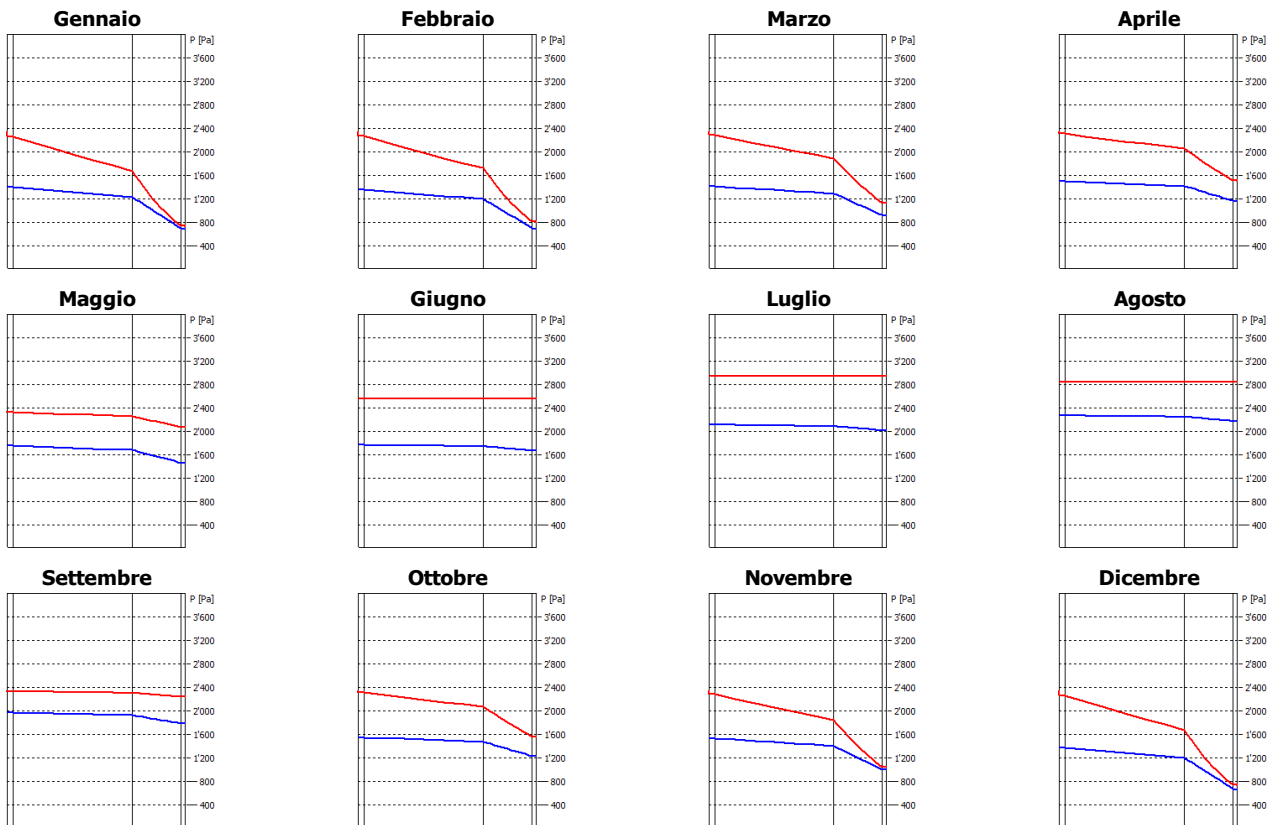
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cemento e sabbia	10.0	1.5	0.015
2	Blocco Poroton	9.0	29.5	1.341
3	TATANKA 100C	70.0	12.0	3.429
4	Finitura esterna	20.0	1.0	0.007
			Resistenza superficiale interna	0.130
			Resistenza superficiale esterna	0.040
			Totale	44.0
				4.961

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>RSi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	20.0	1'406	2.5	685	19.1	15.5	0.7418	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1'362	3.9	691	19.2	15.0	0.6888	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1'415	8.7	914	19.4	15.6	0.6088	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1'505	13.1	1'160	19.7	16.5	0.4990	0.0000	0.0000
Maggio	18.1	1'557	18.1	1'457	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	21.5	1'767	21.5	1'667	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	23.8	2'113	23.8	2'013	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	23.2	2'273	23.2	2'173	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	19.3	1'883	19.3	1'783	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1'552	13.6	1'225	19.7	17.0	0.5358	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1'539	7.5	995	19.4	16.9	0.7513	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1'379	2.5	658	19.1	15.2	0.7245	0.0000	0.0000





PROGETTO ESECUTIVO



fRsi Struttura: 0.9508

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.



