# ACCORDO DI PROGRAMMA

(ai sensi dell'art. 7 della L.R. 11/2004 e dell'art. 34 del D.Lgs 267/2000)
per l'attuazione del **Comparto C2 Marangona**
in variante al P.I. del Comune di Verona
e titolo abilitativo edilizio convenzionato
per l'attuazione del comparto n. 1 Corte Alberti

Comune di Verona

Consorzio ZAI
Interporto Quadrante Europa

## FASCICOLO 3

PERMESSO DI COSTRUIRE CONVENZIONATO - OPERE INFRASTRUTTURALI E DI URBANIZZAZIONE INTRA AMBITO A.I.U. n. 1 "CORTE ALBERTI" E PIATTAFORME PRODUTTIVE

Progettisti

Ing. Filippo Salis
Via Moscova, 47 - MILANO (MI)
tel. 02 84177369
e-mail: info@sfre.it

Il Presidente del Consorzio ZAI

Co-Progettisti opere a verde

arch. Fernando Tomasello
arch. Monica Pastore
via Roma, 68 - MASSANZAGO (PD)
tel. 049 9360030 - fax 049 9360394
e-mail: info@studiotomasello.it

Sviluppatore

VGP PARK ITALY 1 S.R.L.
Via Cassanese, 45 - SEGRATE (MI)
tel. 02 84177369
e-mail: vgpcostruzioniindustriali@vgpparks.eu

Comune di Verona
Il Sindaco
**Avv. Federico Sboarina**

Assessore all'urbanistica
**Ing. Ilaria Segala**

Urbanistica ESS - PEEP
**Dott.ssa Donatella Fragiacomo**

Progettazione Urbanistica Attuativa
**Arch. Paolo Boninsegna**
**Arch. Chiara Tassello**

Presidente ZAI
**Dott. Matteo Gasparato**

Direttore ZAI
**Dott. Nicola Boaretti**

Vice direttore ZAI
**Geom. Raffaele Frigo**

Studio Geologico e idrogeologico
**Dott. Fabrizio Gola**

Compatibilità idraulica
**Ing. Giuseppe Baldo**


3.2 - PROGETTO DEFINITIVO PIATTAFORME PRODUTTIVE

# Elab. 3.2.04-105 Legge 10_91 WHD

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|
| A | | | | | |
| 0 | Settembre 2019 | Emissione | ... | ... | |

# RELAZIONE TECNICA
ai sensi dell'Art. 8 del D. Lgs.19 Agosto e D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

# RELAZIONE TECNICA
# ai sensi dell'Art. 8 del D.Lgs.19 Agosto e D.M. 26 Giugno 2015 (ex Legge 10)

Area geografica

Regione **Veneto**

Provincia di **Verona**

Comune di **VERONA**

Ubicazione intervento

**Via Chioda – EDIFICIO WHD**

Proprietà

VGP PARK ITALY 1 Srl

Progettista

Costruttore

Tecnico

Per. Ind. Ivano MOLIN

Revisione n° 0

Data elaborazione: 28/06/2019

# RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005 E DM 26 GIUGNO 2015, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

| | | |
|---|---|---|
| X | **NUOVA COSTRUZIONE** | Edifici di nuova costruzione o oggetto di demolizione e ricostruzione |

## 1.0 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Trattasi di fabbricato ad uso logistico con all'interno n°1 blocco uffici/spogliatoi personale.
L'opera oggetto del presente intervento è ubicata in via **Via Chioda**, n.° , del Comune di **VERONA**, Provincia di **Verona**.

Dati catastali:

| | |
|---|---|
| Sezione: | |
| Foglio: | |
| Particella/Mappale: | |
| Subalterno: | |

## 1.1 TITOLO ABILITATIVO

Titolo abilitativo: , n.° del **30/06/2019**

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: | **1** | Destinazione d'uso prevalente: | **E.2** |

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

| DENOMINAZIONE ZONA TERMICA | DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93 | VOLUME $m^3$ |
|---|---|---|
| **WHD** | **E.2** | **1102,12** |

## 1.2 SOGGETTI COINVOLTI

[ **X** ] Committente/i :

| | |
|---|---|
| Tipologia | Persona giuridica |
| Cognome e Nome / Denominazione | VGP PARK ITALY 1 Srl |

[ **X** ] Costruttore/i :
[ **X** ] Progettista/i :
[ **X** ] Direttore/i :
[ **X** ] Tecnico/i :

| | |
|---|---|
| Denominazione | **Per. Ind. Ivano MOLIN** |
| Indirizzo | Via Breda22 |

| | |
|---|---|
| Cap | 30016 |
| Città | JESOLO |
| Provincia | VE |
| Codice fiscale | MLNVNI73L09L736H |
| Partita IVA | 02948480278 |
| Telefono | 0413190453 |
| Fax | 0413190453 |
| Iscrizione | Collegio periti industriali e periti industriali laureati |
| Numero di iscrizione | 1837 |
| Provincia di iscrizione | VE |
| Email | molinivano@gmail.com |
| AMBITI | |

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

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

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

## 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

| | | |
|---|---|---|
| Gradi giorno della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93 | **2468** | *GG* |
| Temperatura minima di progetto dell'aria esterna | **268,2** | *°K* |
| Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna | **304,8** | *°K* |

# 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO

| Climatizzazione | invernale | estiva | u.m. |
|---|---|---|---|
| Volume lordo climatizzato dell'edificio (V) | **1102,12** | **1102,12** | $m^3$ |
| Superficie esterna che delimita il volume climatizzato (S) | **859,22** | **859,22** | $m^2$ |
| Rapporto S/V | **0,78** | | |
| Superficie utile energetica dell'edificio | **275,53** | **275,53** | $m^2$ |
| 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) — **-**

- Adozione di materiali ad elevata riflettenza solare per le coperture — ***Sì***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Valori di riflettenza solare* | *Per coperture piane* | ***0,66*** | > 0,65 |
| | *Per coperture a falde* | ***0,31*** | > 0,30 |

- Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture — ***No***

  *Ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:*

- Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) — ***No***

- 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:*

- Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare — ***Sì***

  *Descrizione e caratteristiche principali:*
  L'impianto in pompa di calore a servizio degli uffici/spogliatoi sarà dotato di termostato per il controllo della temperatura su ogni singolo locale.

- 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 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria | **86,3 %** |
| Verifica della copertura di almeno il 50,0 % del fabbisogno derivante da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento | **73,0 %** |
| Potenza di picco installata sull'edificio | **6,5** |
| Potenza minima di legge [(1/K) * S = (1/50) * 300] | **6** |
| Verifica della potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili | **VERIFICATO** |

| **Denominazione** | **Tipologia** | **SCOP** | **SPF** | **Limite inferiore SPF** | **Verificato** | **Eres*** [kWh/anno] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pompa di Calore Aria-Aria | Elettricità | 5,0 | 1,12 | 1,15 | **NON VERIFICATO** | 4772,93 |
| Pompa di calore Aria-Acqua per produzione ACS | Elettricità | 4,6 | 2,30 | 1,15 | **VERIFICATO** | 504,98 |

| Tipologia impianto | Pompa di calore "**Pompa di Calore Aria-Aria**" | | |
|---|---|---|---|
| | **Riscaldamento** | **ACS** | **Raffrescamento** |
| Energia primaria rinnovabile (kWh anno) | **4772,929** | **0,000** | **0,000** |
| Fabbisogno totale di energia primaria (kWh anno) | **12837,465** | **0,000** | **0,000** |
| Percentuale di copertura del fabbisogno annuo | **37,180 %** | **0,000 %** | **0,000 %** |

| Tipologia impianto | Fotovoltaico | | |
|---|---|---|---|
| | **Riscaldamento** | **ACS** | **Raffrescamento** |
| Energia primaria rinnovabile (kWh anno) | **2340,686** | **109,772** | **2040,620** |
| Percentuale di copertura del fabbisogno annuo | **56,442 %** | **68,748 %** | **100,000 %** |

- Adozione di sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale — ***Sì***

- 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 — ***Sì***

- 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)*:

| Mese di massima insolazione estiva | $I_{m,s}$ [W/m$^2$] | $I_{m,s}$ limite [W/m$^2$] | Verifica |
|---|---|---|---|
| Giugno | 284,72 | 290,00 | Verifica non necessaria |

# 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

## 5.1 Impianti termici

### a) Descrizione impianto

**Tipologia**
Impianto in pompa di calore a portata di refrigerante variabile VRV costituito da una unità esterna posata in copertura e da cassette a semincasso nel controsoffitto con dimensioni 60x60cm.

**Sistema di generazione**
Nessuna descrizione.

**Sistema di termoregolazione**
L'impianto in pompa di calore a servizio degli uffici/spogliatoi sarà dotato di termostato per il controllo della temperatura su ogni singolo locale.

**Sistema di contabilizzazione dell'energia termica**
Nessuna descrizione.

**Sistema di distribuzione del vettore termico**
Nessuna descrizione.

**Sistemi di ventilazione forzata**
I blocchi uffici/spogliatoi saranno asserviti da un sistema di trattamento aria costituito da un recuperatore di calore a flussi incrociati posato sopra il solaio degli uffici. Aspirazione ed espulsione dell'aria verranno realizzati portando i canali in copertura.

**Sistemi di accumulo termico**
Nessuna descrizione.

**Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitari**a
Il sistema di produzione dell'ACS sarà costituito da un sistema con pompa di calore ed accumulo da 300 litri.

| | |
|---|---|
| **Trattamento di condizionamento chimico per l'aqua (rif. UNI 8065)** | ***No*** |
| **Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW** | ***0,0 gradi francesi*** |
| **Filtro di sicurezza** | ***No*** |

### b) Specifiche dei generatori

| | |
|---|---|
| **Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria** | ***No*** |
| **Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto** | ***No*** |

| Tipologia di generatore | Pompa di calore |
|---|---|
| Descrizione | **Pompa di Calore Aria-Aria** |
| Uso | **Riscaldamento** |
| Tipologia | **Elettrica** |
| Combustibile utilizzato | **Elettricità** |
| Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno) | **Aria esterna/Aria interna** |
| Potenza termica utile | **25,2** |
| Potenza elettrica assorbita | **5,0** |
| Coefficiente di prestazione (COP) | **5,0** |
| Valore minimo prescritto dal regolamento | **3,3** |
| Verifica requisiti minimi | **VERIFICATO** |

| Tipologia di generatore | Pompa di calore |
|---|---|
| Descrizione | **Pompa di Calore Aria-Aria** |
| Uso | **Raffrescamento** |
| Tipologia | **Elettrica** |
| Combustibile utilizzato | **Elettricità** |
| Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno) | **Aria_Aria** |
| Potenza termica utile | **25,2** |
| Indice di efficienza energetica (EER) | **3,6** |
| Valore minimo prescritto dal regolamento | **2,9** |
| Verifica requisiti minimi | **VERIFICATO** |

| Tipologia di generatore | Pompa di calore |
|---|---|
| Descrizione | **Pompa di calore Aria-Acqua per produzione ACS** |
| Uso | **ACS** |
| Tipologia | **Elettrica** |
| Combustibile utilizzato | **Elettricità** |
| Tipo pompa di calore (ambiente esterno/interno) | **Aria esterna/Acqua impianto** |
| Potenza termica utile | **3,1** |
| Potenza elettrica assorbita | **0,7** |
| Coefficiente di prestazione (COP) | **4,6** |

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

**Tipo di conduzione invernale prevista**

L'impianto di climatizzazione verrà gestito mediante un programma orario settimanale per il comando generale di accensione e spegnimento.

**Tipo di conduzione estiva prevista**
L'impianto di climatizzazione verrà gestito mediante un programma orario settimanale per il comando generale di accensione e spegnimento.

**Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)**
Nessuna descrizione.

**Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari**
L'impianto in pompa di calore a servizio degli uffici/spogliatoi sarà dotato di termostato per il controllo della temperatura su ogni singolo locale.

**Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali**
Nessuna descrizione.

Le zone termiche sono dotate dei seguenti sistemi di regolazione:

| **Zona Termica "Zona Climatizzata 2 - WHD":** | |
|---|---|
| - Tipo di regolazione | Solo climatica |
| - Caratteristiche della regolazione | Compensazione con sonda esterna |

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

Nessuna descrizione.

### e) Terminali di erogazione dell'energia

All'interno dei locali verranno utilizzati dei terminali a cassetta a semincasso nel controsoffitto di dimensione 60x60cm

Dettaglio dei sottosistemi di emissione delle singole zone termiche:

| **Zona Termica "WHD":** | |
|---|---|
| - Tipologia locali: | Fino a 4 metri |
| - Terminali di erogazione: | Condizionatori (split) |
| - Potenza termica nominale: | 14715,124 W |

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

*Nessuna descrizione.*

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

*Nessuna descrizione.*

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

| **Zona Termica "WHD":** |
|---|

*Nessun tratto definito.*

### *SPECIFICHE DELLA POMPA DI CIRCOLAZIONE*

| **Zona Termica "WHD":** |
|---|
| Non sono presenti pompe di circolazione. |

### 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: | IMPIANTO FTV |
| Orientamento rispetto al SUD (Y) - Azimut: | 0,000 ° |
| Inclinazione orizzontale dei pannelli (β): | 30,000 ° |
| Tipo riflessione ambientale: | Coefficiente di riflessione standard (albedo) |
| Coefficiente di riflessione: | 0,200 |
| Anno di installazione: | 2019 |
| **Ostruzioni**: | Assente |

**Energia irraggiata sul piano dei moduli [kWh/m$^2$]**

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | 70,41 | 89,51 | 133,48 | 146,79 | 184,66 | 192,58 | 199,74 | 179,91 | 159,02 | 106,36 | 58,99 | 63,69 |

***Totale Irradiazione:*** **1585,141 kWh/m²**

**Caratteristiche dei pannelli fotovoltaici**

| | |
|---|---|
| Tipo di modulo fotovoltaico: | Silicio multi cristallino |
| Grado di ventilazione dei moduli: | Moduli moderatamente ventilati |
| Superficie di captazione: | 50,000 m² |
| Kpv: | 0,130 |

| | |
|---|---|
| Fpv: | 0,750 |
| Potenza di picco Wpv: | 6,500 kW |

**Energia elettrica prodotta ($E_{el,pv,out}$) [kWh]**

| | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $E_{el,pv}$ | 343,26 | 436,35 | 650,73 | 715,59 | 900,23 | 938,82 | 973,73 | 877,04 | 775,24 | 518,53 | 287,58 | 310,46 |

***Totale Energia prodotta: 7727,562 kWh***

## 5.3 Impianti solari termici

*Nessun impianto solare termico presente*

# 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, 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

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

| Codice | Tipologia | Descrizione | U [W/m$^2$K] |
|---|---|---|---|
| PAR-000038 | PareteEsterna | PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE) | 0,140 |
| PAR-000037 | PareteEsterna | PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE) | 0,724 |

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

| Codice | Tipologia | Descrizione | U [W/m$^2$K] |
|---|---|---|---|
| SOL-000039 | SolaioEsterno | COPERTURA | 0,189 |

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

| Codice | Tipologia | Descrizione | U [W/m$^2$K] |
|---|---|---|---|
| PAV-000040 | PavimentoEsterno | PAVIMENTO PIANO TERRA | 0,185 |

**STRUTTURE TECNICHE TRASPARENTI E OPACHE**

| Codice | Tipologia | Descrizione | U [W/m$^2$K] |
|---|---|---|---|
| INF-001 | Infisso singolo | Nuovo infisso vetro camera | 1,500 |

**RICAMBI D'ARIA**

**Zona Termica "WHD"**

**OFF**

Tipologia di ventilazione **Naturale**

| | | |
|---|---|---|
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,800** |

**OFF2**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**OFF3**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**KIT**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**WCW**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**WCM**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**WCD**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**PRI**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**HAL**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**WCM+CRM**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |

| | | |
|---|---|---|
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**WCW+CRW**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

**KIT**

| | | |
|---|---|---|
| Tipologia di ventilazione | | **Naturale** |
| Tasso di ricambio d'aria | *1/h* | **0,679** |

## b) Indici di prestazione energetica

### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie H'$_T$) [W/m$^2$K]

| | | |
|---|---|---|
| **H'$_T$** | 0,257 | *coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie* |
| **H'$_{T,L}$** | 0,500 | *coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie* |
| Verifica | **H'$_T$ < H'$_{T,L}$** | **VERIFICATO** |

