

# Unione dei Comuni VALLI E DELIZIE



## Argenta - Ostellato - Portomaggiore

*Provincia di Ferrara*

PROGETTO PER L'EDIFICAZIONE DI MEDIO-PICCOLA STRUTTURA DI VENDITA ALIMENTARE DI CUI ALLA SCHEDA POC DEL COMUNE DI OSTELLATO N.1, CON VALENZA DI PIANO URBANISTICO ATTUATIVO E PERMESSO DI COSTRUIRE

**Allegato alla delibera di Giunta  
Unione Valli e Delizie  
n. 34 in data 27.08.2014 – PUA con  
valenza di Permesso di Costruire**

*Il Segretario Generale  
D.ssa Rita Crivellari*

PdIC

**3.0**

RELAZIONE DI CUI L.10/91 e s.m.i.

PROPRIETA' -

**ALI' s.p.a.**

Via Olanda, 2  
35100 Padova

**ALI' S.p.A.**  
35127 Padova - via Olanda, 2  
C.F. e P. IVA 00348980285

PROGETTISTA -

**Ing. Paolo Pavanato**

Via delle Industrie, 23  
45018 Porto Tolle (RO)

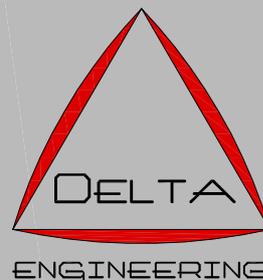


Comune di:

# COMUNE DI OSTELLATO

PROVINCIA DI FERRARA

Committente:



Commessa:

## PROGETTO DI MASSIMA SECONDO D. LGS. 311/2006 E S.M.I.

Intervento:

### Nuova costruzione di supermercato Ali

Contenuto Elaborato:

#### RELAZIONE TECNICA

SULLA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL  
CONSUMO ENERGETICO L.10/91 - D.P.R. 26/8/1993 N°412 E.S.M. - D.Lgs. 19/8/2005  
N°192 - D.Lgs. N°311/2006

Elaborato:

Scale:

Codice Comm.:

# RTC

- : ---

12N50

Nome file:

12N50\_02\_IMRIS\_00.DWG

| Data    | Rev. | Descrizione   | Redatto   | Controllato  | Approvato    |
|---------|------|---|-----------|--------------|--------------|
| 11/2013 | 0    | 1° emissione prog. di massima D. lgs. 311/2006 e s.m.i. | Carraro A | Michelotto D | Michelotto D |
|         |      |   |           |              |              |
|         |      |   |           |              |              |

DELTA  
ENGINEERING

Via Europa n°6  
35020 Albignasego (PD)  
tel. +39 049 7313098  
fax. +39 049 7313098  
www.deltaproget.com  
info@deltaproget.com

Collaboratori:

*Il Progettista*

Plot date: 6-nov-13

## **RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ART. 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10**

Come prevista dall'allegato 4 della delibera di Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna n.156/2008, atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici

Aggiornata alla D.G.R. 1366/2011, modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di assemblea legislativa n. 156/2008

**OPERE RELATIVE AD EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE OVVERO A RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI DI SUPERFICIE UTILE SUPERIORE A 1000 m<sup>2</sup> O ALL' AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI QUANDO L'INTERVENTO SUPERA DEL 20 % LA SUPERFICIE UTILE ATTUALE**

## 1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di  
OSTELLATO

Provincia  
FERRARA

Progetto per la realizzazione di un nuovo supermercato Ali

Sito in Ostellato (FE)

Titolo abilitativo (D.I.A. o Permesso n.:  
di Costruire)

del:

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

|  | Unità immobiliare | Classificazione   |
|--|-------------------|---|
|  | SUPERMERCATO      | E.5 - Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili |

Numero delle unità abitative 1

Committente(i) ALI' Spa

Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio

Direttore(i) lavori degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio ALI' Spa

L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R. n. 26/04

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

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti :

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione sistemi di protezione solare
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

## 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR n. 412/93)   | 2270 [GG]                  |
| Temperatura minima invernale di progetto (dell'aria esterna secondo le vigenti norme tecniche di settore)  | -5 [°C]                    |
| Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)                             | 32 [°C]                    |
| Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva, se presente (secondo la norma UNI 10339 e successivi aggiornamenti, o equivalenti) | 45,92 [%]                  |
| Irradianza solare massima estiva su superficie orizzontale: valore medio giornaliero (secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti) | 276,62 [W/m <sup>2</sup> ] |

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

| Unità immobiliari centralizzate | T.Int. Risc. | U.R.Int. Risc. | T.Int. Raff. <sup>(*)</sup> | U.R.Int. Raff. <sup>(*)</sup> | V. Lordo          | S. Lorda          | S/V                | S.Utile           |
|---------------------------------|--------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|                                 | [°C]         | [%]            | [°C]                        | [%]                           | [m <sup>3</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>-1</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] |
| Centrale: CT-1                  | 20,55        | 60,91          | 26,36                       | 50,00                         | 9.273,26          | 4.148,53          | 0,45               | 1.260,03          |
| Unità immobiliare: SUPERMERCATO |              |                |                             |                               | 9.273,26          | 4.148,53          | 0,45               | 1.260,03          |

(\*) Se presente

## 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

## 5.1 Descrizione impianto

### 5.1.a) Tipologia

**Centrale:** CT-1 **Impianto:** Autonomo

Descrizione dell'impianto:

L'impianto sarà di tipo autonomo, per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria.

### Sistemi di generazione

Nel supermercato sarà installata una unità monoblocco di trattamento dell'aria con recuperatore di flusso incrociato, serranda di by-pass per free-cooling e ventilatori separati per la gestione dell'aria in mandata e in ripresa.

Il Roof-Top è costituito da una macchina di trattamento aria come sopra descritta, equipaggiata di batteria di raffreddamento ad espansione diretta e generatore di aria calda a metano, entrambi a bordo macchina.

L'unità è appositamente studiata e costruita per essere alloggiata in copertura e per cui all'esterno, senza ripercussioni sulla macchina stessa a causa degli agenti esterni.

### Sistemi di termoregolazione

La regolazione del roof-top avverrà mediante sonda di mandata e di ripresa dell'aria nella macchina.

### Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Non è prevista alcuna contabilizzazione di calore.

### Sistemi di distribuzione del vettore termico

Il vettore termico nel supermercato è l'aria climatizzata, e la sua distribuzione avviene mediante canali in acciaio inox microforati.

### Sistemi di ventilazione forzata (se presente): tipologie

La ventilazione meccanica controllata per il ricambio dell'aria ambiente verrà assicurata dal roof-top; esso infatti può modulare fino ad un terzo della portata nominale dei ventilatori in aria esterna, miscelando l'aria trattata e ripresa con aria di rinnovo.

### Sistemi di accumulo termico (se presente): tipologie

Accumulo per produzione acqua calda sanitaria. L'impianto per la produzione dell'acqua calda sanitaria consiste in una caldaia a condensazione da 60 kW accoppiata ad un accumulo inerziale a doppio serpentino da 300 litri; un serpentino è dedicato alla caldaia e l'altro ad un sistema di recupero di calore dei gruppi motocondensanti delle celle frigo.

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

L'acqua calda sanitaria sarà prodotta da pannelli solari in quantità da coprire il 50% del fabbisogno totale. Verrà installato anche un sistema di recupero dell'energia dal calore disperso dalle batterie esterne delle celle frigo.

A supporto di questi sistemi verrà installata una caldaia a condensazione che garantirà la produzione di ACS nei periodi invernali.

**Centrale:** CT-1 **Impianto:** Generatore per la produzione separata acqua calda sanitaria

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW

15.00 [Gradi francesi]

### 5.1.b) Specifiche dei generatori di energia termica (da compilare per ogni generatore di energia termica)

#### Viessmann Vitodens 200-W WB2B 55kW

Tipo: Generatori a condensazione modulanti

Fluido termovettore

Acqua

Valore nominale della potenza termica utile

54,40 [kW]

Combustibile utilizzato

Metano

*(Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare il tipo e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili; nel caso di generatori alimentati con biomasse, indicarne la tipologia e provenienza fra quelle indicate in allegato X alla parte V del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)*

NOTA - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali (quali, ad esempio, macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica), le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

Tipo: Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico

|   |                 |
|---|-----------------|
| Fluido termovettore                         | Aria            |
| Valore nominale della potenza termica utile | 206,00 [kW]     |
| Combustibile utilizzato                     | Non applicabile |

(Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare il tipo e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili; nel caso di generatori alimentati con biomasse, indicarne la tipologia e provenienza fra quelle indicate in allegato X alla parte V del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

NOTA - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali (quali, ad esempio, macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica), le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

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

|                             |  |  |
|-----------------------------|--|--|
| Tipo di conduzione prevista | <input checked="" type="checkbox"/> continua con attenuazione notturna | <input type="checkbox"/> intermittente |
|-----------------------------|--|--|

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

Non previsto.

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

Nel roof-top il sistema di termoregolazione consiste in sonde di temperatura in mandata ed in ripresa.

Negli impianti VRF dei negozi non c'è alcuna termoregolazione in centrale.

- Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

/

- Organi di attenuazione

/

#### Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi

- Numero di apparecchi: vedi elaborati grafici

- Descrizione sintetica dei dispositivi: comando a filo

#### Dotazione sistemi BACS (se presenti)

/

#### 5.1.d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari

(solo per impianti centralizzati)

Numero di apparecchi /

Descrizione sintetica del dispositivo /

#### 5.1.e) Terminali di erogazione dell'energia termica

|   |  |
|---|--|
| Numero di apparecchi (quando applicabile)       |  |
| Tipo  | Il vettore termico nel supermercato è l'aria climatizzata, e la sua distribuzione avviene mediante canali in acciaio inox microforati. |
| Potenza termica nominale (quando applicabile)   | /  |
| Potenza elettrica nominale (quando applicabile) | /  |

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

Descrizione e caratteristiche principali

(indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

Descrizione e caratteristiche principali: Il camino è necessario unicamente per la caldaia a condensazione per la produzione dell'acqua calda sanitaria, e consiste in un camino in plastica PPs dimensionato e installato secondo norme UNI EN 13384, EN 1443 2003, 7129/08

#### 5.1.g) Sistemi di trattamento dell'acqua

(tipo di trattamento)

Sarà previsto l'inserimento di un filtro a maglia in ingresso dopo il contatore e di un trattamento di addolcimento dell'acqua al fine di preservare l'accumulo sanitario

#### 5.1.h) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione

Tutte le tubazioni saranno isolate con materassino in elastomero con trasmittanza 0.036 W/mk e rivestite in PVC secondo i dettami del DPR 412.

#### 5.1.i) Specifiche della/e pompa/e di circolazione

Vedi allegati tecnici

### 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

#### 6.1 Dato termo fisici relativi all'involucro edilizio

| 6.1.a) Trasmittanza chiusure   | Valore di progetto   | Valore limite<br>(Allegato 3 DAL 156/08) |
|--|----------------------|--|
| 6.1.b) Trasmittanza chiusure (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti         | Valore di progetto   | Valore limite<br>(Allegato 3 DAL 156/08) |
| Trasmittanza termica delle pareti verticali di separazione   | [W/m <sup>2</sup> K] | [W/m <sup>2</sup> K]                     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Divisorio 10</li><li>• Divisorio 20</li><li>• Divisorio 30</li></ul> | 0.8<br>0.8<br>0.8    | 0,8<br>0,8<br>0,8                        |

#### 6.1.c) Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli) correzione ponti termici come da costruzione

| 6.1.e) Comportamento termico in regime estivo   | Valore di progetto             | Valore limite<br>(Allegato 3 DAL 156/08) |
|---|--------------------------------|--|
| Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio per il raffrescamento (EP <sub>e,inv</sub> ) |                                |  |
| Centrale: CT-1  | 0,45 [kWh/m <sup>3</sup> anno] | 10 [kWh/m <sup>3</sup> anno]             |

#### 6.2 Serramenti esterni e schermature

Caratteristiche

Serramenti in alluminio a taglio termico con vetrocamera

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

A2

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate:

- Descrizione degli elementi schermanti Vedere allegati
- Percentuale superfici trasparenti schermate Vedere allegati

Caratteristiche del fattore solare (g) del vetro dei componenti finestrati dell'involucro edilizio.

|  |                                 |               |
|--|---------------------------------|---------------|
| Vedi allegato  |                                 |               |
| Confronto e verifica con i valori limite riportati dalla DAL 156/08 (se applicabile)                         |                                 |               |
| <b>6.3 Controllo della condensazione</b>   |                                 |               |
| Vedi allegati alla presente relazione  |                                 |               |
| <b>Centrale termica: CT-1 / Unità immobiliare: SUPERMERCATO / Zona:</b>                                      |                                 |               |
| <b>6.4 Ventilazione</b>  |                                 |               |
| Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) (specificare per le diverse zone)                              |                                 | 0.3           |
| <b>6.5 Verifica dell'impianto termico</b>  |                                 |               |
| <b>6.5.a) Rendimenti dei sottosistemi dell'impianto termico</b>  |                                 |               |
| Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto  |                                 |               |
| Rendimento di produzione   | 320,16 [%]                      |               |
| Rendimento di regolazione  | 99,50 [%]                       |               |
| Rendimento di distribuzione  | 100,00 [%]                      |               |
| Rendimento di emissione  | 95,17 [%]                       |               |
| <b>6.5.b) Rendimento globale medio stagionale</b>  |                                 |               |
|  | Valore di progetto              | Valore limite |
| Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico  | [%]                             | [%]           |
| Centrale termica - CT-1  | 456,65                          | 81,94         |
| <b>6.6) Indici di prestazione energetica</b>   |                                 |               |
| <b>6.6.a) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale</b>                              |                                 |               |
| Valore di progetto EP <sub>i</sub>   | 4,14 [kWh/m <sup>3</sup> anno]  |               |
| Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08  | 15,10 [kWh/m <sup>3</sup> anno] |               |
| Energia termica utile per il riscaldamento prodotta mediante PDC   | 127.250,99 [kWh/anno]           |               |
| Fabbisogno di combustibile   | // [Nm <sup>3</sup> /anno]      |               |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete  | 17.652,39 [kWh]                 |               |
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)                                     | // [kWh]                        |               |
| <b>6.6.b) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale</b>                 |                                 |               |
| Valore di progetto (trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto 6.6.a)                         | 6,56 [kJ/m <sup>3</sup> GG]     |               |
| <b>6.6.c) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (EP<sub>acs</sub>)</b> |                                 |               |
| Valore di progetto EP <sub>acs</sub>   | 0,33 [kWh/m <sup>3</sup> anno]  |               |
| Fabbisogno di combustibile   | 310,04 [Nm <sup>3</sup> /anno]  |               |
|  | 0,00 [Kg/anno]                  |               |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete  | 4,71 [kWh]                      |               |
| <b>Pag. 6</b>  |                                 |               |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)  | // [kWh/e]            |
| <b>6.7) Impianti e sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili e altri sistemi di generazione</b>   |                       |
| <b>6.7.a) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria (produzione di energia termica da FER)</b>  |                       |
| Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali   |                       |
| Energia primaria per la produzione di ACS prodotta mediante FER   | 5.035,43 [kWh/anno]   |
| Energia primaria per la produzione di ACS prodotta mediante PDC   | 0,00 [kWh/anno]       |
| Fabbisogno totale annuo di energia primaria per la produzione di ACS  | 8.127,46 [kWh/anno]   |
| Percentuale di copertura del fabbisogno annuo   | 61,96 [%]             |
| Valore limite ai sensi del punto A.1  | 50,00 [%]             |
| Energia primaria per il riscaldamento per ACS prodotta mediante FER   | 132.286,42 [kWh/anno] |
| Energia primaria per il riscaldamento per ACS prodotta mediante PDC   | 127.250,99 [kWh/anno] |
| Fabbisogno tot. annuo di energia primaria per il riscaldamento per ACS  | 173.753,20 [kWh/anno] |
| Percentuale di copertura dei consumi previsti   | 76,13 [%]             |
| Valore limite ai sensi del punto A.2  | 35,00 [%]             |
| <b>6.7.b) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (produzione di energia elettrica da FER)</b>  |                       |
| Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali   |                       |
| Potenza elettrica da FER installata ( <i>se applicabile</i> )   | 31,12 [kW]            |
| Potenza elettrica minima ai sensi del punto C.1   | 30,79 [kW]            |
| Energia elettrica prodotta mediante fonti rinnovabili   | 27.472,45 [kWh/anno]  |
| Fabbisogno di energia elettrica dell'edificio (kWh)   | 27.472,45 [kWh/anno]  |
| Percentuale di copertura del fabbisogno annuo   | 100,00 [%]            |
| <b>6.7.c) Altri sistemi di generazione dell'energia (unità o impianti di micro o piccola cogenerazione e/o collegamento ad impianti consortili e/o reti di teleriscaldamento)</b>   |                       |
| Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali<br>(Nel caso di impianti collegati a reti di riscaldamento riportare i rendimenti del generatore e della rete di teleriscaldamento forniti dal gestore)  |                       |
| Potenza termica installata e/o energia termica fornita  | [kW]                  |
| Potenza elettrica installata e/o energia elettrica fornita  | [kW]                  |
| <b>7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEREGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE</b>   |                       |
| Nessuna deroga alla normativa vigente   |                       |
| <b>8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE</b>  |                       |
| In sostituzione alla produzione di acqua calda sanitaria per mezzo di pannelli solari si provvederà all'inserimento di un sistema di recupero del calore dalle centrali di produzione del freddo per le celle e banchi frigoriferi che garantirà un fonte di energia altrimenti disperso durante tutto l'arco dell'anno, facendo fronte ad una percentuale di copertura del fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria che supera il 60%. |                       |
| In allegato si riporta una verifica fatta per un impianto solare termico che coprirebbe il carico fornendo una potenza annua di 25441.42 MJ/anno (7067,06 kWh/anno). L'impianto di recupero calore che sfrutteremo per mezzo di uno scambiatore di potenzialità minima di 20 kW per cui è in grado di coprire durante tutto l'arco dell'anno una percentuale del fabbisogno nettamente superiore.   |                       |
| Pag. 7  |                       |

#### **9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (elenco indicativo)**

N.1 piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.

