# COMUNE DI MONTERONI D'ARBIA (SI)

# Realizzazione della nuova scuola materna di Ponte d'Arbia



*Il Responsabile del Procedimento:* **Arch. Anna Calocchi**


*Concorrente*

**CONSORZIO NAZIONALE COOPERATIVE DI PRODUZIONE E LAVORO "CIRO MENOTTI" S.C.p.A.**
**Via Traversari 63**
48121 - RAVENNA

*R.T.P. di progettazione*

**Settanta7 Studio Associato**
Arch. Daniele Rangone

**Settanta7 Studio Associato**
Arch. Elena Rionda

**ANSALDI**
**STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI**
Ing. Alessandro Ansaldi

**ANSALDI**
**STUDIO INGEGNERI ASSOCIATI**
Ing.Riccardo Ansaldi

**Arch. Rossi Fioravanti Tommaso**

**Ing. Luca Lussorio**

**Ing. Paoletti Francesco**

**Arch. Marina Castrovillari**


PROGETTO ESECUTIVO

MontDA_E
ITF
**006**

## RELAZIONE TECNICA EX L.10/91

**Novembre 2015**


*Questo elaborato è di proprietà del R.T.P. sopra citato. Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata .*

# RELAZIONE TECNICA COME DISPOSTO DALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Applicazione del Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192 con aggiornamenti al:
Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311
Decreto Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59
Decreto Legislativo 03 Marzo 2011, n. 28

**Modello tipo come previsto dall'allegato E del D.lgs 192- G.U. n. 222 del 23/09/05**

**come modificato dal D.lgs 311 del 29/12/2006- G.U. n. 26 del 01/02/2007**

**OPERE RELATIVE AD EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O ALL' AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI QUANDO L'INTERVENTO SUPERA DEL 20 % IL VOLUME ATTUALE**

| | |
|---|---|
| Comune | **MONTERONI D'ARBIA** |
| Indirizzo | **Ponte D'Arbia** |
| Committente | **Comune di Monteroni D'Arbia** |
| | |
| Progettista | **Dott. Ing. Francesco Paoletti** |

**ATTESTAZIONE DI DEPOSITO**

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **MONTERONI D'ARBIA** in data odierna al n°_____

Timbro Data Firma del funzionario

# 1 - INFORMAZIONI GENERALI

| | | |
|---|---|---|
| Comune di | MONTERONI D'ARBIA | |
| Provincia | SIENA | |
| Progetto per la realizzazione di | Nuova Scuola Materna | |
| Sito in | Ponte D'Arbia | |
| Permesso a costruire n° | | Del: |
| Classificazione dell'edificio | **Unità immobiliare** | **Classificazione** |
| | **Asilo** | **E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili** |
| Numero delle unità abitative | 1 | |
| Committente | Comune di Monteroni D'Arbia | |
| Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio | Dott. Ing. Francesco Paoletti | |
| Direttore(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio | | |

☑ L'edificio (o complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'art. 5 comma 15 del d.p.r. 26/08/93, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del decreto legislativo

# 2 - FATTORI TIPOLOGICI DI EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

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

X 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 | **1621** [GG] |
| Temperatura minima di progetto | **-1** [°C] |

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

| Unità immobiliari centralizzate | T. Int. | U. Int. | V. Lordo | S. Lorda | S/V | S.Utile |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | [°C] | [%] | [m³] | [m²] | [m⁻¹] | [m²] |
| Centrale: **CT** | 20,00 | 65,00 | 1.978,84 | 9.927,27 | 5,02 | 116,70 |
| Unità immobiliare: **Asilo** | | | 1.978,84 | 9.927,27 | 5,02 | 116,70 |

# 5 - DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

## 5.1 - Impianti termici

### a) Descrizione impianto

- **Tipologia**
  L'impianto di climatizzazione è alimentato da una pompa di calore aerotermica ad alta efficienza ad iniezione di vapore per ottimizzare i rendimenti anche in regime di produzione di acqua calda sanitaria.

- **Sistemi di generazione**
  Pompa di calore aerotermica

- **Sistemi di termoregolazione**
  Cronotermostato ambiente programmabile giornaliero e settimanale con più livelli di temperatura
  Termostati ambiente nei vani con destinazione di servizio.

**Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica**
Non previsti.

**Sistemi di distribuzione del vettore termico**
La distribuzione del calore in ambiente avverrà tramite pannelli radianti, dimensionati per garantire anche il raffrescamento estivo. I terminali saranno indipendenti ambiente per ambiente, ed ogni ambiente sarà dotato di proprio termostato e pannello di controllo. In questo modo la climatizzazione può essere attivata secondo necessità rendendo possibile un funzionamento intermittente dell'impianto in modo da garantire significativi risparmi energetici. Nei locali adibiti a servizi si utilizzeranno fancoil operanti a bassa temperatura.
L'impiego di terminali a bassa temperatura ottimizza e massimizza il rendimento di produzione della pompa di calore.
La distribuzione dei fluidi termovettori avverrà tramite dorsale e stacchi ai collettori con percorsi studiati per contenere al massimo la lunghezza delle tubazioni e quindi minimizzare le perdite di calore della rete distributiva e la potenza per il pompaggio dei fluidi.

**Sistemi di ventilazione forzata: tipologia**
Il rinnovo dell'aria sarà del tipo forzato con recupero di calore, integrato da ricambio naturale. Viene scelta una tipologia forzata in quanto in grado di garantire un costante ed accurato ricambio dell'aria. Il ricambio dell'aria nelle giuste proporzioni è fondamentale per il benessere delle persone e per la salubrità degli ambienti.
Sarà realizzato tramite unità a recupero quasi totale di calore (recupero di calore > 90%). Tale sistema sarà poi integrato da un sistema di ventilazione naturale, che sfruttando l'effetto camino favorito dalla conformazione dell'edificio, permette, nelle mezze stagioni, un valido ricambio dell'aria ed al contempo un raffrescamento passivo dell'edificio.

**Sistemi di accumulo termico: tipologia**
Serbatoio inerziale per acqua calda/refrigerata capacità 500 l
Bollitore solare capacità 300 l

**Sistemi di produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria**
Produzione di ACS tramite pompa di calore aerotermica ad iniezione di vapore con integrazione tramite pannelli solari termici.

L'impianto solare sarà dimensionato in modo da coprire oltre il 60% del fabbisogno di acqua calda sanitaria dell'edificio.

**Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW [in gradi francesi]**
**15 °F**

## b) Specifiche dei generatori di energia (rendimenti come da Art.4 del DPR 59/09)

| Specifiche del generatore: Pompa di calore elettrica - Prospetto 30 | |
|---|---|
| Tipo | Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico |
| Fluido termovettore | |

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

**Tipo di conduzione prevista** (*) Continua con attenuazione notturna ( ) Intermittente

**Sistema di telegestione dell'impianto termico**

Non previsto

**Sistema di regolazione climatica in centrale termica**

**Non prevista**

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

**Numero di apparecchi**

8

**Descrizione sintetica delle funzioni**

Cronotermostato ambiente programmabile giornaliero e settimanale con più livelli di temperatura

Termostato ambiente

Valvola con testa termostatica

**Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore**

2

**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**

7

**Descrizione sintetica dei dispositivi**

Termostato ambiente

Valvola con testa termostatica

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

**Numero di apparecchi**

0

**Descrizione sintetica del dispositivo**

## e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Pannelli radianti a pavimento

Fancoil

Radiatori tipo scaldasalviette in acciaio

## f) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione

Conforme a DPR 412/93

### g) Specifiche della/e pompa/e di circolazione

A giri variabili

### h) Impianti solari termici

Descrizione e caratteristiche tecniche

Vedi allegato

### i) Schemi funzionali degli impianti termici

Vedi allegati

## 5.2 - Impianti fotovoltaici

Descrizione e caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Vedi relazione tecnica specifica