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

| | | |
|---|---|---|
| **$A_{sol,est}/A_{sup,utile}$** | 0,010 | *area solare equivalente estiva per unità di superficie* |
| **$(A_{sol,est}/A_{sup,utile})_{limite}$** | 0,040 | *area solare equivalente estiva limite per unità di superficie* |
| Verifica | **Asol,est/Asup,utile < (Asol,est/Asup,utile)limite** | **VERIFICATO** |

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ($EP_{H,nd}$) [kWh/ m$^2$]

| | | |
|---|---|---|
| **$EP_{H,nd}$** | 32,8 | *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio* |
| **$EP_{H,nd,limite}$** | 46,6 | *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento* |
| Verifica | **$Q_{H,nd} < Q_{H,nd,limite}$** | **VERIFICATO** |

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva ($EP_{C,nd}$) [kWh/ m$^2$]

| | | |
|---|---|---|
| **$EP_{C,nd}$** | 21,1 | *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio* |
| **$EP_{C,nd,limite}$** | 25,7 | *indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento* |
| Verifica | **$Q_{C,nd} < Q_{C,nd,limite}$** | **VERIFICATO** |

### Indice di prestazione energetica globale dell'edificio - energia primaria totale ($EP_{gl,tot}$) [kWh/ m$^2$]

| | | |
|---|---|---|
| **$EP_{gl,tot}$** | 51,8 | *indice di prestazione energetica globale dell'edificio* |
| **$EP_{gl,tot,limite}$** | 89,2 | *indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento* |
| Verifica | **$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$** | **VERIFICATO** |

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

| | | |
|---|---|---|
| **$EP_{gl,nr}$** | 13,1 | *indice di prestazione energetica globale dell'edificio* |
| **$EP_{gl,nr,limite}$** | 23,5 | *indice di prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento* |
| Verifica | **$EP_{gl,nr} < EP_{gl,nr,limite}$** | **VERIFICATO** |

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

| | | |
|---|---|---|
| **$\eta_H$** | 2,566 | *efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento* |
| **$\eta_{H,limite}$** | 2,170 | *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/$Nm^3$) | kWh/anno | **8086,7** |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete | $kWh_e$ | **1806** |
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale | $kWh_e$ | **2341** |
| Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale | $kJ/m^3GG$ | **0** |

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

| | | |
|---|---|---|
| **$\eta_W$** | 6,411 | *efficienza media stagionale dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria* |
| **$\eta_{W,limite}$** | 3,483 | *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/$Nm^3$) | kWh/anno | **311,4** |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete | $kWh_e$ | **50** |
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale | $kWh_e$ | **110** |

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

| | | |
|---|---|---|
| **$\eta_C$** | 0,000 | *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento* |
| **$\eta_{C,limite}$** | 18,919 | *efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento* |
| Verifica | **$\eta_C > \eta_{C,limite}$** | **NON VERIFICATO** |

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

*Nessun impianto solare termico presente*

## d) Impianti fotovoltaici

Energia prodotta

| | | |
|---|---|---|
| - IMPIANTO FTV | *kWh anno* | **7727,6** |
| Energia prodotta totale | *kWh anno* | **7727,6** |
| Fabbisogno energia elettrica | *kWh anno* | **6347,3** |
| Percentuale di copertura del fabbisogno annuo | % | **70,8** |

## e) Consuntivo energia

| | | |
|---|---|---|
| Energia consegnata o fornita ($E_{del}$) | *kWh anno* | **1856,3** |
| Energia rinnovabile ($EP_{gl, ren}$) | *kWh/m² anno* | **38,6** |
| Energia esportata ($E_{esp}$) | *kWh anno* | **3236,5** |
| Energia rinnovabile in situ | *kWh anno* | **7727,6** |
| Fabbisogno globale di energia primaria ($EP_{gl, tot}$) | *kWh/m² anno* | **51,8** |

## f) Rendimenti medi sottosistemi

**ZONA TERMICA WHD**

| **Sottosistema** | **H** | **W** | **C** |
|---|---|---|---|
| Sottosistema di emmissione/erogazione | 100,00 | 100,00 | 97,00 |
| Sottosistema di regolazione | 100,00 | - | 95,00 |
| Sottosistema di distribuzione acqua | 99,00 | 92,60 | 97,50 |

## 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

[**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;
[] Schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analoga 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.

# 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Per. Ind. Ivano MOLIN, inscritto a Collegio periti industriali e periti industriali laureati, 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.

VERONA, 28/06/2019

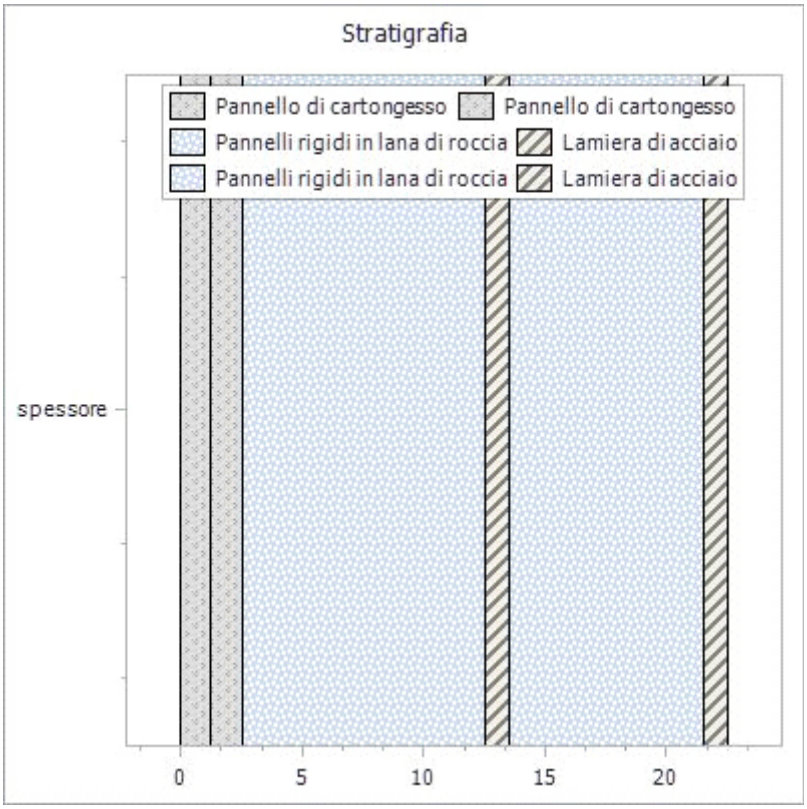
IL TECNICO

# ALLEGATO 1 – CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE COMPONENTI OPACHI

## Componenti opachi verticali

| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **PAR-000038** | **Parete Esterna** | **SUD** | **PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE)** |

| Proprietà dei materiali | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **N.** | **Descrizione (dall'interno verso l'esterno)** | **s [m]** | **λ [W/mK]** | **ρ [kg/m$^3$]** | **c [J/KgK]** | **μ [-]** | **R [m$^2$K/W]** |
| 1 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 2 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 3 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,100 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,564 |
| 4 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| 5 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,080 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,051 |
| 6 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| | Spessore totale [m]: | **0,225** | | | | | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,130** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza termica totale: | **4,827** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,207** | [W/m$^2$K] | | | | |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2600** | [W/m$^2$K] | | | | |
| Rappresentazione stratigrafia | | | | | | | |




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2268,9 | 2276,9 | 2293,7 | 2310,6 | 3315,9 | 3339,2 | 3348,2 | 3341,9 | 3320,6 | 2312,1 | 2290,2 | 2276,1 |
| 2 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2258,1 | 2267,4 | 2286,8 | 2306,4 | 3308,9 | 3336,0 | 3346,4 | 3339,0 | 3314,4 | 2308,2 | 2282,8 | 2266,5 |
| 3 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2247,4 | 2257,9 | 2280,0 | 2302,2 | 3302,0 | 3332,7 | 3344,7 | 3336,2 | 3308,3 | 2304,2 | 2275,4 | 2256,9 |
| 4 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,8 | 1326,0 | 1562,1 | 1834,3 | 2540,0 | 2954,8 | 3130,3 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1511,0 | 1316,0 |
| 5 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,7 | 1325,9 | 1562,0 | 1834,3 | 2539,9 | 2954,8 | 3130,2 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1510,9 | 1316,0 |
| 6 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,7 | 1139,2 | 1522,3 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,9 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,3 | 832,0 |
| 7 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,6 | 1139,2 | 1522,2 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,8 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,2 | 832,0 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

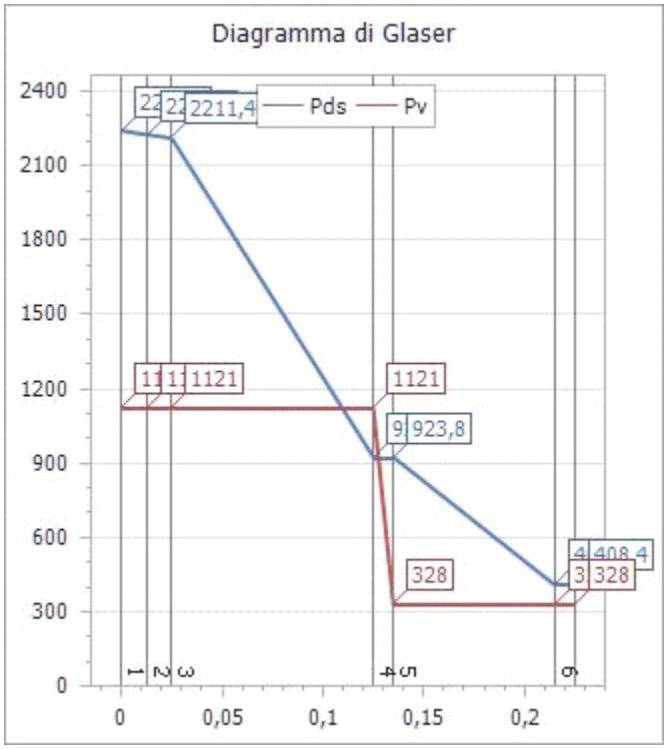
**Temperature [° C]**

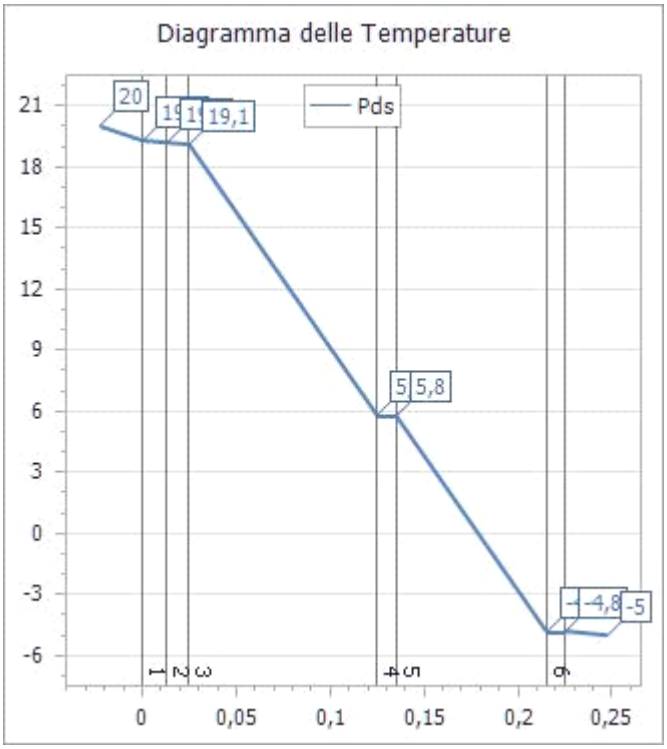
| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,5 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,7 | 19,6 |
| 3 | 19,4 | 19,5 | 19,7 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 |
| 4 | 19,4 | 19,4 | 19,6 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,7 | 19,8 | 19,6 | 19,4 |
| 5 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 6 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 7 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 9 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\|Y_{ie}\|$ | **0,039** | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | **0,186** | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | **10,230** | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | **192,000** | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | **210,750** | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | **21,524** | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | **44,650** | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | **1,533** | $[W/m^2K,h]$ |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | **3,220** | $[W/m^2K,h]$ |

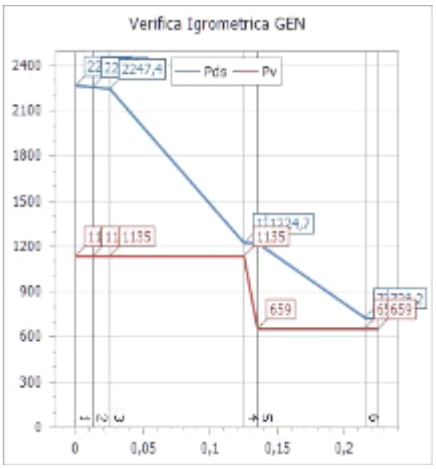
Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

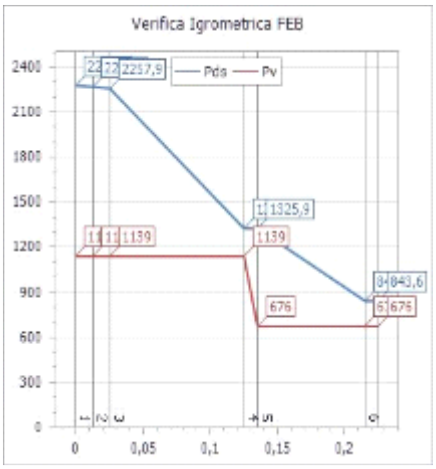


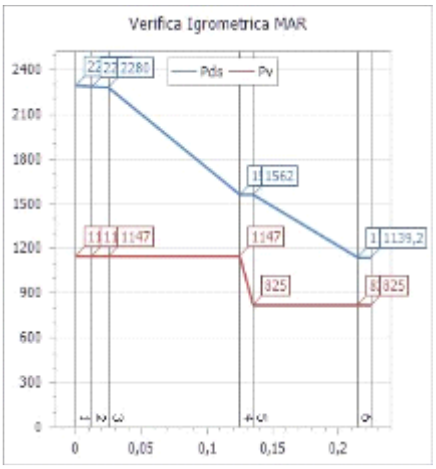



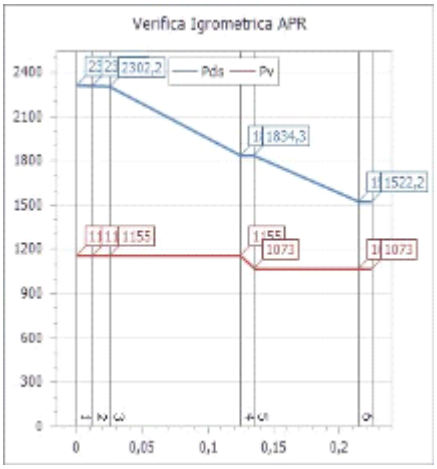

| | | |
|---|---|---|
| Temperatura interna | 20,0 | °C |
| Temperatura esterna | -5,0 | °C |
| Umidità relativa interna | 50,0 | % |
| Umidità relativa esterna | 76,9 | % |

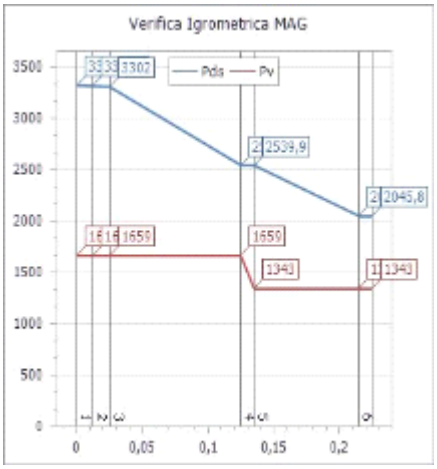
Verifica Igrometrica

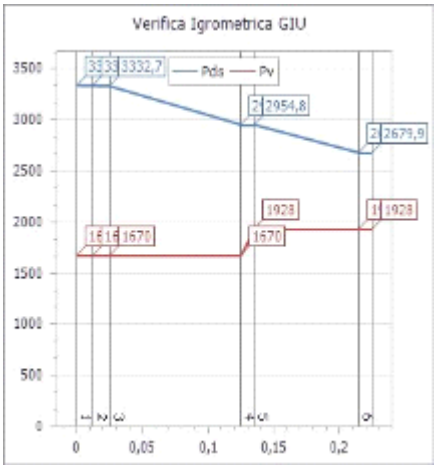

Verifica Igrometrica GEN
Pds
Pv
2247,4
1135
1234,7
659
1659
0
0,05
0,1
0,15
0,2

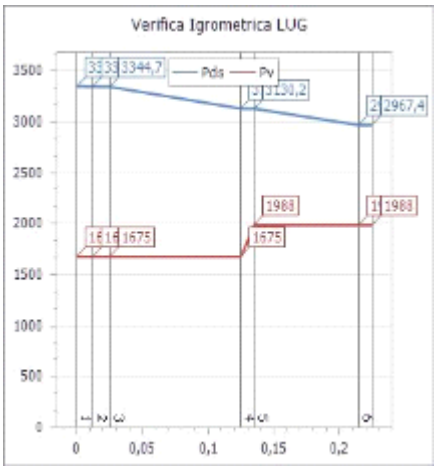

Verifica Igrometrica FEB
Pds
Pv
2257,9
1139
1325,9
676
1676
843,6
0
0,05
0,1
0,15
0,2

