



# ***Comune di Ramacca***

***Città Metropolitana di Catania***

## **DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE**

**N° 45 del 24/05/2023**

**OGGETTO: INTERVENTI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PLESSO “C” I.C.S. OTTAVIO GRAVINA DE CRUYLLAS VIALE LIBERTA’, 24 - ATTIVAZIONE PROCEDURA PRENOTAZIONE INCENTIVO A VALERE SUL CONTO TERMICO 2.0 DI CUI AL DM 16/02/2016.**

**• PRESA D’ATTO DIAGNOSI ENERGETICA ED IMPEGNO ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.**

L'anno duemilaventitre il giorno ventiquattro del mese di Maggio alle ore 10:40, e segg., nella sala delle adunanze del Palazzo Comunale si è riunita la Giunta Comunale convocata nelle forme di legge con l'intervento dei Sigg.ri:

<b>N°</b>	<b>Componenti Giunta Comunale</b>	<b>Carica</b>	<b>Presente</b>	<b>Assente</b>
<b>1</b>	<b>VITALE NUNZIO</b>	Sindaco	<b>P</b>	
<b>2</b>	<b>MULARO FRANCESCO GIUSEPPE</b>	Vice Sindaco	<b>P</b>	
<b>3</b>	<b>ARENA GIUSI STEFANIA</b>	Assessore	<b>P</b>	
<b>4</b>	<b>GIANDINOTO MARIA IRENE</b>	Assessore	<b>P</b>	
<b>5</b>	<b>NICOLOSI GAETANO</b>	Assessore	<b>P</b>	
<b>6</b>	<b>SOLLENNITA' AGRIPPINO</b>	Assessore	<b>P</b>	

**PRESENTI: 6 ASSENTI: 0**

Non sono intervenuti i Sigg.: //

Presiede il Sindaco Nunzio Vitale.

Partecipa il Segretario Generale dott.ssa Concetta Puglisi.

Il Presidente, constatata la validità, apre la seduta ed invita la Giunta a trattare l'argomento in oggetto:

### **LA GIUNTA COMUNALE**

Vista la proposta di deliberazione entro riportata, costituente parte integrante e sostanziale del presente verbale di deliberazione, corredata dei pareri previsti all'art. 53 della legge 8 giugno 1990, n. 142, recepito dall'art. 1, co. 1, lett. i) della legge regionale 11 dicembre 1991, n. 48/91, come sostituito dall'art. 12 della legge regionale 23 dicembre 2000, n. 30 e dal regolamento del sistema integrato dei controlli interni, e ritenuta la stessa meritevole di approvazione;

Con votazione unanime espressa nelle forme e nei modi di legge,

**OGGETTO: INTERVENTI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PLESSO "C" I.C.S. OTTAVIO GRAVINA DE CRUYLLAS VIALE LIBERTA', 24 - ATTIVAZIONE PROCEDURA PRENOTAZIONE INCENTIVO A VALERE SUL CONTO TERMICO 2.0 DI CUI AL DM 16/02/ 20 16.**

**• PRESA D'ATTO DIAGNOSI ENERGETICA ED IMPEGNO ALLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.**

*LA GIUNTA COMUNALE*

**Premesso che**

- la Regione Siciliana, Assessorato regionale dell'Istruzione e della Formazione Professionale, Dipartimento Regionale e dell'Istruzione e della Formazione Professionale Servizio XI – "Interventi per l'edilizia scolastica e universitaria gestione anagrafe dell'edilizia", con D.D.G. n. 1593/ISTR. del 30/04/2019, pubblicato per estratto sulla GURSI n. 20 del 10/05/2019, ha approvato l'Avviso pubblico per l'aggiornamento della Programmazione degli interventi in materia di edilizia scolastica per il triennio 2018/2020, in attuazione dell'art. 10 del D.L. 12 settembre 2013, n. 104, convertito in legge 8 novembre 2013 n. 128, recante misure urgenti in materia di Istruzione, Università e Ricerca, finalizzata all'assegnazione di finanziamenti da utilizzare per l'attuazione del Piano regionale triennale di edilizia scolastica-- Annualità 2019;
- questo Ente ha manifestato il proprio interesse per accedere ai finanziamenti di cui al sopra citato D.D.G. 1593/ISTR. del 30/04/2019 di approvazione dell'avviso pubblico di cui in oggetto, secondo i livelli di progettazione previsti dall'art. 23 del D.Lgs.50/2016, attraverso la presentazione di livelli di progettazione di studio fattibilità tecnica ed economica ed esecutiva (art. 5- Avviso) inseriti nel programma triennale delle opere pubbliche 2019/2020-2021 adottato con deliberazione di G.M. n. 48 del 06/06/2019, per richiederne il finanziamento attraverso i fondi del PO FESR 2014-2020 ASSE PRIORITARIO 10 – Istruzione e Formazione - AZIONE 10.7.1.;
- con deliberazione n. 145 del 15 aprile 2021 di modifica della deliberazione di G.R. n. 538 del 19 novembre 2020 sono state approvate delle nuove graduatorie relative all'aggiornamento 2020 del piano triennale dell'Edilizia scolastica 2018/2020 valere sulle risorse del PAC Salvaguardia 2007/2013 Obiettivo operativo 2.1.2 SAL "Interventi di efficientamento energetico degli edifici scolastici, unitamente ai cronoprogrammi precedentemente aggiornati;
- con il D.D.G. n. 1462/ISTR. del 29/07/2021 sono stati finanziati a valere sulle risorse PAC Salvaguardia 2007/2013 Obiettivo operativo 2.1.2 SAL "Interventi di efficientamento energetico degli edifici scolastici", n. 39 interventi di cui all'allegato A) del medesimo Decreto con conseguente impegno di spesa 772426 del bilancio di regione per l'esercizio finanziario 2021- 2022 - 2023;
- con medesimo Decreto n.1462/ISTR. Del 29/07/2021, questo Ente è risultato destinatario di un finanziamento pari ad €. 10.787.641,16 di cui €. 9.915.403,75 con risorse PAC salvaguardia 2007/2013 Obiettivo operativo 2.1.2 SAL "Interventi di efficientamento energetico degli edifici scolastici" le cui somme graveranno sul finanziamento di cui al Decreto sopra citato sul capitolo di spesa 772426 del bilancio della regione per l'esercizio finanziario 2021 – 2022 – 2023, mentre per €. 872.237,41 le somme graveranno sul finanziamento con fondi di cui al conto termico GSE;
- con D.D.G. 1462/ISTR. del 29/07/2021 sono stati finanziati a valere sulle risorse PAC Salvaguardia 2007/2013 Obiettivo Operativo 2.1.2 SAL "Interventi di efficientamento energetico degli edifici scolastici";
- per attuare le misure e le azioni finalizzate al contenimento dei consumi energetici degli edifici di proprietà di questa amministrazione, è previsto l'accesso agli incentivi ed ai finanziamenti regionali, statali e comunitari ed in particolare agli incentivi previsti dal "Conto Termico 2.0", approvato con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico in data 16 febbraio 20 16 avente ad oggetto: **Adeguamento sismico ed Efficientamento energetico Plesso C I.C.S. "Ottavio Gravina De Cruyllas" - CUP: F12G19000120006;**
- secondo il disposto di cui all'articolo 6 del Decreto Conto Termico, le Amministrazioni Pubbliche possono accedere agli incentivi di cui al C.T. 2.0 attraverso la procedura a "PRENOTAZIONE" prima dell'inizio dei lavori, presentando al GSE una richiesta per la prenotazione dell'incentivo, in caso di trasformazione di edifici in nZEB

- sino ad un massimo del 65 % della spesa, tale richiesta deve essere corredata di una diagnosi energetica predisposta nelle modalità previste dal Decreto Legislativo n. 102/2014 e un provvedimento o altro atto amministrativo attestante l'impegno all'esecuzione di almeno uno degli interventi previsti nella diagnosi energetica e per i quali si richiede l'incentivo;
- l'emendamento 48-ter della conversione in legge del D.L. n. 104/2020 fa sì che gli incentivi del conto termico in caso di trasformazione di edifici in nZEB possano arrivare a coprire il 100% delle spese ammissibili, per gli interventi con le seguenti caratteristiche: edificio di proprietà pubblica ed accatata alla categoria B/5 scuole e laboratori scientifici;
  - a tal fine l'Amministrazione comunale, preso atto del Decreto suindicato, ha ritenuto opportuno di accedere agli incentivi, con lo scopo di migliorare l'efficienza energetica e le utenze energetiche del plesso scolastico comunale "Mensa dell'I.C.S. Ottavio Gravina De Cruyllas", di proprietà dell'Ente;
  - l'intervento in oggetto è stato inserito nella Programmazione delle Opere Pubbliche 2022-2024;
  - con deliberazione di G.M. n° 51 del 08/06/2019, è stato approvato il progetto di fattibilità tecnico – economico dei lavori di "Adeguamento sismico ed efficientamento energetico plesso "C" I.C.S. Ottavio Gravina De Cruyllas;
  - con la determinazione del responsabile della IV Area Gestione Territorio n. Gen.le 611 del 23/09/2021 è stato nominato Responsabile Unico del Procedimento (RUP) e Responsabile delle operazioni esterne (REO) dei lavori di "Adeguamento sismico ed efficientamento energetico plesso "C" I.C.S. Ottavio Gravina De Cruyllas - CUP: F12G19000110006, di cui al D.D.G. n. 1462/ISTR. Del 29/07/2021-PAC Salvaguardia 2007/2013 O.OP. 2.1.2 SAL "Interventi di efficientamento energetico degli edifici scolastici";
  - con la determinazione del Responsabile della IV Area gestione Territorio n° Gen.le 9 del 12/01/2023 è stata approvata l'offerta economia e affidato l'incarico per i servizi di Diagnosi energetica (D.lgs. 4 luglio 2014 n°102), progettazione definitiva/esecutiva, D.L. nonché del coordinamento della progettazione in fase di progettazione ed esecuzione Società PROGETTO PSC S.R.L.;
  - al fine di accedere agli incentivi previsti per interventi di efficienza energetica e produzione di energia termica da fonti rinnovabili negli edifici pubblici del meccanismo del Conto Termico 2.0 gestito dal Gestore dei servizi energetici (GSE), gli edifici sui quali si propongono gli interventi siano dotati di diagnosi energetica redatta ai sensi del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102;