**PROGETTO ESECUTIVO**

**Basamento controterra isolato**

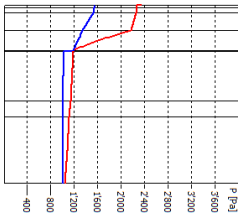
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimentazione interna - gres	7.0	1.5	0.010
2	Malta di cemento	22.0	3.0	0.021
3	Massetto rasa impianti	100.0	11.0	0.190
4	Stysol - FIVE	80.0	12.0	3.158
5	Bitume: feltro/foglio	50'000.0	0.5	0.022
6	Calcestruzzo (2200 kg/m <sup>3</sup> )	120.0	30.0	0.182
7	Magrone	100.0	10.0	0.087
8	Ghiaia grossa senza argilla con umidità del 5%	5.0	40.0	0.333
Resistenza superficiale interna				0.170
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			108.0	4.213

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	20.0	1'539	7.5	995	19.3	16.9	0.7513	0.0083	0.0083
Dicembre	20.0	1'379	2.5	658	19.0	15.2	0.7245	0.0119	0.0202
Gennaio	20.0	1'406	2.5	685	19.0	15.5	0.7418	0.0126	0.0328
Febbraio	20.0	1'362	3.9	691	19.1	15.0	0.6888	0.0086	0.0414
Marzo	20.0	1'415	8.7	914	19.3	15.6	0.6088	0.0031	0.0445
Aprile	20.0	1'505	13.1	1'160	19.6	16.5	0.4990	-0.0035	0.0410
Maggio	18.1	1'557	18.1	1'457	0.0	0.0	0.0000	-0.0141	0.0269
Giugno	21.5	1'767	21.5	1'667	0.0	0.0	0.0000	-0.0208	0.0061
Luglio	23.8	2'113	23.8	2'013	0.0	0.0	0.0000	-0.0061	0.0000
Agosto	23.2	2'273	23.2	2'173	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	19.3	1'883	19.3	1'783	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1'552	13.6	1'225	19.6	17.0	0.5358	0.0000	0.0000

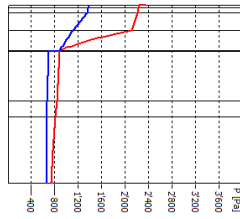


PROGETTO ESECUTIVO

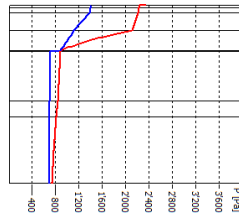
Novembre



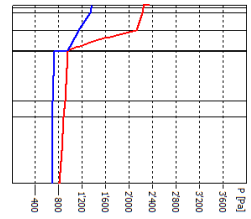
Dicembre



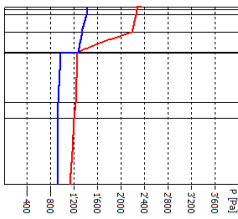
Gennaio



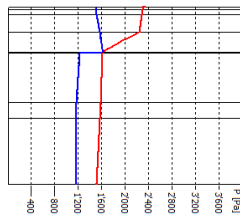
Febbraio



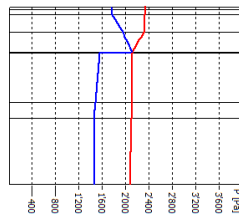
Marzo



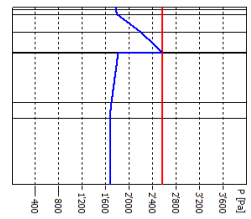
Aprile



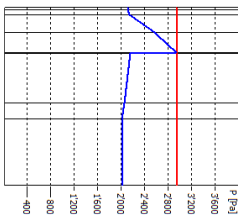
Maggio



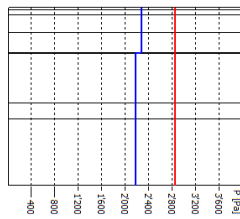
Giugno



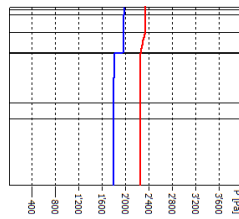
Luglio



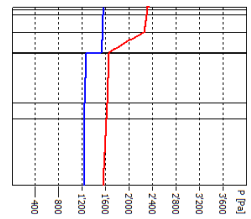
Agosto



Settembre



Ottobre



fRsi Struttura: 0.9418

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0.04452 kg/m<sup>2</sup>.