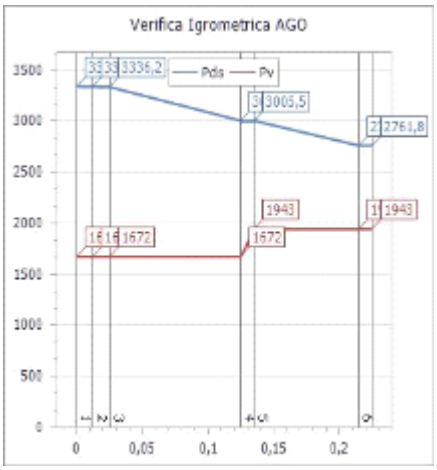

Verifica Igrometrica MAR
Pds
Pv
2280
1562
1147
1139,2
325
325
0
0,05
0,1
0,15
0,2

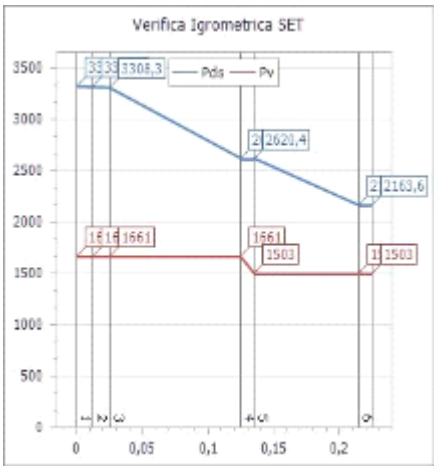

Verifica Igrometrica APR
Pds
Pv
2307,2
1834,3
1522,2
1155
1155
1073
1073
0
0,05
0,1
0,15
0,2

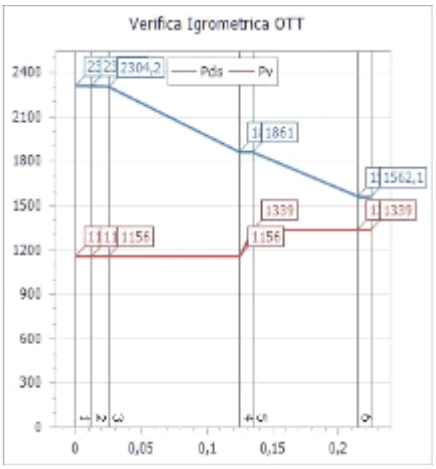

Verifica Igrometrica MAG
Pds
Pv
3302
2539,9
2045,8
1659
1659
1343
1343
0
0,05
0,1
0,15
0,2

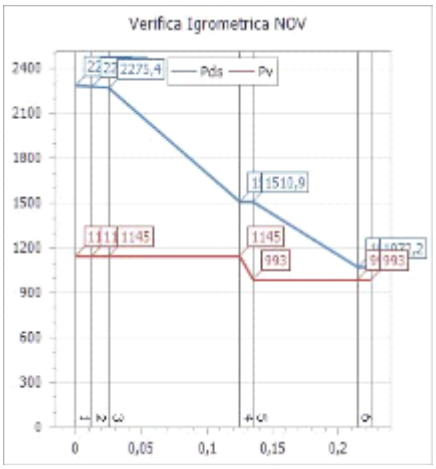

Verifica Igrometrica GIU
Pds
Pv
3332,7
2954,8
2679,9
1670
1928
1928
0
0,05
0,1
0,15
0,2

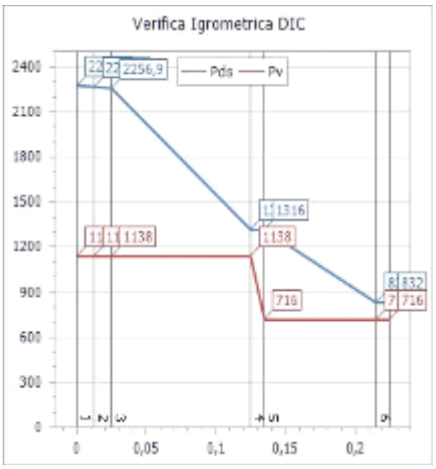

Verifica Igrometrica LUG
Pds
Pv
3344,7
3130,2
2967,4
1675
1988
1988
0
0,05
0,1
0,15
0,2


Verifica Igrometrica AGO
Pds
Pv
3336,2
3005,5
2761,8
1672
1943
1943
0
0,05
0,1
0,15
0,2


Verifica Igrometrica SET
Pds
Pv
3308,3
2620,4
2163,6
1661
1503
1503
0
0,05
0,1
0,15
0,2




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

## Verifica formazione muffe

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **PAR-000038** | **Parete Esterna** | **OVEST** | **PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE)** |

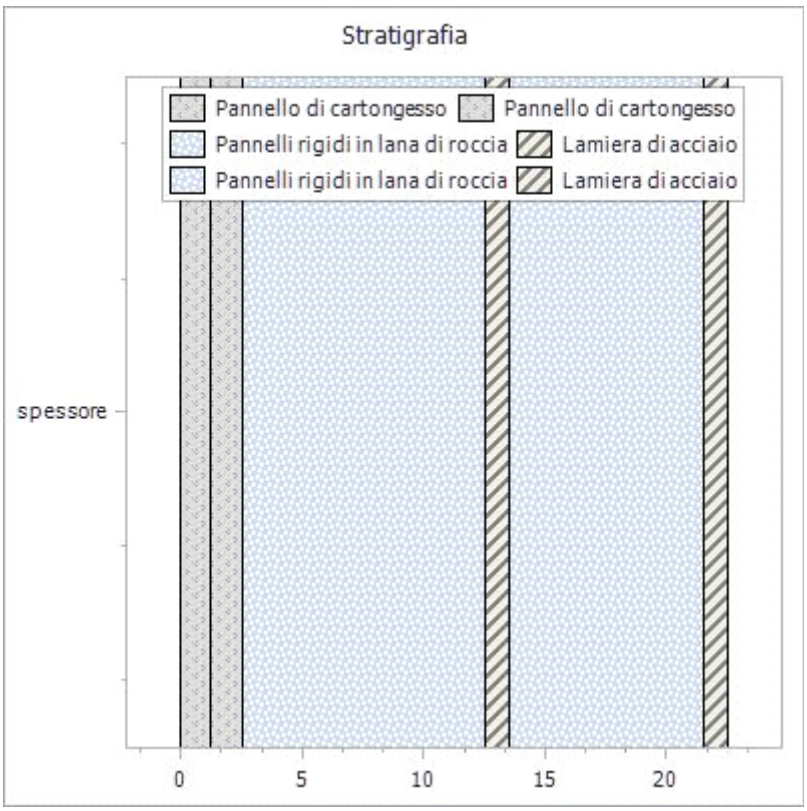
### Proprietà dei materiali

| N. | Descrizione (dall'interno verso l'esterno) | s [m] | λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | C [J/KgK] | μ [-] | R [m$^2$K/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 3 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,100 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,564 |
| 4 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| 5 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,080 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,051 |
| 6 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Spessore totale [m]: | **0,225** | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,130** | [$m^2K/W$] |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | [$m^2K/W$] |
| | Resistenza termica totale: | **4,827** | [$m^2K/W$] |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,207** | [$W/m^2K$] |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2600** | [$W/m^2K$] |

Rappresentazione stratigrafia




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2268,9 | 2276,9 | 2293,7 | 2310,6 | 3315,9 | 3339,2 | 3348,2 | 3341,9 | 3320,6 | 2312,1 | 2290,2 | 2276,1 |
| 2 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2258,1 | 2267,4 | 2286,8 | 2306,4 | 3308,9 | 3336,0 | 3346,4 | 3339,0 | 3314,4 | 2308,2 | 2282,8 | 2266,5 |
| 3 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2247,4 | 2257,9 | 2280,0 | 2302,2 | 3302,0 | 3332,7 | 3344,7 | 3336,2 | 3308,3 | 2304,2 | 2275,4 | 2256,9 |
| 4 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,8 | 1326,0 | 1562,1 | 1834,3 | 2540,0 | 2954,8 | 3130,3 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1511,0 | 1316,0 |
| 5 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,7 | 1325,9 | 1562,0 | 1834,3 | 2539,9 | 2954,8 | 3130,2 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1510,9 | 1316,0 |
| 6 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,7 | 1139,2 | 1522,3 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,9 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,3 | 832,0 |
| 7 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,6 | 1139,2 | 1522,2 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,8 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,2 | 832,0 |

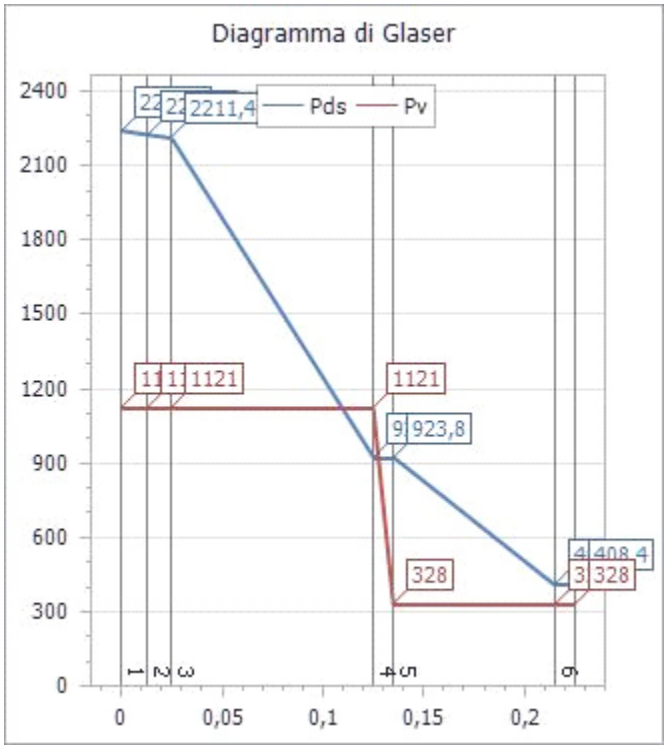
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

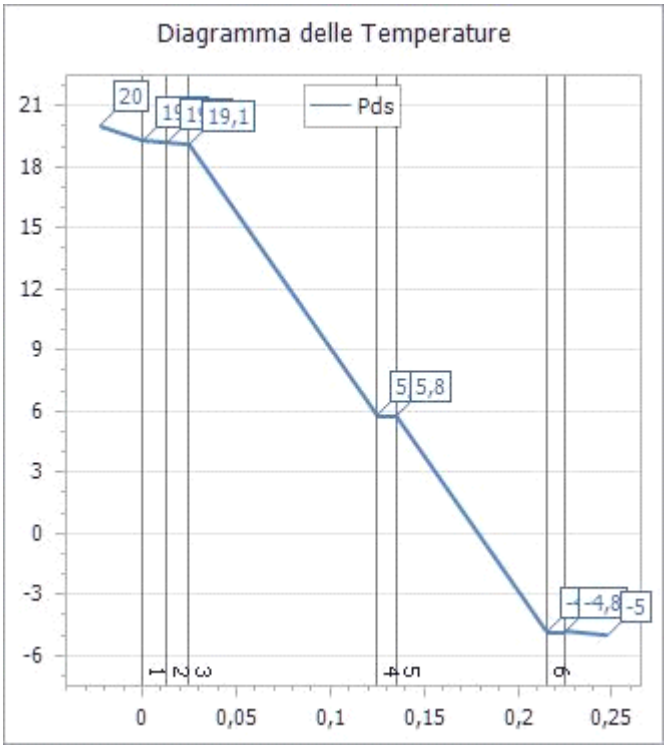
**Temperature [° C]**

| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,5 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,7 | 19,6 |
| 3 | 19,4 | 19,5 | 19,7 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 |
| 4 | 19,4 | 19,4 | 19,6 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,7 | 19,8 | 19,6 | 19,4 |
| 5 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 6 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 7 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 8 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 9 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\|Y_{ie}\|$ | **0,039** | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | **0,186** | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | **10,230** | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | **192,000** | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | **210,750** | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | **21,524** | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | **44,650** | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | **1,533** | $[W/m^2K,h]$ |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | **3,220** | $[W/m^2K,h]$ |

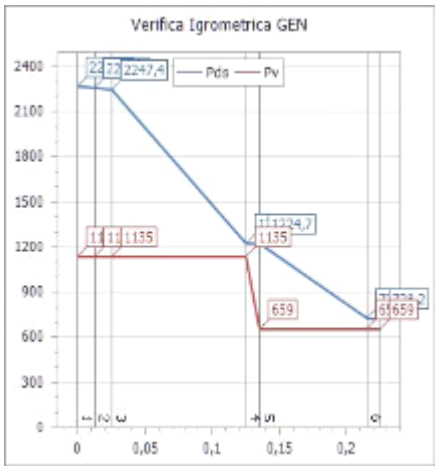
Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

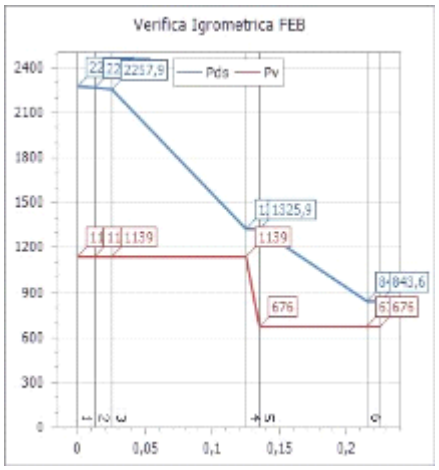


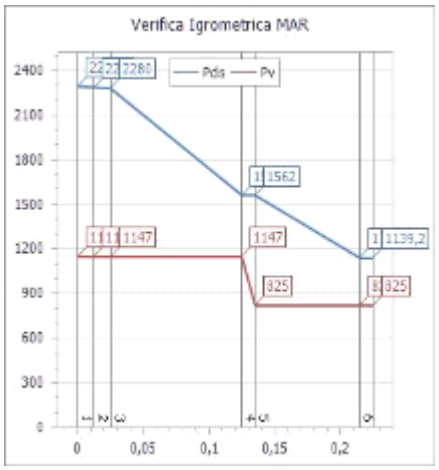



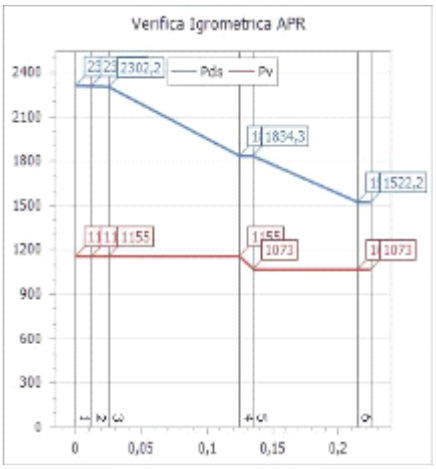

| | | |
|---|---|---|
| Temperatura interna | 20,0 | °C |
| Temperatura esterna | -5,0 | °C |
| Umidità relativa interna | 50,0 | % |
| Umidità relativa esterna | 76,9 | % |