**Vista:**

- la diagnosi energetica redatta Società PROGETTO PSC S.R.L in data 28.02.2023 prot. n. 4098, relativa al complesso scolastico in oggetto;

**CONSIDERATO** che gli interventi previsti nella diagnosi energetica dell'edificio scolastico consentono di trasformare l'edificio in nZEB (esplicitiamo l'acronimo) e che gli stessi possono essere realizzati con gli incentivi previsti dal Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 16 febbraio 2016;

**RITENUTO** opportuno aderire alla procedura di cui al decreto interministeriale del 16 febbraio 2016 secondo l'articolo 6, comma 4, lettera a);

**DATO ATTO** che ai sensi dell'art. 6 bis della Legge n. 241/1990 e s. m. i. come aggiunto dall'art. 1 comma 41 Legge 190 del 6 novembre 2012 per il presente provvedimento non sussistono motivi di conflitto di interesse, neppure potenziale, per il Responsabile del Procedimento e per chi lo adotta;

**VISTO** l'art. 192 del D. lgs. n. 267 del 18.08.2000;

**VISTA** la deliberazione di Consiglio Comunale n. 37 del 18/10/2022 con la quale è stato approvato il Bilancio di previsione per il periodo 2022/2024,

**VISTA** la deliberazione di Consiglio Comunale n. 36 del 18/10/2022 con la quale è stato approvato il Documento Unico di Programmazione per il periodo 2022/2024;

**VISTO** il piano triennale dei lavori pubblici 2022/2024 di questo Ente approvato con delibera consiliare n° 17 del 27 aprile 2022 e la variazione al programma triennale dei lavori pubblici approvato con delibera consiliare n° 32 del 16/09/2022;

**VISTO** il (PTPCT) 2022-2024 approvato con delibera di G.M. n°45 del 29/04/2022;

**VISTA** la determinazione Sindacale n. 6 del 30/03/2023 di attribuzione delle funzioni dirigenziali ex art. 107 del D.lgs. n. 267/2000 all'Ing. Salvatore Consoli per l'Area Gestione Territorio (Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali);

**VISTI** i successivi artt. 183 e 191 del T.U.E.L. approvato con D. Lgs. n. 267 del 18/08/2000, relativi alle regole per l'assunzione degli impegni di spesa;

**DATO ATTO CHE** ai sensi dell'art. 42 comma 2 del D. lgs. n. 50/2016, per il presente provvedimento non sussistono motivi di conflitto di interesse, neppure potenziale, per il Responsabile del Procedimento e per chi lo adotta;

**DATO ATTO CHE** il presente provvedimento non costituisce impegno di spesa e pertanto non necessita del visto di regolarità contabile del Responsabile del Servizio Finanziario attestante la copertura finanziaria, ai sensi degli artt. 147 bis e 183 comma 7 del D. Lgs. 267/2000;

**VISTI** gli atti di Ufficio, riconosciuta la propria competenza e la primaria necessità ed urgenza.

#### **PROPONE**

- 1.** Di prendere atto di quanto riportato nella diagnosi energetica relativa al progetto di cui all'oggetto;
- 2.** Di impegnarsi, ad eseguire tutti gli interventi previsti nella Diagnosi energetica con l'obiettivo di trasformare il complesso scolastico in un edificio ad energia quasi zero (nZEB);
- 3.** Di stabilire che la presente determinazione venga pubblicata all'albo pretorio, nonché nell'apposita sezione dell'amministrazione trasparente ai sensi dell'art. 23, comma 1, lett. b) del D. Lgs. n. 33/2013 e dell'art. 29 dl D.lgs. n. 50/2016;
- 4.** Di dare atto che la presente determinazione non comporta impegno di spesa e pertanto non necessita del visto di regolarità contabile del Responsabile del Servizio Finanziario attestante la copertura finanziaria, ai sensi degli artt. 147 bis e 183 comma 7 del D. Lgs. n. 267/2000;
- 5.** Di dare atto che ai fini dell'esecuzione della presente deliberazione, la figura del Responsabile del Procedimento viene individuato nella persona del geom. Angelo Maria Antonio Lanzafame, nonché Rup del progetto in questione, al quale sarà trasmessa copia del presente atto.

**Il Rup**

**Geom. Angelo Maria Antonio Lanzafame**

**Il Responsabile della IV Area**

**Dott. Salvatore Consoli**

## **DELIBERA**

di approvare la entro riportata proposta di deliberazione, con le seguenti:

aggiunte /integrazioni: \_\_\_\_\_

modifiche/sostituzioni:

Con separata unanime votazione, dichiarare, stante l'urgenza, la presente deliberazione immediatamente esecutiva ai sensi dell'art. 12, co. 2, della L.R. n. 44/91. (1)

---

(1) segnare con x le parti deliberate e depennare le parti non deliberate.

N.B. Il presente verbale deve ritenersi manomesso allorquando l'abrasione, l'aggiunta o la correzione al presente atto non sia affiancata dall'approvazione del Segretario verbalizzante.

Letto, confermato e sottoscritto

Il Sindaco  
Nunzio Vitale

L'Assessore Anziano  
f.to Agrippino Sollennità

Il Segretario Generale  
dott.ssa Concetta Puglisi

(atto sottoscritto digitalmente)



# *Comune di Ramacca*

## *Città Metropolitana di Catania*

4 AREA - GESTIONE DEL TERRITORIO  
4.2 - U.O. PROTEZIONE CIVILE

PROPOSTA DI GIUNTA N. 45 DEL 23/05/2023

**INTERVENTI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO  
PLESSO "C" I.C.S. OTTAVIO GRAVINA DE CRUYLLAS VIALE LIBERTA', 24 -  
ATTIVAZIONE PROCEDURA PRENOTAZIONE INCENTIVO A VALERE SUL  
OGGETTO: CONTO TERMICO 2.0 DI CUI AL DM 16/02/ 20 16.  
• PRESA D'ATTO DIAGNOSI ENERGETICA ED IMPEGNO ALLA  
REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.**

### **PARERE DI REGOLARITA' TECNICA**

Si esprime parere favorevole di regolarità tecnica espresso ai sensi dell'art. 49 del T.U. - D.Lgs. 18 Agosto 2000 n. 267, in quanto la proposta che precede è conforme alle norme legislative e tecniche che regolamentano la materia.

Note:

23/05/2023

Il Responsabile  
CONSOLI SALVATORE / InfoCamere  
S.C.p.A.  
(parere sottoscritto digitalmente)



# *Comune di Ramacca*

## *Città Metropolitana di Catania*

*Allegato alla Deliberazione della Giunta Comunale N° 45 del 24/05/2023*

### **ATTESTATO DI PUBBLICAZIONE**

La Deliberazione viene pubblicata in data odierna all'Albo Pretorio del Comune e vi rimarrà fino al 09/06/2023.

E comunicata ai Capigruppo Consiliari.

Data, 25/05/2023

Il Responsabile della Pubblicazione  
PAGLIA PIETRO / ArubaPEC S.p.A.

**DICHIARAZIONE DI PROVENIENZA DELLE RISORSE UTILIZZATE PER SOSTENERE LE SPESE RELATIVE ALL'INTERVENTO OGGETTO DELLA RICHIESTA IN CONTO TERMICO IDENTIFICATA DAL CODICE CT00723792 (ACCESSO DIRETTO/A PREVENTIVO)**

*(ai sensi del D.P.R. n. 445/2000)*

Con riferimento all'intervento lavori di efficientamento energetico degli edifici scolastici - adeguamento sismico ed efficientamento energetico plesso C - I.C.S. "Ottavio Gravina de Cruyllas" CUP: F11F19000030006 di cui all'istanza n. CT00723792, Comune di Ramacca, con sede legale in Piazza Umberto n.14, Comune di Ramacca, partita IVA 00689220879, codice fiscale 82001810876, rappresentata da Nunzio Vitale, nato a Catania (CT), il 25.08.1977, nella qualità di legale rappresentante,

in qualità di Soggetto Responsabile

**e consapevole:**

- ✓ delle prescrizioni di cui all'art. 23 del D.lgs. 28/11 nonché delle sanzioni penali e amministrative previste dal D.P.R. 445/00, in caso di dichiarazioni false o mendaci;
- ✓ che nell'ambito dell'attività di controllo di cui all'art. 14 del Decreto il GSE, laddove le violazioni riscontrate siano rilevanti ai fini dell'erogazione degli incentivi, dispone il rigetto dell'istanza ovvero la decadenza degli incentivi nonché il recupero delle somme già erogate, provvedendo, ai sensi dell'articolo 42 del decreto legislativo 28/2011, a segnalare le istruttorie all'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico, ai fini dell'irrogazione delle eventuali sanzioni;

**DICHIARA**

- che le risorse finanziarie con cui sono state sostenute le spese ~~per la realizzazione degli interventi di cui alla presente richiesta (nel caso di accesso diretto)~~ / con le quali si intende sostenere le spese per la realizzazione degli interventi di cui alla presente richiesta (nel caso di accesso a preventivo), sono costituite e provengono dalle fonti così come indicate nella tabella che segue.
- che gli eventuali contributi a fondo perduto, di natura statale ~~e/o non statale~~, unitamente all'incentivo in Conto Termico non concorrono a finanziare l'intervento oggetto della presente richiesta per più del 100 % delle spese sostenute, e che rispetta le condizioni di cumulo di cui all'art. 12 del DM 16 febbraio 2016, come dettagliato nelle relative Regole Applicative.