N. 0 prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare (completi di documentazione relativa alla marcatura CE).

N. 0 elaborati grafici inerenti l'uso di maschere di ombreggiamento per il controllo progettuale dei sistemi di schermatura e/o ombreggiamento.

N. 1 elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

N. 1 schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".

N. 9 tabelle ed elaborati con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

N. 9 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria compreso le caratteristiche di trasmettere calore verso gli ambienti interni (fattore solare)

N. 1 elaborati atti a documentare e descrivere la ventilazione incrociata dell'unità immobiliare, i sistemi di captazione dell'aria, i sistemi di camini di ventilazione o altre soluzioni progettuali e/o tecnologiche.

Altra eventuale documentazione necessaria a dimostrare il soddisfacimento dei livelli di prestazione richiesti dai requisiti minimi.

#### **10. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA**

Il sottoscritto Michelotto Per. Ind. Dario iscritto a Collegio dei Periti Industriali e dei Periti Industriali Laureati di Padova( essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella Delibera di Assemblea Legislativa n. 156/08 e s.m.i.
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.
- c) il Soggetto Certificatore incaricato ai sensi della DAL 156/08 e s.m.i. è:  
n. accreditamento:

**Data**

**Firma**

06 novembre 2013

## Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
3. Trasmissione termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche dei **componenti finestrati** dell'involucro edilizio.
5. Verifica **termo-igrometrica dei componenti** opachi dell'involucro edilizio

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

## LEGENDA

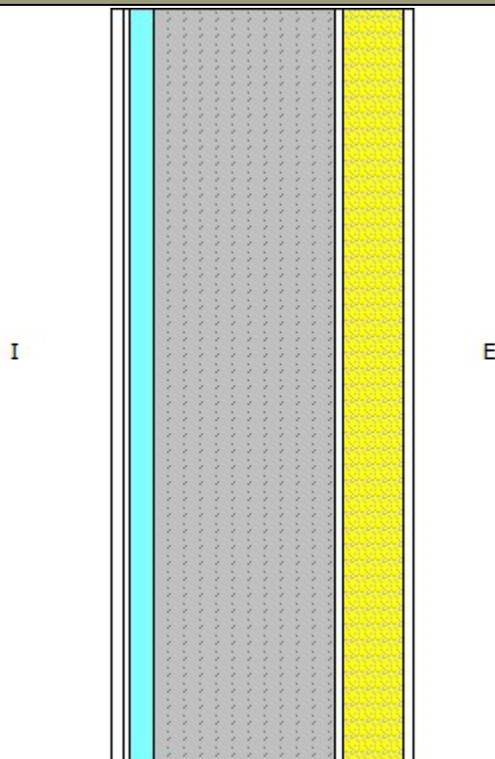
| DEFINIZIONE   | SIMBOLO                               |
|---|---------------------------------------|
| Spessore strato   | <b>s</b>                              |
| Conduktività termica del materiale  | <b><math>\lambda</math></b>           |
| Conduktivanza unitaria  | <b>C</b>                  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

## Stru4 – Muro esterno 25+10 polistirene

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 49,95 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,04 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 0,27  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 3,72 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 0,27  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 3,72 |

| Cod.             | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C                    | ρ                    | δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> | δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> | R                    |
|------------------|--|-------|---------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|                  |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]                        | [kg/msPa]                        | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 8                | Malta di calce o calce cemento                       | 2,00  | 0,900   |                      | 1.800,00             | 9,65                             | 10,62                            | 0,02                 |
| Lastra RB10 BA10 | Lastra di gesso rivestito RB 10 / BA 10              | 0,95  |         | 26,32                | 750,00               | 19,30                            | 21,23                            | 0,04                 |
| 230              | Intercapedine aria ver. 40 mm                        | 4,00  | 0,260   |                      | 1,00                 | 193,00                           | 212,30                           | 0,15                 |
| 1200             | Calcestruzzo ordinario                               | 30,00 | 1,280   |                      | 2.200,00             | 2,76                             | 3,03                             | 0,23                 |
| adesivo cappotto | Adesivo per cappotto                                 | 1,50  | 0,900   |                      | 1.500,00             | 6,43                             | 7,08                             | 0,02                 |
| GREY_00          | GreyPor GK800  | 10,00 | 0,033   |                      | 51,00                | 3,86                             | 4,25                             | 3,07                 |
| rasante cappotto | Rasante cementizio                                   | 1,50  | 0,900   |                      | 1.500,00             | 6,43                             | 7,08                             | 0,02                 |

## Immagine stratigrafia



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

### LEGENDA

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

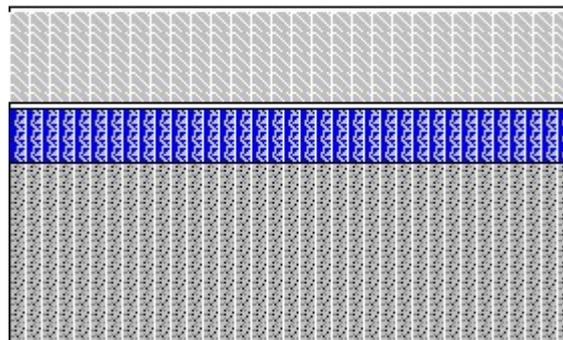
## Stru2 – Pavimento su terra

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 56,20 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 5,88  | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,17 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,04 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 0,17  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 5,99 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 0,17  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 5,99 |

| Cod.           | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C                    | ρ                    | δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> | δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> | R                    |
|----------------|--|-------|---------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|                |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]                        | [kg/msPa]                        | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 2402           | Piastrelle in cotto                                  | 1,00  | 0,720   |                      | 1.800,00             | 27,57                            | 30,33                            | 0,01                 |
| ISOCAL_00<br>1 | Isocal Pol 600                                       | 15,00 | 0,158   |                      | 600,00               | 9,65                             | 10,62                            | 0,95                 |
| 283            | Pvc in fogli   | 0,20  | 0,160   |                      | 1.400,00             | 0,02                             | 0,02                             | 0,01                 |
| 180            | Poliuretano esp. in fabbrica                         | 10,00 | 0,024   |                      | 40,00                | 2,41                             | 2,65                             | 4,17                 |
| 2100           | Ciottoli e pietre frantumate                         | 30,00 | 0,700   |                      | 1.500,00             | 38,60                            | 42,46                            | 0,43                 |

## Immagine stratigrafia

I



E

## Stru3 – Copertura in legno isolata

|                                  |       |                                     |      |
|----------------------------------|-------|-------------------------------------|------|
| Spessore totale [cm]:            | 16,00 | Massa superficiale [kg/m²]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>      |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>          |      |
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 10,00 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,10 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |
| <b>TRASMITTANZA</b>              |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>           |      |
| Tot. (**) [W/(m²·K)]:            | 0,24  | Tot. [(m²·K)/W]:                    | 4,09 |
| Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:  | 0,24  | Tot. adottata [(m²·K)/W]:           | 4,09 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C        | ρ        | δ <sub>a</sub> 10-12 | δ <sub>u</sub> 10-12 | R        |
|------|--|-------|---------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------|
|      |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m²°C] | [kg/m³]  | [kg/msPa]            | [kg/msPa]            | [m²°C/W] |
| 208  | Abete-flusso perpendicolare                          | 3,00  | 0,120   |          | 450,00   | 3,22                 | 3,54                 | 0,25     |
| 145  | Feltro res. rocce feldspatiche                       | 12,00 | 0,038   |          | 100,00   | 149,61               | 164,57               | 3,16     |
| 278  | Cartone bitumato da tetto                            | 1,00  | 0,230   |          | 1.200,00 | 0,01                 | 0,01                 | 0,04     |

## Immagine stratigrafia

E



I

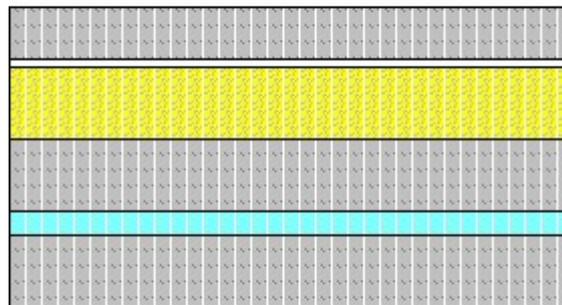
## Stru3 – Copertura zona UTA

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 50,20 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]          |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 10,00 | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,10 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,04 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 0,27  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 3,73 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 0,27  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 3,73 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C                    | ρ                    | δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> | δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> | R                    |
|------|--|-------|---------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|      |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]                        | [kg/msPa]                        | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 1200 | Calcestruzzo ordinario                               | 12,00 | 1,280   |                      | 2.200,00             | 2,76                             | 3,03                             | 0,09                 |
| 230  | Intercapedine aria ver. 40 mm                        | 4,00  | 0,260   |                      | 1,00                 | 193,00                           | 212,30                           | 0,15                 |
| 1200 | Calcestruzzo ordinario                               | 12,00 | 1,280   |                      | 2.200,00             | 2,76                             | 3,03                             | 0,09                 |
| 145  | Feltro res. rocce feldspatiche                       | 12,00 | 0,038   |                      | 100,00               | 149,61                           | 164,57                           | 3,16                 |
| 278  | Cartone bitumato da tetto                            | 0,20  | 0,230   |                      | 1.200,00             | 0,01                             | 0,01                             | 0,01                 |
| 1200 | Calcestruzzo ordinario                               | 10,00 | 1,280   |                      | 2.200,00             | 2,76                             | 3,03                             | 0,08                 |

## Immagine stratigrafia

E



I

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

#### LEGENDA

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

## Stru0 – Divisorio 5

|   |      |  |      |
|---|------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 5,00 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]          |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |      | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69 | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69 | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |      | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 1,95 | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 0,51 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 1,95 | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 0,51 |

| Cod.                   | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s    | λ                    | C                    | ρ                    | δ <sub>a10-12</sub> | δ <sub>u10-12</sub> | R                    |
|------------------------|--|------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                        |  | [cm] | [W/m <sup>2</sup> C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]           | [kg/msPa]           | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 7                      | Intonaco di calce e gesso                            | 0,50 | 0,700                |                      | 1.400,00             | 19,30               | 21,23               | 0,01                 |
| Lastra<br>RB10<br>BA10 | Lastra di gesso rivestito RB 10<br>/ BA 10           | 0,95 |                      | 26,32                | 750,00               | 19,30               | 21,23               | 0,04                 |
| 229                    | Intercapedine aria ver. 20 mm                        | 2,10 | 0,130                |                      | 1,00                 | 193,00              | 212,30              | 0,16                 |
| Lastra<br>RB10<br>BA10 | Lastra di gesso rivestito RB 10<br>/ BA 10           | 0,95 |                      | 26,32                | 750,00               | 19,30               | 21,23               | 0,04                 |
| 7                      | Intonaco di calce e gesso                            | 0,50 | 0,700                |                      | 1.400,00             | 19,30               | 21,23               | 0,01                 |

## Immagine stratigrafia

I

E

## Stru5 – Divisorio 10

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 10,00 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 1,89  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 0,53 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 1,89  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 0,53 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s    | λ                    | C                    | ρ                    | δ <sub>a10-12</sub> | δ <sub>u10-12</sub> | R                    |
|------|--|------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|      |  | [cm] | [W/m <sup>2</sup> C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]           | [kg/msPa]           | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,00 | 0,290                |                      | 600,00               | 24,13               | 26,54               | 0,03                 |
| 2927 | Mattone forato 1.1.19 80                             | 8,00 |                      | 5,00                 | 775,00               | 21,44               | 23,59               | 0,20                 |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,00 | 0,290                |                      | 600,00               | 24,13               | 26,54               | 0,03                 |

## Immagine stratigrafia

I



E

## Stru6 – Divisorio 15

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 15,00 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 1,66  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 0,60 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 1,66  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 0,60 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C                    | ρ                    | δ <sub>a10-12</sub> | δ <sub>u10-12</sub> | R                    |
|------|--|-------|---------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|      |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]           | [kg/msPa]           | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 8    | Malta di calce o calce cemento                       | 1,50  | 0,900   |                      | 1.800,00             | 9,65                | 10,62               | 0,02                 |
| 2929 | Mattone forato 1.1.21 120                            | 12,00 |         | 3,22                 | 717,00               | 21,44               | 23,59               | 0,31                 |
| 8    | Malta di calce o calce cemento                       | 1,50  | 0,900   |                      | 1.800,00             | 9,65                | 10,62               | 0,02                 |

## Immagine stratigrafia



## Stru7 – Divisorio 20

Spessore totale [cm]: 20,00

Massa superficiale [kg/m<sup>2</sup>]:

### CONDUTTANZA UNITARIA

### RESISTENZA UNITARIA

Superficiale interna [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 7,69

Superficiale interna(\*) [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,13

Superficiale esterna [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 7,69

Superficiale esterna(\*) [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,13

### TRASMITTANZA

### RESISTENZA TERMICA

Tot. (\*\*) [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 1,25

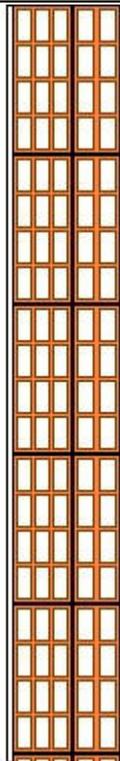
Tot. [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,80

Tot. adottata (\*\*\*) [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 1,25

Tot. adottata [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,80

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ                    | C                    | ρ                    | δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> | δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> | R                    |
|------|--|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|      |  | [cm]  | [W/m <sup>2</sup> C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]                        | [kg/msPa]                        | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,00  | 0,290                |                      | 600,00               | 24,13                            | 26,54                            | 0,03                 |
| 2928 | Mattone forato 1.1.20 100                            | 10,00 |                      | 3,70                 | 780,00               | 21,44                            | 23,59                            | 0,27                 |
| 2927 | Mattone forato 1.1.19 80                             | 8,00  |                      | 5,00                 | 775,00               | 21,44                            | 23,59                            | 0,20                 |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,00  | 0,290                |                      | 600,00               | 24,13                            | 26,54                            | 0,03                 |

## Immagine stratigrafia



I

E

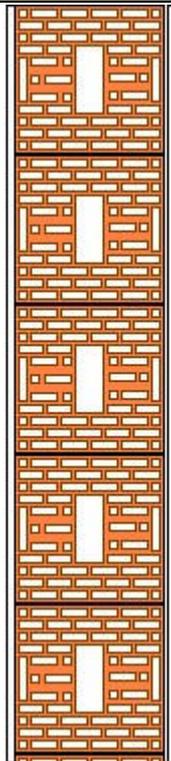
## Stru8 – Divisorio 25

|   |       |  |      |
|---|-------|--|------|
| Spessore totale [cm]:                         | 28,00 | Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:         |      |
| <b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>                   |       | <b>RESISTENZA UNITARIA</b>                       |      |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: | 7,69  | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: | 0,13 |
| <b>TRASMITTANZA</b>                           |       | <b>RESISTENZA TERMICA</b>                        |      |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:            | 0,84  | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:                    | 1,20 |
| Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:  | 0,84  | Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:           | 1,20 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ                     | C                     | ρ                    | δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> | δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> | R                     |
|------|--|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
|      |  | [cm]  | [W/m <sup>2</sup> ·C] | [W/m <sup>2</sup> ·C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]                        | [kg/msPa]                        | [m <sup>2</sup> ·C/W] |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,50  | 0,290                 |                       | 600,00               | 24,13                            | 26,54                            | 0,05                  |
| 2921 | Blocco forato 1.1.13/2 250                           | 25,00 |                       | 1,20                  | 720,00               | 21,44                            | 23,59                            | 0,83                  |
| 1    | Malta di gesso per intonaci                          | 1,50  | 0,290                 |                       | 600,00               | 24,13                            | 26,54                            | 0,05                  |