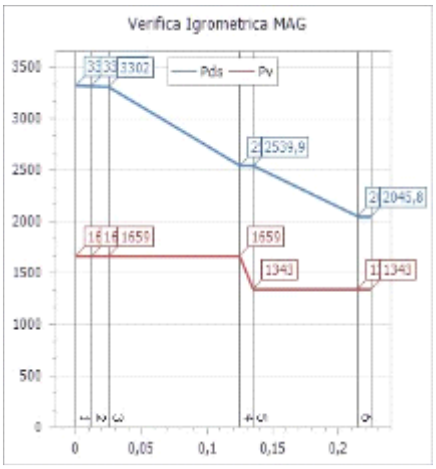
## Verifica Igrometrica

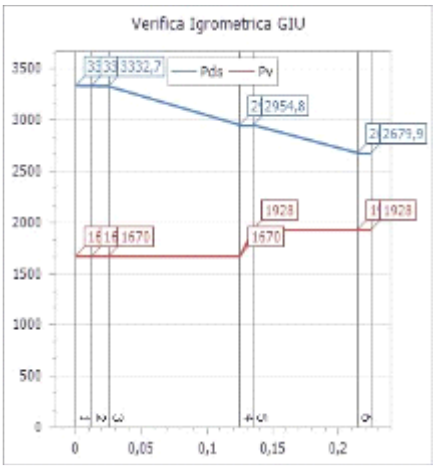


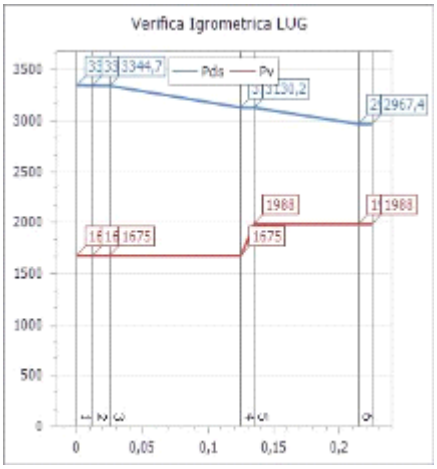



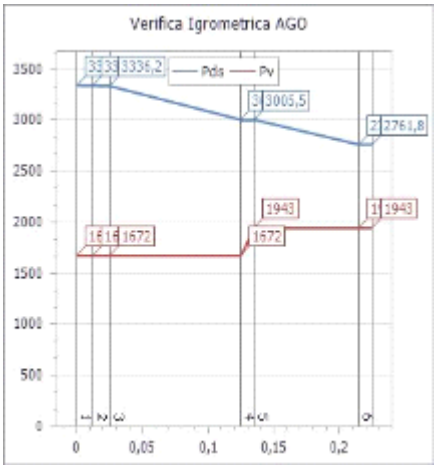



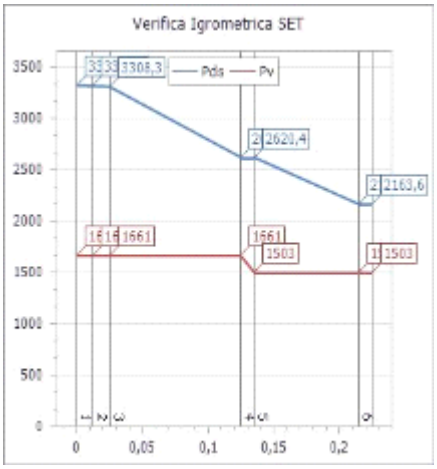


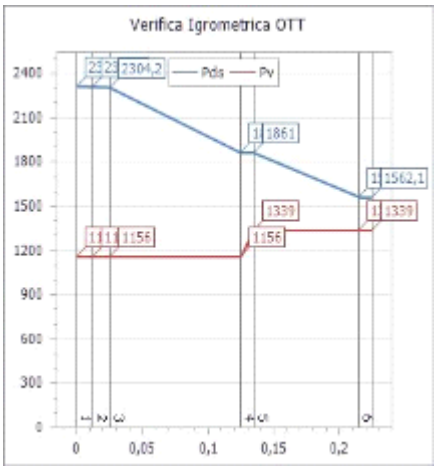



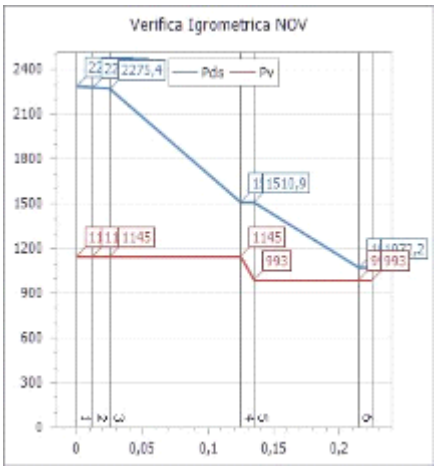



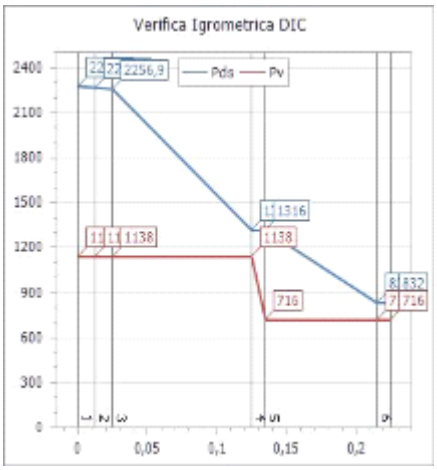




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

Verifica formazione muffe

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

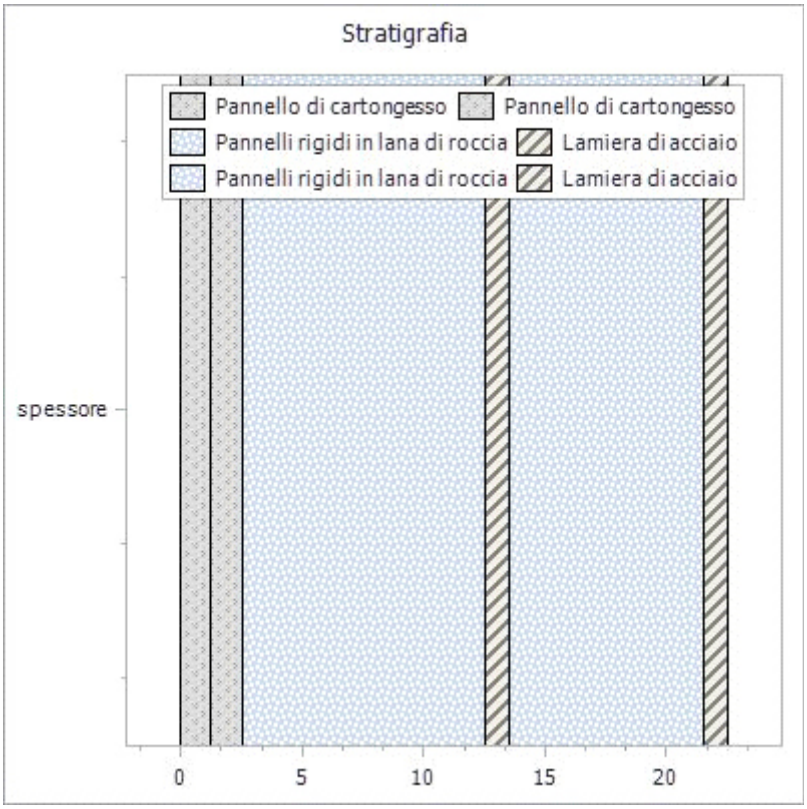
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **PAR-000038** | **Parete Esterna** | **EST** | **PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE)** |

Proprietà dei materiali

| N. | Descrizione (dall'interno verso l'esterno) | s [m] | λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | C [J/KgK] | μ [-] | R [m$^2$K/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 2 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 3 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,100 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,564 |
| 4 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| 5 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,080 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,051 |
| 6 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| | Spessore totale [m]: | **0,225** | | | | | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,130** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza termica totale: | **4,827** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,207** | [W/m$^2$K] | | | | |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2600** | [W/m$^2$K] | | | | |

Rappresentazione stratigrafia




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2268,9 | 2276,9 | 2293,7 | 2310,6 | 3315,9 | 3339,2 | 3348,2 | 3341,9 | 3320,6 | 2312,1 | 2290,2 | 2276,1 |
| 2 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2258,1 | 2267,4 | 2286,8 | 2306,4 | 3308,9 | 3336,0 | 3346,4 | 3339,0 | 3314,4 | 2308,2 | 2282,8 | 2266,5 |
| 3 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2247,4 | 2257,9 | 2280,0 | 2302,2 | 3302,0 | 3332,7 | 3344,7 | 3336,2 | 3308,3 | 2304,2 | 2275,4 | 2256,9 |
| 4 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,8 | 1326,0 | 1562,1 | 1834,3 | 2540,0 | 2954,8 | 3130,3 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1511,0 | 1316,0 |
| 5 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 1224,7 | 1325,9 | 1562,0 | 1834,3 | 2539,9 | 2954,8 | 3130,2 | 3005,5 | 2620,4 | 1861,0 | 1510,9 | 1316,0 |
| 6 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,7 | 1139,2 | 1522,3 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,9 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,3 | 832,0 |
| 7 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,6 | 1139,2 | 1522,2 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,8 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,2 | 832,0 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

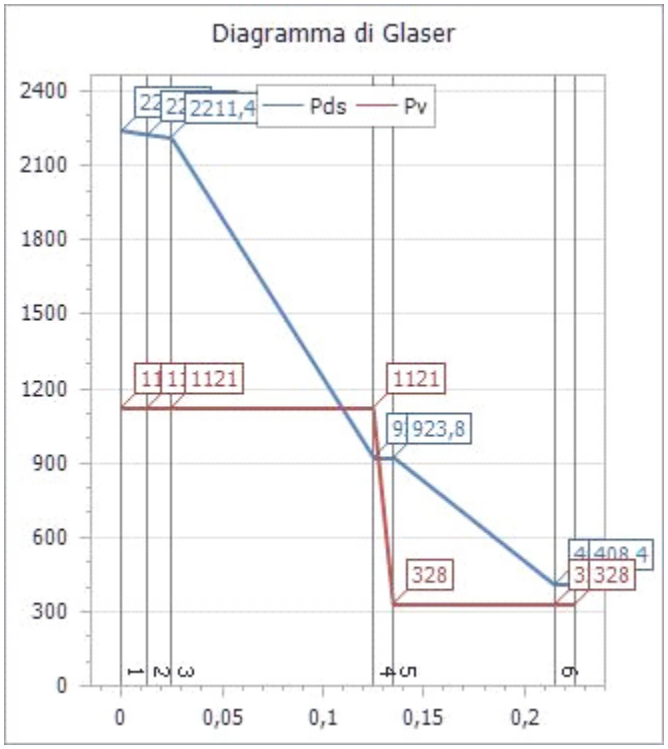
**Temperature [° C]**

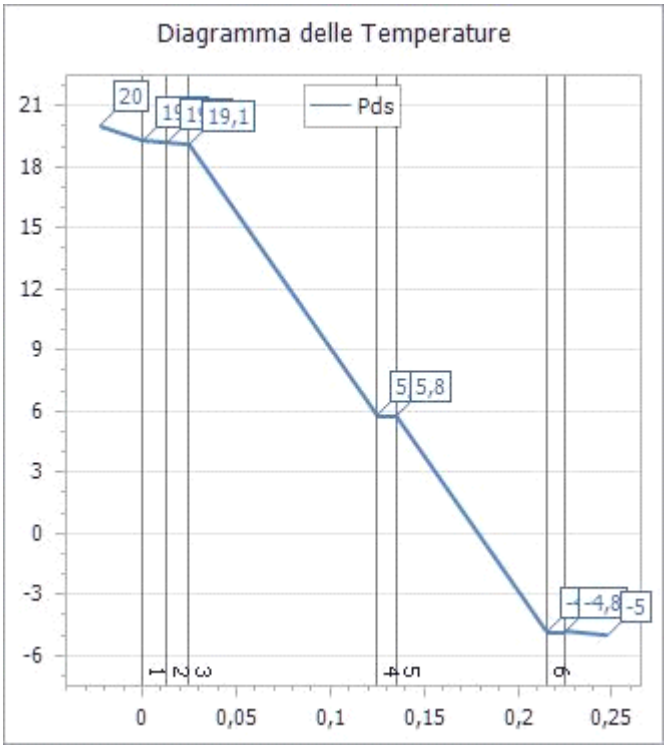
| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,5 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,7 | 19,6 |
| 3 | 19,4 | 19,5 | 19,7 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 |
| 4 | 19,4 | 19,4 | 19,6 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,7 | 19,8 | 19,6 | 19,4 |
| 5 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 6 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 7 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 9 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\|Y_{ie}\|$ | **0,039** | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | **0,186** | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | **10,230** | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | **192,000** | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | **210,750** | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | **21,524** | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | **44,650** | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | **1,533** | $[W/m^2K,h]$ |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | **3,220** | $[W/m^2K,h]$ |

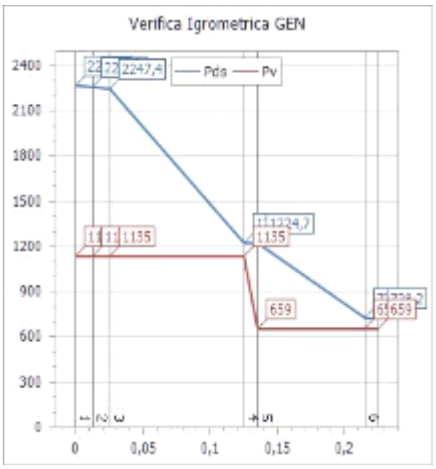
Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

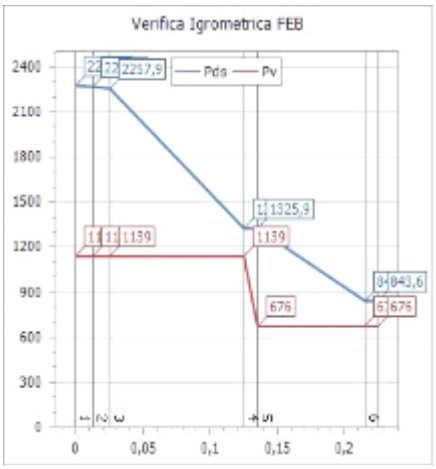


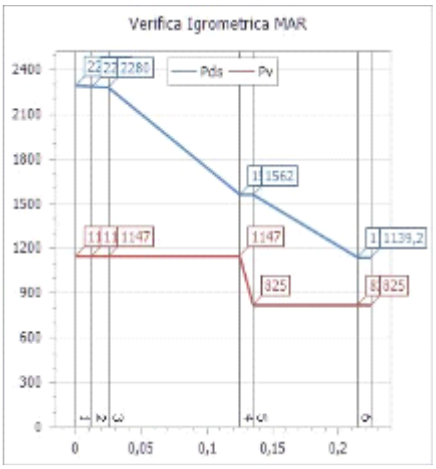



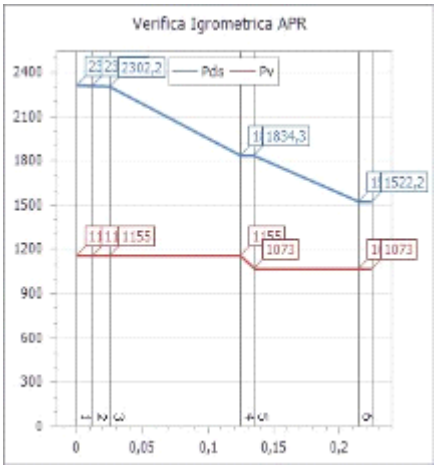

| | | |
|---|---|---|
| Temperatura interna | 20,0 | °C |
| Temperatura esterna | -5,0 | °C |
| Umidità relativa interna | 50,0 | % |
| Umidità relativa esterna | 76,9 | % |