Composizione delle risorse nella disponibilità dell'Amministrazione Pubblica (PA) per sostenere le spese relative all'intervento/multi-intervento oggetto della presente richiesta di incentivi in Conto Termico (DM 16 febbraio 2016)

Specificare la modalità di accesso al contributo in Conto Termico	* ACCESSO DIRETTO	<input type="checkbox"/>	
	ACCESSO A PRENOTAZIONE	<input checked="" type="checkbox"/>	
Totale delle spese del Progetto contenente anche l'intervento/i oggetto della richiesta d'incentivo	Euro 2.531.229,27	/	
Totale delle spese AMMISSIBILI per l'intervento/i oggetto della richiesta d'incentivo- ai sensi dell'art. 5 del DM febbraio 2016 (così come dichiarate nel Portaltermico) (Voce A)	Euro 2.531.229,27	100%	
<b>RISORSE CHE NON CONCORRONO AL CUMULO DI CUI ALL'ART. 12 DEL DM febbraio 2016</b> (queste risorse possono essere ristorate dal Conto Termico)			
Risorse proprie	Euro 0,00	/	
Fondi di garanzia, fondi di rotazione e contributi in conto interesse	Euro 0,00	/	
<b>LE RISORSE CHE CONCORRONO AL CUMULO DI CUI ALL'ART. 12 DEL DM febbraio 2016</b> Indicazione della tipologia di risorse che concorrono alla copertura delle spese ammissibili dell'intervento/i oggetto di richiesta Conto Termico: incentivi in conto capitale, anche statali, tra cui POR FESR, Decreto Crescita, Fondo MIUR, PNRR)			
Tipologia di finanziamento	Importo totale del finanziamento	Quota parte dell'importo del finanziamento erogato a copertura delle spese AMMISSIBILI per l'intervento/i oggetto della richiesta d'incentivo- ai sensi dell'art. 5 del DM febbraio 2016	Percentuale sul totale delle spese ammissibili per come dichiarate sul Portaltermico (%)
Decreto n.1462/ISTR. Del 29.07.2021	Euro 2.120.174,27	Euro 2.120.174,27	100 %
	Euro .....	Euro .....	/
	Euro .....	Euro .....	/
Somma totale delle forme di finanziamento indicate sopra	(somma delle precedenti) Euro 2.120.174,27	(somma delle precedenti) Euro 2.120.174,27 (Voce B)	100 %
<b>IL CONTRIBUTO DEL CONTO TERMICO</b> (il massimo contributo riconoscibile sarà il minore fra la Voce D e la Voce C)			
Codice richiesta (risultante da Portaltermico)	Importo incentivo così come risultante dal calcolo del Portaltermico (Voce D)	Importo incentivo ricalcolato per effetto delle spese AMMISSIBILI già finanziate, al fine del rispetto del limite di cumulo di cui all'art. 12 del DM febbraio 2016 (Voce C). La Voce C si ricava dalla seguente equazione $C = A - B$	
CT00702751	Euro 411.055,00	Euro 411.055,00	

Luogo e data: Ramacca, il 26.06.2023



Il Soggetto Responsabile  
[Firma]  
[Firma]

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DATI GENERALI</b> .....	<b>5</b>
3.1	<i>DATI GEO-CLIMATICI DELLA LOCALITÀ (UNI 10349)</i> .....	5
3.2	<i>Dati geo-climatici della localita' (uni 10349)</i> .....	5
3.3	<i>Dati tecnici e costruttivi</i> .....	6
3.4	<i>Servizi energetici</i> .....	6
3.5	<i>DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO</i> .....	6
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>12</b>
4.1	<i>STRUTTURE OPACHE</i> .....	12
4.2	<i>SERRAMENTI</i> .....	12
4.3	<i>IMPIANTI MECCANICI</i> .....	13
4.4	<i>CALCOLO DEI CARICHI TERMICI</i> .....	14
5.1	<i>IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE</i> .....	20
	5.1.1 <i>Ventilazione Meccanica Controllata</i> .....	28
	5.1.2 <i>Impianto di riscaldamento idronico a fan coils e radiatori</i> .....	30
<b>6</b>	<b>Impianto BAC</b> .....	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Impianto Fotovoltaico in copertura</b> .....	<b>36</b>

---

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica descrive gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello, relativo ai lavori di efficientamento energetico che consistono nella realizzazione di, sostituzione impianto termico, installazione di solare fotovoltaico, installazione di boiler a pompa di calore,, impianto di gestione e controllo BACS, impianto illuminazione LED , coibentazione pareti e solaio superiore disperdente , sostituzione infissi e adeguamento sismico, per ottenimento della classe energetica A4 NZEB per il Plesso C della scuola "I.C.S. OTTAVIO GRAVINA DE CRUYLLAS" sita in Viale Libert , 24, Ramacca (CT)

Requisiti tecnici richiesti

Tutti gli interventi qui ipotizzati nel progetto sono stati predisposti seguendo i requisiti tecnici di cui ai riferimenti delle circolari e decreti attuativi della legge DM 26 Giugno 2015 e successive revisioni.

Congruit  delle spese sostenute in relazione agli interventi agevolati

Tutti gli interventi qui ipotizzati nel progetto sono stati computati in base al prezzario regionale LisSiciliaLLPP2022\_(DA\_17-Gab del 29-06-2022 ) o DEI 2023 (vedi indicazioni espressa accanto alla singola voce del computo). Per casi specifici sono stati formati nuovi prezzi aggiunti di cui   fornita scheda di analisi dettagliata.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo le caratteristiche indicate nella seguente relazione e nella documentazione allegata, si dovranno inoltre rispettare tutte le leggi vigenti, anche se non espressamente menzionate, con particolare riferimento a:

- L. n°10/1991 e s.m.i.
- D.lgs. 81 del 9 aprile 2008
- D.M. 37/2008

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati. Si applicano, inoltre, prescrizioni e norme di Enti locali (acquedotto, energia elettrica, gas), comprese prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni di eventuali altri Enti emanate ed applicabili agli impianti oggetto dei lavori.

<b>UNI EN ISO 13790:2008</b>	Calcolo del fabbisogno di energia
<b>UNI/TS 11300-1:2014</b>	Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
<b>UNI/TS 11300-2:2019</b>	Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
<b>UNI/TS 11300-3:2010</b>	Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
<b>UNI/TS 11300-5:2016</b>	Prestazioni energetiche degli edifici – calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
<b>UNI EN ISO 6946:2007</b>	Componenti ed elementi per edilizia - resistenza termica e trasmittanza termica
<b>UNI EN ISO 13370:2008</b>	Scambi di energia tra terreno ed edificio
<b>UNI EN ISO 14683:2008</b>	Ponti termici in edilizia – coefficiente di trasmissione lineica
<b>UNI EN ISO 13789:2008</b>	Coefficiente di perdita per trasmissione e ventilazione
<b>UNI EN ISO 13788:2003</b>	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - metodo di calcolo

---

- UNI EN ISO 13786:2008** Prestazione termica dei componenti per edilizia - caratteristiche termiche dinamiche - metodi di calcolo
- UNI EN ISO 10077** Trasmittanza termica dei componenti finestrati
- UNI 10349-1:2016** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - dati climatici - medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI 10351** Conduttività termica e permeabilità al vapore dei materiali da costruzione
- UNI 10355** Murature e solai valori della resistenza termica e metodo di calcolo
-

### 3 DATI GENERALI

Il progetto dell'impianto, descritto nei paragrafi successivi e riportato nei disegni allegati, è stato eseguito sulla base dei dati e delle prescrizioni di seguito specificati.

#### 3.1 DATI GEO-CLIMATICI DELLA LOCALITÀ (UNI 10349)

Informazioni generali dell'edificio oggetto di diagnosi		
Comune		Ramacca
Provincia		Catania
CAP		95040
Indirizzo dell'edificio		Viale Libertà, 24, Plesso "C"
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	1040
Zona climatica		C
Anno di costruzione		1999
Numero di fabbricati	[-]	1
Numero di unità immobiliari	[-]	1
Destinazione d'uso prevalente		E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili

#### 3.2 Dati geo-climatici della località (uni 10349)

Periodo di riscaldamento	
Data di accensione dell'impianto	Data di spegnimento dell'impianto
15/Novembre	31/Marzo

Dati geografici e ventosità della località'								
		Alt.	Lat.	Grad	Rg	Zona	Mare	V.vent
		[m.s.l.]	[Deg ]	[°C/m]	vent	vent	[km]	[m/s]
Comune	Ramacca	270.00	37.39	0.007	C	18	35.05	0.70
Stazione di rilevamento dei dati climatici	Catania	10.00	37.44					

Comune		Ramacca	
Altezza sul l.d.m	[m]	270.00	
Latitudine	[°N]	37.39	
Longitudine	[°]	14.69	
Meridiano di riferimento	[DEG]	-15	
CONDIZIONI ESTERNE DI PROGETTO		ESTATE	INVERNO
Temperatura b.s.		33.5	3.0
Temperatura b.u.		24.4	2.0
Umidità Relativa		48.7	85.2
Escursione termica giornaliera		10	

<b>Fattore di foschia</b>		<b>0.85</b>	
<b>Riflettività ambiente circostante</b>		<b>0.20</b>	

LEGENDA	
<b>ESTATE</b>	Corrisponde al periodo di raffrescamento
<b>INVERNO</b>	Corrisponde al periodo di riscaldamento

### 3.3 Dati tecnici e costruttivi

Informazioni dimensionali dell'edificio		
<b>Climatizzazione invernale</b>		
Superficie netta	<b>822.05</b>	[m <sup>2</sup> ]
Volume netto	<b>2568.48</b>	[m <sup>3</sup> ]
<b>Climatizzazione estiva</b>		
Superficie netta		[m <sup>2</sup> ]
Volume netto		[m <sup>3</sup> ]
<b>Complessive</b>		
Superficie netta	<b>822.05</b>	[m <sup>2</sup> ]
Superficie lorda	<b>1712.66</b>	[m <sup>2</sup> ]
Volume lordo	<b>3448.35</b>	[m <sup>3</sup> ]
Rapporto S/V	<b>0.50</b>	[m <sup>-1</sup> ]

### 3.4 Servizi energetici

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile climatizzata	Volume netto	Servizi presenti					
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	H	C	W	V	L	T
Plesso C	822.05	2568.48	X		X		X	

#### LEGENDA DEI SERVIZI PRESENTI

SERVIZIO	SIMBOLO	DESTINAZIONE D'USO IN CUI DEVONO ESSERE COMPUTATI SE PRESENTI
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	<b>H</b>	TUTTE
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	<b>C</b>	TUTTE
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	<b>W</b>	TUTTE
VENTILAZIONE MECCANICA	<b>V</b>	TUTTE
ILLUMINAZIONE	<b>L</b>	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI
TRASPORTO DI PERSONE	<b>T</b>	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI

### 3.5 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

L'edificio scolastico è composto da due piani fuori terra. La costruzione risale al 1999 con l'ultimazione del piano primo. La copertura è a falde con tetto in legno e copertura in tegole.

L'edificio è dedicato alla sola attività scolastica che si svolge dal Lunedì al Venerdì dalle 8:00 alle 14:00 con due rientri pomeridiani settimanali fino alle 17:00.