## 5.3 - Altri impianti

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

# 6 - PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

## a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

- Caratteristiche termiche, idrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio
- Confronto con i valori limite di cui all' allegato c al d.lgs. n. 311/06

*Vedi allegati alla presente relazione*

- Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio
  Confronto con i valori limite di cui all' allegato c al d.lgs. n. 311/06
  *Vedi allegati alla presente relazione*
  Classe di permeabilità all'aria dei serramenti

- Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate

- Attenuazione dei ponti termici

- Trasmittanza termica degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti
  Confronto con i valori limite di cui all'Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09
  *Vedi allegati alla presente relazione*

- Verifica termo igrometrica
  *Vedi allegati alla presente relazione*

# Calcoli relativi alla centrale: CT

## Valori di ventilazione

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| **Unità immobiliare** | **Asilo** | |
| **Zona** | **Asilo** | |
| Numero di ricambi medi giornalieri | 0,3 | [Vol/h] |
| Portata d'aria di ricambio | 37,56 | [m³/h] |
| Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso | 37,56 | [m³/h] |
| Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso | 90 | [%] |
| **Zona** | **Servizio** | |
| Numero di ricambi medi giornalieri | 0,3 | [Vol/h] |
| Portata d'aria di ricambio | 49,96 | [m³/h] |
| Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso | 49,96 | [m³/h] |
| Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso | 90 | [%] |
| **Zona** | **Bagni** | |
| Numero di ricambi medi giornalieri | 0,3 | [Vol/h] |
| Portata d'aria di ricambio | 28,01 | [m³/h] |
| Portata d'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso | 28,01 | [m³/h] |
| Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso | 90 | [%] |

## Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Rendimento di produzione | 187,81 | [%] |
| Rendimento di regolazione | 98,00 | [%] |
| Rendimento di distribuzione | 99,57 | [%] |
| Rendimento di emissione | 97,75 | [%] |

## Verifica della quota di energia rinnovabile prodotta come previsto dal D.Lgs. 28 del 03/03/11

### Impianti alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Quantità di energia da fonte energetica rinnovabile | **4.281,14** | [kWh] |
| Fabbisogno di energia primaria totale | **6.520,22** | [kWh] |
| Percentuale di copertura dei consumi previsti | **65,66** | [%] |
| Valore limite ai sensi del co. 1 Allegato 3 | **55,00** | [%] |

### Impianti alimentati da fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Quantità di energia da fonte energetica rinnovabile | **17.180,76** | [kWh] |
| Fabbisogno di energia primaria totale | **29.820,89** | [kWh] |
| Percentuale di copertura dei consumi previsti | **57,61** | [%] |
| Valore limite ai sensi del co. 1 Allegato 3 | **22,00** | [%] |

### Produzione elettrica di impianti alimentati da fonti rinnovabili

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Potenza elettrica da fonte energetica rinnovabile | **10,01** | [kW] |
| Potenza elettrica minima ai sensi del co. 3 Allegato 3 | **5,61** | [kW] |

## Verifica dei consumi previsti

### Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| **Metodo di calcolo utilizzato** | **UNI EN ISO 13790** | |
| **Valore di progetto** | **2,14** | **[kWh/m³anno]** |
| **Valore limite riportato nell'allegato C del D.lgs 311/06** | **17,04** | **[kWh/m³anno]** |
| Fabbisogno di combustibile: | | |
| Pompa di calore elettrica - Prospetto 30 | 0 | [Nm³/anno] |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete | 1.950,38 | [kWhe/anno] |
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale | 3.365,44 | [kWhe/anno] |

### Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| **Metodo di calcolo utilizzato** | **UNI EN ISO 13790** | |
| **Valore di progetto** | **1,24** | **[kWh/m³anno]** |
| **Valore limite riportato nell' art. 4 del D.P.R. 59/09** | **10,00** | **[kWh/m³anno]** |

### Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Valore di progetto | 4,76 | [kJ/(m³ GG)] |

## Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

| DESCRIZIONE | VALORE | U.M |
|---|---|---|
| Fabbisogno di combustibile: | | |
| Pompa di calore elettrica - Prospetto 30 | 0 | [Nm³/anno] |
| Fabbisogno di energia elettrica da rete | 214,80 | [kWhe/anno] |
| Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale | 7.544,93 | [kWhe/anno] |

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

# 8 - VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

# 9 - DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare
- Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
- Schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti termici.
- Tabella con indicazione delle caratteristiche termiche, igrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.

# 10 - DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Dott. Ing. Francesco Paoletti, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze, numero di iscrizione 3611, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15 commi 1 e 2 del decreto legislativo del 19 Agosto 2005 n. 192 di attuazione della direttiva 2002/91CE, modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311 G.U. Serie Generale n. 26 del 01/02/07 e aggiornato dal Decreto del Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59 G.U. Serie Generale n. 132 del 10/06/09

**dichiara**

sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91CE;
b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data: 01/12/20153

Il progettista



# Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
   Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
   Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

3. Trasmittanza termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari

4. Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio.
   Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

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

6. Giustificativo Art.4, Comma 8, DPR 59/09 (Verifica rapporto superfici Vetrate - superfici utili del fabbricato/unità immobiliare).

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

## Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

## LEGENDA

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

## Stru3 - Parete xlam

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore totale [cm]: | 32,30 | Massa superficiale [kg/m²] | 49,40 |
| **CONDUTTANZA UNITARIA** | | **RESISTENZA UNITARIA** | |
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 7,69 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |
| **TRASMITTANZA** | | **RESISTENZA TERMICA** | |
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 0,12 | Tot. [(m²·K)/W]: | 8,10 |
| Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]: | 0,12 | Tot. adottata [(m²·K)/W]: | 8,10 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno) | s [cm] | λ [W/m°C] | C [W/m²°C] | ρ [kg/m³] | $\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa] | $\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa] | R [m²°C/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 208 | Abete-flusso perpendicolare | 10,00 | 0,120 | | 450,00 | 3,22 | 3,54 | 0,83 |
| WE G100 | Weber G100 | 22,00 | 0,031 | | 20,00 | 2,76 | 3,03 | 7,10 |
| 7 | Intonaco di calce e gesso | 0,30 | 0,700 | | 1.400,00 | 19,30 | 21,23 | 0,00 |

## Trasmittanza termica parete opaca

| | | |
|---|---|---|
| La struttura opaca è del tipo | **Verticale** | |
| Trasmittanza della struttura calcolata | **0,123** | **[W/(m²·K)]** |

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

## Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06

## LEGENDA

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

## Stru1 - Copertura in lamiera grecata

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore totale [cm]: | 28,16 | Massa superficiale [kg/m²] | 60,75 |
| **CONDUTTANZA UNITARIA** | | **RESISTENZA UNITARIA** | |
| 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 |
| **TRASMITTANZA** | | **RESISTENZA TERMICA** | |
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 0,16 | Tot. [(m²·K)/W]: | 6,39 |
| Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]: | 0,16 | Tot. adottata [(m²·K)/W]: | 6,39 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno) | s [cm] | λ [W/m°C] | C [W/m²°C] | ρ [kg/m³] | $\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa] | $\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa] | R [m²°C/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 208 | Abete-flusso perpendicolare | 3,30 | 0,120 | | 450,00 | 3,22 | 3,54 | 0,28 |
| Aluvapor Tender | Membrana BITUVER ALUVAPOR TENDER | 0,16 | | 6.250.000,00 | 1.250,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 145 | Feltro res. rocce feldspatiche | 22,00 | 0,038 | | 100,00 | 149,61 | 164,57 | 5,79 |
| Polimat | Membrana BITUVER POLIMAT 4 MM P | 0,40 | | 42,50 | 1.200,00 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 208 | Abete-flusso perpendicolare | 2,00 | 0,120 | | 450,00 | 3,22 | 3,54 | 0,17 |
| 303 | Alluminio | 0,30 | 220,000 | | 2.700,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