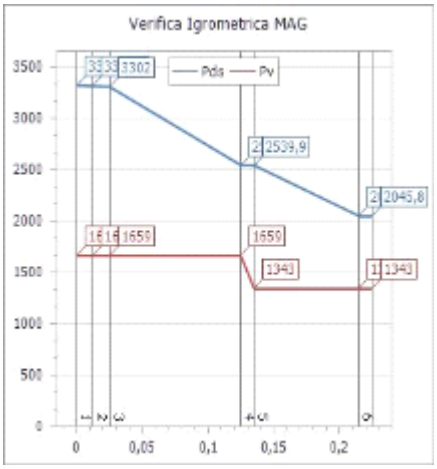
Verifica Igrometrica

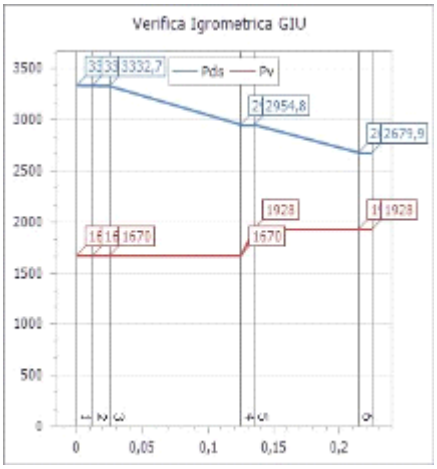

Verifica Igrometrica GEN
Pds
Pv
2247,4
1135
1234,7
659
1659
0
0,05
0,1
0,15
0,2

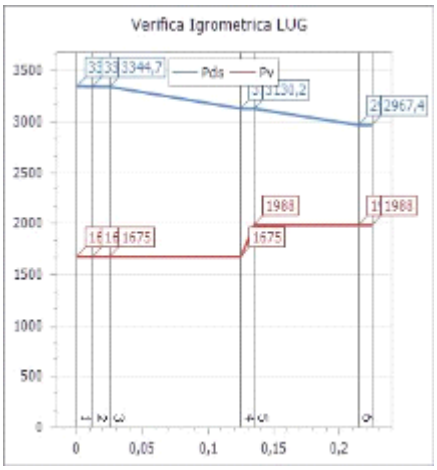

Verifica Igrometrica FEB
Pds
Pv
2257,9
1139
1325,9
676
1676
843,6
0
0,05
0,1
0,15
0,2

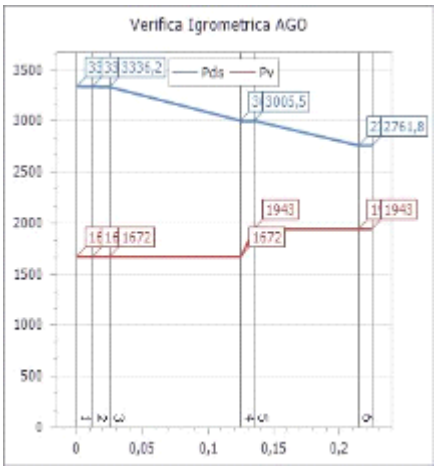

Verifica Igrometrica MAR
Pds
Pv
2280
1562
1147
1139,2
325
325
0
0,05
0,1
0,15
0,2

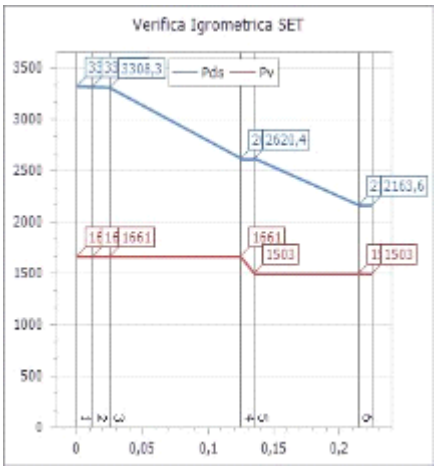

Verifica Igrometrica APR
Pds
Pv
2307,2
1834,3
1522,2
1155
1155
1073
1073
0
0,05
0,1
0,15
0,2

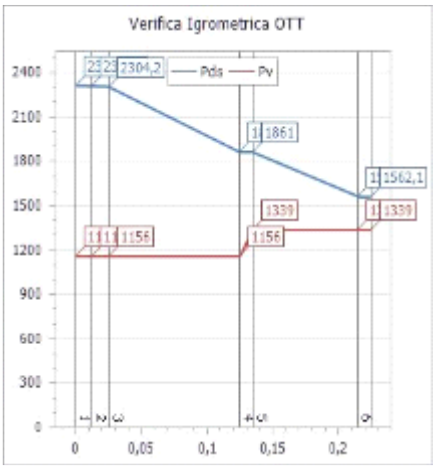

Verifica Igrometrica MAG
Pds
Pv
3302
2539,9
2045,8
1659
1659
1343
1343
0
0,05
0,1
0,15
0,2

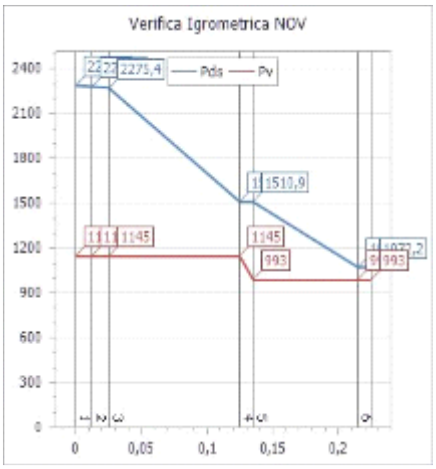

Verifica Igrometrica GIU
Pds
Pv
3332,7
2954,8
2679,9
1670
1928
1928
0
0,05
0,1
0,15
0,2

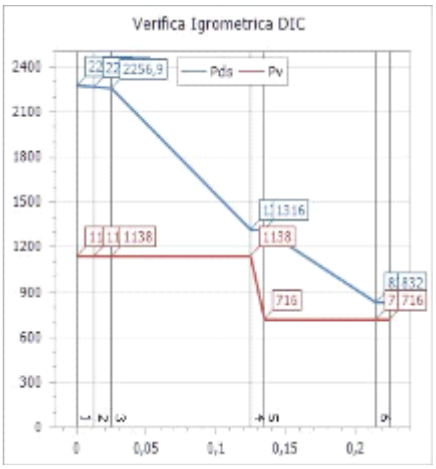

Verifica Igrometrica LUG
Pds
Pv
3344,7
3130,2
2967,4
1675
1988
1988
0
0,05
0,1
0,15
0,2


Verifica Igrometrica AGO
Pds
Pv
3336,2
3005,5
2761,8
1672
1943
1943
0
0,05
0,1
0,15
0,2


Verifica Igrometrica SET
Pds
Pv
3308,3
2620,4
2163,6
1661
1503
1503
0
0,05
0,1
0,15
0,2




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

## Verifica formazione muffe

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

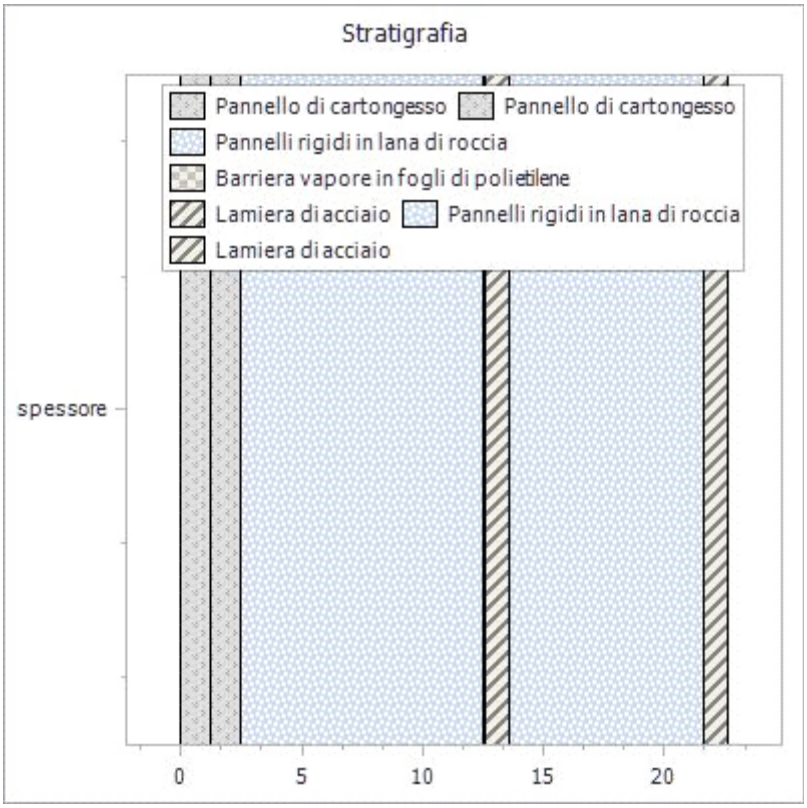
| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **PAR-000037** | **Parete Esterna** | **NORD** | **PARETE ESTERNA UFFICI (SANDWICH E CONTROPARETE)** |

## Proprietà dei materiali

| N. | Descrizione (dall'interno verso l'esterno) | s [m] | λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | C [J/KgK] | μ [-] | R [m$^2$K/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,021 |
| 3 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,100 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,564 |
| 4 | Barriera vapore in fogli di polietilene | 0,001 | 0,350 | 950,000 | 2100,000 | 50000,000 | 0,003 |
| 5 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| 6 | Pannelli rigidi in lana di roccia | 0,080 | 0,039 | 200,000 | 1030,000 | 1,000 | 2,051 |
| 7 | Lamiera di acciaio | 0,010 | 52,000 | 7800,000 | 500,000 | 1000000,000 | 0,000 |
| | Spessore totale [m]: | **0,226** | | | | | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,130** | $[m^2K/W]$ | | | | |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | $[m^2K/W]$ | | | | |
| | Resistenza termica totale: | **4,830** | $[m^2K/W]$ | | | | |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,207** | $[W/m^2K]$ | | | | |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2600** | $[W/m^2K]$ | | | | |

Rappresentazione stratigrafia




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2268,9 | 2276,9 | 2293,7 | 2310,6 | 3315,9 | 3339,2 | 3348,3 | 3341,9 | 3320,6 | 2312,2 | 2290,3 | 2276,1 |
| 2 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2258,2 | 2267,4 | 2286,8 | 2306,4 | 3308,9 | 3336,0 | 3346,5 | 3339,0 | 3314,5 | 2308,2 | 2282,9 | 2266,5 |
| 3 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 2247,5 | 2257,9 | 2280,0 | 2302,2 | 3302,0 | 3332,7 | 3344,7 | 3336,2 | 3308,3 | 2304,3 | 2275,5 | 2256,9 |
| 4 | P | 1135,0 | 1139,0 | 1147,0 | 1155,0 | 1659,0 | 1670,0 | 1675,0 | 1672,0 | 1661,0 | 1156,0 | 1145,0 | 1138,0 |
| | $P_{sat}$ | 1225,3 | 1326,4 | 1562,5 | 1834,6 | 2540,4 | 2955,0 | 3130,4 | 3005,7 | 2620,8 | 1861,3 | 1511,4 | 1316,5 |
| 5 | P | 1132,6 | 1136,7 | 1145,4 | 1154,6 | 1657,4 | 1671,3 | 1676,6 | 1673,4 | 1660,2 | 1156,9 | 1144,2 | 1135,9 |
| | $P_{sat}$ | 1224,4 | 1325,6 | 1561,8 | 1834,1 | 2539,7 | 2954,6 | 3130,1 | 3005,3 | 2620,1 | 1860,8 | 1510,7 | 1315,7 |
| 6 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_{sat}$ | 1224,3 | 1325,6 | 1561,8 | 1834,1 | 2539,6 | 2954,6 | 3130,1 | 3005,3 | 2620,1 | 1860,8 | 1510,6 | 1315,6 |
| 7 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,2 | 843,7 | 1139,2 | 1522,3 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,9 | 2163,6 | 1562,1 | 1072,3 | 832,0 |
| 8 | P | 659,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1343,0 | 1928,0 | 1988,0 | 1943,0 | 1503,0 | 1339,0 | 993,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 728,1 | 843,6 | 1139,2 | 1522,2 | 2045,8 | 2679,9 | 2967,4 | 2761,8 | 2163,5 | 1562,1 | 1072,2 | 832,0 |

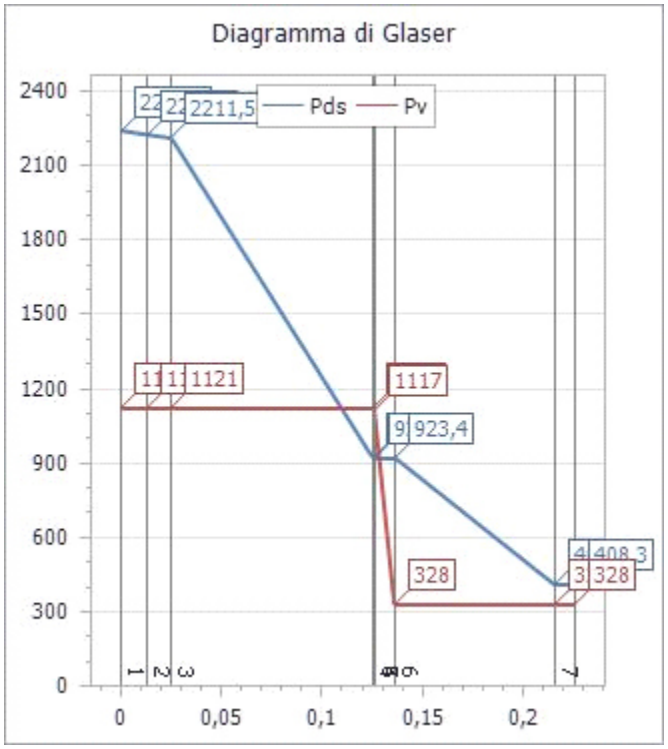
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

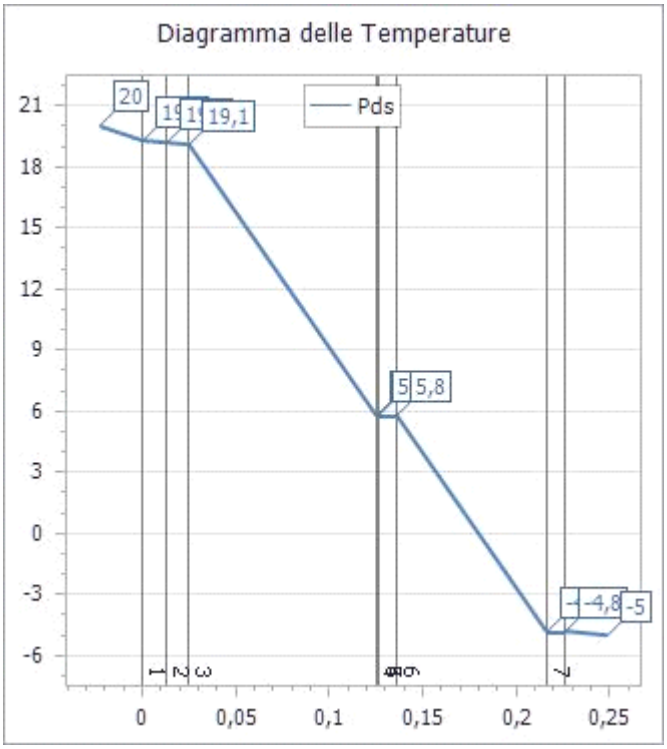
**Temperature [° C]**

| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,5 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,7 | 19,6 |
| 3 | 19,4 | 19,5 | 19,7 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 |
| 4 | 19,4 | 19,4 | 19,6 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,7 | 19,8 | 19,6 | 19,4 |
| 5 | 10,0 | 11,2 | 13,7 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,1 |
| 6 | 10,0 | 11,2 | 13,6 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 7 | 10,0 | 11,2 | 13,6 | 16,1 | 21,4 | 23,8 | 24,8 | 24,1 | 21,9 | 16,4 | 13,1 | 11,0 |
| 8 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 9 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,7 | 8,0 | 4,3 |
| 10 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\|Y_{ie}\|$ | **0,037** | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | **0,180** | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | **10,273** | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | **192,950** | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | **211,700** | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | **21,496** | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | **44,606** | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | **1,532** | $[W/m^2K,h]$ |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | **3,218** | $[W/m^2K,h]$ |

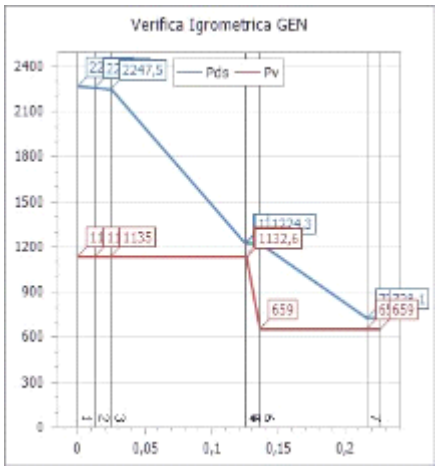
Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