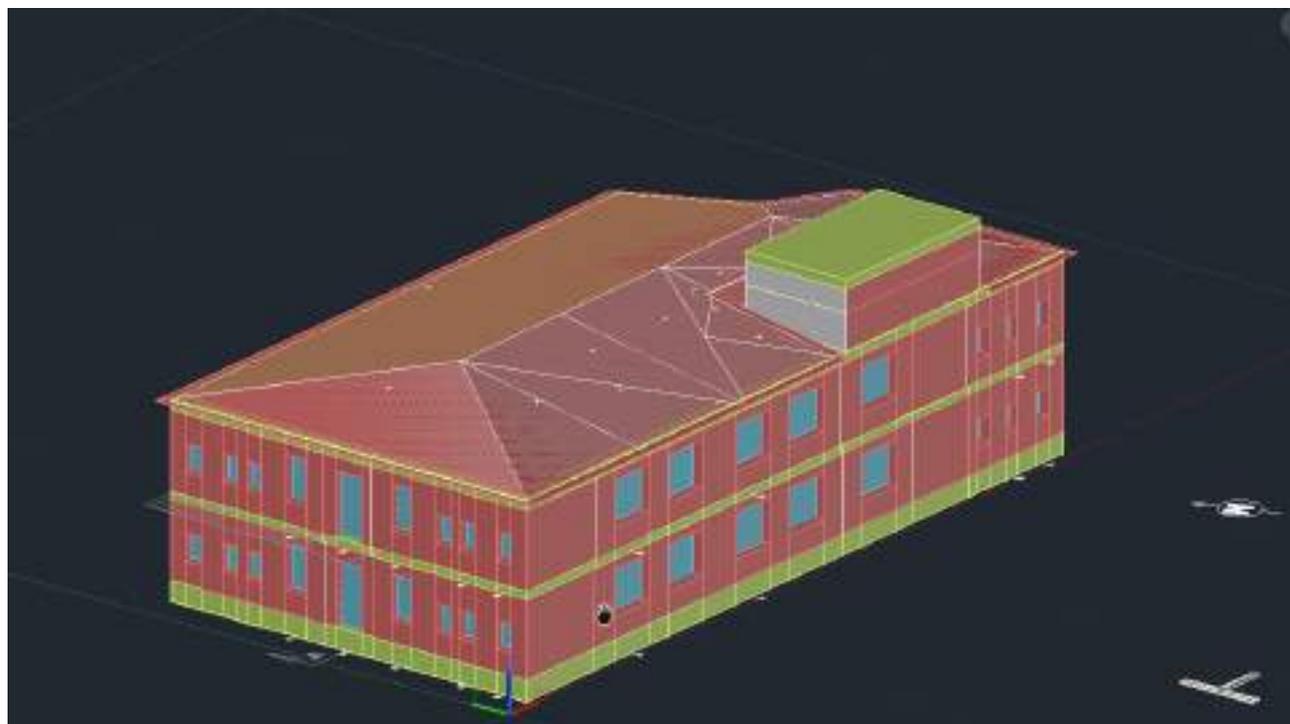


Figura 1 Modello 3D dell'edificio

Il **piano terra** presenta pavimentazione controterra con vespaio in ghiaione, la pavimentazione in marmittoni risulta essere in buono stato e non presenta segni di infiltrazione o umidità di risalita. Al piano terra è presente l'ingresso principale della scuola e la centrale termica con ingresso esterno. Sono presenti poi cinque aule, un'infermeria, servizi igienici separati per alunni e corpo docente e non docente. Da planimetria risulta essere presente un vano ascensore che al momento risulta essere murato e non accessibile. Tutto il piano risulta avere una altezza netta di 3.13 m.

Dalle scale interne si ha accesso al Piano Primo che ha la stessa suddivisione e altezza dei locali del piano terra. In proiezione verticale sopra i locali infermeria e centrale termica è presente una terrazza senza copertura.

Il solaio superiore del piano prima confina con ambiente sottotetto. Non sono stati rilevate infiltrazioni dalla copertura. Quest'ultima è composta da travi in legno e tavolato con copertura in tegole. L'impalcato

e la copertura risultano essere in buono stato. La copertura risulta avere una discontinuità data la presenza di locale tecnico accessibile sopra il vano scale e vano ascensore che presenta una copertura piana.

L'edificio risulta composto da una struttura portante di cemento armato con pareti di laterizio a cassa vuota con intercapedine di aria da circa 8 cm.

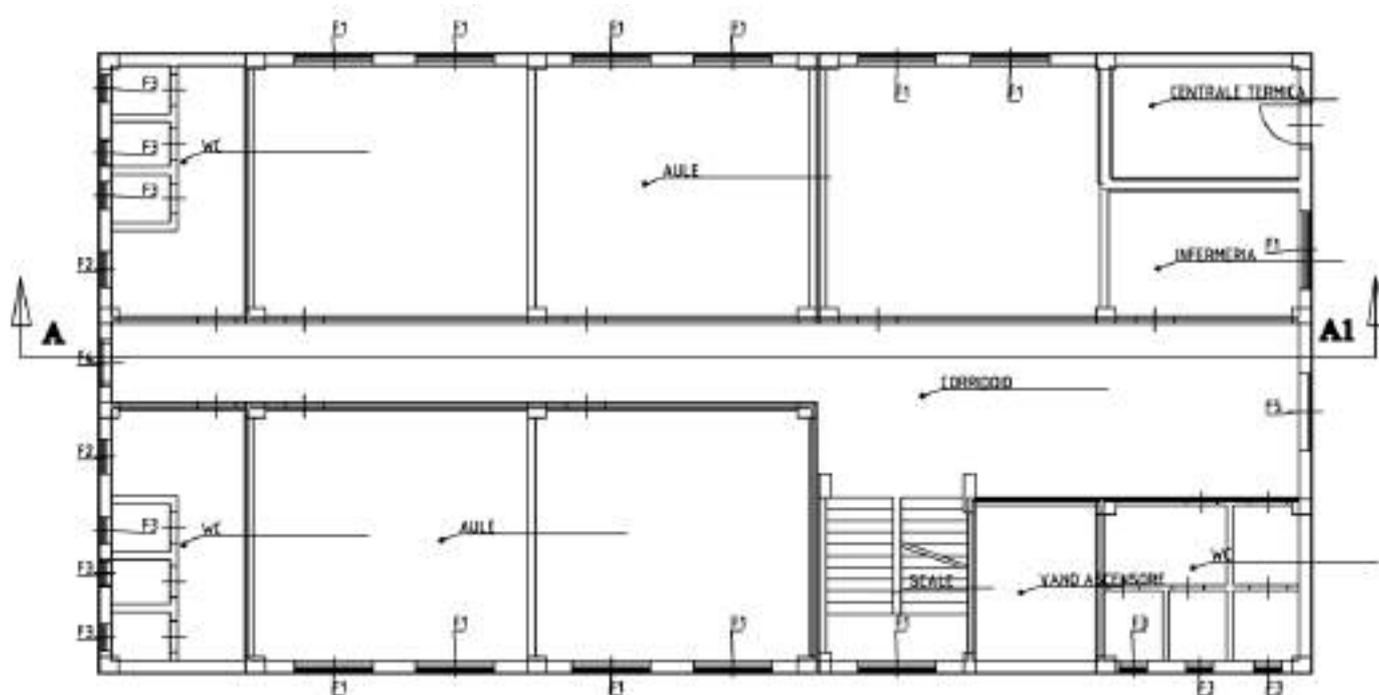
Gli infissi sono in alluminio senza taglio termico con vetrocamera. In generale gli infissi non appaiono in buono stato conservativo.

Di seguito sono riportate le planimetrie, il rilievo fotografico e le caratteristiche termofisiche dei componenti dell'involucro calcolate per come sono state rilevate.

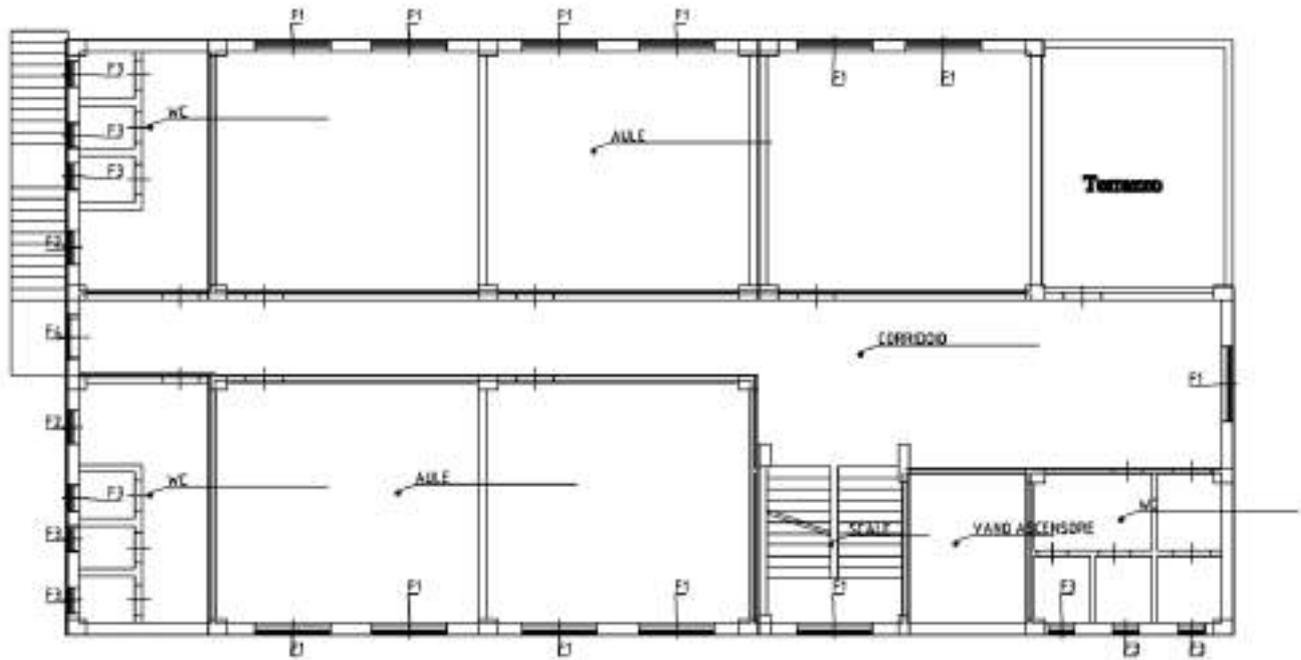
### Planimetrie

Di seguito sono riportate le planimetrie dell'edificio con le indicazioni relative ai serramenti rispettivamente per i piani PT e P1.