## Immagine stratigrafia

I



E

## Stru9 – Divisorio 30

Spessore totale [cm]: 33,00

Massa superficiale [kg/m<sup>2</sup>]:

### CONDUTTANZA UNITARIA

### RESISTENZA UNITARIA

Superficiale interna [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 7,69

Superficiale interna(\*) [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,13

Superficiale esterna [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 7,69

Superficiale esterna(\*) [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 0,13

### TRASMITTANZA

### RESISTENZA TERMICA

Tot. (\*\*) [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 0,54

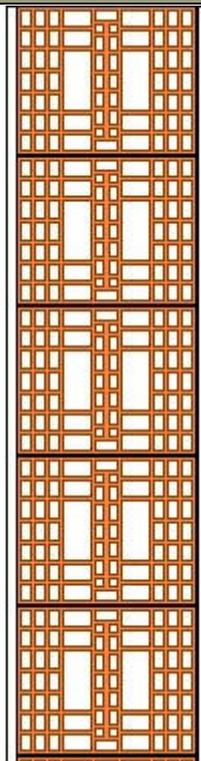
Tot. [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 1,84

Tot. adottata (\*\*\*) [W/(m<sup>2</sup>·K)]: 0,54

Tot. adottata [(m<sup>2</sup>·K)/W]: 1,84

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO<br>(dall'interno verso l'esterno) | s     | λ       | C                    | ρ                    | δ <sub>a10-12</sub> | δ <sub>u10-12</sub> | R                    |
|------|--|-------|---------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|      |  | [cm]  | [W/m°C] | [W/m <sup>2</sup> C] | [kg/m <sup>3</sup> ] | [kg/msPa]           | [kg/msPa]           | [m <sup>2</sup> C/W] |
| 7    | Intonaco di calce e gesso                            | 1,50  | 0,700   |                      | 1.400,00             | 19,30               | 21,23               | 0,02                 |
| Por  | Poroton  | 30,00 |         | 0,65                 | 750,00               | 19,30               | 21,23               | 1,54                 |
| 8    | Malta di calce o calce cemento                       | 1,50  | 0,900   |                      | 1.800,00             | 9,65                | 10,62               | 0,02                 |

## Immagine stratigrafia



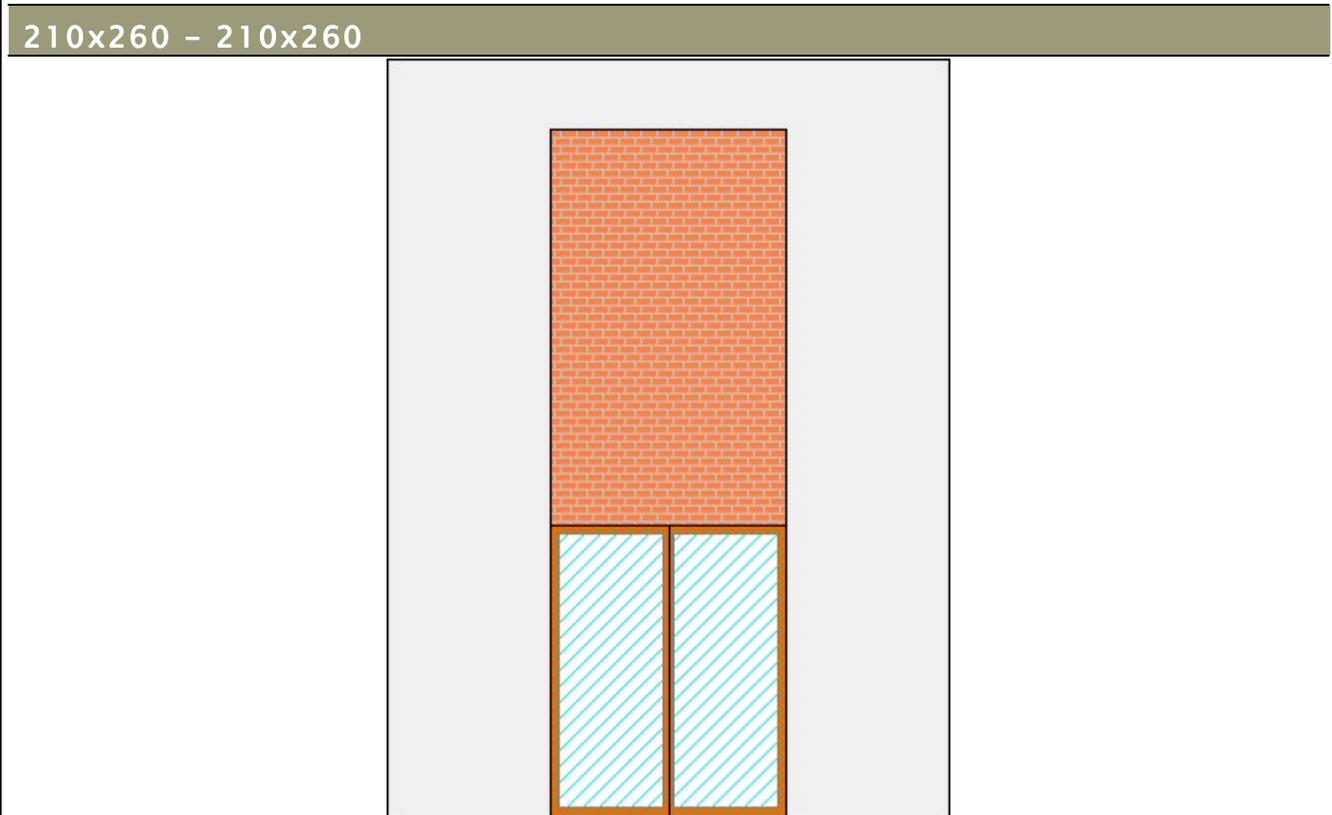
## 4) Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio

### LEGENDA

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

| 210x260 - 210x260                             |                   |                   |       |  |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,57       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,64               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | Uf                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 4,54              | 0,92              | 13,48 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,57                  |

| Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%) |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni   | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |



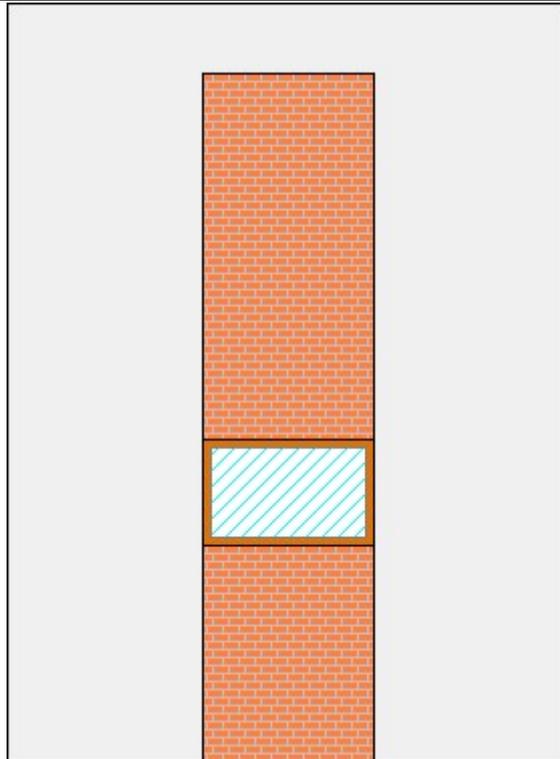
## 160x100 - 160x100

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |      | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |      | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,64       |                   |                   |      | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,61               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg   | Ug   | Uf                    | UI                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]  | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 1,21              | 0,39              | 4,56 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,64                  |

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

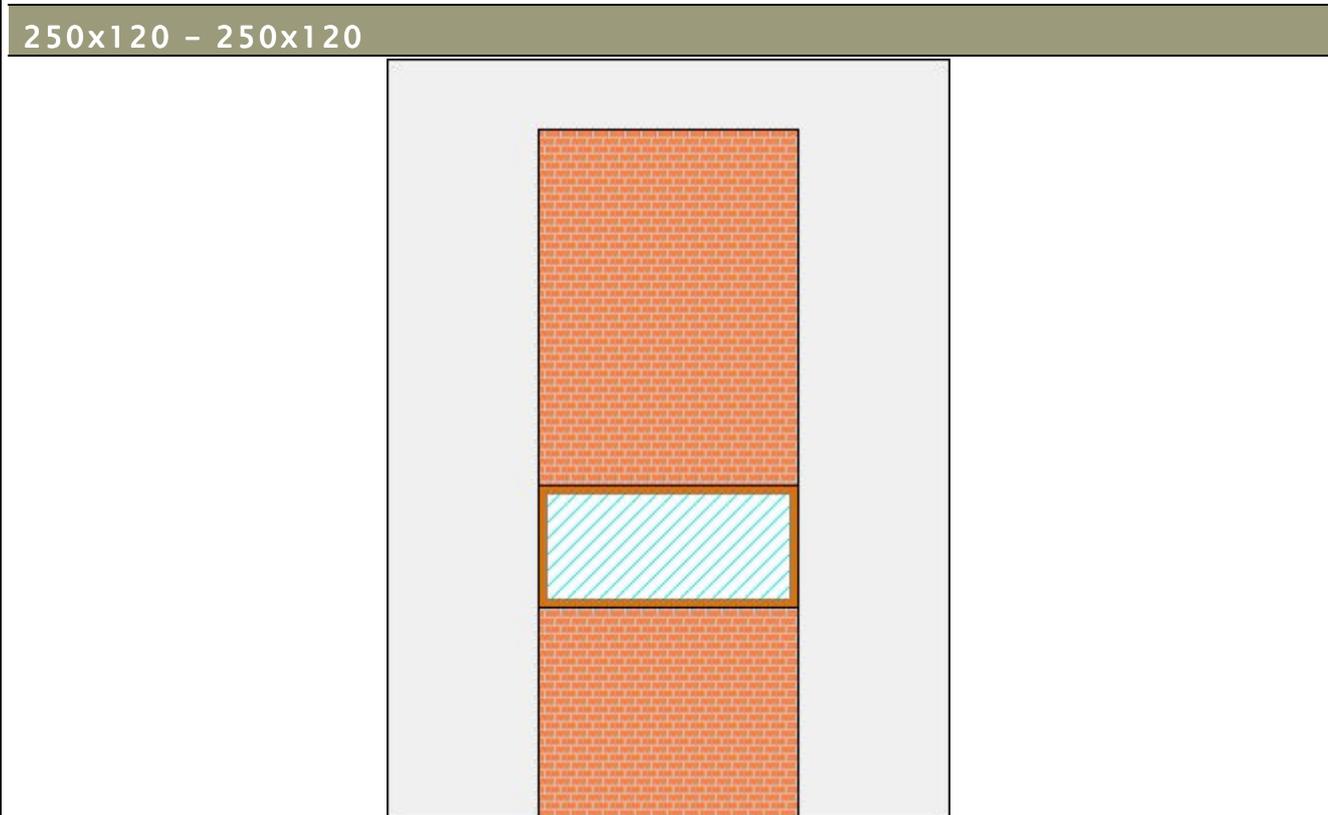
|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

## 160x100 - 160x100



| 250x120 - 250x120                             |                   |                   |      |  |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |      | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |      | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,59       |                   |                   |      | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,63               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg   | Ug   | Uf                    | UI                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]  | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 2,43              | 0,57              | 6,76 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,59                  |

| Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%) |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni   | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |



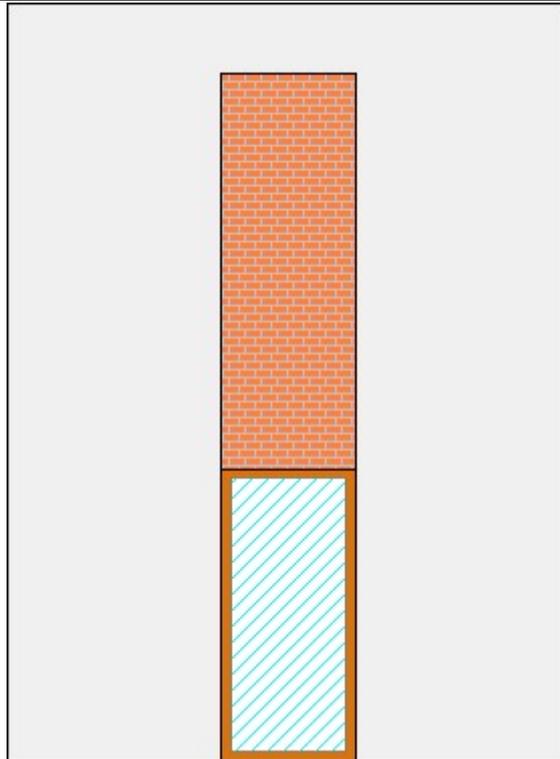
## 120x260 – 120x260

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |      | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |      | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |      | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,59       |                   |                   |      | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,63               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg   | Ug   | Uf                    | Ui                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]  | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 2,54              | 0,58              | 6,96 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,59                  |

Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

## 120x260 – 120x260



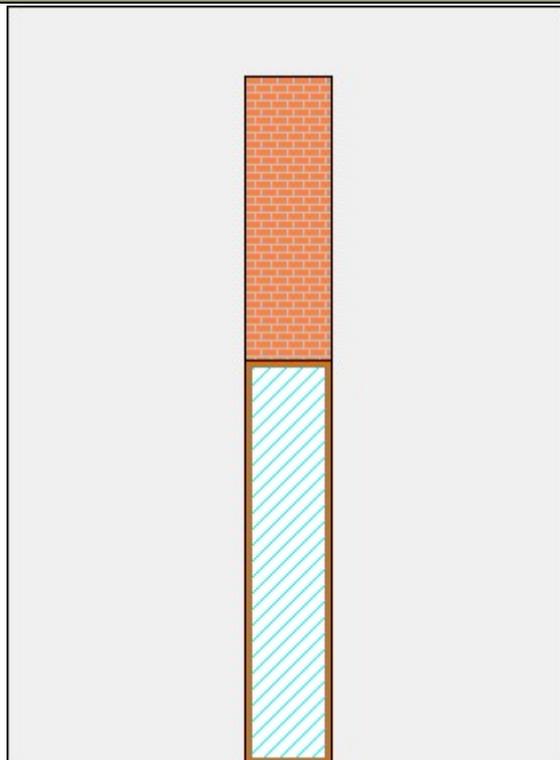
### 110x500 luc - 110x500 luc

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,57       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,64               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | Ui                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 4,55              | 0,95              | 11,56 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,57                  |

Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,500</b> |                   |

### 110x500 luc - 110x500 luc



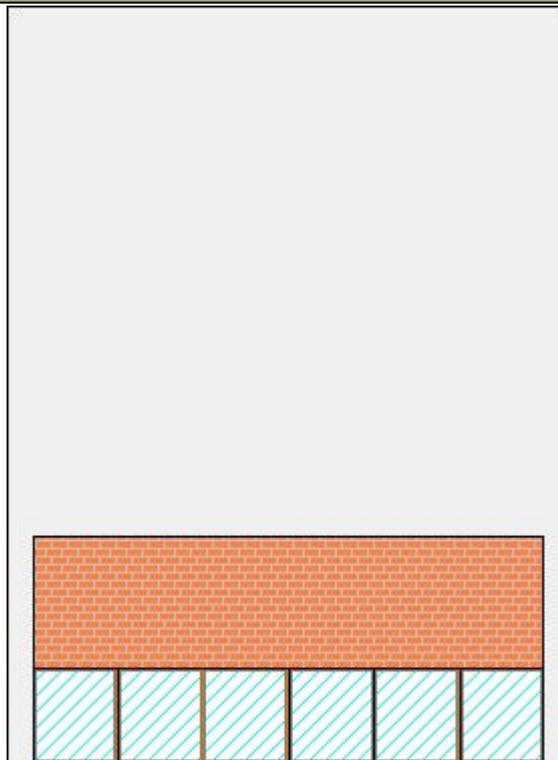
## 1350x260 – 1350x260

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,50       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,67               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | UI                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 31,57             | 3,53              | 55,16 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,50                  |