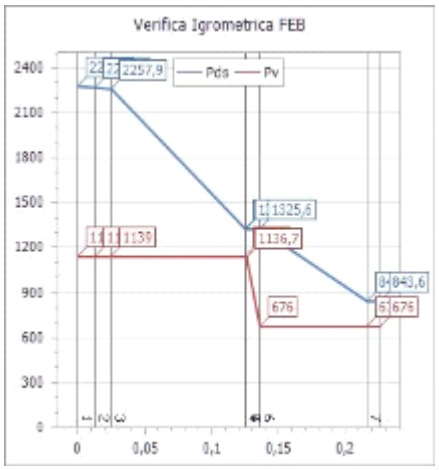


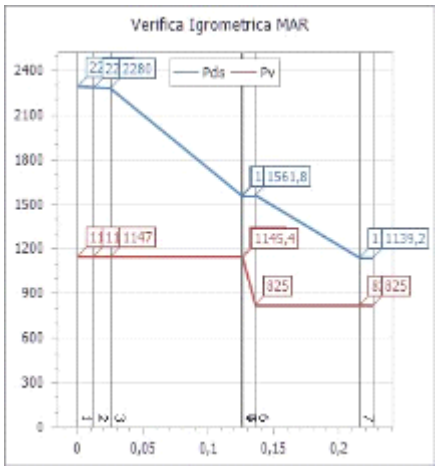



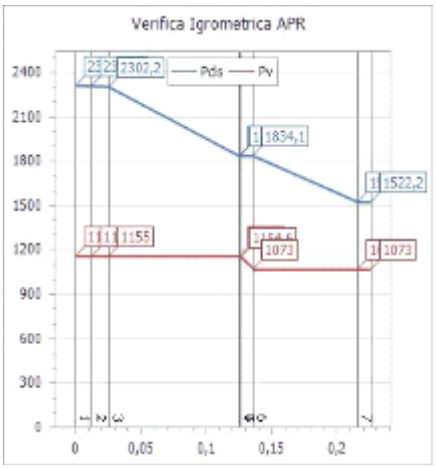

| | | |
|---|---|---|
| Temperatura interna | 20,0 | °C |
| Temperatura esterna | -5,0 | °C |
| Umidità relativa interna | 50,0 | % |
| Umidità relativa esterna | 76,9 | % |

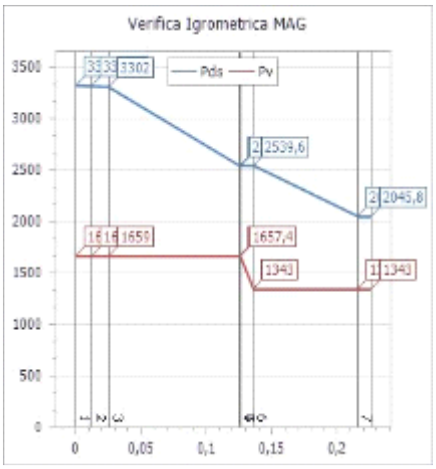
## Verifica Igrometrica

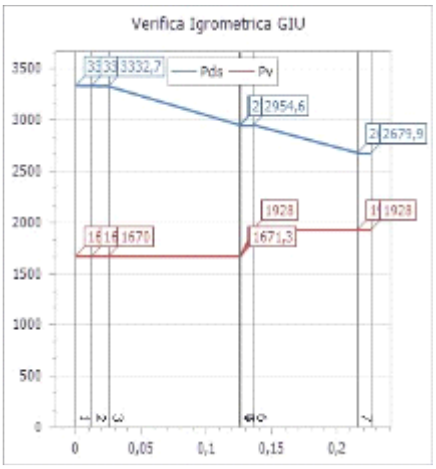


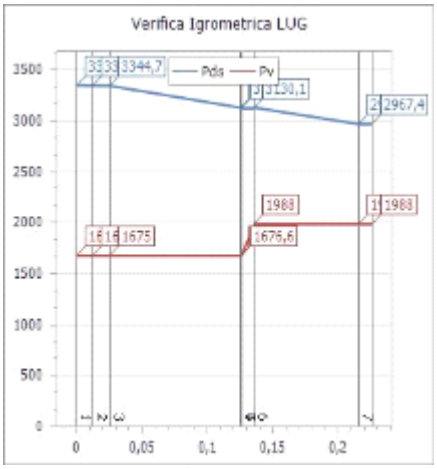



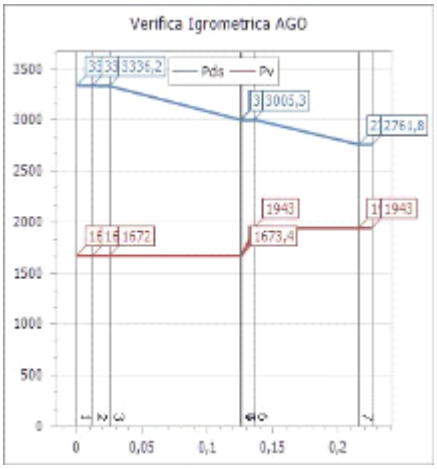



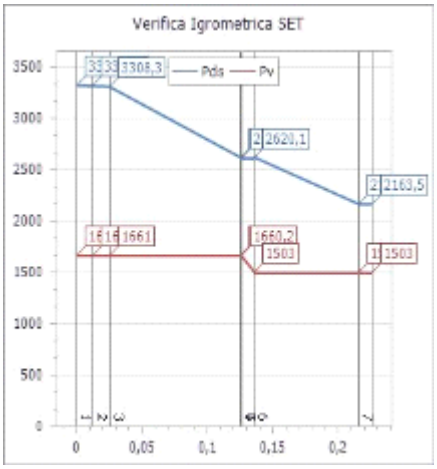


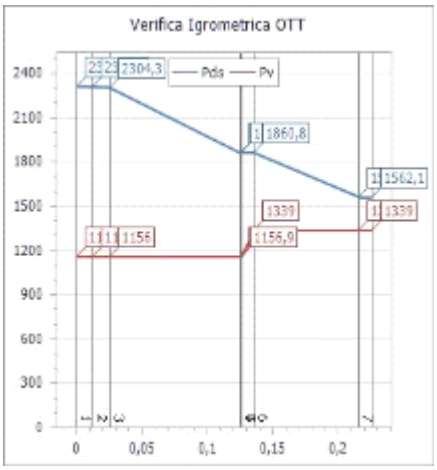



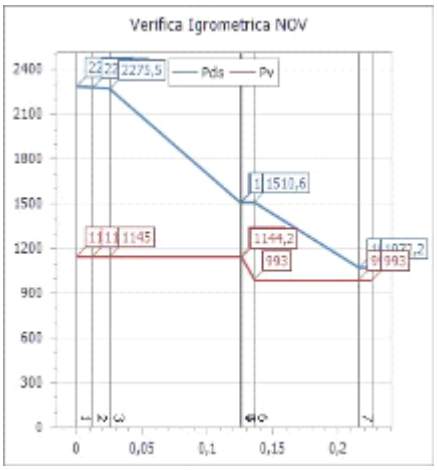



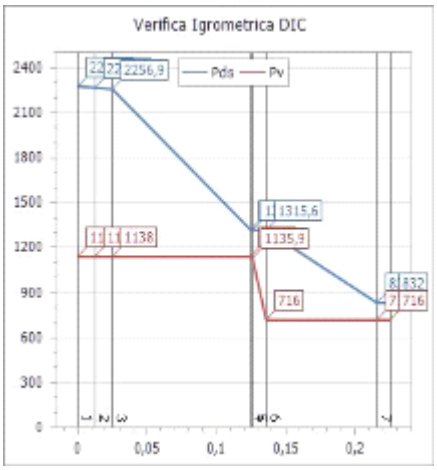




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

Verifica formazione muffe

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 | 0,948 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,948; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

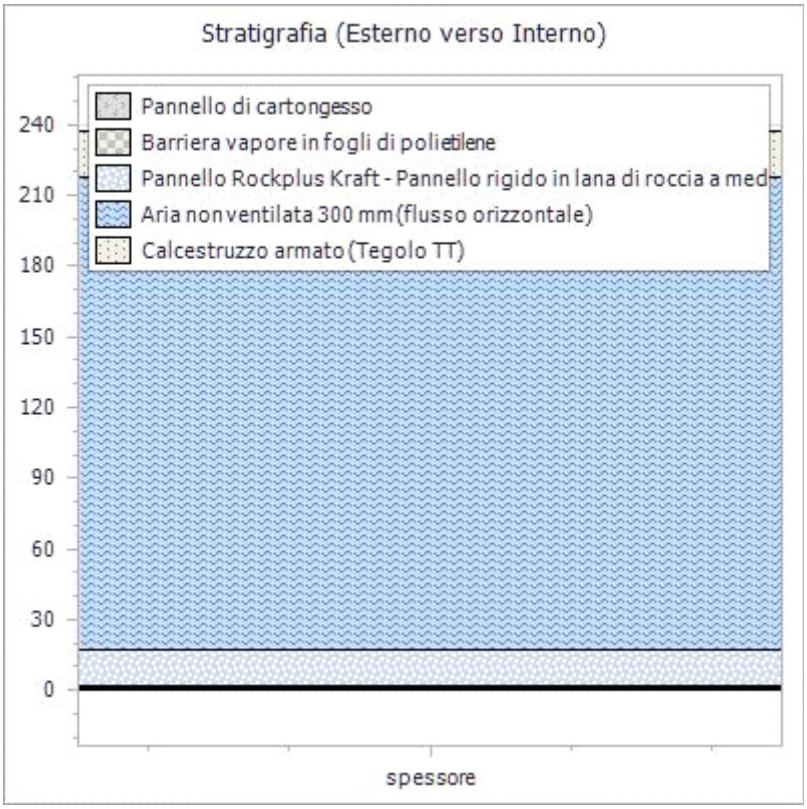
## Componenti opachi orizzontali o inclinati

| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **SOL-000039** | **Solaio Esterno** | **Esterno (Orizzontale)** | **COPERTURA** |

Proprietà dei materiali

| N. | Descrizione (dall'interno verso l'esterno) | s [m] | λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | C [J/KgK] | μ [-] | R [m$^2$K/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pannello di cartongesso | 0,013 | 0,600 | 750,000 | 840,000 | 8,000 | 0,000 |
| 2 | Barriera vapore in fogli di polietilene | 0,002 | 0,350 | 950,000 | 2100,000 | 50000,000 | 0,000 |
| 3 | Pannello Rockplus Kraft - Pannello rigido in lana di roccia a media densità rivestito su un lato da un foglio di carta kraft politenata per l'isolamento termico ed acustico delle pareti esterne. | 0,160 | 0,033 | 70,000 | 1030,000 | 1,000 | 0,000 |
| 4 | Aria non ventilata 300 mm (flusso orizzontale) | 2,000 | 0,000 | 1,300 | 1000,000 | 1,000 | 0,180 |
| 5 | Calcestruzzo armato (Tegolo TT) | 0,200 | 1,910 | 2400,000 | 1000,000 | 130,000 | 0,000 |
| | Spessore totale [m]: | **2,375** | | | | | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,100** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza termica totale: | **5,300** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,189** | [W/m$^2$K] | | | | |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2200** | [W/m$^2$K] | | | | |

Rappresentazione stratigrafia




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1145,0 | 1147,0 | 1153,0 | 1159,0 | 1665,0 | 1673,0 | 1677,0 | 1674,0 | 1667,0 | 1160,0 | 1152,0 | 1147,0 |
| | $P_{sat}$ | 2289,1 | 2294,7 | 2306,6 | 2318,5 | 3328,9 | 3345,2 | 3351,6 | 3347,1 | 3332,2 | 2319,5 | 2304,1 | 2294,2 |
| 2 | P | 1144,5 | 1146,5 | 1152,7 | 1158,9 | 1664,7 | 1673,2 | 1677,3 | 1674,3 | 1666,8 | 1160,2 | 1151,8 | 1146,6 |
| | $P_{sat}$ | 2279,2 | 2286,0 | 2300,3 | 2314,6 | 3322,5 | 3342,3 | 3350,0 | 3344,5 | 3326,5 | 2315,9 | 2297,3 | 2285,3 |
| 3 | P | 668,3 | 685,9 | 831,9 | 1074,8 | 1348,8 | 1921,6 | 1980,5 | 1937,3 | 1505,5 | 1335,2 | 995,4 | 725,1 |
| | $P_{sat}$ | 2276,5 | 2283,6 | 2298,5 | 2313,6 | 3320,8 | 3341,5 | 3349,5 | 3343,8 | 3325,0 | 2314,9 | 2295,5 | 2282,9 |
| 4 | P | 667,5 | 685,2 | 831,4 | 1074,7 | 1348,3 | 1922,0 | 1980,9 | 1937,7 | 1505,2 | 1335,5 | 995,1 | 724,4 |
| | $P_{sat}$ | 778,3 | 893,8 | 1185,7 | 1558,4 | 2102,4 | 2712,9 | 2987,3 | 2791,2 | 2216,4 | 1596,9 | 1120,0 | 882,1 |
| 5 | P | 658,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1342,0 | 1927,0 | 1987,0 | 1943,0 | 1502,0 | 1339,0 | 992,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 745,8 | 861,3 | 1155,7 | 1535,1 | 2065,9 | 2691,7 | 2974,6 | 2772,4 | 2182,4 | 1574,5 | 1089,1 | 849,7 |
| 6 | P | 658,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1342,0 | 1927,0 | 1987,0 | 1943,0 | 1502,0 | 1339,0 | 992,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 727,5 | 842,9 | 1138,5 | 1521,7 | 2045,0 | 2679,5 | 2967,1 | 2761,4 | 2162,8 | 1561,6 | 1071,6 | 831,3 |

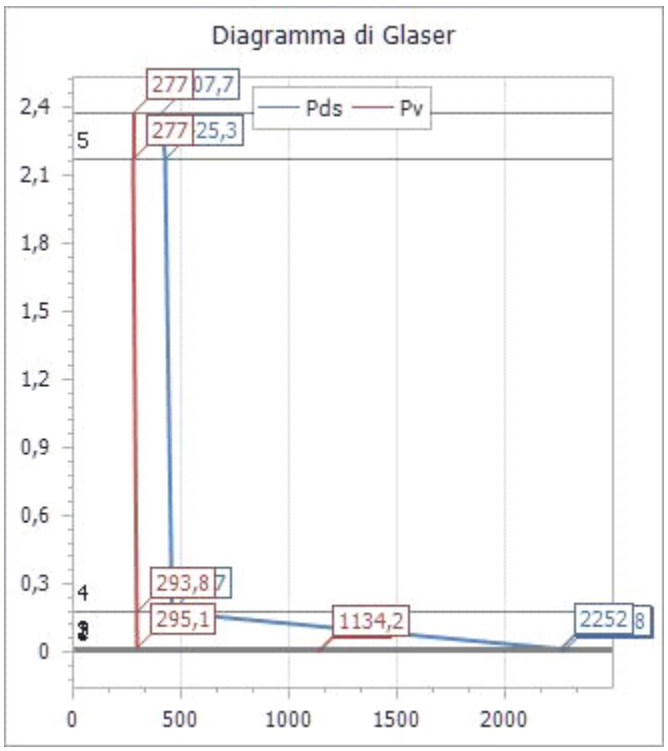
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

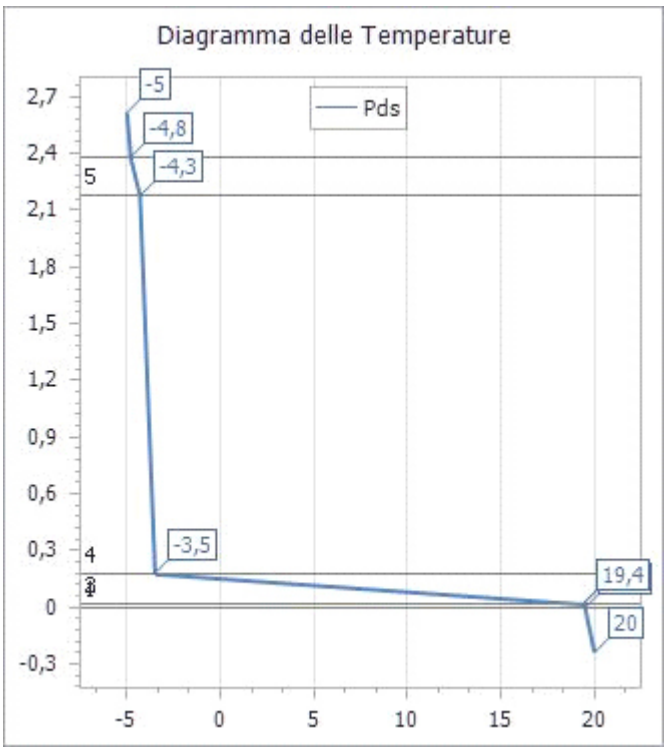
**Temperature [° C]**

| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,7 | 19,7 | 19,8 | 19,9 | 25,8 | 25,9 | 26,0 | 25,9 | 25,9 | 19,9 | 19,8 | 19,7 |
| 3 | 19,6 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 26,0 | 25,9 | 25,8 | 19,9 | 19,7 | 19,6 |
| 4 | 19,6 | 19,6 | 19,7 | 19,8 | 25,8 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,7 | 19,6 |
| 5 | 3,4 | 5,4 | 9,5 | 13,6 | 18,3 | 22,4 | 24,0 | 22,9 | 19,1 | 14,0 | 8,6 | 5,2 |
| 6 | 2,8 | 4,8 | 9,1 | 13,4 | 18,0 | 22,3 | 24,0 | 22,8 | 18,9 | 13,8 | 8,2 | 4,6 |
| 7 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,6 | 8,0 | 4,3 |
| 8 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