#### Planimetria Piano Terra



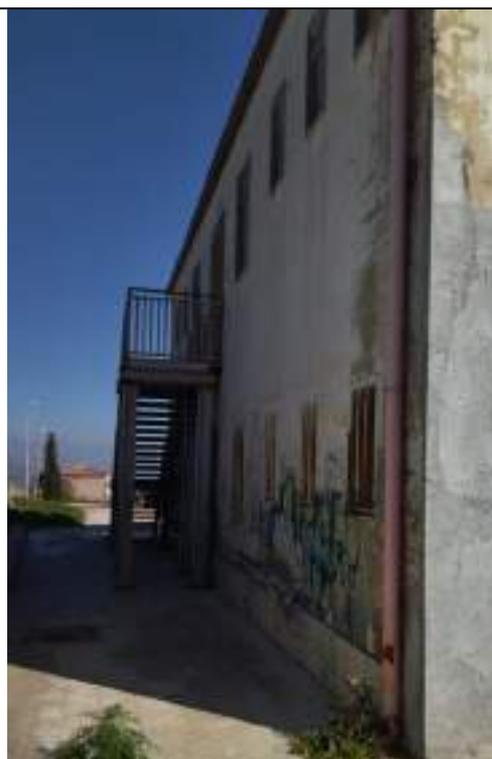
### Planimetria Piano primo



## Rilievo Fotografico



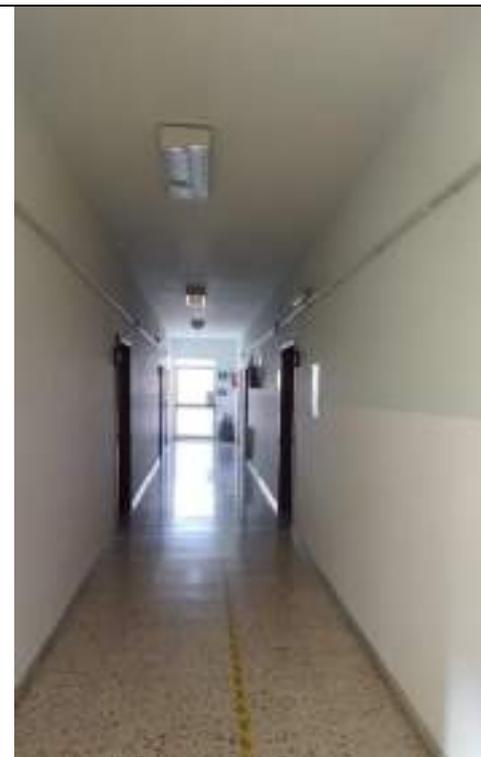
Edificio Plesso "C" esterni



Edificio Plesso "C" esterni



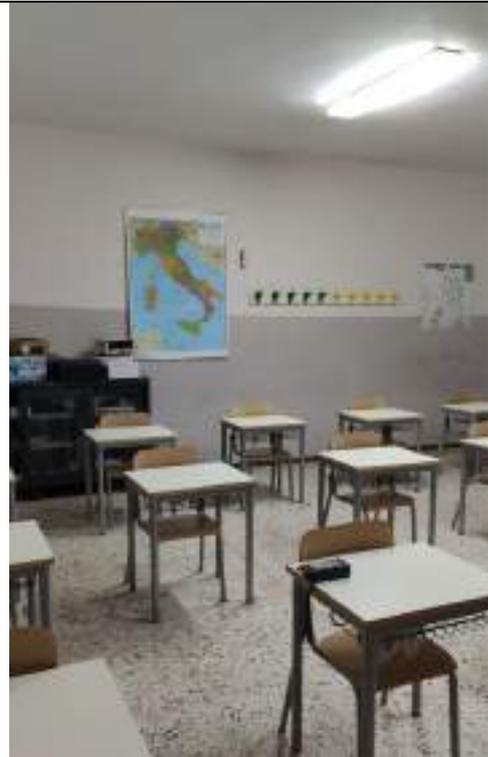
Edificio Plesso "C" esterni



Corridoio



Ambiente comune P1



Aula tipo



## 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 4.1 STRUTTURE OPACHE

Attualmente l'edificio non presenta pareti o solai coibentati. Dunque risulta necessario intervenire sulla trasmittanza delle pareti opache verticali ed orizzontali con adduzione di **coibente** in modo da ridurre significativamente la trasmittanza e altresì correggere i relativi ponti termici tra le strutture. Tale intervento oltre a ridurre le dispersioni ha lo scopo di eliminare il rischio di formazione di muffe superficiali ed interstiziali. Per le caratteristiche dei pacchetti murari proposti nell'intervento si rimanda alle schede tecniche dei componenti opachi e alla tavola riepilogativa in allegato.

In particolare l'intervento oggetto di studio prevede la coibentazione di tutte le chiusure opache verticali, comprensiva di pareti a cassa vuota in laterizio dei pilastri e della parete verso locale non riscaldato (centrale termica). Nella coibentazione di tali strutture si potrà intervenire andando a correggere importanti ponti termici quali quelli tra solaio e tamponatura esterna, tra tamponatura e pilastro e infine tra muro e infisso andando ad operare sulla coibentazione dell'imbotte riducendo ai minimi termini tali discontinuità termiche della struttura.

La muratura esterna disperdente è tutta della medesima tipologia ed è individuata dalla dicitura "*Parete es intonaco*" nelle schede tecniche delle strutture. La parete confinate con il locale Centrale Termica è individuata dalla dicitura "*parete CT*" nelle relative schede tecniche.

L'altro intervento di coibentazione rilevante riguarda il solaio di copertura verso sottotetto. Per la porzione di edificio con tetto a falda sarà possibile coibentare il solaio sottotetto mentre per la porzione di solaio esterno sulla terrazza sarà necessario effettuare la coibentazione solo su locale interno ad uso infermeria ove è previsto la posa di nuovo controsoffitto. Il solaio superiore sottotetto è individuato dalla dicitura "*Sottotetto per tetto a falda*" nelle schede tecniche delle strutture. Infine data la necessità di intervenire con la demolizione del massetto al piano terra si è prevista la coibentazione del pavimento controterra Individuato con la dicitura "*Pavimento su terreno*" nelle schede tecniche allegate.

### 4.2 SERRAMENTI

Altro intervento di primaria importanza che coinvolge l'involucro trasparente è la **sostituzione degli infissi**. Attualmente gli infissi risultano essere datati e con scarse qualità in termini di trasmittanza termica nonché di attenuazione dei rumori esterni e di schermatura solare nei periodi estivi.

La loro sostituzione in toto risulta essere necessaria al raggiungimento dei requisiti minimi di coibentazione dell'edificio. I serramenti previsti dovranno avere una trasmittanza globale di 1.6 W/m<sup>2</sup>K con un *fattore di shading* dato da vetro accoppiato ad un sistema schermante pari a 0.36 che corrisponde ad un valore di *fattore solare globale* di 0.31. Per ulteriori dettagli riguardo le caratteristiche dei serramenti di riferimento si rimanda alle schede tecniche allegate.

Tali interventi rappresentano di fatto i lavori più onerosi sia dal punto di vista economico che in termini di tempi ed occupazione degli spazi, comportando dei periodi di fermo necessari all'esecuzione dei lavori stessi.

### 4.3 IMPIANTI MECCANICI

L'intervento volto alla riduzione del consumo energetico dell'edificio prevede l'installazione di un nuovo generatore costituito da un refrigeratore/ pompa di calore .

Congiuntamente alla sostituzione del generatore si prevede la sostituzione dei terminali con ventilconvettori a parete completi di termostato e valvola a due vie per il controllo di temperatura per ogni singolo ambiente.

Inoltre all'interno dei servizi igienici e nei corridoi si prevede la sostituzione dell'attuale terminale in ghisa con un radiatore in alluminio in grado di operare anche a bassa temperatura. Il radiatore prevede l'utilizzo di una valvola termostatica. La temperatura di mandata di progetto è di 45°C con salto termico di 5-7°C.

L'impianto sarà controllato da una centralina unica in grado di gestire le singole zone termiche costituite dalle singole aule ognuna dotata di proprio termostato.

Tale intervento sarà accompagnato da altri interventi di efficientamento quali la coibentazione delle pareti opache verticali, la sostituzione degli infissi e l'installazione di un impianto fotovoltaico .

In fine si intende effettuare l'installazione di un sistema di ventilazione meccanica controllata come richiesto dai CAM . Tale impianto sarà costituito da una unità ventilante a recupero di calore con distribuzione puntuale in tutte le aule per mezzo di bocchette a parete e ripresa dai corridoi . Oltre alla salubrità ambiente l'utilizzo di sistemi di ventilazione controllata hanno inoltre lo scopo di evitare ricambi di aria incontrollati e senza recupero energetico tramite apertura dei serramenti.