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.



**PROGETTO ESECUTIVO**

**Copertura**

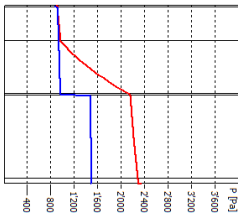
N	Descrizione dall'alto verso il basso	$\mu$	Spessore [cm]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Guaina ardesiata ad alta riflettanza	50'000.0	0.5	0.010
2	Calcestruzzo alleggerito (1200 kg/m <sup>3</sup> )	100.0	10.0	0.303
3	Stysol - FIVE	80.0	16.0	4.211
4	Bitume: feltro/foglio	50'000.0	0.5	0.022
5	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) laterocemento 20 + 5	9.0	25.0	0.350
6	Cemento e sabbia	10.0	1.5	0.015
Resistenza superficiale interna				0.100
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			53.5	5.050

Mese	T <sub>i</sub> [°C]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [°C]	P <sub>e</sub> [Pa]	T <sub>si</sub> [°C]	T <sub>si,min</sub> [°C]	f <sub>rsi,min</sub>	g <sub>c</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	M <sub>a</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	20.0	1'481	5.5	866	19.3	16.3	0.7446	0.0010	0.0010
Dicembre	20.0	1'362	0.5	570	19.1	15.0	0.7428	0.0012	0.0022
Gennaio	20.0	1'386	0.5	593	19.1	15.2	0.7564	0.0013	0.0036
Febbraio	20.0	1'342	1.9	599	19.1	14.8	0.7102	0.0009	0.0045
Marzo	20.0	1'369	6.7	797	19.4	15.1	0.6292	0.0003	0.0048
Aprile	20.0	1'433	11.1	1'016	19.6	15.8	0.5250	-0.0004	0.0043
Maggio	18.0	1'384	16.1	1'284	0.0	0.0	0.0000	-0.0020	0.0023
Giugno	19.5	1'574	19.5	1'474	0.0	0.0	0.0000	-0.0023	0.0000
Luglio	21.8	1'884	21.8	1'784	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	21.2	2'024	21.2	1'924	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1'673	17.3	1'573	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1'472	11.6	1'074	19.6	16.2	0.5477	0.0000	0.0000



PROGETTO ESECUTIVO

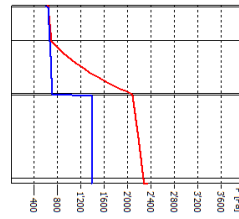
Novembre



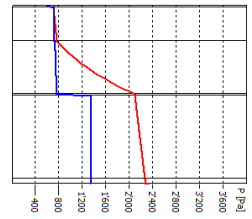
Dicembre



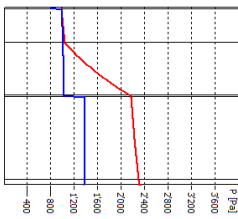
Gennaio



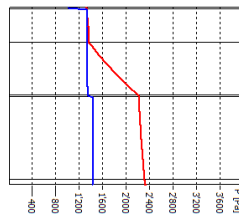
Febbraio



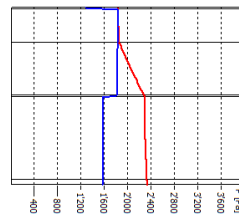
Marzo



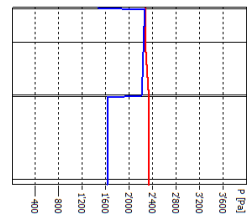
Aprile



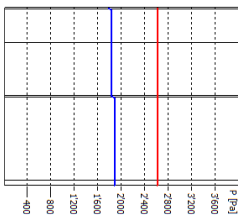
Maggio



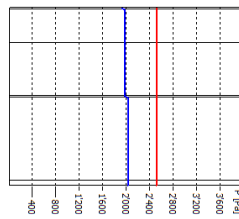
Giugno



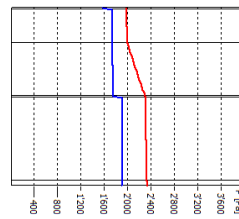
Luglio



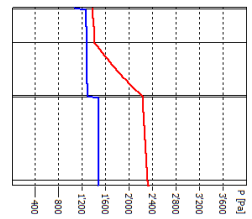
Agosto



Settembre



Ottobre



fRsi Struttura: 0.9519

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0.00480 kg/m<sup>2</sup>.

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.