## Trasmittanza termica parete opaca

| | | |
|---|---|---|
| La struttura opaca è del tipo | **Orizzontale/Inclinata** | |
| Trasmittanza della struttura calcolata | **0,16** | **[W/(m²·K)]** |

## Stru2 - Pavimento su terreno

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore totale [cm]: | 61,00 | Massa superficiale [kg/m²] | 532,14 |
| **CONDUTTANZA UNITARIA** | | **RESISTENZA UNITARIA** | |
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 5,88 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,17 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 25,00 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |
| **TRASMITTANZA** | | **RESISTENZA TERMICA** | |
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 0,22 | Tot. [(m²·K)/W]: | 4,55 |
| Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]: | 0,22 | Tot. adottata [(m²·K)/W]: | 4,55 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno) | s [cm] | λ [W/m°C] | C [W/m²°C] | ρ [kg/m³] | $\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa] | $\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa] | R [m²°C/W] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1200 | Calcestruzzo ordinario | 8,00 | 1,280 | | 2.200,00 | 2,76 | 3,03 | 0,06 |
| 1700 | Isolante15 | 3,00 | 0,034 | | 30,00 | 0,04 | 0,04 | 0,88 |
| XPS-Duplicate1 | Pannello ISOVER XPS | 10,00 | 0,036 | | 30,00 | 1,93 | 2,12 | 2,78 |
| 1200 | Calcestruzzo ordinario | 6,00 | 1,280 | | 2.200,00 | 2,76 | 3,03 | 0,05 |
| 1008 | Intercapedine aria PAV. 100mm | 24,00 | 0,520 | | 1,00 | 193,00 | 212,30 | 0,46 |
| 1201 | Sottofondo in cls magro | 10,00 | 0,930 | | 2.200,00 | 2,76 | 3,03 | 0,11 |

## Trasmittanza termica parete opaca

| | | |
|---|---|---|
| La struttura opaca è del tipo | **Orizzontale/Inclinata** | |
| Trasmittanza della struttura calcolata | **0,22** | **[W/(m²·K)]** |

# 3) Trasmittanza termica degli elementi divisori tra unità immobiliari

## LEGENDA

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

## Stru5 - divisorio15

| | | | |
|---|---|---|---|
| Spessore totale [cm]: | 15,00 | Massa superficiale [kg/m²] | 86,04 |
| **CONDUTTANZA UNITARIA** | | **RESISTENZA UNITARIA** | |
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 7,69 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,13 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 7,69 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,13 |
| **TRASMITTANZA** | | **RESISTENZA TERMICA** | |
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 1,66 | Tot. [(m²·K)/W]: | 0,60 |
| Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]: | 1,66 | Tot. adottata [(m²·K)/W]: | 0,60 |

| Cod. | DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno) | s [cm] | λ [W/m°C] | C [W/m²°C] | ρ [kg/m³] | $\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa] | $\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa] | R [m²°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 |

## Trasmittanza termica del divisorio

| | | |
|---|---|---|
| La struttura divisoria è del tipo | **Verticale** | |
| Trasmittanza termica U | **1,656** | **[W/(m²·K)]** |
| Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09 | **0,800** | **[W/(m²·K)]** |
| **Confronto con i valori limite - La struttura è verificata** | **No** | |

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

## LEGENDA

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

## W0 - F02

| CONDUTTANZA UNITARIA | | RESISTENZA UNITARIA | |
|---|---|---|---|
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 8,14 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,12 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 23,26 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |

| TRASMITTANZA | | RESISTENZA TERMICA | |
|---|---|---|---|
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 1,72 | Tot. [(m²·K)/W]: | 0,58 |

| TIPOLOGIA | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²°C] | Uf [W/m²°C] | Ul [W/m°C] | Uw [W/m²°C] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SERRAMENTO SINGOLO | 0,71 | 0,29 | 3,36 | 1,20 | 1,70 | 0,11 | 1,72 |

## Trasmittanza termica del componente trasparente

| | |
|---|---|
| Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m²·K)] | **1,717** |
| Trasmittanza centrale del vetro [W/(m²·K)] | **1,200** |

## W1 - F01

| CONDUTTANZA UNITARIA | | RESISTENZA UNITARIA | |
|---|---|---|---|
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 8,14 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,12 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 23,26 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |

| TRASMITTANZA | | RESISTENZA TERMICA | |
|---|---|---|---|
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 2,07 | Tot. [(m²·K)/W]: | 0,48 |

| TIPOLOGIA | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²°C] | Uf [W/m²°C] | Ul [W/m°C] | Uw [W/m²°C] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SERRAMENTO SINGOLO | 0,12 | 0,13 | 1,36 | 1,20 | 1,70 | 0,11 | 2,07 |

## Trasmittanza termica del componente trasparente

| | |
|---|---|
| Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m²·K)] | **2,067** |
| Trasmittanza centrale del vetro [W/(m²·K)] | **1,200** |

## W2 - F03

| CONDUTTANZA UNITARIA | | RESISTENZA UNITARIA | |
|---|---|---|---|
| Superficiale interna [W/(m²·K)]: | 8,14 | Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]: | 0,12 |
| Superficiale esterna [W/(m²·K)]: | 23,26 | Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]: | 0,04 |

| TRASMITTANZA | | RESISTENZA TERMICA | |
|---|---|---|---|
| Tot. (**) [W/(m²·K)]: | 1,72 | Tot. [(m²·K)/W]: | 0,58 |

| TIPOLOGIA | Ag [m²] | Af [m²] | Lg [m] | Ug [W/m²°C] | Uf [W/m²°C] | Ul [W/m°C] | Uw [W/m²°C] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SERRAMENTO SINGOLO | 0,71 | 0,29 | 3,36 | 1,20 | 1,70 | 0,11 | 1,72 |

## Trasmittanza termica del componente trasparente

| | |
|---|---|
| Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m²·K)] | **1,717** |
| Trasmittanza centrale del vetro [W/(m²·K)] | **1,200** |

# 5) Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma uni en iso 13788

## 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 | *M*a | [kg/m²] |
| Resistenza termica specifica | *R* | [(m² · K)/W] |
| Temperatura | *T* | [°C] |
| Fattore di resistenza igroscopica | *Mu* | |
| Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna | *f*Rsi | |
| Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna | *f*Rsi,min | |
| Spessore dello strato corrente | *S* | [cm] |

## Pavimento su terreno

| Materiale | Mu | R | S |
|---|---|---|---|
| | | [(m² · K)/W] | [cm] |
| Calcestruzzo ordinario | 70 | 0,06 | 8 |
| Isolante15 | 5000 | 0,88 | 3 |
| Pannello ISOVER XPS | 100 | 2,78 | 10 |
| Calcestruzzo ordinario | 70 | 0,05 | 6 |
| Intercapedine aria PAV. 100mm | 1 | 0,46 | 24 |
| Sottofondo in cls magro | 70 | 0,11 | 10 |
| | | Totale | Totale |
| **Fattore di qualità = 0,9460** | | **4,63** | **61** |

## Calcolo della condensa

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | Pi | Tmin | Frsi | Gc | Ma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
| Giugno | 22,1 | 100 | 20 | 65 | 2,64 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0,124 | 0,124 |
| Luglio | 25,1 | 100 | 20 | 65 | 3,17 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,124 |
| Agosto | 24,8 | 100 | 20 | 65 | 3,11 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,124 |
| Settembre | 21,3 | 100 | 20 | 65 | 2,52 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,124 |
| Ottobre | 15,7 | 100 | 20 | 65 | 1,77 | 1,51 | 16,6 | 0,2080 | -0,003 | 0,121 |
| Novembre | 10,9 | 100 | 20 | 65 | 1,3 | 1,51 | 16,6 | 0,6260 | -0,005 | 0,116 |
| Dicembre | 7,1 | 100 | 20 | 65 | 1 | 1,51 | 16,6 | 0,7360 | -0,005 | 0,111 |
| Gennaio | 5,9 | 100 | 20 | 65 | 0,92 | 1,51 | 16,6 | 0,7580 | -0,005 | 0,106 |
| Febbraio | 6,8 | 100 | 20 | 65 | 0,98 | 1,51 | 16,6 | 0,7420 | -0,005 | 0,102 |
| Marzo | 10,2 | 100 | 20 | 65 | 1,24 | 1,51 | 16,6 | 0,6520 | -0,005 | 0,096 |
| Aprile | 13,5 | 100 | 20 | 65 | 1,54 | 1,51 | 16,6 | 0,4760 | -0,004 | 0,092 |
| Maggio | 17,4 | 100 | 20 | 65 | 1,97 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | -0,002 | 0,09 |