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

## 1350x260 – 1350x260



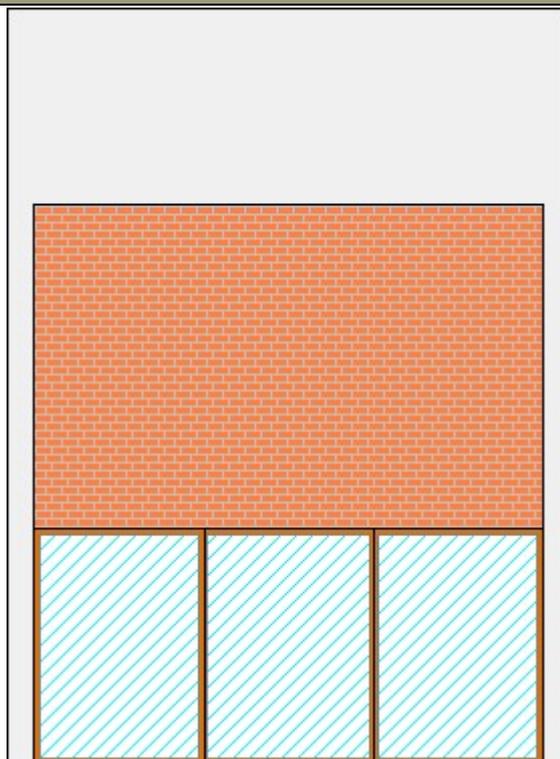
### 550x260 – 550x260

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,52       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,66               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | Ui                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 12,64             | 1,66              | 25,00 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,52                  |

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

### 550x260 – 550x260



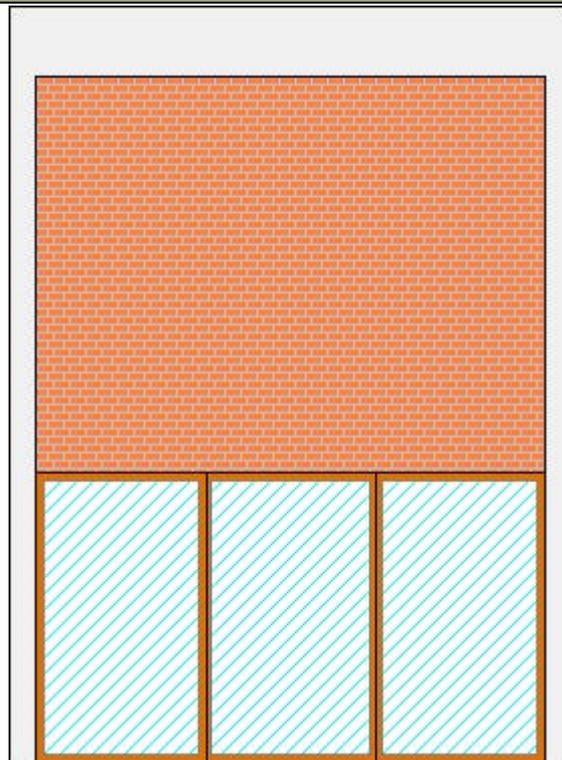
**450x260 – 450x260**

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,53       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,65               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | UI                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 10,20             | 1,50              | 23,00 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,53                  |

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

**450x260 – 450x260**



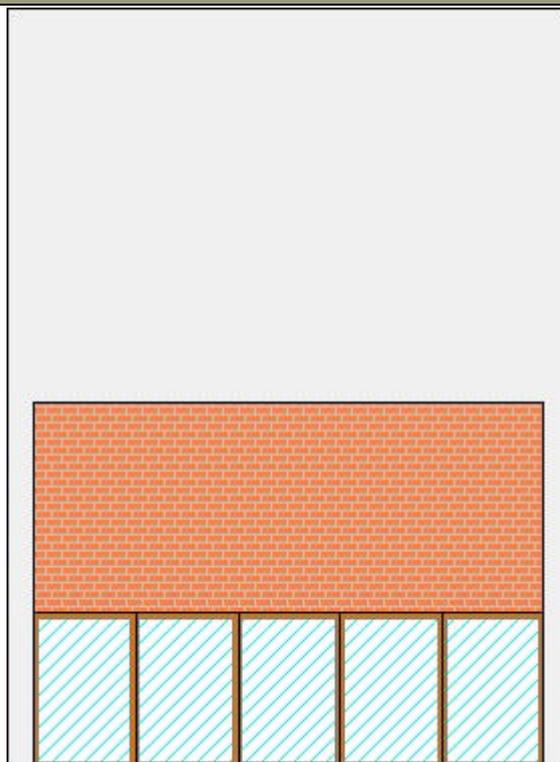
## 850x260 – 850x260

| CONDUTTANZA UNITARIA                          |                   |                   |       | RESISTENZA UNITARIA                              |                       |                       |                       |
|---|-------------------|-------------------|-------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: |                   |                   |       | Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: |                       |                       |                       |
| TRASMITTANZA                                  |                   |                   |       | RESISTENZA TERMICA                               |                       |                       |                       |
| Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,51       |                   |                   |       | Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,66               |                       |                       |                       |
| TIPOLOGIA                                     | Ag                | Af                | Lg    | Ug   | Uf                    | Ui                    | Uw                    |
|   | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [m]   | [W/m <sup>2</sup> °C]                            | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] | [W/m <sup>2</sup> °C] |
| SERRAMENTO SINGOLO                            | 19,57             | 2,53              | 40,44 | 1,40   | 2,40                  | 0,00                  | 1,51                  |

**Confronto con i valori limite di cui all'Allegato 3, D.A.L. 156/08 agg. alla D.G.R. 1366/11 (edifici con un rapporto tra superficie delle chiusure trasparenti e delle chiusure opache inferiore al 50%)**

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Fattore solare (g) della componente vetrata dei serramenti esterni | <b>0,450</b> | <b>Verificato</b> |
| Valore limite  | <b>0,600</b> |                   |

## 850x260 – 850x260



## 5) Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

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

## Pavimento su terra

| Materiale                          | Mu    | R                       | S           |
|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------|
|                                    |       | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]        |
| Piastrelle in cotto                | 7     | 0,014                   | 1           |
| Isocal Pol 600                     | 20    | 0,952                   | 15          |
| Pvc in fogli                       | 10000 | 0,012                   | 0,2         |
| Poliuretano esp. in fabbrica       | 80    | 4,167                   | 10          |
| Ciottoli e pietre frantumate       | 5     | 0,429                   | 30          |
|                                    |       | Totale                  | Totale      |
| <b>Fattore di qualità = 0,9570</b> |       | <b>5,864</b>            | <b>56,2</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | Pi    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 100 | 18   | 65  | 0,67  | 1,33  | 14,7 | 0,7980 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 100 | 18   | 65  | 0,77  | 1,33  | 14,7 | 0,7720 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 100 | 18   | 65  | 1,05  | 1,33  | 14,7 | 0,6720 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 100 | 18   | 65  | 1,47  | 1,33  | 14,7 | 0,3560 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 100 | 18   | 65  | 1,96  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 100 | 18   | 65  | 2,56  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 100 | 18   | 65  | 2,95  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 100 | 18   | 65  | 2,88  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 100 | 18   | 65  | 2,34  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 100 | 18   | 65  | 1,59  | 1,33  | 14,7 | 0,1630 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 100 | 18   | 65  | 1,08  | 1,33  | 14,7 | 0,6580 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 100 | 18   | 65  | 0,76  | 1,33  | 14,7 | 0,7740 | 0                    | 0                    |

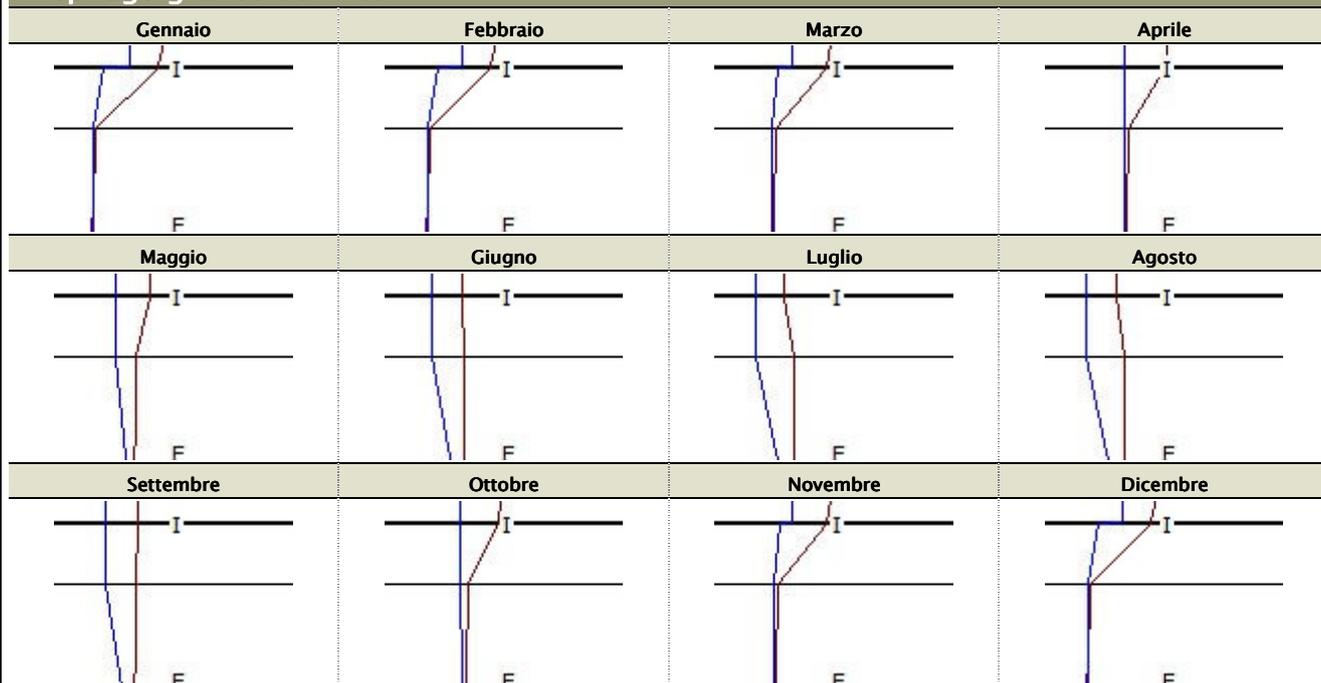
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Copertura in legno isolata

| Materiale                          | Mu    | R                       | S         |
|------------------------------------|-------|-------------------------|-----------|
|                                    |       | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Abete-flusso perpendicolare        | 60    | 0,25                    | 3         |
| Feltro res. rocce feldspatiche     | 1,29  | 3,158                   | 12        |
| Cartone bitumato da tetto          | 20000 | 0,043                   | 1         |
|                                    |       | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9330</b> |       | <b>3,741</b>            | <b>16</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 20   | 25  | 0,57  | 0,58  | 2,4  | 0,0540 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 20   | 25  | 0,62  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 20   | 25  | 0,78  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 20   | 25  | 1,07  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 20   | 25  | 1,4   | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 20   | 25  | 1,82  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 20   | 25  | 1,95  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 20   | 25  | 1,96  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 20   | 25  | 1,76  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 20   | 25  | 1,26  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 20   | 25  | 0,93  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 20   | 25  | 0,66  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |

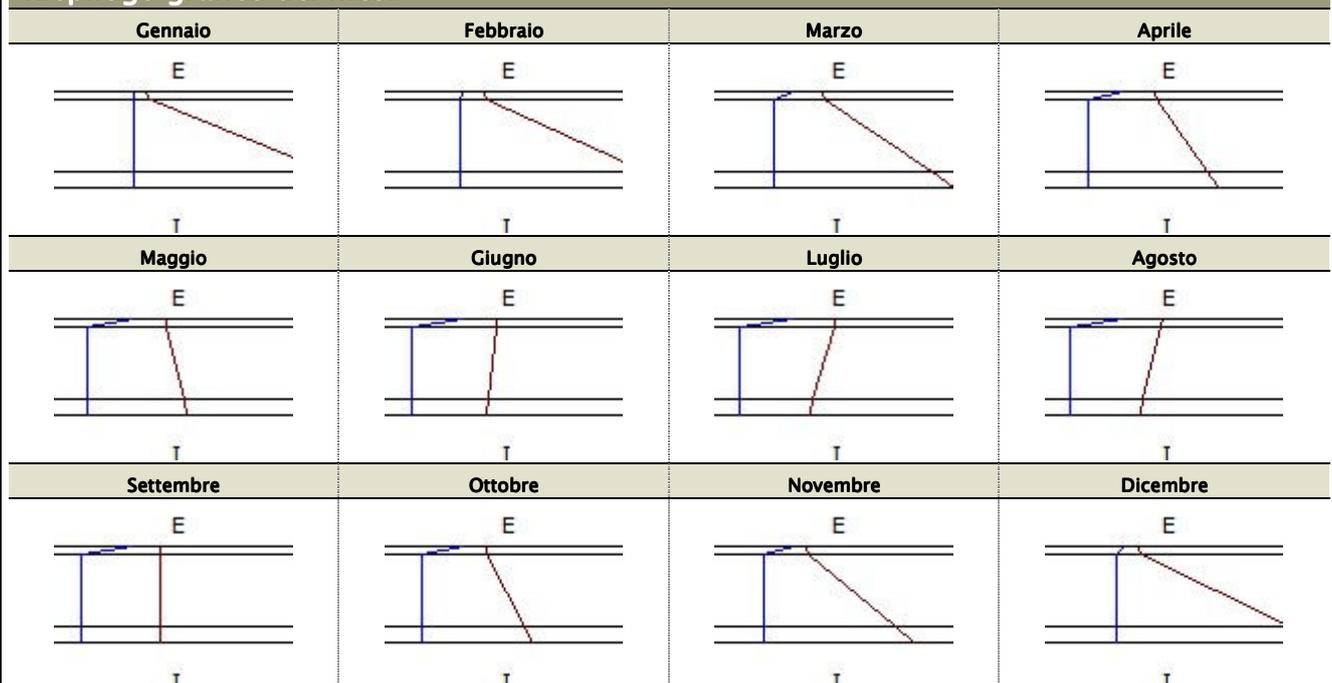
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Muro esterno 25+10 polistirene

| Materiale                          | Mu | R                       | S         |
|------------------------------------|----|-------------------------|-----------|
|                                    |    | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Malta di calce o calce cemento     | 20 | 0,022                   | 2         |
| Lastra di gesso rivestito RB 1     | 10 | 0,038                   | 0,9       |
| Intercapedine aria ver. 40 mm      | 1  | 0,154                   | 4         |
| Calcestruzzo ordinario             | 70 | 0,234                   | 30        |
| Adesivo per cappotto               | 30 | 0,017                   | 1,5       |
| GreyPor GK800                      | 50 | 3,072                   | 10        |
| Rasante cementizio                 | 30 | 0,017                   | 1,5       |
|                                    |    | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9350</b> |    | <b>3,844</b>            | <b>50</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 18   | 65  | 0,57  | 1,33  | 14,7 | 0,7980 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 18   | 65  | 0,62  | 1,33  | 14,7 | 0,7720 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 18   | 65  | 0,78  | 1,33  | 14,7 | 0,6720 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 18   | 65  | 1,07  | 1,33  | 14,7 | 0,3560 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 18   | 65  | 1,4   | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 18   | 65  | 1,82  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 18   | 65  | 1,95  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 18   | 65  | 1,96  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 18   | 65  | 1,76  | 1,33  | 14,7 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 18   | 65  | 1,26  | 1,33  | 14,7 | 0,1630 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 18   | 65  | 0,93  | 1,33  | 14,7 | 0,6580 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 18   | 65  | 0,66  | 1,33  | 14,7 | 0,7740 | 0                    | 0                    |