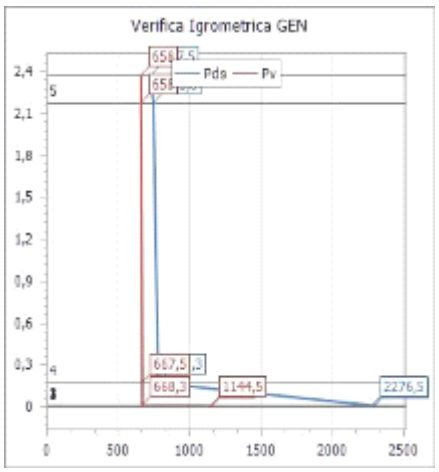
| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\lvert Y_{ie} \rvert$ | 0,056 | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | 0,297 | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | 9,645 | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | 495,700 | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | 505,075 | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | 15,928 | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | 170,313 | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | 1,111 | $[W/m^2K,h]$ |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | 12,330 | $[W/m^2K,h]$ |

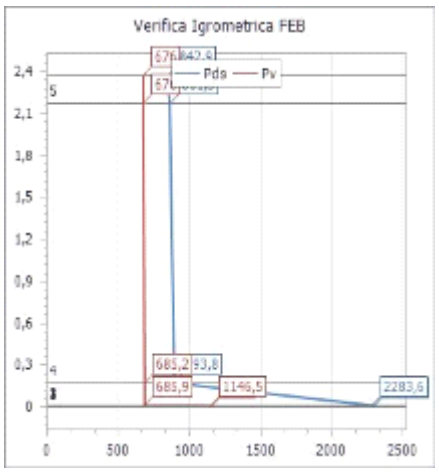
## Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

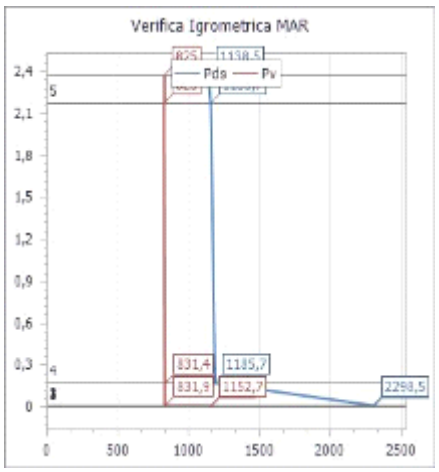


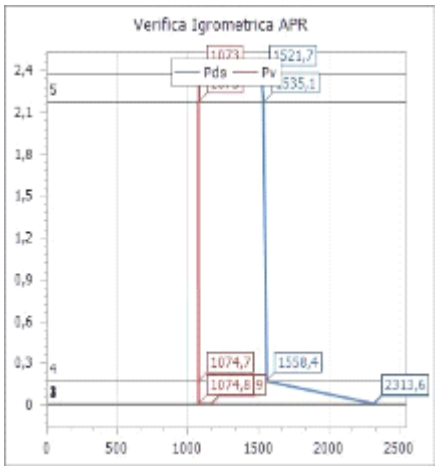



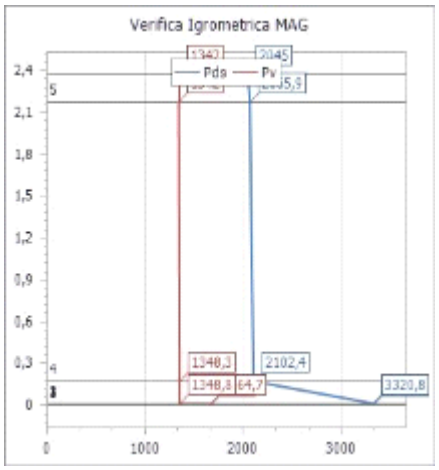

## Diagramma di Glaser

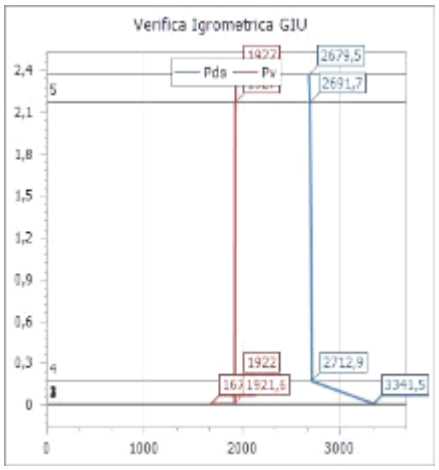


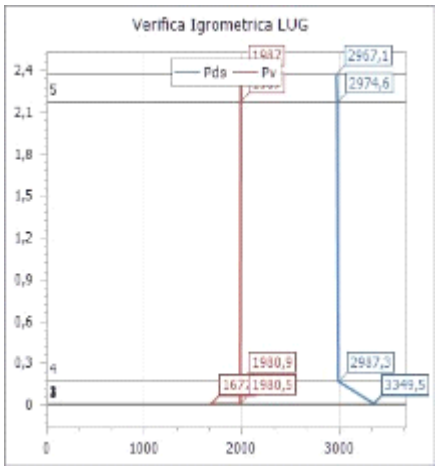



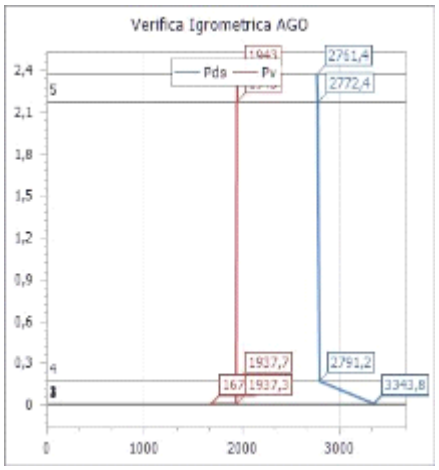



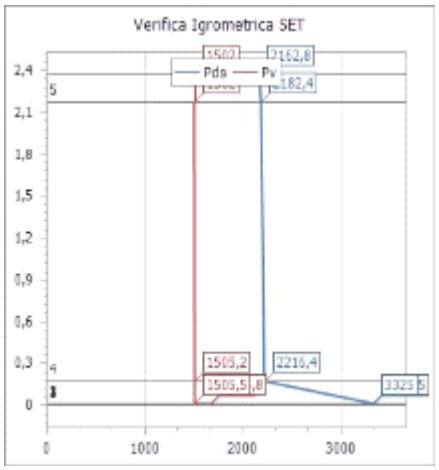


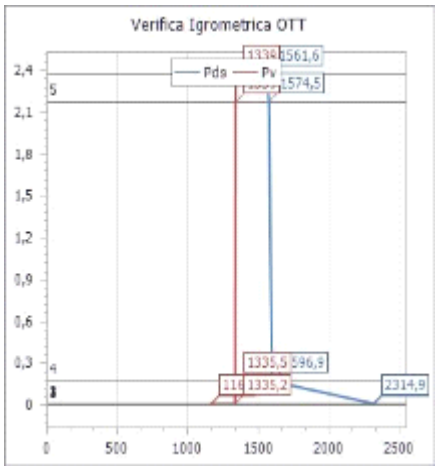



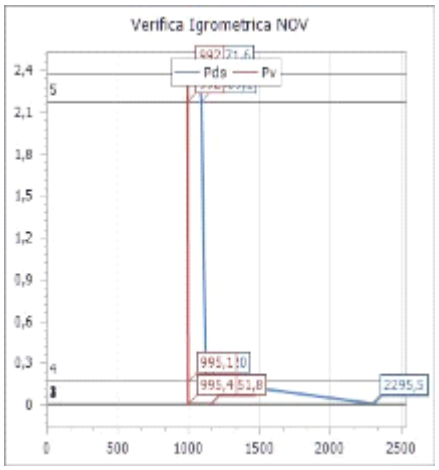



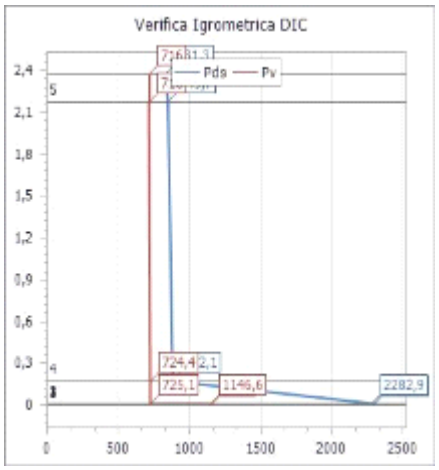




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 |

| Verifica | Esito |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,953; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

Verifica formazione muffe

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 | 0,953 |

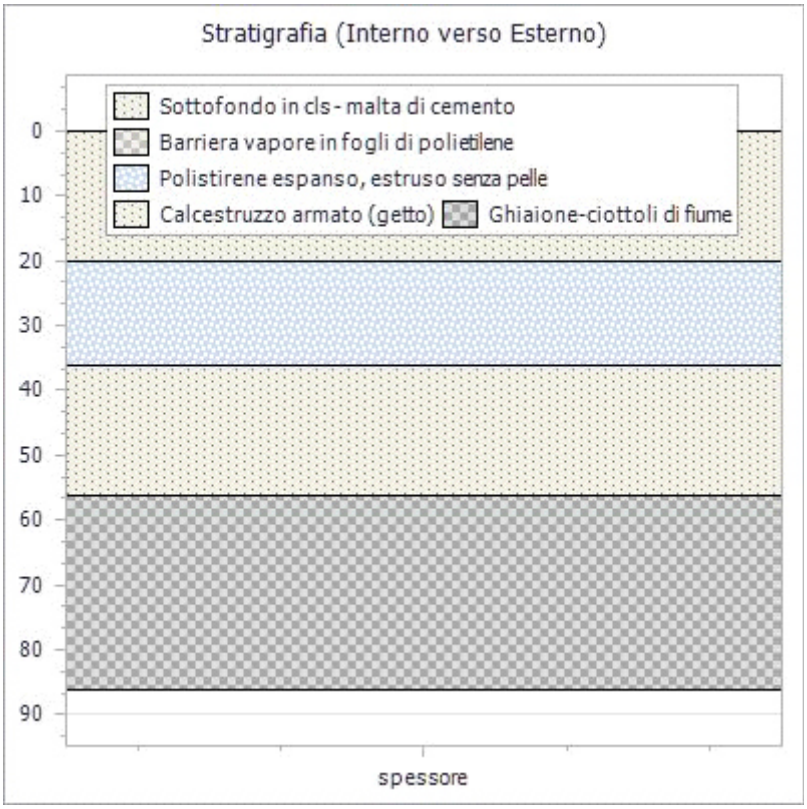
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,953; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

| Cod. | Tipologia | Confinante con ... | Descrizione |
|---|---|---|---|
| **PAV-000040** | **Pavimento Esterno** | **Esterno (Orizzontale)** | **PAVIMENTO PIANO TERRA** |

Proprietà dei materiali

| N. | Descrizione (dall'interno verso l'esterno) | s [m] | λ [W/mK] | ρ [kg/m$^3$] | C [J/KgK] | μ [-] | R [m$^2$K/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sottofondo in cls - malta di cemento | 0,200 | 1,400 | 2000,000 | 1000,000 | 60,000 | 0,000 |
| 2 | Barriera vapore in fogli di polietilene | 0,002 | 0,350 | 950,000 | 2100,000 | 50000,000 | 0,000 |
| 3 | Polistirene espanso, estruso senza pelle | 0,160 | 0,034 | 50,000 | 1250,000 | 200,000 | 0,000 |
| 4 | Calcestruzzo armato (getto) | 0,200 | 1,910 | 2400,000 | 1000,000 | 130,000 | 0,000 |
| 5 | Ghiaione-ciottoli di fiume | 0,300 | 1,200 | 1700,000 | 1000,000 | 5,000 | 0,000 |
| | Spessore totale [m]: | **0,862** | | | | | |
| | Resistenza superficiale interna ($R_i$): | **0,170** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza superficiale esterna ($R_e$): | **0,040** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Resistenza termica totale: | **5,419** | [m$^2$K/W] | | | | |
| | Trasmittanza termica totale (U): | **0,185** | [W/m$^2$K] | | | | |
| | Valore limite trasmittanza ($U_{lim}$): | **0,2600** | [W/m$^2$K] | | | | |

Rappresentazione stratigrafia




**Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) [Pa]**

| Int. | Dato | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P | 1129,0 | 1134,0 | 1143,0 | 1153,0 | 1655,0 | 1669,0 | 1674,0 | 1670,0 | 1658,0 | 1154,0 | 1141,0 | 1133,0 |
| | $P_{sat}$ | 2257,8 | 2267,1 | 2286,6 | 2306,3 | 3308,7 | 3335,9 | 3346,4 | 3339,0 | 3314,2 | 2308,1 | 2282,6 | 2266,2 |
| 2 | P | 1095,8 | 1101,7 | 1120,6 | 1147,4 | 1632,9 | 1687,2 | 1696,1 | 1689,3 | 1647,0 | 1167,1 | 1130,5 | 1103,6 |
| | $P_{sat}$ | 2193,2 | 2209,8 | 2245,0 | 2280,8 | 3266,6 | 3316,1 | 3335,5 | 3321,8 | 3276,7 | 2284,0 | 2237,8 | 2208,2 |
| 3 | P | 818,7 | 832,3 | 933,5 | 1100,3 | 1448,8 | 1839,0 | 1880,2 | 1849,9 | 1555,2 | 1275,9 | 1042,8 | 858,3 |
| | $P_{sat}$ | 2190,6 | 2207,5 | 2243,4 | 2279,7 | 3264,9 | 3315,4 | 3335,0 | 3321,1 | 3275,2 | 2283,1 | 2236,0 | 2205,9 |
| 4 | P | 730,0 | 746,0 | 873,6 | 1085,2 | 1389,9 | 1887,5 | 1939,1 | 1901,2 | 1525,9 | 1310,7 | 1014,8 | 779,8 |
| | $P_{sat}$ | 789,6 | 905,0 | 1196,1 | 1566,4 | 2114,9 | 2720,2 | 2991,7 | 2797,7 | 2228,1 | 1604,6 | 1130,6 | 893,4 |
| 5 | P | 658,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1342,0 | 1927,0 | 1987,0 | 1943,0 | 1502,0 | 1339,0 | 992,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 770,8 | 886,3 | 1178,8 | 1553,1 | 2094,0 | 2708,1 | 2984,4 | 2786,9 | 2208,6 | 1591,8 | 1112,8 | 874,6 |
| 6 | P | 658,0 | 676,0 | 825,0 | 1073,0 | 1342,0 | 1927,0 | 1987,0 | 1943,0 | 1502,0 | 1339,0 | 992,0 | 716,0 |
| | $P_{sat}$ | 727,3 | 842,8 | 1138,4 | 1521,6 | 2044,8 | 2679,4 | 2967,1 | 2761,3 | 2162,7 | 1561,5 | 1071,4 | 831,1 |