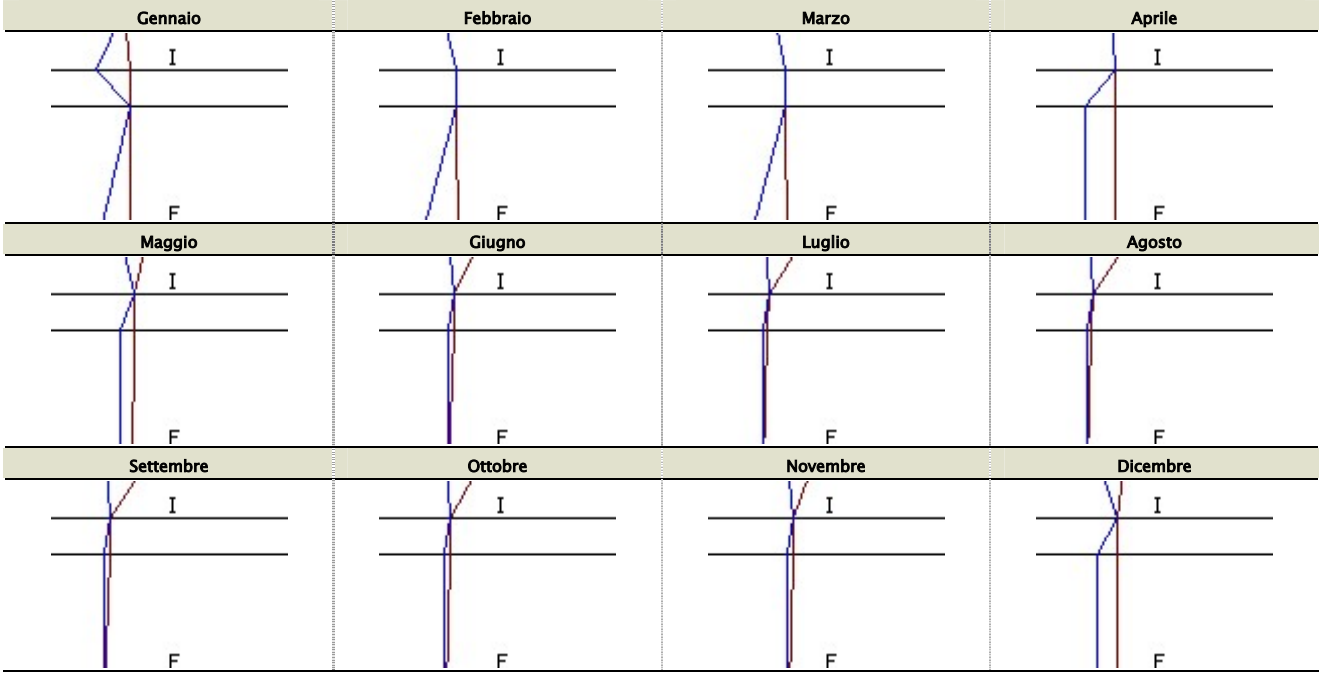
## Verifiche normative

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

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

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

## Riepilogo grafico dei mesi



## Parete xlam

| Materiale | Mu | R | S |
|---|---|---|---|
| | | [(m² · K)/W] | [cm] |
| Abete-flusso perpendicolare | 60 | 0,83 | 10 |
| Weber G100 | 70 | 7,1 | 22 |
| Intonaco di calce e gesso | 10 | 0 | 0,3 |
| | | Totale | Totale |
| **Fattore di qualità = 0,9700** | | **8,22** | **32,3** |

## Calcolo della condensa

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | Pi | Tmin | Frsi | Gc | Ma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
| Gennaio | 5,9 | 84 | 20 | 65 | 0,77 | 1,51 | 16,6 | 0,7580 | 0 | 0 |
| Febbraio | 6,8 | 81 | 20 | 65 | 0,79 | 1,51 | 16,6 | 0,7420 | 0 | 0 |
| Marzo | 10,2 | 74 | 20 | 65 | 0,91 | 1,51 | 16,6 | 0,6520 | 0 | 0 |
| Aprile | 13,5 | 73 | 20 | 65 | 1,11 | 1,51 | 16,6 | 0,4760 | 0 | 0 |
| Maggio | 17,4 | 72 | 20 | 65 | 1,43 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Giugno | 22,1 | 71 | 20 | 65 | 1,88 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Luglio | 25,1 | 66 | 20 | 65 | 2,1 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Agosto | 24,8 | 68 | 20 | 65 | 2,11 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Settembre | 21,3 | 75 | 20 | 65 | 1,89 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Ottobre | 15,7 | 79 | 20 | 65 | 1,4 | 1,51 | 16,6 | 0,2080 | 0 | 0 |
| Novembre | 10,9 | 85 | 20 | 65 | 1,1 | 1,51 | 16,6 | 0,6260 | 0 | 0 |
| Dicembre | 7,1 | 85 | 20 | 65 | 0,85 | 1,51 | 16,6 | 0,7360 | 0 | 0 |

## Verifiche normative

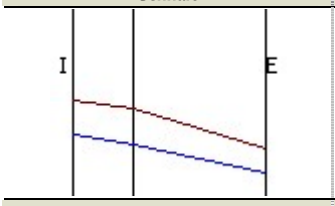
La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

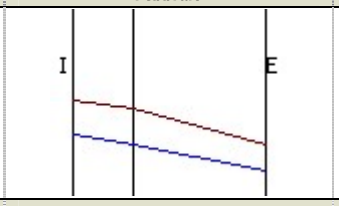
La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi