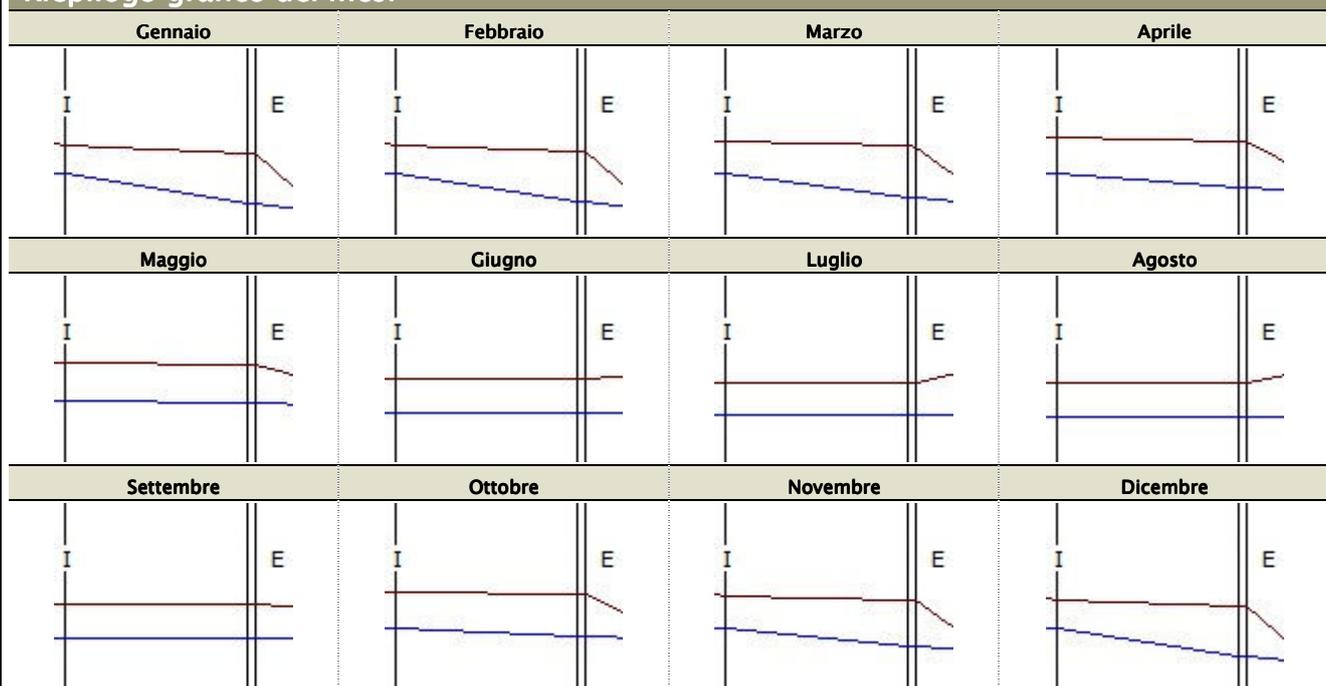
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Pavimento su terra

| Materiale                    | Mu    | R                        | S      |
|------------------------------|-------|--------------------------|--------|
|                              |       | [(m <sup>2</sup> · K)/W] | [cm]   |
| Piastrelle in cotto          | 7     | 0,014                    | 1      |
| Isocal Pol 600               | 20    | 0,952                    | 15     |
| Pvc in fogli                 | 10000 | 0,012                    | 0,2    |
| Poliuretano esp. in fabbrica | 80    | 4,167                    | 10     |
| Ciottoli e pietre frantumate | 5     | 0,429                    | 30     |
|                              |       | Totale                   | Totale |
| Fattore di qualità = 0,9570  |       | 5,864                    | 56,2   |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | Pi    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 100 | 20   | 65  | 0,67  | 1,51  | 16,6 | 0,8170 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 100 | 20   | 65  | 0,77  | 1,51  | 16,6 | 0,7960 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 100 | 20   | 65  | 1,05  | 1,51  | 16,6 | 0,7210 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 100 | 20   | 65  | 1,47  | 1,51  | 16,6 | 0,5270 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 100 | 20   | 65  | 1,96  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 100 | 20   | 65  | 2,56  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 100 | 20   | 65  | 2,95  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 100 | 20   | 65  | 2,88  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 100 | 20   | 65  | 2,34  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 100 | 20   | 65  | 1,59  | 1,51  | 16,6 | 0,4320 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 100 | 20   | 65  | 1,08  | 1,51  | 16,6 | 0,7110 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 100 | 20   | 65  | 0,76  | 1,51  | 16,6 | 0,7970 | 0                    | 0                    |

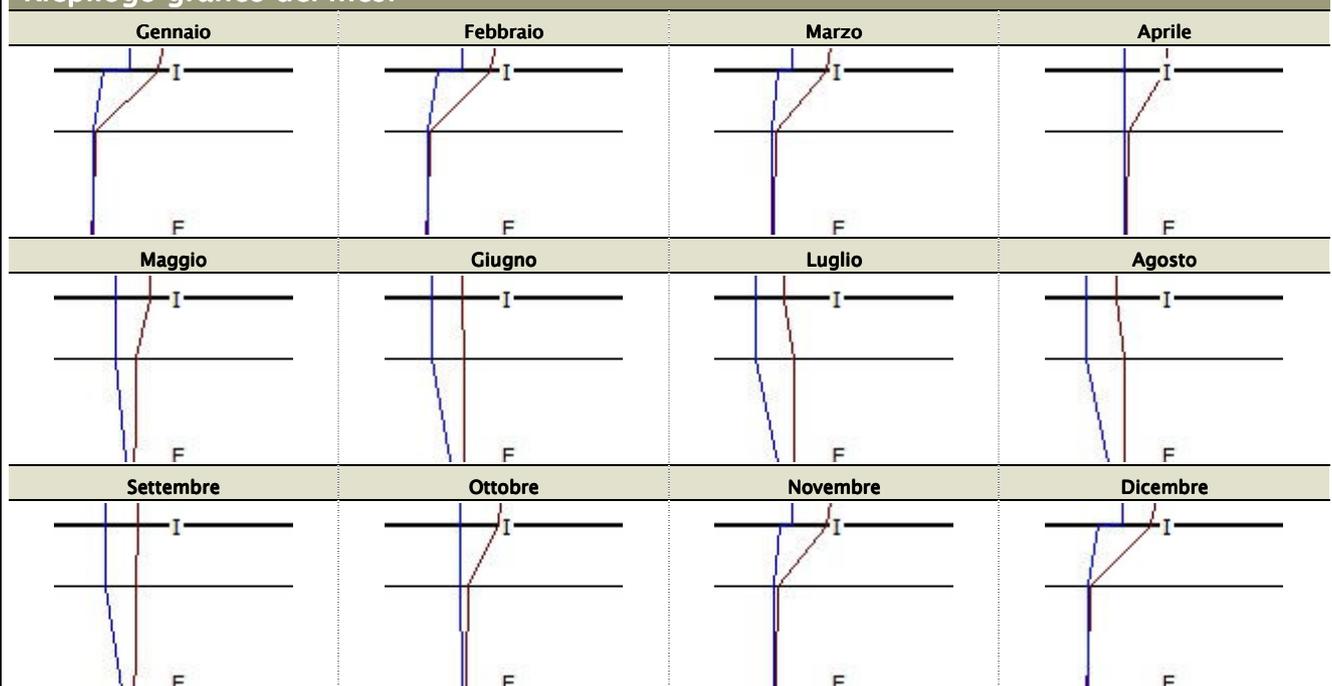
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Copertura in legno isolata

| Materiale                          | Mu    | R                       | S         |
|------------------------------------|-------|-------------------------|-----------|
|                                    |       | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Abete-flusso perpendicolare        | 60    | 0,25                    | 3         |
| Feltro res. rocce feldspatiche     | 1,29  | 3,158                   | 12        |
| Cartone bitumato da tetto          | 20000 | 0,043                   | 1         |
|                                    |       | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9330</b> |       | <b>3,741</b>            | <b>16</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 20   | 25  | 0,57  | 0,58  | 2,4  | 0,0540 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 20   | 25  | 0,62  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 20   | 25  | 0,78  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 20   | 25  | 1,07  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 20   | 25  | 1,4   | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 20   | 25  | 1,82  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 20   | 25  | 1,95  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 20   | 25  | 1,96  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 20   | 25  | 1,76  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 20   | 25  | 1,26  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 20   | 25  | 0,93  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 20   | 25  | 0,66  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |

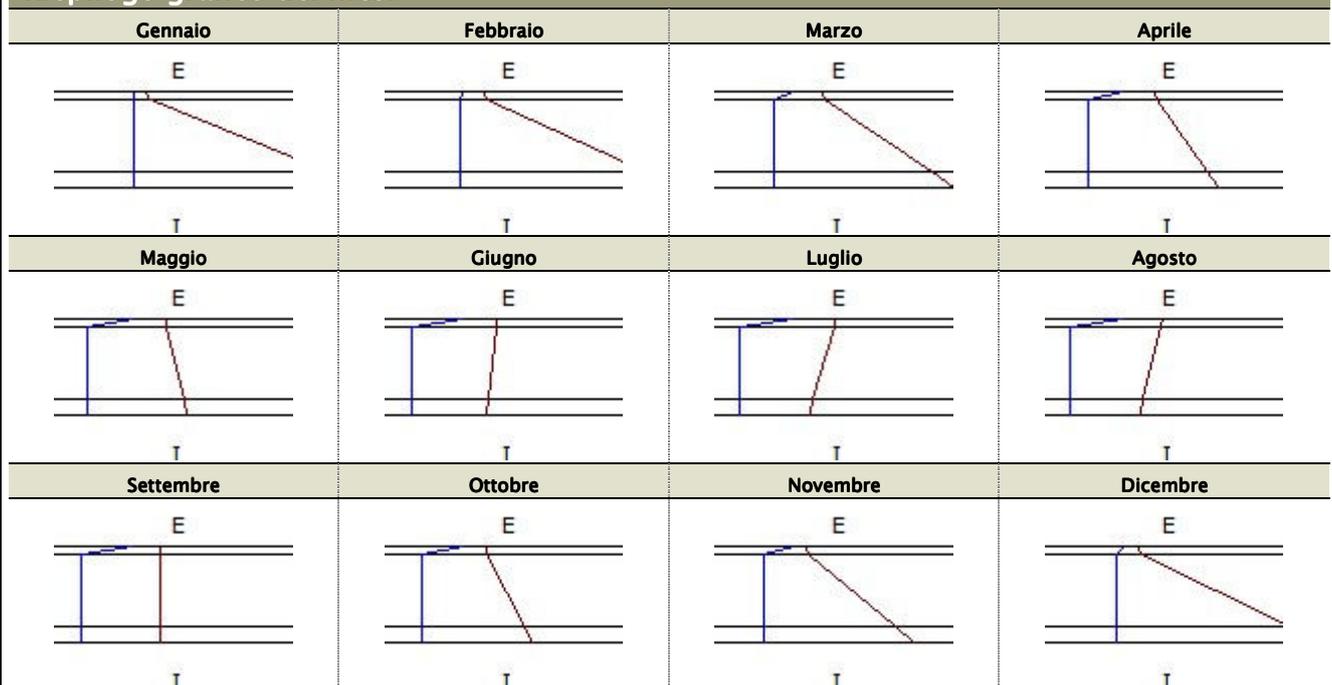
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Muro esterno 25+10 polistirene

| Materiale                          | Mu | R                       | S         |
|------------------------------------|----|-------------------------|-----------|
|                                    |    | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Malta di calce o calce cemento     | 20 | 0,022                   | 2         |
| Lastra di gesso rivestito RB 1     | 10 | 0,038                   | 0,9       |
| Intercapedine aria ver. 40 mm      | 1  | 0,154                   | 4         |
| Calcestruzzo ordinario             | 70 | 0,234                   | 30        |
| Adesivo per cappotto               | 30 | 0,017                   | 1,5       |
| Greypor GK800                      | 50 | 3,072                   | 10        |
| Rasante cementizio                 | 30 | 0,017                   | 1,5       |
|                                    |    | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9350</b> |    | <b>3,844</b>            | <b>50</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 20   | 65  | 0,57  | 1,51  | 16,6 | 0,8170 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 20   | 65  | 0,62  | 1,51  | 16,6 | 0,7960 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 20   | 65  | 0,78  | 1,51  | 16,6 | 0,7210 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 20   | 65  | 1,07  | 1,51  | 16,6 | 0,5270 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 20   | 65  | 1,4   | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 20   | 65  | 1,82  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 20   | 65  | 1,95  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 20   | 65  | 1,96  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 20   | 65  | 1,76  | 1,51  | 16,6 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 20   | 65  | 1,26  | 1,51  | 16,6 | 0,4320 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 20   | 65  | 0,93  | 1,51  | 16,6 | 0,7110 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 20   | 65  | 0,66  | 1,51  | 16,6 | 0,7970 | 0                    | 0                    |

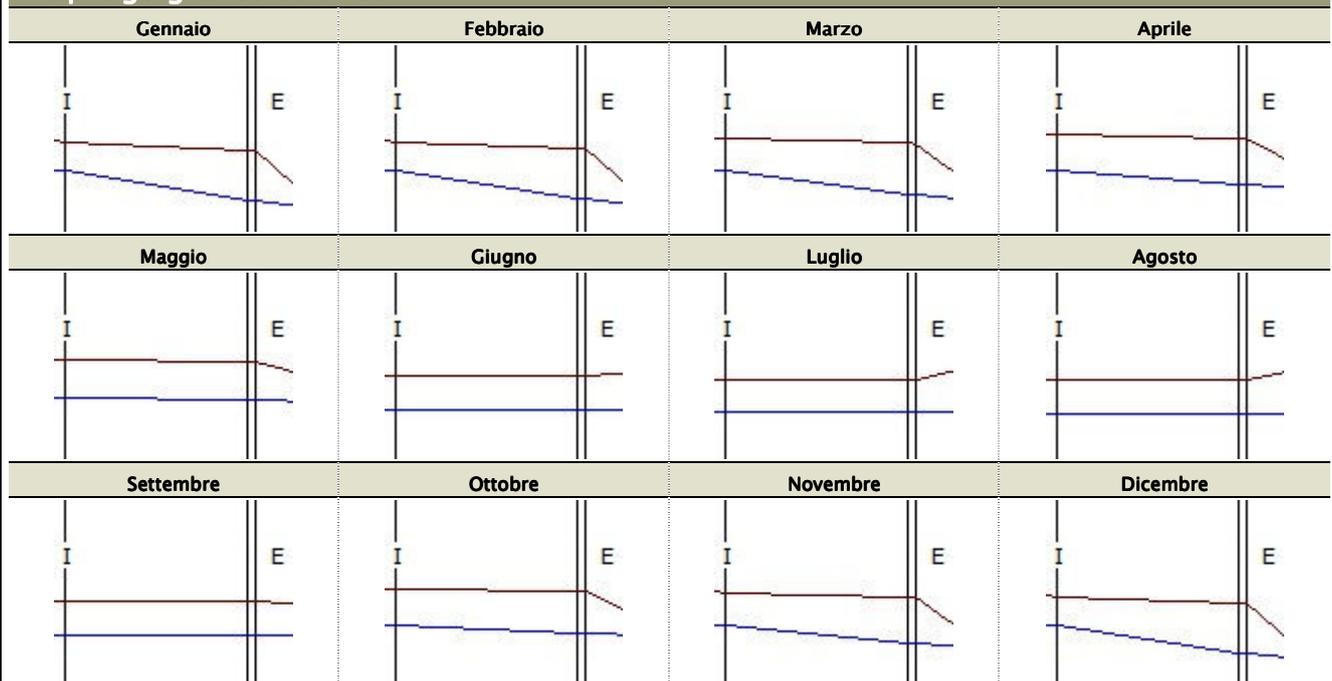
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Pavimento su terra

| Materiale                    | Mu    | R                        | S      |
|------------------------------|-------|--------------------------|--------|
|                              |       | [(m <sup>2</sup> · K)/W] | [cm]   |
| Piastrelle in cotto          | 7     | 0,014                    | 1      |
| Isocal Pol 600               | 20    | 0,952                    | 15     |
| Pvc in fogli                 | 10000 | 0,012                    | 0,2    |
| Poliuretano esp. in fabbrica | 80    | 4,167                    | 10     |
| Ciottoli e pietre frantumate | 5     | 0,429                    | 30     |
|                              |       | Totale                   | Totale |
| Fattore di qualità = 0,9570  |       | 5,864                    | 56,2   |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | Pi    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 100 | 21   | 60  | 0,67  | 1,48  | 16,3 | 0,7610 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 100 | 21   | 60  | 0,77  | 1,48  | 16,3 | 0,7350 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 100 | 21   | 60  | 1,05  | 1,48  | 16,3 | 0,6440 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 100 | 21   | 60  | 1,47  | 1,48  | 16,3 | 0,4280 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 100 | 21   | 60  | 1,96  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 100 | 21   | 60  | 2,56  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 100 | 21   | 60  | 2,95  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 100 | 21   | 60  | 2,88  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 100 | 21   | 60  | 2,34  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 100 | 21   | 60  | 1,59  | 1,48  | 16,3 | 0,3300 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 100 | 21   | 60  | 1,08  | 1,48  | 16,3 | 0,6330 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 100 | 21   | 60  | 0,76  | 1,48  | 16,3 | 0,7360 | 0                    | 0                    |