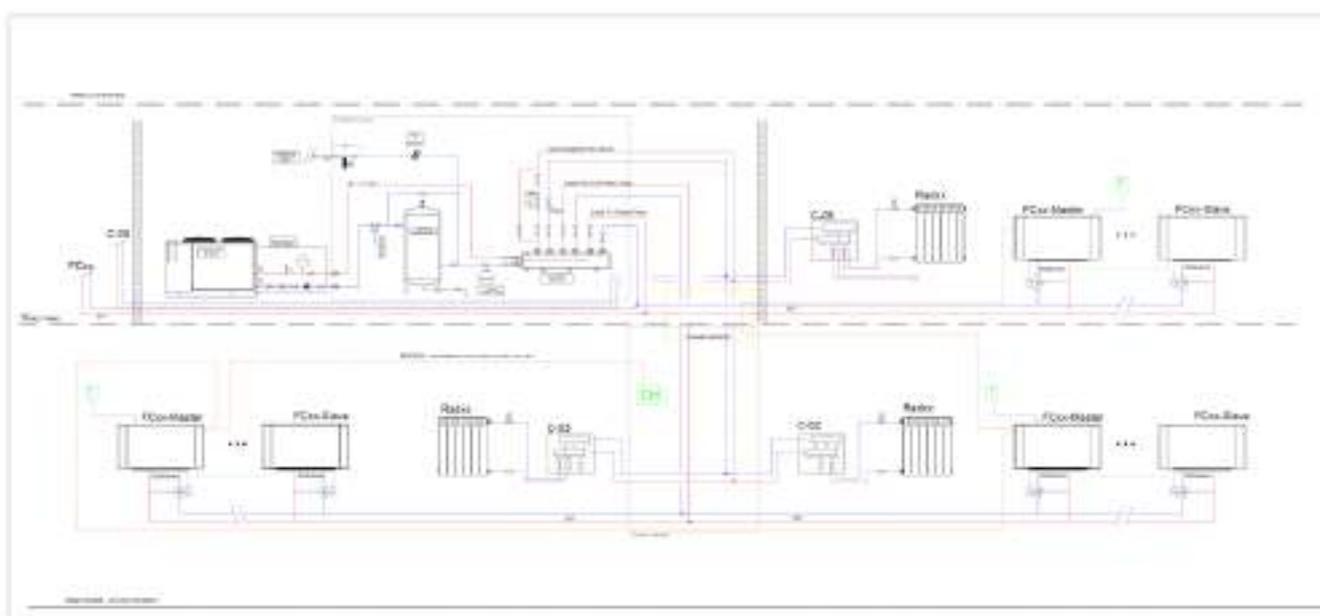


Figura 2 Schema funzionale impianto idronico

#### 4.4 CALCOLO DEI CARICHI TERMICI

I dati utilizzati per il calcolo del fabbisogno termico invernale sono riportati in tabella.

### Caratteristiche dimensionali

SUPERFICI E VOLUMI DI OGNI CENTRALE				
Descrizione	S.Utile	S. Lorda	V. Lordo	S <sub>L</sub> /V <sub>L</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>-1</sup> ]
Centrale: <b>Centrale Riscaldamento/A.C.S.</b>	818.25	1'763.83	3'563.72	0.49

SUPERFICI E VOLUMI DI OGNI ALLOGGIO				
Descrizione	S.Utile	S. Lorda	V. Lordo	S <sub>L</sub> /V <sub>L</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>-1</sup> ]
Unità immobiliare: <b>Plesso C</b>	818.25	1'763.83	3'563.72	0.49

#### Zone

##### Dati generali

DESCRIZIONE	TIPO DI IMPIANTO	PROFILO ORARIO DI FUNZIONAMENTO	
		ESTATE	5 INVERNO
<b>Climatizzata-AULE-Corridoio</b>	<b>Fan-coil</b>	<b>Giorno Tipo Scuola</b>	<b>Giorno Tipo Scuola</b>
<b>non riscaldata</b>	<b>Non climatizzata</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>Riscaldata-WC</b>	<b>Radiatori</b>		

##### Condizioni interne di progetto

DESCRIZIONE	TEMP. B.S.		U.R.		DIFF. T	DIFF. U.R.	INCR. INTERMITT. [≥=1]	
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[°C]	[%]		
<b>Climatizzata-AULE-Corridoio</b>	<b>26.0</b>	<b>20.0</b>	<b>55.00</b>	<b>50.00</b>	<b>1.0</b>	<b>10.00</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
<b>non riscaldata</b>	<b>26.0</b>							
<b>Riscaldata-WC</b>	<b>26.0</b>	<b>20.0</b>	<b>50.00</b>	<b>50.00</b>	<b>1.0</b>	<b>10.00</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>

## RIEPILOGO CARICHI TERMICI ESTIVI ED INVERNALI

### Ambienti

#### Dati generali e ventilazione

COD.	DESCRIZIONE	ZONA	AREA	H	VENTIL.	INFILTRAZIONI	
			[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]
(PU1)-0001	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	47.09	3.13	0	45	45
(P-U1)-0002	loc.tecnici	Plesso C - non riscaldata	13.39	3.13	0	0	20
(PU1)-0003	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	20.53	3.13	0	30	20
(PU1)-0004	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	22.12	3.13	0	35	20
(PU1)-0005	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	22.29	3.13	0	35	20
(PU1)-0006	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.74	3.13	0	45	45
(PU1)-0007	Corridoio	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	112.52	3.13	0	175	105
(PU1)-0009	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.20	3.13	0	45	45
(P-U1)-0009	lo. tecnici	Plesso C - non riscaldata	14.43	3.13	0	0	20
(PU1)-0010	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.81	3.13	0	45	45
(PU1)-0011	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.16	3.13	0	45	45
(P-U1)-0012	Infermeria	Plesso C - Climatizzata-AULE	16.28	3.13	0	15	15
(PU1)-0001	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.28	3.13	0	45	45
(PU1)-0002	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	23.22	3.13	0	35	20
(PU1)-0003	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	22.56	3.13	0	35	20
(PU1)-0004	Corridoio	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	96.82	3.13	0	150	90
(PU1)-0005	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.99	3.13	0	45	45
(PU1)-0006	WC	Plesso C - Riscaldata-WC-Corridoi	20.35	3.13	0	30	20
(P-U1)-0007	lo. tecnici	Plesso C - non riscaldata	12.83	3.13	0	0	20
(P-U1)-0008	scale	Plesso C - non riscaldata	15.87	3.13	0	0	25
(PU1)-0013	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.96	3.13	0	45	45
(PU1)-0014	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.53	3.13	0	45	45
(PU1)-0015	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.80	3.13	0	45	45

#### Dati generali e ventilazione

COD.	DESCRIZIONE	ZONA	AREA	H	VENTIL.	INFILTRAZIONI	
			[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]
(PU1)-0001	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	47.09	3.13	0	95	95
(P-U1)-0002	loc.tecnici	Plesso C - non riscaldata	13.39	3.13	0	0	20

(PU1)-0003	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	20.53	3.13	0	30	40
(PU1)-0004	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	22.12	3.13	0	35	45
(PU1)-0005	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	22.29	3.13	0	35	45
(PU1)-0006	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.74	3.13	0	95	95
(PU1)-0007	Corridoio	Plesso C - Climatizzata-AULE	112.68	3.13	0	225	225
(PU1)-0009	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.11	3.13	0	95	95
(P-U1)-0009	lo. tecnici	Plesso C - non riscaldato	14.29	3.13	0	0	20
(PU1)-0010	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.81	3.13	0	95	95
(PU1)-0011	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.16	3.13	0	95	95
(P-U1)-0012	Infermeria	Plesso C - Climatizzata-AULE	16.17	3.13	0	35	35
(PU1)-0001	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	46.28	3.13	0	95	95
(PU1)-0002	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	23.22	3.13	0	35	45
(PU1)-0003	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	22.56	3.13	0	35	45
(PU1)-0004	Corridoio	Plesso C - Climatizzata-AULE	96.88	3.13	0	195	195
(PU1)-0005	Aule	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.99	3.13	0	95	95
(PU1)-0006	WC	Plesso C - Riscaldato-WC-Corridoi	20.35	3.13	0	30	40
(P-U1)-0007	lo. tecnici	Plesso C - non riscaldato	12.83	3.13	0	0	20
(P-U1)-0008	scale	Plesso C - non riscaldato	15.87	3.13	0	0	25
(PU1)-0013	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.96	3.13	0	95	95
(PU1)-0014	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.53	3.13	0	95	95
(PU1)-0015	Aula	Plesso C - Climatizzata-AULE	45.80	3.13	0	95	95

#### Carichi interni - Persone

COD.	DESCRIZIONE	PERSONE	APP. SENS.	APP. LAT.	PROFILO ORARIO
		[n]	[W]	[W]	
(PU1)-0001	Aule	22	65	40	Uffici
(P-U1)-0002	loc.tecnici	0	0	0	
(PU1)-0003	WC	3	65	40	
(PU1)-0004	WC	3	65	40	
(PU1)-0005	WC	3	65	40	
(PU1)-0006	Aule	22	65	40	Uffici
(PU1)-0007	Corridoio	4	65	40	Uffici

COD.	DESCRIZIONE	PERSONE	APP. SENS.	APP. LAT.	PROFILO ORARIO
		[n]	[W]	[W]	
(PU1)-0009	Aula	22	65	40	Uffici
(P-U1)-0009	lo. tecnici	0	0	0	
(PU1)-0010	Aula	22	65	40	Uffici
(PU1)-0011	Aula	22	65	40	Uffici
(P-U1)-0012	Infermeria	8	65	40	Uffici
(PU1)-0001	Aule	22	65	40	Uffici
(PU1)-0002	WC	3	65	40	
(PU1)-0003	WC	3	65	40	
(PU1)-0004	Corridoio	4	65	40	
(PU1)-0005	Aule	22	65	40	Uffici
(PU1)-0006	WC	3	65	40	
(P-U1)-0007	lo. tecnici	0	0	0	
(P-U1)-0008	scale	0	0	0	
(PU1)-0013	Aula	22	65	40	Uffici
(PU1)-0014	Aula	22	65	40	Uffici
(PU1)-0015	Aula	22	65	40	Uffici

## Carichi interni - Apparecchiature

COD.	DESCRIZIONE	SENSIBILE	LATENTE	R/S	PROFILO ORARIO
		[W]	[W]	[N]	
(PU1)-0001	Aule	470.9	0.0	0.45	Uffici
(P-U1)-0002	loc.tecnici	0.0	0.0	0.00	
(PU1)-0003	WC	307.9	0.0	0.45	
(PU1)-0004	WC	331.9	0.0	0.45	
(PU1)-0005	WC	334.4	0.0	0.45	
(PU1)-0006	Aule	467.4	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0007	Corridoio	250.0	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0009	Aula	461.1	0.0	0.45	Uffici
(P-U1)-0009	lo. tecnici	0.0	0.0	0.00	
(PU1)-0010	Aula	458.1	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0011	Aula	461.6	0.0	0.45	Uffici
(P-U1)-0012	Infermeria	161.7	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0001	Aule	462.8	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0002	WC	348.4	0.0	0.45	
(PU1)-0003	WC	338.4	0.0	0.45	
(PU1)-0004	Corridoio	250.0	0.0	0.45	
(PU1)-0005	Aule	459.9	0.0	0.45	Uffici
(PU1)-0006	WC	305.2	0.0	0.45	
(P-U1)-0007	lo. tecnici	0.0	0.0	0.00	