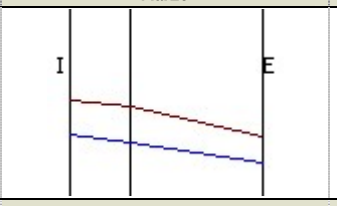
**Gennaio**



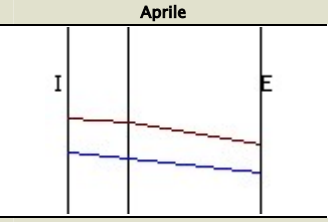

**Febbraio**



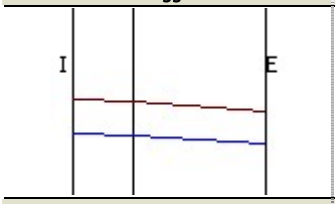

**Marzo**



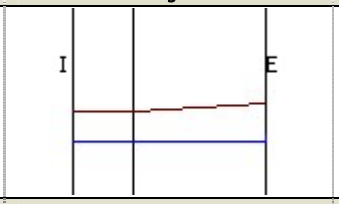

**Aprile**



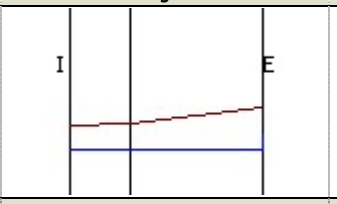

**Maggio**



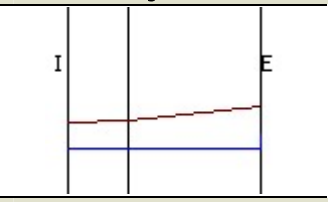

**Giugno**



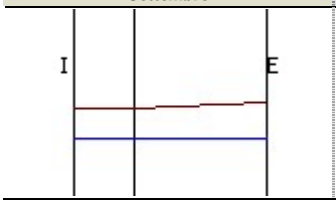

**Luglio**



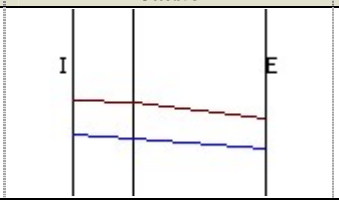

**Agosto**



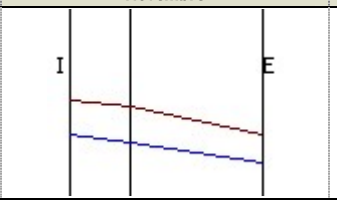

**Settembre**



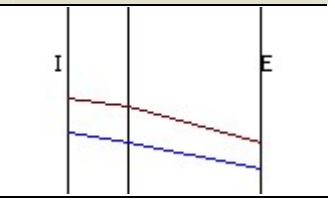

**Ottobre**




**Novembre**




**Dicembre**



## Copertura in lamiera grecata

| Materiale | Mu | R | S |
|---|---|---|---|
| | | [(m² · K)/W] | [cm] |
| Abete-flusso perpendicolare | 60 | 0,27 | 3,3 |
| Membrana BITUVER ALUVAPOR TEND | 670000 | 0 | 0,2 |
| Feltro res. rocce feldspatiche | 1,29 | 5,79 | 22 |
| Membrana BITUVER POLIMAT 4 MM | 20000 | 0,02 | 0,4 |
| Abete-flusso perpendicolare | 60 | 0,17 | 2 |
| Alluminio | 2000000 | 0 | 0,3 |
| | | Totale | Totale |
| **Fattore di qualità = 0,9620** | | **6,54** | **28,2** |

## Calcolo della condensa

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | Pi | Tmin | Frsi | Gc | Ma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
| Novembre | 10,9 | 85 | 20 | 65 | 1,1 | 1,51 | 16,6 | 0,6260 | 0,007 | 0,007 |
| Dicembre | 7,1 | 85 | 20 | 65 | 0,85 | 1,51 | 16,6 | 0,7360 | 0,01 | 0,017 |
| Gennaio | 5,9 | 84 | 20 | 65 | 0,77 | 1,51 | 16,6 | 0,7580 | 0,009 | 0,026 |
| Febbraio | 6,8 | 81 | 20 | 65 | 0,79 | 1,51 | 16,6 | 0,7420 | 0,008 | 0,034 |
| Marzo | 10,2 | 74 | 20 | 65 | 0,91 | 1,51 | 16,6 | 0,6520 | 0,008 | 0,042 |
| Aprile | 13,5 | 73 | 20 | 65 | 1,11 | 1,51 | 16,6 | 0,4760 | 0 | 0,042 |
| Maggio | 17,4 | 72 | 20 | 65 | 1,43 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,042 |
| Giugno | 22,1 | 71 | 20 | 65 | 1,88 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0,017 | 0,059 |
| Luglio | 25,1 | 66 | 20 | 65 | 2,1 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,059 |
| Agosto | 24,8 | 68 | 20 | 65 | 2,11 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,059 |
| Settembre | 21,3 | 75 | 20 | 65 | 1,89 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0,059 |
| Ottobre | 15,7 | 79 | 20 | 65 | 1,4 | 1,51 | 16,6 | 0,2080 | 0 | 0,059 |

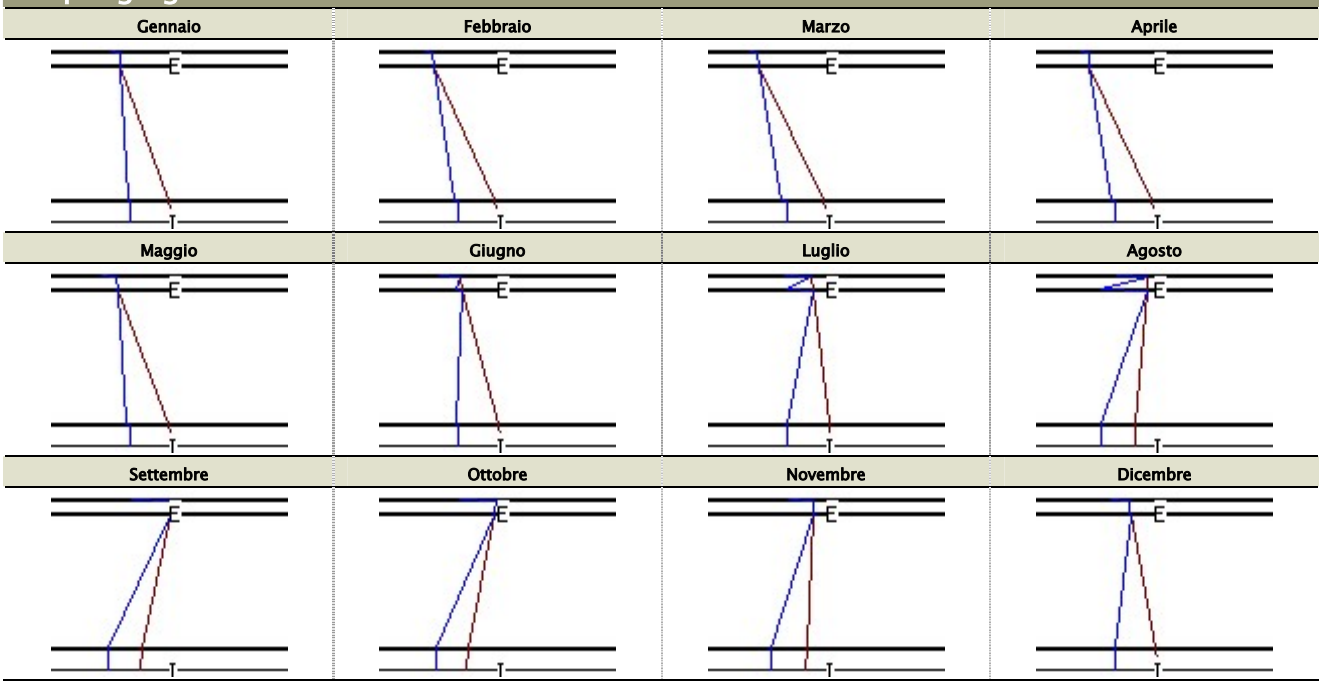
## Verifiche normative

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

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

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

## Riepilogo grafico dei mesi



## Parete xlam

| Materiale | Mu | R | S |
|---|---|---|---|
| | | [(m² · K)/W] | [cm] |
| Abete-flusso perpendicolare | 60 | 0,83 | 10 |
| Weber G100 | 70 | 7,1 | 22 |
| Intonaco di calce e gesso | 10 | 0 | 0,3 |
| | | Totale | Totale |
| **Fattore di qualità = 0,9700** | | **8,22** | **32,3** |

## Calcolo della condensa

| Mese | Te | URe | Ti | Uri | Pe | Pi | Tmin | Frsi | Gc | Ma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [°C] | [%] | [°C] | [%] | [kPa] | [kPa] | [°C] | | [kg/m²] | [kg/m²] |
| Gennaio | 9,6 | 65 | 20 | 65 | 0,6 | 1,51 | 16,6 | 0,6730 | 0 | 0 |
| Febbraio | 10,2 | 65 | 20 | 65 | 0,64 | 1,51 | 16,6 | 0,6510 | 0 | 0 |
| Marzo | 12,8 | 65 | 20 | 65 | 0,8 | 1,51 | 16,6 | 0,5300 | 0 | 0 |
| Aprile | 15,2 | 65 | 20 | 65 | 1 | 1,51 | 16,6 | 0,2910 | 0 | 0 |
| Maggio | 18,1 | 65 | 20 | 65 | 1,28 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Giugno | 21,6 | 65 | 20 | 65 | 1,72 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Luglio | 23,8 | 65 | 20 | 65 | 2,06 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Agosto | 23,5 | 65 | 20 | 65 | 2,02 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Settembre | 21 | 65 | 20 | 65 | 1,64 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Ottobre | 16,8 | 65 | 20 | 65 | 1,15 | 1,51 | 16,6 | 0,0000 | 0 | 0 |
| Novembre | 13,3 | 65 | 20 | 65 | 0,84 | 1,51 | 16,6 | 0,4940 | 0 | 0 |
| Dicembre | 10,5 | 65 | 20 | 65 | 0,65 | 1,51 | 16,6 | 0,6430 | 0 | 0 |