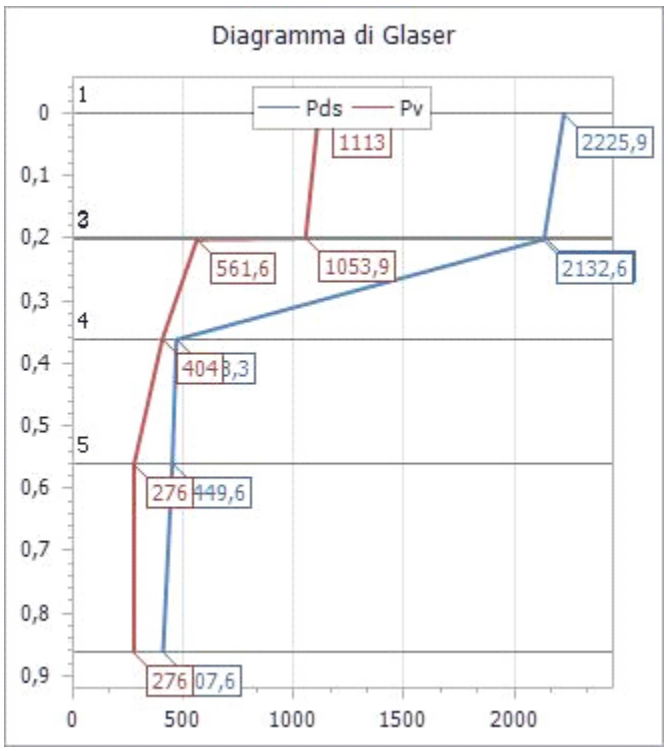
| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa interstiziale | Non si verifica condensa interstiziale. |

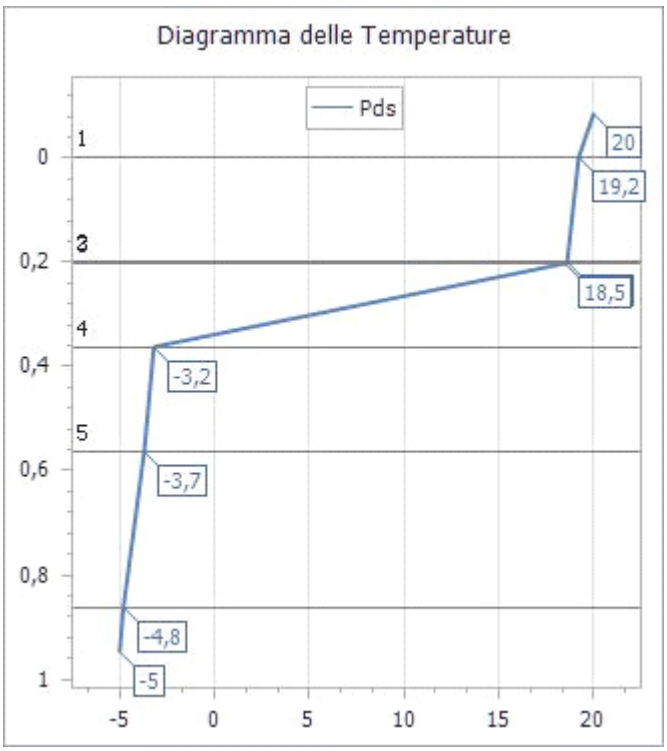
**Temperature [° C]**

| Int. | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| 2 | 19,4 | 19,5 | 19,6 | 19,8 | 25,7 | 25,9 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 19,8 | 19,6 | 19,5 |
| 3 | 19,0 | 19,1 | 19,4 | 19,6 | 25,5 | 25,8 | 25,9 | 25,8 | 25,6 | 19,6 | 19,3 | 19,1 |
| 4 | 19,0 | 19,1 | 19,3 | 19,6 | 25,5 | 25,8 | 25,9 | 25,8 | 25,6 | 19,6 | 19,3 | 19,1 |
| 5 | 3,6 | 5,5 | 9,6 | 13,7 | 18,4 | 22,5 | 24,1 | 22,9 | 19,2 | 14,1 | 8,8 | 5,4 |
| 6 | 3,2 | 5,2 | 9,4 | 13,6 | 18,2 | 22,4 | 24,0 | 22,9 | 19,1 | 13,9 | 8,5 | 5,0 |
| 7 | 2,4 | 4,5 | 8,9 | 13,3 | 17,9 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,8 | 13,6 | 8,0 | 4,3 |
| 8 | 2,3 | 4,4 | 8,8 | 13,2 | 17,8 | 22,2 | 23,9 | 22,7 | 18,7 | 13,6 | 7,9 | 4,2 |

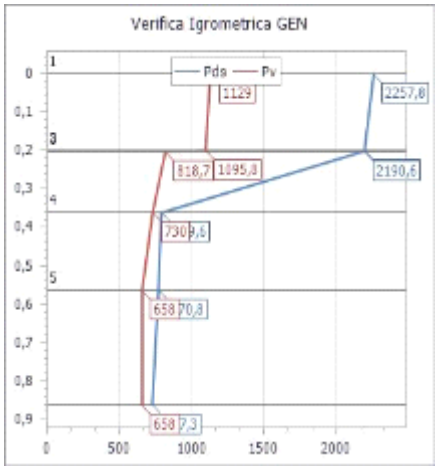
| Caratteristiche termiche dinamiche | | | |
|---|---|---|---|
| Trasmittanza termica periodica | $\|Y_{ie}\|$ | 0,001 | $W/m^2K$ |
| Fattore di attenuazione | $f_d$ | 0,005 | - |
| Sfasamento dell'onda termica | $\phi$ | 0,280 | h |
| Massa superficiale (escluso intonaco) | $M_s$ | 1399,900 | $kg/m^2$ |
| Massa superficiale | $M_{s,t}$ | 1399,900 | $kg/m^2$ |
| Capacità termica areica interna | $k_1$ | 62,900 | $kJ/m^2K$ |
| Capacità termica areica esterna | $k_2$ | 120,511 | $kJ/m^2K$ |
| Ammettenza termica lato interno | Yii | 4,575 | [W/m²K,h] |
| Ammettenza termica lato esterno | Yee | 8,765 | [W/m²K,h] |

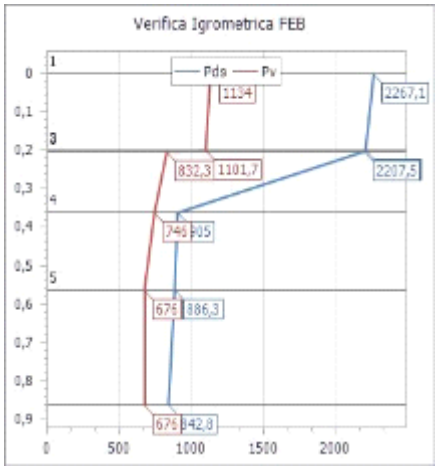
## Diagramma di Glaser e delle Temperature con valori di progetto

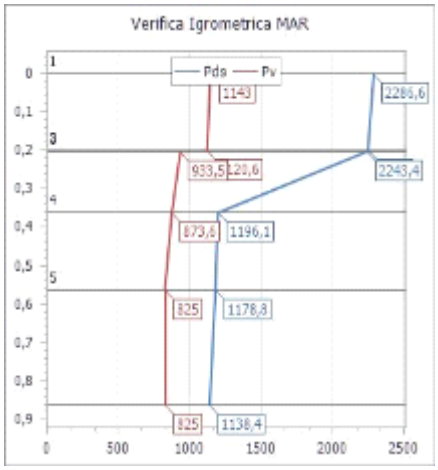


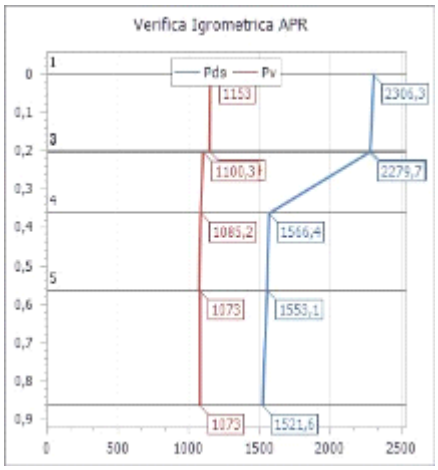



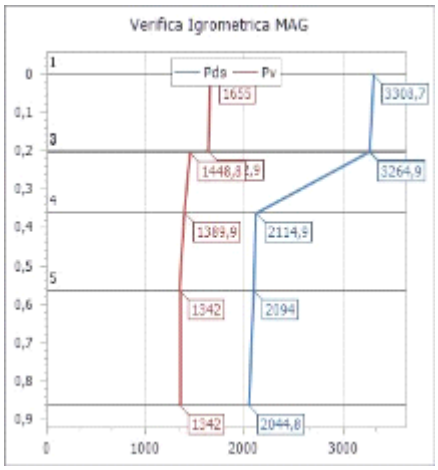

## Diagramma di Glaser

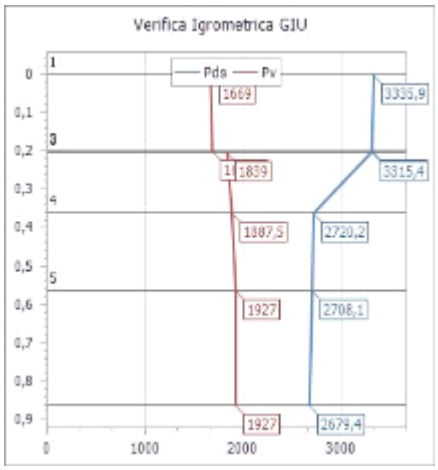


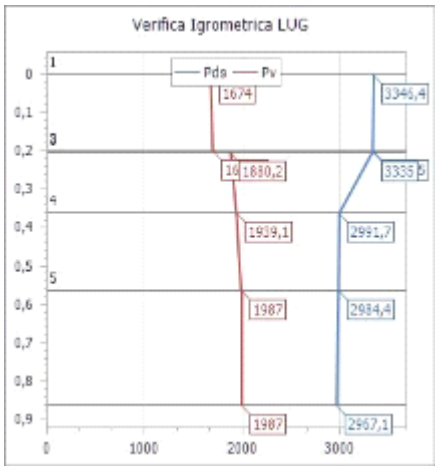



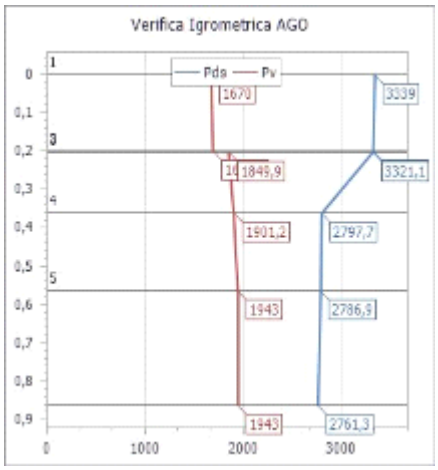



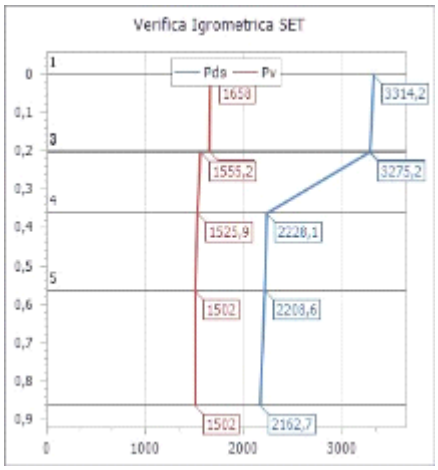


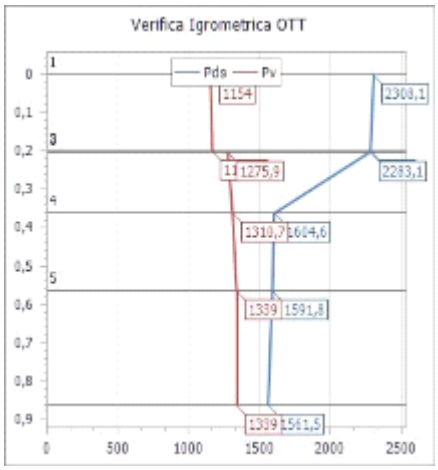



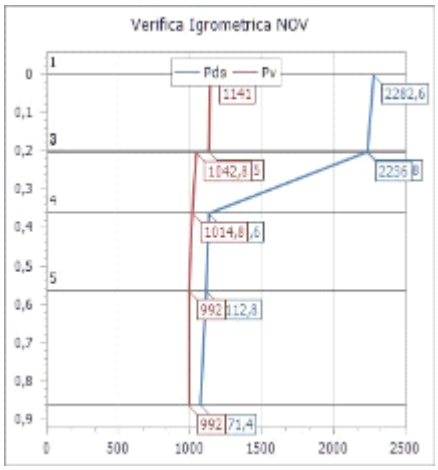



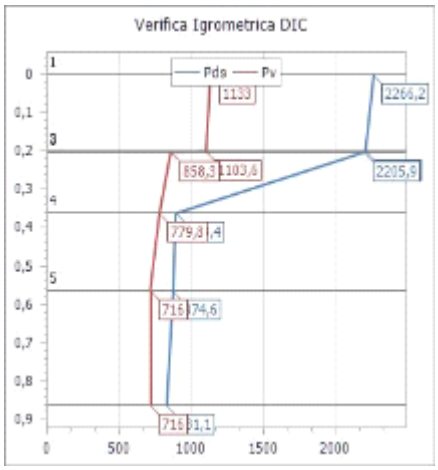




## Verifica della condensa superficiale

| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,616 | 0,564 | 0,393 | 0,000 | 0,134 | -0,868 | -2,381 | -1,152 | 0,027 | -0,063 | 0,438 | 0,570 |
| fRsi | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 |

| Verifica | Esito |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è presente condensa superficiale.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,954; $f_{Rsi,min}$=0,616) |

Verifica formazione muffe

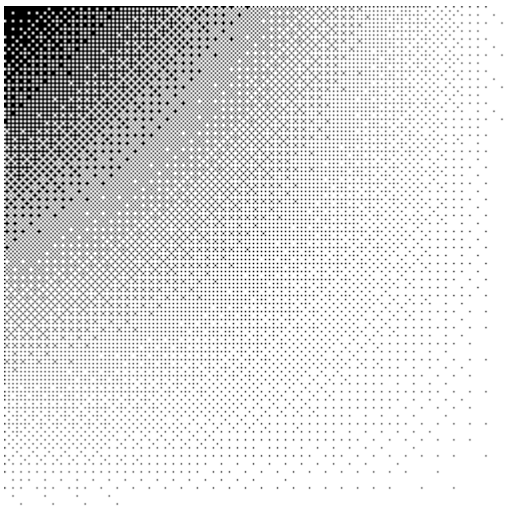
| | Gen | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug | Ago | Set | Ott | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperature di riferimento | 2,300 | 4,400 | 8,800 | 13,200 | 17,800 | 22,200 | 23,900 | 22,700 | 18,700 | 13,600 | 7,900 | 4,200 |
| Pressioni vapore acqueo | 653,738 | 671,687 | 820,739 | 1069,129 | 1335,520 | 1920,826 | 1981,586 | 1936,768 | 1495,460 | 1334,209 | 987,412 | 711,364 |
| Umidità relativa esterna | 90,700 | 80,300 | 72,500 | 70,500 | 65,600 | 71,800 | 66,800 | 70,200 | 69,400 | 85,700 | 92,700 | 86,300 |
| Umidità relativa interna | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 |
| Temperature interne | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Pressioni vapore acqueo interno | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 2183,647 | 1519,018 | 1519,018 | 1519,018 |
| fRsi,min | 0,814 | 0,788 | 0,705 | 0,515 | 0,573 | 0,079 | -0,667 | -0,061 | 0,521 | 0,484 | 0,727 | 0,791 |
| fRsi | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 | 0,954 |

| Verifica | Esito |
|---|---|
| Condensa superficiale | **Non è prevista la formazione di muffe.** |
| Mese critico | **Gennaio** ($f_{Rsi}$=0,954; $f_{Rsi,min}$=0,814) |

# ALLEGATO 2 – CARATTERISTICHE TERMICHE COMPONENTI FINESTRATI

| Cod. | Tipologia serramento | Descrizione |
|---|---|---|
| **INF-001** | **Singolo** | **INF-001 - Nuovo infisso vetro camera** |

| Dati vetro | |
|---|---|
| Tipo | Vetrata doppia<br>Una lastra con trattamento superficiale<br>Gas: |
| Tramittanza ($U_g$) | *2,700 W/m²K* |
| Emissività (ε) | |
| Trasmittanza di energia solare ($g_{gl,n}$) | 0,588 |
| Trasm. term. lineare distanziatore ($\Psi_g$) | *W/K* |



| Dati telaio | |
|---|---|
| Tipo | |
| Tramittanza ($U_f$) | *W/m²K* |

| Dati infisso | |
|---|---|
| Tramittanza ($U_w$) | *1,500 W/m²K* |
| Fattore di telaio ($F_f$) | 0,000 |