COD.	DESCRIZIONE	SENSIBILE	LATENTE	R/S	PROFILO ORARIO
		[W]	[W]	[N]	
<b>(P-U1)-0008</b>	<b>scale</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>	
<b>(PU1)-0013</b>	<b>Aula</b>	<b>459.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.45</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0014</b>	<b>Aula</b>	<b>455.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.45</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0015</b>	<b>Aula</b>	<b>458.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.45</b>	<b>Uffici</b>

## Carichi interni - Illuminazione

COD.	DESCRIZIONE	FISSA	VARIABILE	CODICE LAMPADA	PROFILO ORARIO
		[W/m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> ]		
<b>(PU1)-0001</b>	<b>Aule</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(P-U1)-0002</b>	<b>loc.tecnici</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>(PU1)-0003</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0004</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0005</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0006</b>	<b>Aule</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0007</b>	<b>Corridoio</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0009</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(P-U1)-0009</b>	<b>lo. tecnici</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>(PU1)-0010</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0011</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(P-U1)-0012</b>	<b>Infermeria</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0001</b>	<b>Aule</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0002</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0003</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0004</b>	<b>Corridoio</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(PU1)-0005</b>	<b>Aule</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0006</b>	<b>WC</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	
<b>(P-U1)-0007</b>	<b>lo. tecnici</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>(P-U1)-0008</b>	<b>scale</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>(PU1)-0013</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0014</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>
<b>(PU1)-0015</b>	<b>Aula</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>Uffici</b>

## LEGENDA

CODICE LAMPADA	DESCRIZIONE
0	Lampada non presente
1	Lampade ad incandescenza esposte
2	Lampade fluorescenti non ventilate
3	Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria dall'alto
4	Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria attraverso il corpo illuminante

# POTENZE TOTALI DI RAFFRESCAMENTO E RISCALDAMENTO

POTENZE MASSIME EDIFICIO				
Superficie	[m <sup>2</sup> ]	874.64		
Volume	[m <sup>3</sup> ]	2729.52		
Ambienti	[n°]	23		
Zone	[n°]	3		
Persone	[n°]	254		
	POTENZA MASSIMA	ORA	MESE	POTENZA MASSIMA
	[W]			[W]
AMBIENTI(***)	<b>28605</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>19949</b>
VENTILAZIONE (*)	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
TOTALE MASSIMO CONTEMPORANEO (**)	<b>28605</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>19949</b>

LEGENDA	
(*)	Si considera che l'aria venga portata al punto di rugiada
(**)	L'apporto della ventilazione è algebricamente sommato in base alle temperature di immissione dell'aria nella zona
(***)	Per gli impianti a tutt'aria il valore è la somma della potenza ambiente, della potenza di post riscaldamento e dell'apporto della ventilazione di tutte le centrali di trattamento aria servite dalla macchina frigorifera

Nella precedente tabella di riepilogo non sono stati considerati i termini di integrazione termica per l'immissione di aria esterna dal sistema VMC.

In particolare tale integrazione deve essere tale da coprire i carichi termici sensibili in inverno al fine di considerare l'immissione di aria in conduzioni neutre a 20°C in inverno e 26°C e 55% di umidità relativa in estate. Date le condizioni ambiente di progetto ed una portata di 3660 mc/h la potenza massima da sommare alle precedenti è pari a :

- **INVERNO** : P\_aria rinnovo= 6 kW;
- **ESTATE** : P\_aria rinnovo = 15,2 kW

Da cui si ricava che la potenza globale di progetto a carico del generatore è pari a :

- **INVERNO** : P\_gl= 26 kW;
- **ESTATE** : P\_gl = 43,8 kW

## **5.1 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CLIMATIZZAZIONE**

L'impianto di climatizzazione dell'unità è di tipo autonomo in quanto a differenza dell'attuale sistema di riscaldamento in comune con l'adiacente auditorium in progetto si è previsto di separare gli impianti dei due edifici.

La centrale termica è composta da una pompa di calore da 50kW termici in riscaldamento e 44kW termici in raffrescamento alle condizioni ambiente di progetto (33,5°C estate, 3°C inverno). Di fatti al fine di garantire anche il servizio di climatizzazione estiva il generatore risulta sovradimensionato rispetto alla richiesta invernale che è circa la metà del fabbisogno termico estivo di progetto sul quale incidono i carichi termici endogeni di alunni e personale docente e non docente e l'integrazione termica per l'aria di rinnovo. Nel caso estivo inoltre risulta proficua la possibilità di adottare logiche di mitigazione del carico estivo con free cooling gestito dall'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Allo stesso modo i terminali nelle aule e corridoi (zona climatizzata) sono stati dimensionati per soddisfare il carico estivo in questo caso calcolato al mese di Giugno data l'occupazione ridotta nei mesi di Luglio e Agosto. Il generatore di calore nei mesi invernali si troverà dunque a lavorare in modulazione del carico dal 50% fino al 25% essendo dotato di compressore con inverter. La pompa di calore selezionata è di tipo monoblocco con circolatore a bordo macchina. Tale soluzione permette di installare il nuovo generatore e i sistemi di distribuzione del fluido termovettore tutti su terrazzo sopra l'attuale centrale termica. Da qui la distribuzione secondaria si dirama con passaggio delle tubazioni in massetto fino a raggiungere i terminali idronici. I componenti su terrazzo afferenti all'impianto termico saranno protetti da una copertura tecnica o armadio posto in aderenza alla parete adiacente l'aula.

La pompa di calore sarà controllata in modo da effettuare una variazione della temperatura di mandata in base alla curva climatica imposta con lettura della temperatura esterna da sensore esterno posto a bordo macchina. Nei servizi igienici è previsto il solo servizio di riscaldamento invernale per cui sono stati selezionati dei radiatori ad alta superficie di scambio in grado di operare con temperatura di mandata bassa (45 °C). I radiatori saranno inoltre dotati di valvola termostatica con sensore a olio.

Come accennato nelle aule invece è prevista l'installazione di fan-coil, in particolare sono stati selezionati dei fan coil con cassaforma per poter esser installati in nicchie ricavate nella medesima posizione degli attuali radiatori con bocchette di mandata e ripresa a filo parete. In tal modo si preserva il funzionamento del terminale da manomissioni o danneggiamenti da parte di alunni o personale recuperando spazio utile nelle aule. Nei corridoi dove è prevista la posa di controsoffitto per il passaggio delle canalizzazioni dell'impianto di ventilazione meccanica controllata saranno installati due fan coil a piano incassati nel suddetto controsoffitto.

Di seguito le principali caratteristiche dei componenti selezionati per l'impianto di climatizzazione. I riferimenti di mercato selezionati e qui presentati non sono vincolanti ai fini del progetto ma solo di carattere esemplificativo.

### Caratteristiche della pompa di calore selezionata

#### SCHEDA TECNICA



## Vitocal 200-A PRO AA-BB 42-R410

#### DATI TECNICI

Unità	Vitocal 200-A PRO AA-BB 42-R410	
Refrigerante		R410A
Circuiti refrigeranti	n°	1
Carica refrigerante	kg	10

#### Condizioni in raffreddamento

Aria esterna - Temperatura	°C	35,0
Aria esterna - Umidità relativa	%	50
Fluido		Acqua
Temperatura fluido in ingresso	°C	12,0
Temperatura fluido in uscita	°C	7,0
Portata	l/s	2,02
Perdite di carico	kPa	31,0
Altitudine	m	0

#### Prestazioni in raffreddamento

Capacità frigorifera	kW	42,6
Potenza assorbita compressori	kW	12,4
Potenza assorbita totale (1)	kW	13,5
EER		3,17
SEER (*)		4,22
Efficienza energetica (*)	%	165



**Condizioni in riscaldamento**

Aria esterna - Temperatura	°C	7,0
Aria esterna - Umidità relativa	%	87
Fluido		Acqua
Temperatura fluido in ingresso	°C	40,0
Temperatura fluido in uscita	°C	45,0
Portata	l/s	2,32
Perdite di carico	kPa	43,7
Altitudine	m	0

**Prestazioni in riscaldamento**

Capacità termica	kW	47,9
Potenza assorbita compressori	kW	13,3
Potenza assorbita totale (1)	kW	14,3
COP		3,34
SCOP (**)		3,07
Efficienza energetica (**)	%	120
Classe energetica (***)		A+

**Compressori**

Tipo		Scroll
Quantità	n°	1
Gradini di parzializzazione	%	stepless
Minimo gradino di parzializzazione	%	30

**Sezione ventilatori**

Batteria di scambio termico		Batteria alettata Cu-Al
Tipo		Assiale
Quantità	n°	2
Portata aria	m <sup>3</sup> /s	4,9
Potenza assorbita ventilatori	kW	1,0
Corrente assorbita ventilatori	A	4,5
Prevalenza utile ventilatori	Pa	0

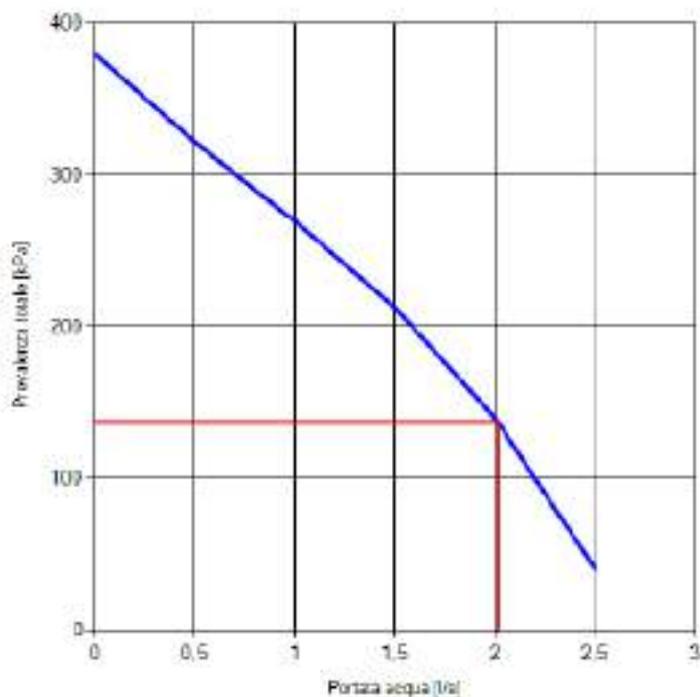
**Sezione idraulica (Lato utente)**

Scambiatore di calore		Plastre
Fattore di sporcamento	m <sup>2</sup> °C/W	0,0000000
Contenuto minimo acqua impianto	l	490
Raccordi idraulici		1*1,4

## Gruppo idronico a bordo macchina

### Kit idraulico

Pompe	n°	1
Prevalenza utile pompa	kPa	106
Potenza nominale pompa	kW	0,6
Corrente nominale pompa	A	1,6
Pressione operativa massima	kPa	300
Contenuto vaso d'espansione	l	5



### Dimensioni

Lunghezza	mm	1850
Larghezza	mm	1000
Altezza	mm	1300

### Peso

Peso di trasporto	kg	293
Peso in funzionamento	kg	299

**Radiatori ad alta efficienza per basse temperature, (Rif Global EKOS 1800)**

Il numero di elementi per ogni corpo scaldante è riportato in tavola.