## Verifiche normative

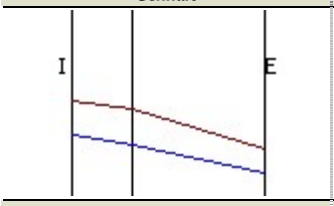
La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

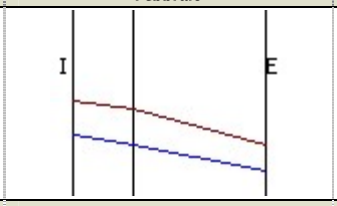
La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi

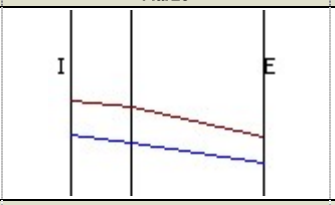
**Gennaio**



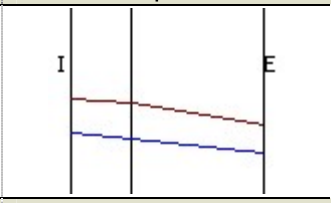

**Febbraio**



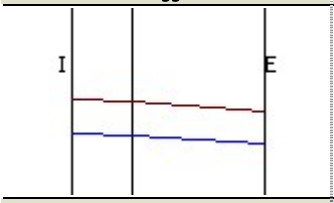

**Marzo**



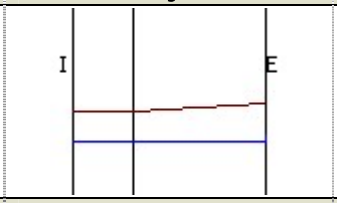

**Aprile**



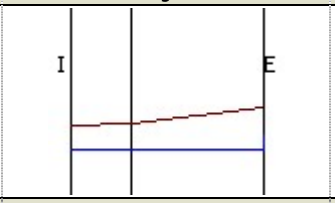

**Maggio**



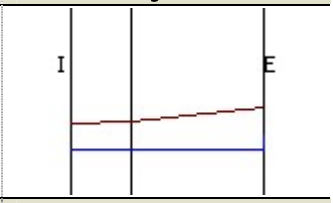

**Giugno**



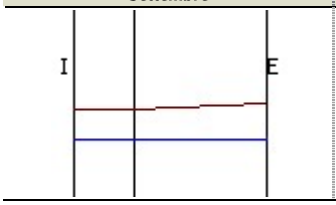

**Luglio**



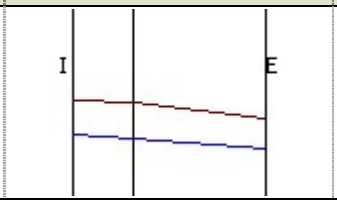

**Agosto**



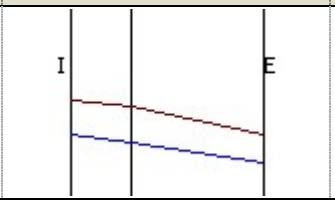

**Settembre**



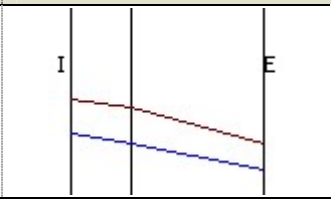

**Ottobre**




**Novembre**




**Dicembre**



# 6) Giustificativo Art.4, Comma 8, DPR 59/09

## (Verifica rapporto superfici Vetrate - superfici utili del fabbricato/unità immobiliare).

| Descrizione | Superficie Utile A | Superficie Vetrata $A_g$ | Rapporto $A_g/A$ | Eccede il limite (0,18) |
|---|---|---|---|---|
| | [m²] | [m²] | - | Si/No |
| **CT** | 116,70 | 11,65 | 0,100 | **No** |

# RELAZIONE TECNICA SOLARE

**Data** 14/8/2013

**DATI PROGETTO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Progetto** | Monteroni | **Progettista** | |
| **Committente** | | **Località progetto** | |
| | | **Provincia progetto** | |

**Risultati ottenuti con procedimento di calcolo conforme al metodo ΦF-CHART e alle norme :**

| | |
|---|---|
| **UNI 8477/2** | Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi. |
| **UNI EN ISO 9488** | Energia solare - Vocabolario |
| **UNI EN 12975-1** | Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari - Parte 1: Requisiti generali |
| **UNI EN 12975-2** | Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari - Parte 2: Metodi di prova |
| **UNI ENV 12977-1** | Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Requisiti generali |
| **UNI EN 15316-4-3** | Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici |
| **UNI TS 11300-2** | Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria |

## DATI GEOGRAFICI

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Paese | | ITALIA |
| Provincia | | SIENA |
| Località | | MONTERONI D'ARBIA |
| Latitudine | [°] | 43.22 |
| Longitudine | [°] | 11.42 |
| Altitudine s.l.m. | [m] | 161.0 |
| Gradi giorno | [-] | 1621.0 |
| Temperatura di progetto | [°C] | -2.000 |

## DATI METEREOLOGICI DI PROGETTO

| Mese | T med [°C] | Radiaz [MJ/m²/G] | Radiaz [kWh/m²/G] | UR min [%] |
|---|---|---|---|---|
| Gennaio | 5.058 | 6.476 | 1.799 | 62.80 |
| Febbraio | 5.895 | 9.171 | 2.547 | 59.22 |
| Marzo | 8.341 | 13.75 | 3.820 | 53.11 |
| Aprile | 11.79 | 17.27 | 4.796 | 51.35 |
| Maggio | 15.77 | 21.47 | 5.964 | 47.94 |
| Giugno | 19.64 | 23.25 | 6.459 | 46.27 |
| Luglio | 22.56 | 23.35 | 6.486 | 40.17 |
| Agosto | 22.39 | 20.00 | 5.555 | 41.99 |
| Settembre | 19.22 | 15.28 | 4.246 | 48.66 |
| Ottobre | 14.41 | 10.69 | 2.970 | 59.04 |
| Novembre | 9.732 | 7.008 | 1.947 | 65.79 |
| Dicembre | 6.335 | 5.356 | 1.488 | 67.80 |

Legenda :
T med : Temperature medie
Radiaz : Radiazione solare giornaliera su m²
UR min : Umidità relativa minima

**FABBISOGNI ACS secondo UNI TS 11300-2**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Destinazione d'suo | | Scuole 15 l/G. |
| Numero di bambini | | 30 |
| Fabb. giornaliero l/G | | 15.0 |
| l/G complessivi | [l] | 450.0 |
| Temperatura ACS | [°C] | 40.00 |
| Temp. media acqua fredda | [°C] | 15.00 |
| Frazione richiesta dal solare | [%] | 50.0 |
| **En. Termica Utile (*)** | [kWh] | 13.08 |
| **Sotto Sistema di Erogazione** | | |
| Rendimento | [] | 0.95 |
| Perdite (*) | [kWh] | 0.69 |
| Fabbisogno (*) | [kWh] | 13.77 |
| **Sotto Sistema di Distribuzione** | | |
| Rendimento | [] | 0.95 |
| Perdite (*) | [kWh] | 0.72 |
| Fabbisogno (*) | [kWh] | 14.49 |
| **Sotto Sistema di Accumulo** | | |
| Rendimento | [] | 0.9 |
| Perdite (*) | [kWh] | 1.61 |
| Fabbisogno (*) | [kWh] | 16.1 |
| **Sotto Sistema di Generazione** | | |
| Rendimento | [] | 0.99 |
| Perdite (*) | [kWh] | 0.16 |
| Fabbisogno (*) | [kWh] | 16.26 |
| **En. Primaria Equivalente** | [kWh] | 16.26 |
| **Rendimento Medio Globale** | [] | 0.8 |