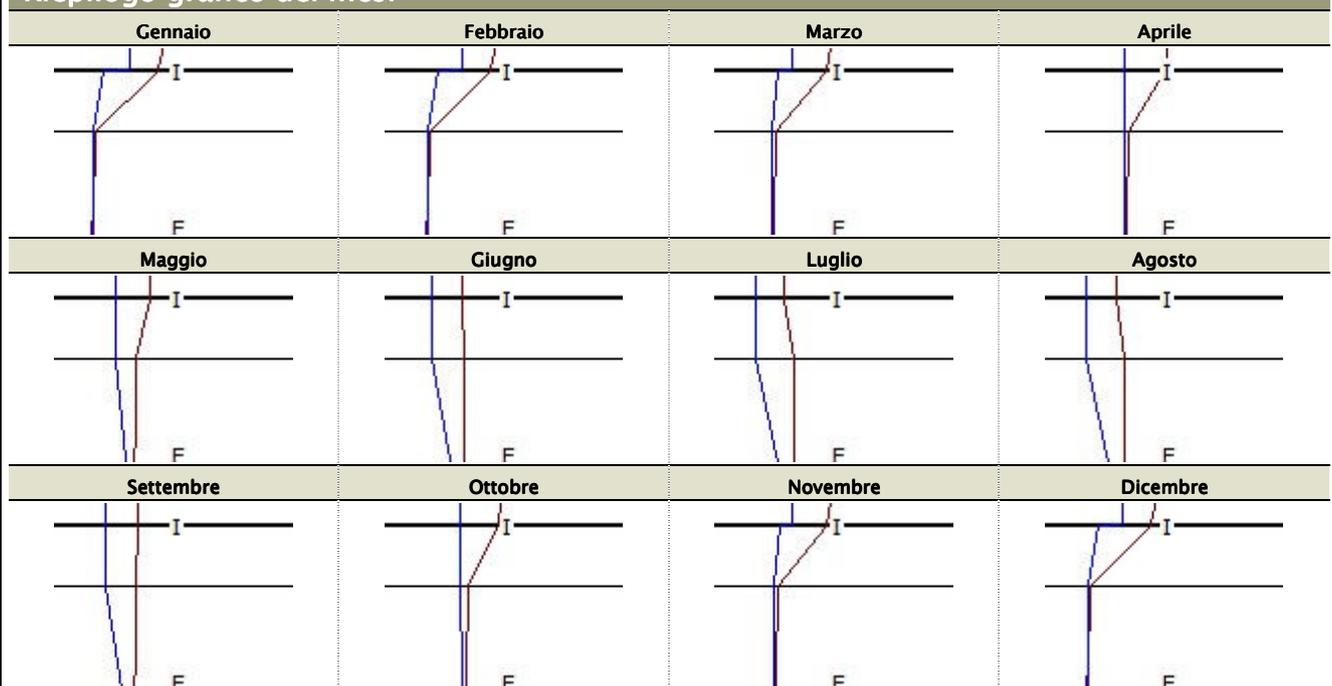
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Copertura in legno isolata

| Materiale                          | Mu    | R                       | S         |
|------------------------------------|-------|-------------------------|-----------|
|                                    |       | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Abete-flusso perpendicolare        | 60    | 0,25                    | 3         |
| Feltro res. rocce feldspatiche     | 1,29  | 3,158                   | 12        |
| Cartone bitumato da tetto          | 20000 | 0,043                   | 1         |
|                                    |       | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9330</b> |       | <b>3,741</b>            | <b>16</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 20   | 25  | 0,57  | 0,58  | 2,4  | 0,0540 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 20   | 25  | 0,62  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 20   | 25  | 0,78  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 20   | 25  | 1,07  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 20   | 25  | 1,4   | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 20   | 25  | 1,82  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 20   | 25  | 1,95  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 20   | 25  | 1,96  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 20   | 25  | 1,76  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 20   | 25  | 1,26  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 20   | 25  | 0,93  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 20   | 25  | 0,66  | 0,58  | 2,4  | 0,0000 | 0                    | 0                    |

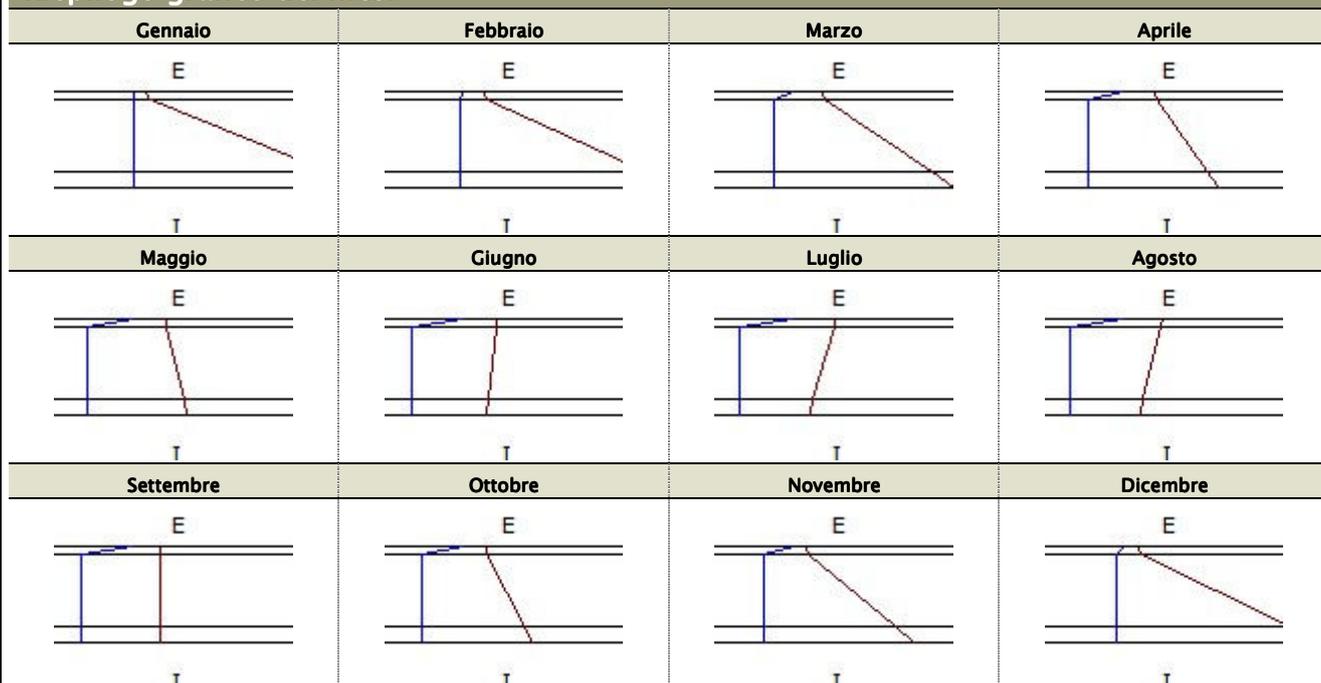
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



## Muro esterno 25+10 polistirene

| Materiale                          | Mu | R                       | S         |
|------------------------------------|----|-------------------------|-----------|
|                                    |    | [(m <sup>2</sup> ·K)/W] | [cm]      |
| Malta di calce o calce cemento     | 20 | 0,022                   | 2         |
| Lastra di gesso rivestito RB 1     | 10 | 0,038                   | 0,9       |
| Intercapedine aria ver. 40 mm      | 1  | 0,154                   | 4         |
| Calcestruzzo ordinario             | 70 | 0,234                   | 30        |
| Adesivo per cappotto               | 30 | 0,017                   | 1,5       |
| Greypor GK800                      | 50 | 3,072                   | 10        |
| Rasante cementizio                 | 30 | 0,017                   | 1,5       |
|                                    |    | Totale                  | Totale    |
| <b>Fattore di qualità = 0,9350</b> |    | <b>3,844</b>            | <b>50</b> |

## Calcolo della condensa

| Mese      | Te   | URe | Ti   | Uri | Pe    | PI    | Tmin | Frsi   | Gc                   | Ma                   |
|-----------|------|-----|------|-----|-------|-------|------|--------|----------------------|----------------------|
|           | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] |        | [kg/m <sup>2</sup> ] | [kg/m <sup>2</sup> ] |
| Gennaio   | 1,4  | 85  | 21   | 60  | 0,57  | 1,48  | 16,3 | 0,7610 | 0                    | 0                    |
| Febbraio  | 3,3  | 80  | 21   | 60  | 0,62  | 1,48  | 16,3 | 0,7350 | 0                    | 0                    |
| Marzo     | 7,8  | 74  | 21   | 60  | 0,78  | 1,48  | 16,3 | 0,6440 | 0                    | 0                    |
| Aprile    | 12,8 | 73  | 21   | 60  | 1,07  | 1,48  | 16,3 | 0,4280 | 0                    | 0                    |
| Maggio    | 17,3 | 71  | 21   | 60  | 1,4   | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Giugno    | 21,6 | 71  | 21   | 60  | 1,82  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Luglio    | 23,9 | 66  | 21   | 60  | 1,95  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Agosto    | 23,5 | 68  | 21   | 60  | 1,96  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Settembre | 20,1 | 75  | 21   | 60  | 1,76  | 1,48  | 16,3 | 0,0000 | 0                    | 0                    |
| Ottobre   | 14   | 79  | 21   | 60  | 1,26  | 1,48  | 16,3 | 0,3300 | 0                    | 0                    |
| Novembre  | 8,2  | 86  | 21   | 60  | 0,93  | 1,48  | 16,3 | 0,6330 | 0                    | 0                    |
| Dicembre  | 3,2  | 86  | 21   | 60  | 0,66  | 1,48  | 16,3 | 0,7360 | 0                    | 0                    |

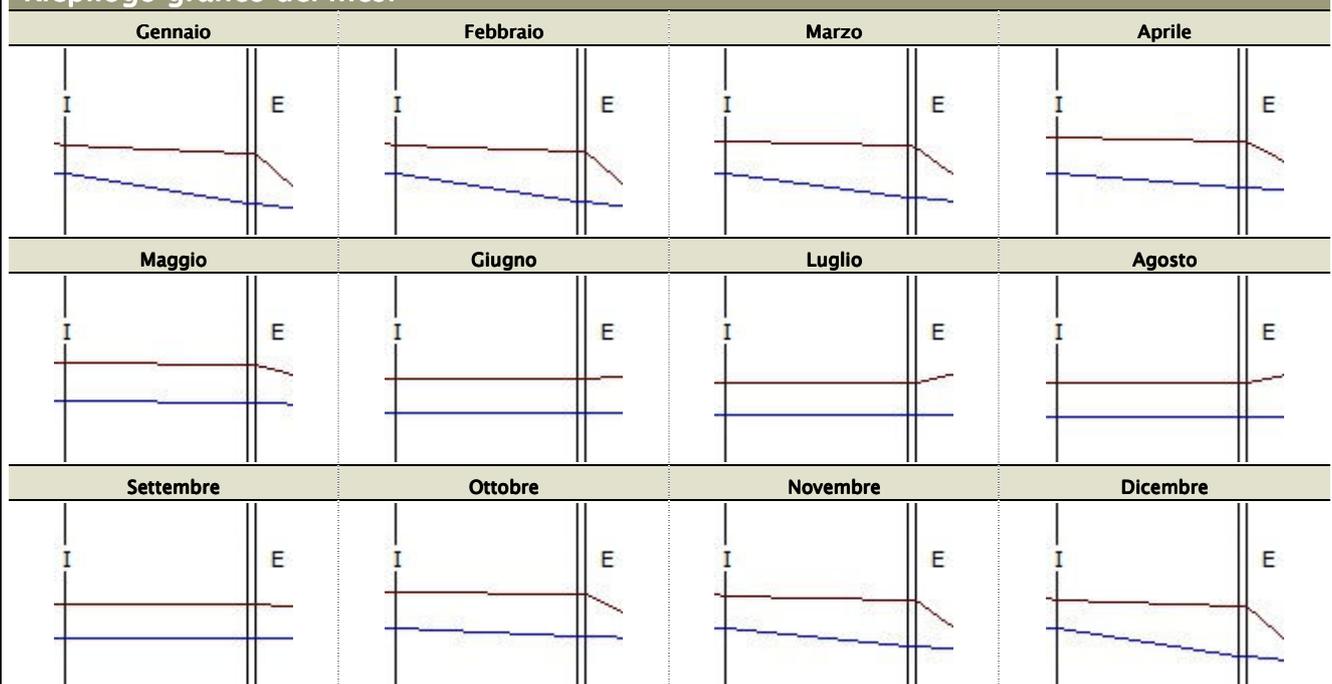
## Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m<sup>2</sup>

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi



# ALLEGATO ALLA RELAZIONE DI CALCOLO

Centrale/i

Denominazione:

CT-1

Sottosistema di generazione solare  
fotovoltaico

Denominazione:

Forovoltaico

## DETTAGLIO DEL CALCOLO ENERGETICO

# 1 NORME DI RIFERIMENTO

|                  |   |
|------------------|---|
| UNI 10349        | Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici   |
| UNI/TS 11300-4   | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per il riscaldamento di ambienti e la preparazione di acqua calda sanitaria |
| UNI/TR 11328-1   | Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta  |
| UNI EN 15316-4-6 | Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-6: Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici  |

## 2 LEGENDE

### 2.1 LEGENDA SIMBOLI

| SIMBOLO/FORMULA  | U.M.                               | DESCRIZIONE   |
|------------------|------------------------------------|---|
| $z$              | [m]                                | Altitudine s.l.m  |
| $\varphi$        | [°]                                | Latitudine  |
| $\delta$         | [°]                                | Gradiente verticale di temperatura                                  |
| $\theta_{e,avg}$ | [°C]                               | Temperatura giornaliera media mensile dell'aria esterna             |
| $H_h$            | [MJ/m <sup>2</sup> ]               | Irradiazione solare giornaliera media mensile sul piano orizzontale |
| $\varrho$        | -                                  | Riflettanza delle superfici   |
| $W_{pv,tot}$     | [kW <sub>p</sub> ]                 | Potenza di picco complessiva dell'impianto                          |
| $f_p$            | -                                  | Fattore di conversione in energia primaria                          |
| $k_{em}$         | [kgCO <sub>2</sub> /kWh]           | Fattore di emissione per la CO <sub>2</sub>                         |
| $A_{pv,sm}$      | [m <sup>2</sup> ]                  | Area del singolo modulo fotovoltaico, al netto del telaio           |
| $K_{pv}$         | [kW <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ] | Fattore di potenza di picco   |
| $W_{pv,sm}$      | [kW <sub>p</sub> ]                 | Potenza di picco del singolo modulo                                 |

|                     |                       |   |
|---------------------|-----------------------|---|
| $n_m$               | -                     | Numero complessivo di moduli del singolo generatore parziale  |
| $W_{pv,gp}$         | [kW <sub>p</sub> ]    | Potenza di picco del singolo generatore parziale  |
| $f_{pv}$            | -                     | Fattore di efficienza   |
| $\beta$             | [°]                   | Angolo che il modulo forma con il piano orizzontale   |
| $\gamma$            | [°]                   | Angolo di azimuth del modulo: angolo formato dalla normale al piano del collettore e dal piano meridiano del luogo  |
| $E_{pv}$            | [kWh/m <sup>2</sup> ] | Irradiazione solare mensile incidente sull'impianto fotovoltaico  |
| $N$                 | -                     | Numero progressivo del giorno medio del mese  |
| $\delta$            | °                     | Angolo di declinazione del sole   |
| $T, U, V, T_h, U_h$ | -                     | Funzioni intermedie di calcolo  |
| $\omega_s$          | °                     | Angolo orario del tramonto astronomico  |
| $H_o$               | [MJ/m <sup>2</sup> ]  | Irradiazione extratmosferica orizzontale giornaliera  |
| $K_T$               | -                     | Indice di soleggiamento reale   |
| $\omega_1'$         | °                     | Angolo orario del comparire del sole  |
| $\omega_1''$        | °                     | Angolo orario dello scomparire del sole   |
| $\omega_2'$         | °                     | Angolo orario del comparire del sole  |
| $\omega_2''$        | °                     | Angolo orario dello scomparire del sole   |
| $\bar{H}_{gh}$      | [W/m <sup>2</sup> ]   | Irradiazione giornaliera diretta sul piano orizzontale. Valore medio mensile.   |
| $G_o$               | [W/m <sup>2</sup> ]   | Costante solare, pari a 1.367 W/m <sup>2</sup> (valore più recente fornito dal Duffie Beckman 3a edizione 2006, aggiornato rispetto al precedente valore di 1.353 W/m <sup>2</sup> di cui al UNI/TR 11328:2009, tratto quest'ultimo da UNI 8477-1:1983) |
| $\bar{H}_p$         | [W/m <sup>2</sup> ]   | Irradiazione giornaliera diretta sul piano dei moduli. Valore medio mensile.  |
| $\bar{R}_p$         | -                     | Rapporto tra irradiazione giornaliera diretta sul piano dei moduli e sul piano orizzontale. Valore medio mensile.   |
| $\bar{R}$           | -                     | Rapporto tra irradiazione giornaliera totale (diretta+diffusa+riflessa) sulla superficie dei moduli e sul piano orizzontale. Valore medio mensile.  |
| $\bar{H}$           | [MJ/m <sup>2</sup> ]  | Irradiazione giornaliera totale (diretta+diffusa+riflessa) sulla superficie dei collettori. Valore medio mensile.   |
| $E_{pv,gp}$         | [kWh/m <sup>2</sup> ] | Irradiazione solare mensile incidente sul singolo generatore parziale dell'impianto fotovoltaico  |
| $E_{el,pv,out,gp}$  | [kWh]                 | Energia elettrica prodotta dal singolo generatore parziale  |
| $E_{el,pv,out}$     | [kWh]                 | Energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico, somma di quella prodotta dai singoli generatori parziali presenti   |

|   |       |   |
|---|-------|---|
| $Q_{el,del,qa}$                         | [kWh] | Energia elettrica fornita all'edificio, limitatamente alla quota abbattibile con la produzione fotovoltaica, secondo i vincoli previsti da UNI/TS 11300-4. In base a tali vincoli, essa coincide con la somma del fabbisogno di energia elettrica di pompe di calore per climatizzazione e produzione di a.c.s., degli ausiliari degli impianti di produzione di energia dell'edificio e di illuminazione dell'edificio, nel caso di destinazioni non residenziali. |
| $Q_{el,exp} \equiv Q_{en,el,prod,gn,i}$ | [kWh] | Energia elettrica autoprodotta ed utilizzata dall'edificio, secondo i vincoli previsti da UNI/TS 11300-4. Per valutazioni A1 ed A2, essa non può essere superiore alla $Q_{el,del,qa}$ . Essa coincide con la $Q_{en,el,prod,gn,i}$ riportata nella relazione tecnica della centrale cui appartiene il generatore fotovoltaico, dove $gn,i$ è il pedice che lo identifica.  |
| $Q_{sol}$                               | [kWh] | Energia solare immessa nel sottosistema di generazione solare fotovoltaico  |
| $Q_p$                                   | [kWh] | Fabbisogno di energia primaria  |
| $\eta$                                  | -     | Rendimento dell'impianto fotovoltaico   |
| $M_{net,CO_2}$                          | [kg]  | Produzione netta di $CO_2$  |