(*) Valore giornaliero

**FABBISOGNI ACS Mensili**

| Mese | N° di giorni | $m^3$ / mese [$m^3$] | Q ACS Util [kWh] | Q ACS Pri [kWh] |
|---|---|---|---|---|
| Gennaio | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Febbraio | 28 | 12.53 | 364.22 | 455.28 |
| Marzo | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Aprile | 30 | 13.42 | 390.24 | 487.80 |
| Maggio | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Giugno | 30 | 13.42 | 390.24 | 487.80 |
| Luglio | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Agosto | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Settembre | 30 | 13.42 | 390.24 | 487.80 |
| Ottobre | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| Novembre | 31 | 13.42 | 403.25 | 487.80 |
| Dicembre | 31 | 13.87 | 403.25 | 504.06 |
| **Anno** | | 163.3 | 4748 | **5936** |

Legenda :

N° di giorni : Numero di giorni di utilizzo
$m^3$/mese : Portata di acqua calda sanitaria $m^3$/mese
Q ACS Util : Fabbisogno termico UTILE per l'acqua calda sanitaria
Q ACS Pri : Fabbisogno termico PRIMARIO per l'acqua calda sanitaria

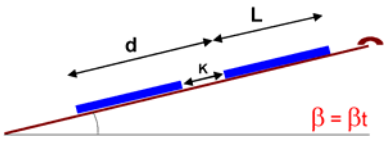
## TIPOLOGIA DI PANNELLO SOLARE

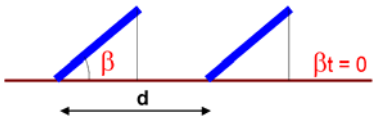
| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Marca | | Ferroli |
| Serie | | Circ. Forzata |
| Modello | | ECOTOP VRF 2.0 |
| Dimensioni (LxPxH) | [m] | 1.16 X 1.7 X 0.08 |
| Peso a vuoto | [kg] | 35 |
| Tip.Costruttiva | | VERTICALE |
| Tip. Pannello | | COLL_PIANO |
| Tip. Interna del pannello | | PARALLELO |
| Sup. Complessiva | [$m^2$] | 1.97 |
| Sup. Apertura | [$m^2$] | 1.89 |
| Superficie Captante | [$m^2$] | 1.86 |
| Contenuto di liquido | [l] | 1.300 |
| Efficienza $\eta_0$ | | 0.764 |
| Coeff. a1 | [W/($m^2$K)] | 3.764 |
| Coeff. a2 | [W/($m^2K^2$)] | 0.017 |

## DATI INSTALLAZIONE

| | | |
|---|---|---|
| N° Collettori | | 3 |
| Incassato | | NO |
| Superficie captante totale | [$m^2$] | 5.58 |
| Orientamento | | SUD |
| Angolo Azimut | [°] | 0.0 |
| Inclinazione Collettore | [°] | 30.0 |
| Inclinazione Tetto | [°] | 10.0 |
| Disposizione delle schiere (*) | | 3 |
| Distanza tra schiere - d | [m] | 2.482 |
| Fascia di rispetto - K | [m] | 0.4 |
| Perdita di carico | [mbar] | 6.860 |

(*) La “Virgola” indica la disposizione in orizzontale di piu’ schiere presenti.
Il “Punto e Virgola” indica la disposizione in verticale di piu’ schiere presenti.



**TIPOLOGIA DI BOLLITORE - ACCUMULATORE**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Marca | | Ferroli |
| Serie | | ECOUNIT 2C |
| Modello | | ECOUNIT 300-2C |
| Dimensioni (DxH) | [m] | 0.675 X 1.56 |
| Capacità | [l] | 300.0 |
| Peso a vuoto | [kg] | 105 |
| N° serpentine | | 2 |
| Perdita di carico | [mbar] | 1.597 |

**GRUPPO DI CIRCOLAZIONE**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Marca | | Ferroli |
| Serie | | Gruppo di Circolazione |
| Modello | | IDRO 12 |
| Peso | [kg] | 3 |
| Pressione valvola di sicurezza | [bar] | 8.000 |
| Temp. minima di funzionamento | [°C] | -30.00 |
| Temp. massima di funzionamento | [°C] | 120.0 |
| Portata di funzionamento | [kg/h] | 252.0 |
| Portata di funzionamento | [kg/min] | 4.200 |
| Perdita di carico dell'intero circuito | [mbar] | 39.53 |
| Prevalenza residua | [mbar] | 261.3 |

**FLUIDO TERMOVETTORE**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Liquido termovettore | | Glicole |
| Percentuale di fluido in Acqua | [%] | 25.00 |
| Temperatura di congelamento | [°C] | -9.000 |
| Temperatura di ebollizione | [°C] | 191.9 |
| | | |
| Densità | [kg/dm³] | 1.018 |
| Viscosità dinamica | [Pa·s] | 0.00247121 |
| Calore specifico | [J/kg·K] | 3926.45 |
| Conduttività termica | [W/m·K] | 0.48998 |

**VASO D'ESPANSIONE**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Volume nominale vaso di espansione | [l] | 11.45 |
| Contenuto totale di fluido nel circuito solare - escluso vaso espansione ($V_L$) | [l] | 12.53 |
| Contenuto totale di fluido nel circuito solare – compreso vaso espansione (*) | [l] | 18.25 |
| Contenuto di fluido nei collettori solari $V_{coll}$ | [l] | 3.900 |
| Contenuto di fluido nelle tubazioni $V_{tub}$ | [l] | 1.327 |
| Pressione di precarica (pressione iniziale) $P_0$ (**) | [bar] | 1.500 |
| Pressione finale $P_1$ (**) | [bar] | 5.500 |
| Fattore di espansione fluido ($k_{exp}$) | [%] | 12.58 |

(*) Volume, indicante la quantità di fluido termovettore, da considerare nella definizione della quantità di glicole o fluido premiscelato da utilizzare.

(**) Pressioni relative

**Dettagli calcolo Volume del vaso d'espansione :**

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\frac{P_1 - P_0}{P_1 + 1}}$$

$V_0$ = è il volume massimo del vaso o volume nominale

$\Delta V$ = è la variazione di volume dell'impianto

$P_0$ = è la pressione iniziale del sistema a riposo

$P_1$ = è la pressione raggiunta dal vaso quando la valvola di sicurezza raggiunge quella d'intervento

$$\Delta V = \Delta V_L + \Delta V_V = \Delta V_L + \left( V_{coll} \cdot f_{coll} + V_{tub} \cdot f_{tub} \right) = V_L \cdot k_{\exp} + \left( V_{coll} \cdot f_{coll} + V_{tub} \cdot f_{tub} \right)$$

$\Delta$ = variazione di volume

$V_L$ = volume di liquido

$V_V$ = volume di vapore

$V_{coll}$ = volume nei collettori

$V_{tub}$ = volume totale delle tubazioni

$f_{coll}$ = fattore moltiplicativo del volume collettori = 1.3

$f_{tub}$ = fattore moltiplicativo del volume totale delle tubazioni = 0.3

**TUBAZIONI**

| Descrizione | U.M. | Valore |
|---|---|---|
| Modello | | Cu 15x1mm |
| Serie | | Standard in Rame |
| Diametro interno | [mm] | 13.00 |
| Diametro esterno | [mm] | 15.00 |
| Spessore isolamento | [mm] | 20.00 |
| Cond. termica Isolamento | [W/m·K] | 0.037 |
| Area Sezione interma | [mm²] | 132.7 |
| | | |
| Dislivello [m] | [m] | 4.000 |
| Sviluppo complessivo del percorso | [m] | 10.00 |
| Numero perdite localizzate (Es.: Curva 90°, disareatore, valvola, ecc.) | [-] | 5 |
| Coeff. medio di perdita | [-] | 1.0 |
| | | |
| Velocità del fluido | [m/s] | 0.518 |
| Portata di funzionamento | [kg/h] | 252.0 |
| Portata di funzionamento | [kg/min] | 4.200 |
| Perdita di carico tubazioni | [mbar] | 31.07 |