## 2.2 LEGENDA PEDICI VETTORI ENERGETICI

| PEDICE | DENOMINAZIONE VETTORE ENERGETICO |
|--------|----------------------------------|
| en,sol | Energia solare                   |
| en,el  | Energia elettrica                |



## 4 DATI DELL'IMPIANTO

### 4.1 DATI GENERALI

|   |                    |       |
|---|--------------------|-------|
| Numero di generatori parziali:            | [-]                | 1     |
| Potenza di picco complessiva $W_{pv,tot}$ | [kW <sub>p</sub> ] | 31,12 |

### 4.2 DATI DEI VETTORI ENERGETICI

| Vettore energetico | $f_p$  | $k_{em}$                 |
|--------------------|--------|--------------------------|
|                    | -      | [kgCO <sub>2</sub> /kWh] |
| Energia elettrica  | 2,1740 | 0,4332                   |
| Energia solare     | 0,0000 | 0,0000                   |

## 4.3 DATI DEI SINGOLI GENERATORI PARZIALI

### 4.3.1 GENERATORE PARZIALE Fotovoltaico

| DATI DEI MODULI FOTOVOLTAICI |            |                          |                   |                                    |                    |                      |          |       |                    |                   |                    |
|------------------------------|------------|--------------------------|-------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------|----------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Costruttore                  | Modello    | Tipo di modulo           | $A_{pv,sm}$       | $K_{pv}$                           | $W_{pv,sm}$        | Tipo di integrazione | $f_{pv}$ | $n_m$ | $W_{pv,gp}$        | $\beta(^{\circ})$ | $\gamma(^{\circ})$ |
| -                            | -          | -                        | [m <sup>2</sup> ] | [kW <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> ] | [kW <sub>p</sub> ] | -                    | -        | -     | [kW <sub>p</sub> ] | [ <sup>o</sup> ]  | [ <sup>o</sup> ]   |
| Schueco                      | S 350-PM-2 | Pannello monocristallino | 2,69              | 0,150                              | 0,40               | Moduli non ventilati | 0,7      | 77    | 31,1               | 30,0              | 0,0                |

(\*)  $\beta > 0$  per inclinazione dal piano orizzontale verso l'alto - per  $\beta = 0^{\circ}$  → collettore sul piano orizzontale

(\*\*) per  $\gamma = -90$  → collettore verso E; per  $\gamma = 90$  → collettore verso O

## 5 CALCOLO ENERGETICO

### 5.1 GENERATORE PARZIALE Fotovoltaico

#### 5.1.1 CALCOLO DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SINGOLO GENERATORE PARZIALE

| ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SINGOLO GP |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
|---|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|   |       | GEN     | FEB     | MAR     | APR     | MAG     | GIU     | LUG     | AGO     | SET     | OTT     | NOV     | DIC     | Anno   |
| $E_{el,pv,out,gp}$                        | [kWh] | 1.370,8 | 1.846,1 | 2.474,3 | 3.402,3 | 3.864,3 | 3.803,6 | 4.275,5 | 3.719,8 | 3.361,5 | 2.835,5 | 1.270,9 | 1.010,3 | 33.235 |

### 5.2 CALCOLO DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'INTERO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

| ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
|--|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|  |       | GEN     | FEB     | MAR     | APR     | MAG     | GIU     | LUG     | AGO     | SET     | OTT     | NOV     | DIC     | Anno   |
| $E_{el,pv,out}$                          | [kWh] | 1.370,8 | 1.846,1 | 2.474,3 | 3.402,3 | 3.864,3 | 3.803,6 | 4.275,5 | 3.719,8 | 3.361,5 | 2.835,5 | 1.270,9 | 1.010,3 | 33.235 |

### 5.3 CALCOLO DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'INTERO IMPIANTO FOTOVOLTAICO ED UTILIZZATA DALL'EDIFICIO

| ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO ED UTILIZZATA DALL'EDIFICIO |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
|--|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|  |       | GEN     | FEB     | MAR     | APR     | MAG     | GIU     | LUG     | AGO     | SET     | OTT     | NOV     | DIC     | Anno   |
| $Q_{el,del,ga}$  | [kWh] |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |        |
| $Q_{el,exp} \equiv Q_{en,el,prod,gn,i}$                              | [kWh] | 1.370,8 | 1.846,1 | 2.474,3 | 3.402,3 | 3.864,3 | 3.803,6 | 4.275,5 | 3.719,8 | 3.361,5 | 2.835,5 | 1.270,9 | 1.010,3 | 33.235 |



## 5.6 EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

### 5.6.1 EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> PER VETTORE ENERGETICO E TOTALE

#### 5.6.1.1 VETTORE ENERGIA ELETTRICA

| ENERGIA ELETTRICA                        |       |     |     |       |       |       |       |       |       |       |       |     |     |        |
|--|-------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|--------|
|  |       | GEN | FEB | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV | DIC | Anno   |
| M <sub>net</sub> CO <sub>2, en, el</sub> | [kWh] | 594 | 800 | 1.072 | 1.474 | 1.674 | 1.648 | 1.852 | 1.611 | 1.456 | 1.228 | 551 | 438 | 14.397 |

#### 5.6.1.2 VETTORE ENERGIA SOLARE

| ENERGIA SOLARE                            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|   |       | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC | Anno |
| M <sub>net</sub> CO <sub>2, en, sol</sub> | [kWh] | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0  |

#### 5.6.1.3 TOTALE, PER TUTTI I VETTORI

| ENERGIA TOTALE                   |       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |        |
|----------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
|                                  |       | GEN  | FEB  | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV  | DIC  | Anno   |
| M <sub>net</sub> CO <sub>2</sub> | [kWh] | -594 | -800 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -551 | -438 | -      |
|                                  |       |      |      | 1.072 | 1.474 | 1.674 | 1.648 | 1.852 | 1.611 | 1.456 | 1.228 |      |      | 14.397 |

## 5.7 DATI MENSILI ED ANNUALI DEL GENERATORE

| Mese   | GEN     | FEB     | MAR      | APR      | MAG      | GIU      | LUG      | AGO      | SET      | OTT      | NOV     | DIC     | Anno     |
|--|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Energia elettrica prodotta da fotovoltaico [kWh]                             | 1.370,8 | 1.846,1 | 2.474,3  | 3.402,3  | 3.864,3  | 3.803,6  | 4.275,5  | 3.719,8  | 3.361,5  | 2.835,5  | 1.270,9 | 1.010,3 | 33.235   |
| Energia elettrica fornita per ausiliari [kWh]                                | 0       | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       | 0        |
| Energia elettrica utilizzata dall'edificio [kWh]                             | 6.964,5 | 5.325,0 | 3.624,6  | 915,6    | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 927,4    | 3.522,7 | 6.192,6 | 27.472   |
| Energia elettrica prodotta da fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio [kWh] | 1.370,8 | 1.846,1 | 2.474,3  | 915,6    | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 0,0      | 927,4    | 1.270,9 | 1.010,3 | 9.815,4  |
| Energia elettrica in eccesso rispetto ai fabbisogni [kWh]                    | 0,0     | 0,0     | 0,0      | 2.486,7  | 3.864,3  | 3.803,6  | 4.275,5  | 3.719,8  | 3.361,5  | 1.908,0  | 0,0     | 0,0     | 23.419,3 |
| Rendimento [-] (*)   | 0,1     | 0,1     | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1      | 0,1     | 0,1     | 0,1      |
| Emissioni di CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> ]                           | -593,8  | -799,7  | -1.071,9 | -1.473,9 | -1.674,0 | -1.647,7 | -1.852,1 | -1.611,4 | -1.456,2 | -1.228,3 | -550,5  | -437,6  | -14.397  |
| Quota rinnovabili [kWh]  | 0       | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0       | 0        |

(\*) Per il generatore fotovoltaico ci si riferisce al rendimento elettrico complessivo dell'impianto

# IMPIANTO SOLARE TERMICO:

## RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

|             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| Comune      | <b>OSTELLATO</b>                  |
| Indirizzo   |                                   |
| Committente | Ali s.p.a.                        |
| Progettista | <b>Michelotto Per. Ind. Dario</b> |

## INDICE

- 1 DATI DI PROGETTO
  - 1.1 LOCALITÀ (UNI 10349)
  - 1.2 UTENZA (UNI EN ISO 13790, UNI/TS 11300-2)
- 2 DATI DELL'IMPIANTO
  - 2.1 DESTINAZIONE DELL'IMPIANTO
  - 2.2 DATI DEL CAMPO SOLARE
  - 2.3 DATI DEGLI SCAMBIATORI E DEGLI ACCUMULI SOLARI
  - 2.4 DATI DELLA FONTE AUSILIARIA CONVENZIONALE
  - 2.5 DATI DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO CON TERMINALI ACQUA/ARIA
- 3 RISULTATI DI CALCOLO
  - 3.1 NORME E TESTI DI RIFERIMENTO
  - 3.2 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI
  - 3.3 DETTAGLI DEL CALCOLO DELLA FRAZIONE SOLARE
    - 3.3.1 Risultati parziali
    - 3.3.2 Risultati finali - Frazioni solari riferite al fabbisogno di utenza
    - 3.3.3 Risultati finali - Frazioni solari riferite al fabbisogno di energia primaria

# 1 DATI DI PROGETTO

## 1.1 LOCALITÀ (UNI 10349)

| DATI GEOGRAFICI                   |           |          |       |        |
|-----------------------------------|-----------|----------|-------|--------|
|                                   |           | Alt.     | Lat.  | Grad   |
|                                   |           | [m.s.l.] | [Deg] | [°C/m] |
| Comune                            | OSTELLATO | 2,00     | 44,44 | 0,005  |
| Provincia di riferimento          | FERRARA   | 9,00     | 44,50 |        |
| 2° Prov. per la radiazione solare | ROVIGO    |          | 45,04 |        |

| Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna $T_a$<br>Irradiazione solare globale giornaliera media mensile sul piano orizzontale H |         |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |
|--|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| DESCRIZIONE  | U.M     | GEN  | FEB  | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV  | DIC  |
| Temperatura media mensile $T_a$  | [°C]    | 1,44 | 3,34 | 7,84  | 12,84 | 17,34 | 21,64 | 23,94 | 23,54 | 20,14 | 14,04 | 8,24 | 3,24 |
| Irradiazione media mensile H   | [MJ/m²] | 4,60 | 7,70 | 10,90 | 17,40 | 21,10 | 22,40 | 23,90 | 19,20 | 15,60 | 10,70 | 4,70 | 3,40 |

| Valori mensili della temperatura dell'acqua di rete $T_m$ e relativi fattori di correzione per f-chart |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DESCRIZIONE  | U.M  | GEN   | FEB   | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV   | DIC   |
| Temperatura acqua di rete $T_m$  | [°C] | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| (Xc/X)a.c.s  | -    | 1,17  | 1,15  | 1,09  | 1,02  | 0,95  | 0,88  | 0,84  | 0,84  | 0,91  | 1,01  | 1,09  | 1,15  |

## 1.2 UTENZA (UNI EN ISO 13790, UNI/TS 11300-2)

| Fabbisogni mensili/annui per riscaldamento $Q_{in,d}$ , per produzione a.c.s. $Q_{in,s,w}$ , totale L [MJ] |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--|
| Fabbisogno per a.c.s. $Q_{in,s,w}$   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |  |
| GEN  | FEB   | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV   | DIC   | ANNO   |  |
| 2.161  | 1.952 | 2.161 | 2.091 | 2.161 | 2.091 | 2.161 | 2.161 | 2.091 | 2.161 | 2.091 | 2.161 | 25.441 |  |

## 2 DATI DELL'IMPIANTO

### 2.1 DESTINAZIONE DELL'IMPIANTO

|   |  |  |
|---|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> PRODUZIONE A.C.S. | <input type="checkbox"/> RISCALDAMENTO | <input type="checkbox"/> PRODUZIONE A.C.S. + RISCALDAMENTO |
|---|--|--|

### 2.2 DATI DEL CAMPO SOLARE

| Dati dei collettori solari componenti il campo solare |       |                  |                   |                   |                         |                         |                            |                          |                         |                          |      |
|---|-------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------|
| Cod.  | Prod. | Tipo             | Area lorda        | Area netta        | Inclinaz. $\beta^{(*)}$ | Azimuth $\gamma^{(**)}$ | Fluido                     | Portata $\dot{m} _{use}$ | $F_R U_L _{use}$        | $F_R(\tau\alpha)_n _{u}$ | Q.tà |
| -   | -     | -                | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [deg]                   | [deg]                   | -                          | [kg/s]                   | [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | -                        | n°   |
| Ebner P2  |       | Collettore PIANO | 2,01              | 1,82              | 30,0                    | 45,0                    | Acqua + Glicole al 22.50 % | 0,03                     | 5,015                   | 0,831                    | 7    |

(\*)  $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$ ; - per  $\beta = 0^\circ \rightarrow$  collettore sul piano orizzontale

(\*\*)  $-180^\circ \leq \gamma \leq +180^\circ$ ; per  $\gamma = 0^\circ \rightarrow$  collettore verso S; per  $\gamma = -90^\circ \rightarrow$  collettore verso E; per  $\gamma = 90^\circ \rightarrow$  collettore verso O

| Dati delle tubazioni di ingresso/uscita dal campo solare, esposte all'esterno |                  |                  |                           |                     |
|---|------------------|------------------|---------------------------|---------------------|
| Tubazione di  | Isolante         |                  |                           | Lunghezza $L_i/L_o$ |
|   | Diam. int. $D_1$ | Diam. est. $D_2$ | Cond. Termica $\lambda_1$ |                     |
| -   | [mm]             | [mm]             | [W/(m·K)]                 | [m]                 |
| Ingresso  | 20,00            | 0,00             | 0,000                     | 10,00               |
| Uscita  |                  |                  |                           | 10,00               |

| Dati globali del campo solare |                   |                   |                   |                         |                     |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---------------------|
| Tipo di collegamento          | Area lorda $A_c$  | Area netta        | Portata $\dot{m}$ | $F_R U_L$               | $F_R(\tau\alpha)_n$ |
|                               | [m <sup>2</sup> ] | [m <sup>2</sup> ] | [kg/s]            | [W/(m <sup>2</sup> ·K)] | -                   |
| Parallelo                     | 14,09             | 12,77             | 0,24              | 5,02                    | 0,83                |

## 2.3 DATI DEGLI SCAMBIATORI E DEGLI ACCUMULI SOLARI

| Dati degli scambiatori tra campo ed accumuli solari |            |      |                         |                  |                             |            |
|---|------------|------|-------------------------|------------------|-----------------------------|------------|
| Funzione  | Produttore | Tipo | Efficacia $\varepsilon$ | Fluido lato acc. | Portata lato acc. $\dot{m}$ | $F_R'/F_R$ |
| -   | -          | -    | -                       | -                | [kg/s]                      | -          |
| Acqua calda sanitaria                               |            |      | 0,95                    | Acqua            | 0,23                        | 0,99640    |

| Dati degli accumuli solari |            |                    |                         |                             |  |                         |
|----------------------------|------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|
| Funzione                   | Produttore | Tipo serbatoio (*) | Volume totale $V_{acc}$ | Volume solare $V_{acc,sol}$ | Volume specifico $M = V_{acc,sol}/A_c$ | $(X_c/X)_{V_{acc,sol}}$ |
| -                          | -          | -                  | [dm <sup>3</sup> ]      | [dm <sup>3</sup> ]          | [dm <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> ]    | -                       |
| Acqua calda sanitaria      |            | Monovalente        | 500,00                  | 500,00                      | 35,48                                  | 1,18                    |

(\*) *Monovalente: il serbatoio è fisicamente destinato solo all'accumulo solare;*

*Bivalente: il serbatoio è destinato nella parte bassa all'accumulo solare e nella parte alta ad altra funzione.*

## 2.4 DATI DELLA FONTE AUSILIARIA CONVENZIONALE

| SPECIFICHE DEL GENERATORE: Viessmann Vitodens 200-W WB2B 55kW |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Tipo  | Generatore a condensazione modulante |
| Fluido termovettore   | Acqua                                |
| Valore nominale della potenza termica utile Pn                | 54,40 [kW]                           |
| Combustibile utilizzato                                       | Metano                               |
| <b>Rendimento termico utile a Pn:</b>                         |                                      |
| - valore di progetto  | 106,8 [%]<br>0                       |
| - valore minimo prescritto dal regolamento                    | 96,47 [%] ( 93.00 +2logPn)           |
| <b>Rendimento termico utile al 30 % Pn:</b>                   |                                      |
| - valore di progetto  | 107,8 [%]<br>0                       |
| - valore minimo prescritto dal regolamento                    | 90,21 [%] (85+3logPn)                |

| SPECIFICHE DEL GENERATORE: WISDOMR_504         |   |
|--|---|
| Tipo   | A ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico |
| Fluido termovettore                            | Aria  |
| Valore nominale della potenza termica utile Pn | 206,00 [kW]   |
| Combustibile utilizzato                        | Non applicabile   |
| <b>Rendimento termico utile a Pn:</b>          |   |
| - valore di progetto                           | 122,7 [%]<br>6  |
| - valore minimo prescritto dal regolamento     | 92,31 [%] (90+logPn)  |

# RISULTATI DI CALCOLO

## 2.5 NORME E TESTI DI RIFERIMENTO

| ARGOMENTO                                    | TIPO FONTE    | TITOLO   |
|--|---------------|--|
| Calcolo della frazione solare metodo f-CHART | Testo         | Solar Engineering of thermal processes - Third edition - 2006 - John A. Duffie & William A. Beckman - ISBN 0-471-69867-9   |
|  | Norma tecnica | UNI 8477-2:1985 "Energia Solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi".                                      |
|  | Norma tecnica | prEN 15316-4-3 March 2007 - Heating systems in building - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat generation systems, thermal solar systems. |

## 2.6 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI

**TABELLA (2.1) : RIEPILOGO PER IMPIANTO SOLARE INTEGRANTE IMPIANTO CONVENZIONALE DEDICATO A SOLA PRODUZIONE DI A.C.S.**

| Descrizione  | Grandezza |       | Simbolo/formula   | u.m.                          | Valore       |
|--|-----------|-------|---|-------------------------------|--------------|
|  | Utenza    |       |   |                               |              |
|  | Risc.     | a.c.s |   |                               |              |
| Radiazione globale annua incidente sul campo solare  | -         | -     | $A_c \cdot \sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m$   | [MJ / Anno]                   | 74.401,54    |
| Radiazione globale annua areica, incidente sul campo solare  | -         | -     | $\sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m$   | [MJ / Anno · m <sup>2</sup> ] | 5.280,04     |
| Energia annua fornita dall'impianto solare alle utenze   | -         | X     | $\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}$  | [MJ / Anno]                   | 18.127,53    |
| <b>Rendimento dell'impianto solare</b>   | -         | X     | $\left( \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}}{A_c \cdot \sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m} \right) \cdot 100$ | %                             | <b>24,36</b> |
| Fabbisogno annuo di energia delle utenze   | -         | X     | $\sum_{m=1}^{12} Q_{in,s,w,m}$  | [MJ / Anno]                   | 25.441,42    |
| <b>Frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze</b>   | -         | X     | $\mathcal{F}_{acs} = \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}}{\sum_{m=1}^{12} Q_{in,s,w,m}} \cdot 100$           | %                             | 71,25        |
| <b>Eventuale valore minimo di legge, della frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze</b> | -         | X     | $\mathcal{F}_{acs,min}$   | %                             | <b>50,00</b> |

|   |   |   |  |             |                |
|---|---|---|--|-------------|----------------|
| <b>Valore minimo di progetto della frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze</b>  | - | X | $\mathcal{F}_{acs,prog}$   | %           | <b>50,00</b>   |
| Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare   | - | X | $(Q_{w,S})_{fc}$   | [MJ / Anno] | 5.441,06       |
| Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare  | - | X | $(Q_{w,S})_{fc+is}$  | [MJ / Anno] | 12.936,59      |
| <b>Frazione solare annua riferita al fabbisogno di energia primaria della fonte convenzionale</b>   | - | X | $\mathcal{F}_{EP,acs} = \frac{(Q_{w,S})_{fc} - (Q_{w,S})_{fc+is}}{(Q_{w,S})_{fc}} \cdot 100$ | %           | <b>-137,76</b> |
| <b>Eventuale valore minimo di legge, della frazione solare annua, riferita al fabbisogno di energia primaria della fonte convenzionale.</b> | - | X | $\mathcal{F}_{EP,acs,min}$   | %           | <b>50,00</b>   |

**TABELLA (2.2) : RIEPILOGO PER IMPIANTO SOLARE INTEGRANTE IMPIANTO CONVENZIONALE DEDICATO A SOLA PRODUZIONE DI A.C.S.**

| Descrizione  | Grandezza |       | Simbolo/formula               | u.m.   | Valore  |
|--|-----------|-------|-------------------------------|--|---------|
|  | Utenza    |       |                               |  |         |
|  | Risc.     | a.c.s |                               |  |         |
| Consumo annuo di combustibile, in assenza di impianto solare       | -         | X     | $(F_{comb,w,S})_{fc}$         | [kg/anno]<br>oppure<br>[Std<br>m <sup>3</sup> /anno] | 151,23  |
| Consumo annuo di combustibile, in presenza di impianto solare      | -         | X     | $(F_{comb,w,S})_{fc+is}$      | [kg/anno]<br>oppure<br>[Std<br>m <sup>3</sup> /anno] | 310,04  |
| Risparmio annuo di combustibile assoluto                           | -         | X     | $(\Delta F_{comb,w,S})_{ass}$ | [kg/anno]<br>oppure<br>[Std<br>m <sup>3</sup> /anno] | -158,81 |
| Consumo annuo di energia elettrica, in assenza di impianto solare  | -         | X     | $(Q_{e,w,S})_{fc}$            | [kWh / Anno]   | 3,76    |
| Consumo annuo di energia elettrica, in presenza di impianto solare | -         | X     | $(Q_{e,w,S})_{fc+is}$         | [kWh / Anno]   | 235,38  |
| Risparmio annuo di energia elettrica assoluto                      | -         | X     | $(\Delta Q_{e,w,S})_{ass}$    | [kWh / Anno]   | -231,63 |

## 2.7 DETTAGLI DEL CALCOLO DELLA FRAZIONE SOLARE

### LEGENDA

| SIMBOLO/FORMULA  | U.M.                     | DESCRIZIONE   |
|--|--------------------------|---|
| $F_R U_L$  | [W/(m <sup>2</sup> · K)] | Parametro caratteristico del campo solare   |
| $F_R'/F_R$   | -                        | Fattore relativo alla presenza dello scambiatore tra campo solare e accumulo solare   |
| $\overline{T}_a$   | [°C]                     | Media mensile della temperatura esterna   |
| $\Delta t$   | [s]                      | Numero di secondi nel mese  |
| $A_c$  | [m <sup>2</sup> ]        | Area lorda globale del campo solare   |
| $Q_{in,d}$   | [MJ / Mese]              | Fabbisogno termico mensile per riscaldamento dell'utenza  |
| $Q_{in,s,w}$   | [MJ / Mese]              | Fabbisogno termico mensile per produzione a.c.s. dell'utenza  |
| $L = Q_{in,d} + Q_{in,s,w}$  | [MJ / Mese]              | Fabbisogno totale dell'utenza   |
| $X$  | -                        | Parametro adimensionale di f-chart  |
| $(X_c/X)_{Vacc,sol}$   | -                        | Fattore di correzione di X, per effetto del volume di accumulo  |
| $(X_c/X)_{a.c.s.}$   | -                        | Fattore di correzione di X, per la funzione acs   |
| $X_c = X \cdot \left(\frac{X_c}{X}\right)_{acc,sol} \cdot \left(\frac{X_c}{X}\right)_{a.c.s.}$ | -                        | Valore del parametro X, a valle delle correzioni per accumulo e per la funzione acs   |
| $F_R(\tau\alpha)_n$  | -                        | Parametro caratteristico del campo solare   |
| $\frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n}$   | -                        | Rapporto tra la media mensile del prodotto trasmissione-assorbimento ed il valore del tale prodotto per incidenza normale della radiazione. |
| $\overline{H}_T$   | [MJ/m <sup>2</sup> ]     | Radiazione giornaliera media mensile incidente sull'unità di superficie del collettore  |
| $N$  | Giorni/mese              | Numero di giorni del mese   |
| $Y$  | -                        | Parametro adimensionale di f-chart  |
| $(Y_c/Y)$  | -                        | Fattore di correzione di Y, per impianti di riscaldamento con terminali acqua/aria con ventilazione forzata o naturale                      |
| $Y_c = Y \cdot \left(\frac{Y_c}{Y}\right)$   | -                        | Valore del parametro Y, a valle della correzione per impianti di riscaldamento con terminali acqua/aria con ventilazione forzata o naturale |
| $f$  |                          | Frazione solare mensile complessiva per le due funzioni   |
| $\mathcal{F}_{risc}$   | %                        | Frazione solare annua, in termini di fabbisogno di utenza, per la quota riscaldamento   |

## LEGENDA

| SIMBOLO/FORMULA          | U.M.        | DESCRIZIONE   |
|--------------------------|-------------|---|
| $\mathcal{F}_{acs}$      | %           | Frazione solare annua, in termini di fabbisogno di utenza, per la quota a.c.s.  |
| $\mathcal{F}$            | %           | Frazione solare annua, in termini di fabbisogno di utenza, complessiva per le due funzioni  |
| $(Q_a)_{fc}$             | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Totale per le due funzioni.                               |
| $(Q_a)_{fc+is}$          | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Totale per le due funzioni.                              |
| $(Q_a)_{fc,j}$           | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. , riferito al j-esimo mese. Totale per le due funzioni. |
| $(Q_a)_{fc+is,j}$        | [MJ / Mese] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s., riferito al j-esimo mese. Totale per le due funzioni.   |
| $(Q_a)_{fc,acs}$         | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Quota acs.  |
| $(Q_a)_{(fc+is),acs}$    | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Quota acs.   |
| $(Q_a)_{fc,acs,j}$       | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. , riferito al j-esimo mese. Quota acs.                  |
| $(Q_a)_{(fc+is),acs,j}$  | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s., riferito al j-esimo mese. Quota acs.                  |
| $(Q_a)_{fc,risc}$        | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Quota riscaldamento.                                      |
| $(Q_a)_{(fc+is),risc}$   | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. Quota riscaldamento.                                     |
| $(Q_a)_{fc,risc,j}$      | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s. , riferito al j-esimo mese. Quota riscaldamento.        |
| $(Q_a)_{(fc+is),risc,j}$ | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati riscaldamento+a.c.s., riferito al j-esimo mese. Quota riscaldamento.        |
| $(Q_{w,s})_{fc}$         | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati solo a.c.s.  |
| $(Q_{w,s})_{fc+is}$      | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati solo a.c.s.   |
| $(Q_{w,s})_{fc,j}$       | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati solo a.c.s. , riferito al j-esimo mese                                       |
| $(Q_{w,s})_{fc+is,j}$    | [MJ / Mese] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati solo a.c.s., riferito al j-esimo mese   |
| $(Q_s)_{fc}$             | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati solo riscaldamento   |
| $(Q_s)_{fc+is}$          | [MJ / Anno] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati solo riscaldamento  |
| $(Q_s)_{fc,j}$           | [MJ / Mese] | Fabbisogno mensile di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare, per impianti dedicati solo riscaldamento. , riferito al j-esimo mese                               |
| $(Q_s)_{fc+is,j}$        | [MJ / Mese] | Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare, per impianti dedicati solo riscaldamento, riferito al j-esimo mese                                  |
| $P_{funz}$               | -           | Frazione del fabbisogno d'utenza complessivo mensile attribuibile alla funzione in esame (acs o riscaldamento, solo per impianti combinati)   |

|            |   |   |
|------------|---|---|
| $f_{acs}$  | - | Frazione solare mensile del fabbisogno d'utenza, attribuibile alla funzione acs           |
| $f_{risc}$ | - | Frazione solare mensile del fabbisogno d'utenza, attribuibile alla funzione riscaldamento |

## 2.7.1 Risultati parziali

TABELLA (4) – RISULTATI PARZIALI

Funzione: Acqua calda sanitaria

|  | GEN       | FEB       | MAR       | APR       | MAG       | GIU       | LUG       | AGO       | SET       | OTT       | NOV       | DIC       | ANNO   |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| $Fr_{Ut}$  | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      | 5,02      |        |
| $Fr'/Fr$   | 0,9964    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |        |
| $\overline{T_a}$                                 | 1,44      | 3,34      | 7,84      | 12,84     | 17,34     | 21,64     | 23,94     | 23,54     | 20,14     | 14,04     | 8,24      | 3,24      |        |
| $\Delta t$                                       | 2.678.400 | 2.419.200 | 2.678.400 | 2.592.000 | 2.678.400 | 2.592.000 | 2.678.400 | 2.678.400 | 2.592.000 | 2.678.400 | 2.592.000 | 2.678.400 |        |
| $Q_{in,s,w}$                                     | 2.161     | 1.952     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 25.441 |
| $L$  | 2.161     | 1.952     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 2.091     | 2.161     | 25.441 |
| $X$  | 7,80      | 7,65      | 7,29      | 6,90      | 6,54      | 6,20      | 6,02      | 6,05      | 6,32      | 6,80      | 7,26      | 7,66      |        |
| $(X_c/X)_{vac}$<br>$c_{sol}$                     | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      | 1,18      |        |
| $(X_c/X)_{a.c.}$<br>$s.$                         | 1,17      | 1,15      | 1,09      | 1,02      | 0,95      | 0,88      | 0,84      | 0,84      | 0,91      | 1,01      | 1,09      | 1,15      |        |
| $X_c$  | 10,78     | 10,36     | 9,39      | 8,31      | 7,34      | 6,41      | 5,92      | 6,00      | 6,74      | 8,05      | 9,31      | 10,39     |        |
| $Fr(\tau\alpha)_n$                               | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      | 0,83      |        |
| $\frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n}$ | 0,90      | 0,91      | 0,92      | 0,92      | 0,92      | 0,91      | 0,92      | 0,92      | 0,92      | 0,91      | 0,90      | 0,89      |        |
| $\overline{H_T}$                                 | 6,35      | 9,82      | 12,31     | 18,25     | 20,65     | 21,37     | 23,10     | 19,65     | 17,45     | 13,71     | 6,19      | 4,46      |        |
| $N$  | 31        | 28        | 31        | 30        | 31        | 30        | 31        | 31        | 30        | 31        | 30        | 31        |        |
| $Y$  | 0,86      | 1,36      | 1,71      | 2,55      | 2,87      | 2,96      | 3,00      | 2,74      | 2,45      | 1,90      | 0,85      | 0,60      |        |

## 2.7.2 Risultati finali - Frazioni solari riferite al fabbisogno di utenza

Tabella (5.2) – Frazione solare per produzione a.c.s.

|                                 | GEN             | FEB   | MAR   | APR   | MAG   | GIU   | LUG   | AGO   | SET   | OTT   | NOV  | DIC  | ANNO   |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| $f_{acs}$                       | 0,23            | 0,52  | 0,70  | 0,97  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 1,00  | 0,81  | 0,26 | 0,06 | 0,71   |
| $f_{acs} \cdot Q_{in,s}$<br>$w$ | 493             | 1.011 | 1.513 | 2.030 | 2.161 | 2.091 | 2.161 | 2.161 | 2.091 | 1.754 | 541  | 122  | 18.128 |
|                                 | <b>Facs (%)</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      | 71,25  |

### 2.7.3 Risultati finali - Frazioni solari riferite al fabbisogno di energia primaria

Tabella (6.2) - Frazione solare per produzione a.c.s.

|  | GEN                          | FEB    | MAR   | APR  | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT  | NOV    | DIC    | ANNO    |
|--|------------------------------|--------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|---------|
| $(Q_{w,s})_{ic,j}$                       | 644                          | 555    | 545   | 452  | 398 | 320 | 295 | 301 | 343 | 449  | 521    | 616    | 5.441   |
| $(Q_{w,s})_{ic+is,j}$                    | 2.400                        | 1.596  | 1.321 | 685  | 216 | 216 | 242 | 206 | 177 | 993  | 2.154  | 2.732  | 12.937  |
| $(Q_{w,s})_{ic,j} - (Q_{w,s})_{ic+is,j}$ | -1.756                       | -1.040 | -776  | -232 | 182 | 104 | 53  | 96  | 166 | -544 | -1.632 | -2.115 | -7.496  |
|  | <b>FEP<sub>acs</sub> (%)</b> |        |       |      |     |     |     |     |     |      |        |        | -137,76 |

#### Confronto tra fabbisogni di energia primaria