**RISULTATI DEL CALCOLO - ACS**

| Mese | Q TOT | Q SOL | F |
|---|---|---|---|
| | [kWh] | [kWh] | [%] |
| Gennaio | 504.2 | 165.9 | 32.91 |
| Febbraio | 455.4 | 202.3 | 44.42 |
| Marzo | 504.2 | 333.7 | 66.18 |
| Aprile | 487.9 | 372.9 | 76.44 |
| Maggio | 504.2 | 453.6 | 89.98 |
| Giugno | 487.9 | 467.7 | 95.87 |
| Luglio | 504.2 | 504.0 | 99.97 |
| Agosto | 504.2 | 474.4 | 94.10 |
| Settembre | 487.9 | 391.2 | 80.18 |
| Ottobre | 504.2 | 299.9 | 59.48 |
| Novembre | 487.9 | 184.7 | 37.86 |
| Dicembre | 504.2 | 132.9 | 26.36 |
| **Anno** | **5936** | **3983** | **67.10** |

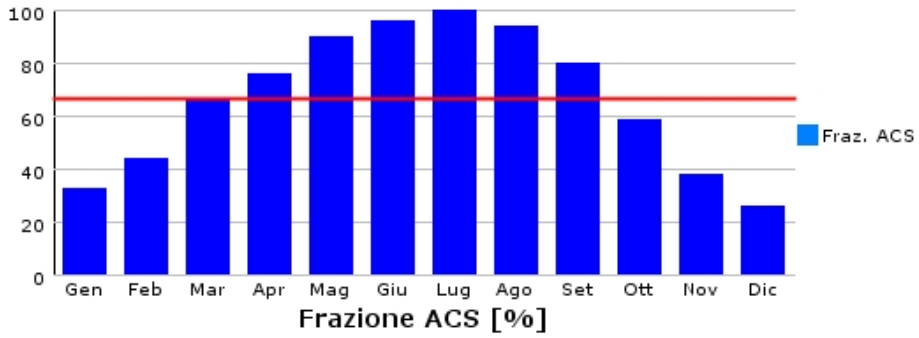
Legenda :
Q TOT : Fabbisogno termico totale
Q SOL : Energia fornita dall'impianto solare
F : Frazione coperta dall'impianto solare

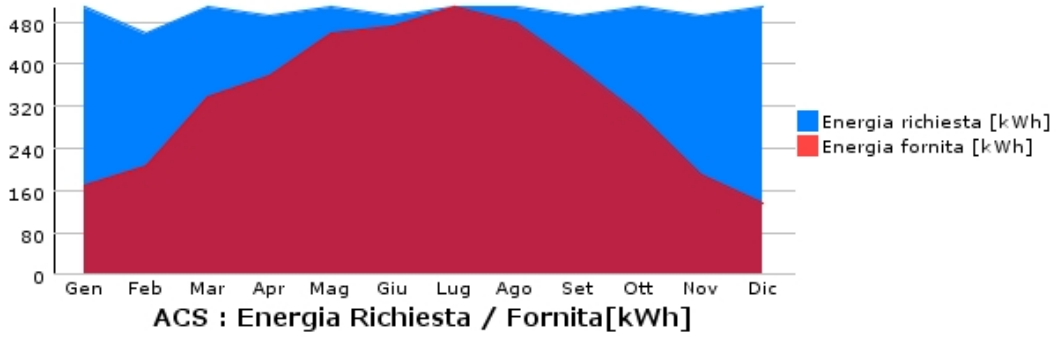
# RISULTATO COMPLESSIVO DEL CALCOLO

| Mese | Q TOT | Q SOL Netta | Q SOL | Q ECC | F |
|---|---|---|---|---|---|
| | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [kWh] | [%] |
| Gennaio | 504.2 | 165.9 | 165.9 | 0.000 | 32.91 |
| Febbraio | 455.4 | 202.3 | 202.3 | 0.000 | 44.42 |
| Marzo | 504.2 | 333.7 | 333.7 | 0.000 | 66.18 |
| Aprile | 487.9 | 372.9 | 372.9 | 0.000 | 76.44 |
| Maggio | 504.2 | 453.6 | 453.6 | 0.000 | 89.98 |
| Giugno | 487.9 | 467.7 | 467.7 | 0.000 | 95.87 |
| Luglio | 504.2 | 504.0 | 504.0 | 0.000 | 99.97 |
| Agosto | 504.2 | 474.4 | 474.4 | 0.000 | 94.10 |
| Settembre | 487.9 | 391.2 | 391.2 | 0.000 | 80.18 |
| Ottobre | 504.2 | 299.9 | 299.9 | 0.000 | 59.48 |
| Novembre | 487.9 | 184.7 | 184.7 | 0.000 | 37.86 |
| Dicembre | 504.2 | 132.9 | 132.9 | 0.000 | 26.36 |
| **Anno** | **5936** | **3983** | **3983** | **0.000** | **67.10** |

Legenda :
Q TOT : Fabbisogno termico totale
Q SOL Netta : Energia fornita dall'impianto solare al sistema
Q SOL : Energia fornibile dall'impianto solare
Q ECC : Energia in eccesso
F : Frazione coperta dall'impianto solare

| | |
|---|---|
| **RESA ENERGETICA SPECIFICA ANNUA [KWh/m²]** | 713.9 |
| **ENERGIA RICHIESTA ANNUA [kWh]** | 5936 |
| **ENERGIA FORNITA DAL SOLARE ANNUA [kWh]** | 3983 |
| **POTENZA ISTANTANEA MASSIMA CAMPO COLLETTORI [kW]** | 2.818 |


100
80
60
40
20
0
Gen
Feb
Mar
Apr
Mag
Giu
Lug
Ago
Set
Ott
Nov
Dic
Fraz. ACS
Frazione ACS [%]


480
400
320
240
160
80
0
Gen
Feb
Mar
Apr
Mag
Giu
Lug
Ago
Set
Ott
Nov
Dic
Energia richiesta [kWh]
Energia fornita [kWh]
ACS : Energia Richiesta / Fornita[kWh]

# QUANTITA' DI ANIDRIDE CARBONICA ($CO_2$) EVITATA

| Mese | GasMetano | Gasolio | GPL | Elettricità |
|---|---|---|---|---|
| | [kg] | [kg] | [kg] | [kg] |
| Gennaio | 42.04 | 60.57 | 48.78 | 99.55 |
| Febbraio | 51.26 | 73.85 | 59.47 | 121.4 |
| Marzo | 84.54 | 121.8 | 98.10 | 200.2 |
| Aprile | 94.49 | 136.1 | 109.6 | 223.8 |
| Maggio | 114.9 | 165.6 | 133.4 | 272.2 |
| Giugno | 118.5 | 170.8 | 137.5 | 280.6 |
| Luglio | 127.7 | 184.0 | 148.2 | 302.4 |
| Agosto | 120.2 | 173.2 | 139.5 | 284.7 |
| Settembre | 99.12 | 142.8 | 115.0 | 234.7 |
| Ottobre | 75.99 | 109.5 | 88.17 | 179.9 |
| Novembre | 46.81 | 67.44 | 54.31 | 110.8 |
| Dicembre | 33.68 | 48.52 | 39.08 | 79.75 |
| **Anno** | **1009** | **1454** | **1171** | **2390** |