Modello	Dimensioni in mm				n attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenze termiche EN 442 in Watt		Esponente n	Coefficiente Km
	A	B	C	D				$\Delta T$ 50°C	$\Delta T$ 30°C		
	altezza totale	larghezza	profondità	intorno							
EKOS PLUS 2000	2070	50	95	2000	1*	3,34	0,65	196	99	1,33285	1,06514
EKOS PLUS 1800	1870	50	95	1800	1*	3,05	0,59	178	90	1,33683	0,94330
EKOS PLUS 1600	1670	50	95	1600	1*	2,76	0,53	160	80	1,34480	0,82963
EKOS PLUS 1400	1470	50	95	1400	1*	2,46	0,49	143	72	1,32938	0,78649
EKOS PLUS 1200	1270	50	95	1200	1*	2,16	0,44	126	64	1,31396	0,73725
EKOS PLUS 1000	1070	50	95	1000	1*	1,88	0,36	109	57	1,28635	0,70844
EKOS PLUS 900	970	50	95	900	1*	1,73	0,31	101	53	1,27555	0,68929
EKOS 800/95	868	50	95	800	1*	1,77	0,68	87	45	1,29918	0,53732
EKOS 700/95	768	50	95	700	1*	1,49	0,63	78	40	1,29022	0,49989
EKOS 600/95	668	50	95	600	1*	1,36	0,58	69	36	1,28127	0,46027
EKOS 500/95	568	50	95	500	1*	1,11	0,50	61	32	1,26879	0,42369
EKOS 800/130	883	50	130	800	1*	1,92	0,66	108	56	1,29675	0,67867
EKOS 600/130	683	50	130	600	1*	1,56	0,54	87	45	1,27355	0,59635

1 Watt = 0,863 Kcal/h

La potenza termica dei radiatori GLOBAL è quella risultante dalle prove effettuate dal Dipartimento di Energetica presso la Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano secondo la Norma EN 442.



#### Esempio di calcolo per $\Delta T$ diversi

Per calcolare la potenza termica (P) di un radiatore per valori di  $\Delta T$  diversi da 50° C si deve utilizzare l'equazione caratteristica:  $P = Km \cdot \Delta T^n$

#### EKOS PLUS

Ad esempio per il modello 1600 a  $\Delta T = 60^\circ C$   
 $P = 0,82963 \cdot 60^{1,34480} = 204 \text{ Watt}$

#### EKOS

Ad esempio per il modello 600/95 a  $\Delta T = 60^\circ C$   
 $P = 0,46027 \cdot 60^{1,28127} = 87 \text{ Watt}$

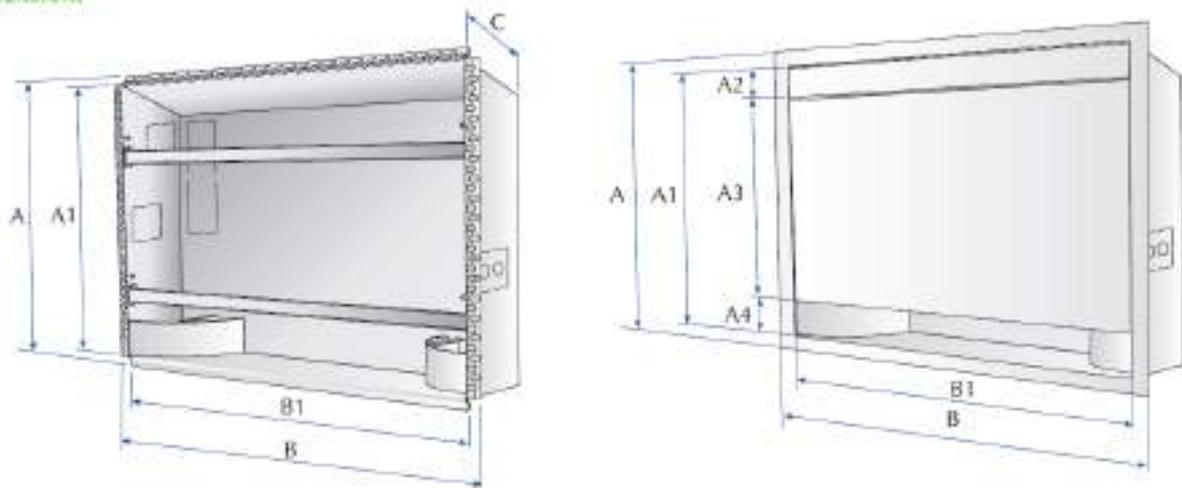
#### Valori di potenze termiche con $\Delta T$ diversi

Modello	$\Delta T$ 20°C	$\Delta T$ 25°C	$\Delta T$ 30°C	$\Delta T$ 35°C	$\Delta T$ 40°C	$\Delta T$ 45°C	$\Delta T$ 50°C	$\Delta T$ 55°C	$\Delta T$ 60°C
EKOS PLUS.2000	58	78	99	122	145	170	196	222	250
EKOS PLUS1800	52	70	90	110	132	154	178	202	227
EKOS PLUS1600	47	63	80	99	118	139	160	182	204
EKOS PLUS1400	42	57	72	89	106	124	143	162	182
EKOS PLUS1200	38	51	64	79	94	110	126	143	160
EKOS PLUS1000	34	45	57	69	82	96	109	124	138
EKOS PLUS 900	31	42	53	64	76	89	101	114	128
EKOS 800/95	26	35	45	54	65	76	87	98	110
EKOS 700/95	24	32	40	49	58	68	78	88	98
EKOS 600/95	21	28	36	44	52	60	69	78	87
EKOS 500/95	19	25	32	39	46	53	61	68	76
EKOS 800/130	33	44	56	68	81	95	108	123	137
EKOS 600/130	27	36	45	55	65	76	87	98	110

**Cassaforma per ventilconvettore , (Rif Aermec CHF32)**



**DIMENSIONI**



Taglia		CHU12 L	CHU17 L	CHU27 L	CHU37 L	CHF17	CHF22	CHF32	CHF42	CHF62
A	mm	691	691	691	691	726	726	726	726	833
A1	mm	648	648	648	648	684	684	684	684	789
B	mm	892	802	1032	1252	752	842	1073	1283	1414
B1	mm	644	754	984	1204	684	794	1025	1245	1366
C	mm	180	180	180	180	240	240	240	240	240

*Dimensione cornice e pannello di rifinitura*

Taglia		CHU12 L	CHU17 L	CHU27 L	CHU37 L	CHF17	CHF22	CHF32	CHF42	CHF62
A	mm	724	724	724	724	760	760	760	760	865
A1	mm	624	624	624	624	680	680	680	680	785
A2	mm	70	70	70	70	93	93	93	93	93
A3	mm	494	494	494	494	493	493	493	493	598
A4	mm	-	-	-	-	94	94	94	94	94
B	mm	713	823	1053	1273	753	863	1094	1314	1445
B1	mm	633	743	973	1193	673	783	1014	1234	1365

Fan coil con o senza mobiletto (Rif Aermec FCX 32)

FCX		17			22			24			32		
Velocità del ventilatore		H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
<b>Prestazioni in riscaldamento</b>													
<b>Incipiente a 2 tubi</b>													
Potenza termica (20°C)	(1) kW	2,30	2,03	1,69	2,96	2,52	1,69	3,91	3,10	2,3	5,35	4,07	3,17
Portata d'acqua	(1) l/h	283	176	148	260	222	167	243	272	184	470	357	278
Perdite di carico	(1) kPa	3	2	1	6	4	3	4	3	1	20	12	8
Potenza termica (20°C)	(2) kW	1,36	1,20	0,99	1,77	1,51	1,13	2,52	1,84	1,3	3,18	2,40	2,06
Portata d'acqua	(2) l/h	172	144	112	258	210	144	304	236	179	412	316	267
Perdite di carico	(2) kPa	3	2	1	6	5	3	3	2	1	16	10	7
Potenza termica (22°C)	(3) kW	1,14	1,01	0,81	1,47	1,26	0,95	1,95	1,54	1,09	2,86	2,08	1,57
Portata d'acqua	(3) l/h	188	175	146	256	218	165	338	268	181	462	351	273
Perdite di carico	(3) kPa	3	2	1	5	4	3	4	3	1	18	12	8
<b>Incipiente a 4 tubi con scambiatore aggiuntivo</b>													
Potenza termica	(4) kW	1,40	1,23	0,99	1,77	1,51	1,13	/	/	/	2,85	2,45	2,03
Portata d'acqua	(4) l/h	123	105	87	150	132	90	/	/	/	230	215	178
Perdite di carico	(4) kPa	3	2	2	6	5	3	/	/	/	16	12	8
<b>Prestazioni in raffreddamento</b>													
<b>Potenza frigorifera totale</b>													
Potenza frigorifera totale	(5) kW	1,00	0,84	0,63	1,50	1,22	0,84	1,73	1,37	1,0	2,40	1,84	1,50
Potenza frigorifera sensibile	(5) kW	0,60	0,48	0,31	1,24	1,00	0,67	1,38	1,08	0,79	1,90	1,57	1,11
Portata d'acqua	(5) l/h	172	144	112	258	210	144	298	236	179	412	316	267
Perdite di carico	(5) kPa	3	2	1	6	5	3	3	2	1	18	12	12
<b>Ventilatore</b>													
Ventilatore	tipico/h <sup>3</sup>	centrifugo/2											
Portata d'aria	m <sup>3</sup> /h	280	160	110	280	220	140	280	230	140	450	250	280
<b>Livelli sonori</b>													
Livello di potenza sonora	(6) dB(A)	45	38	31	50	43	31	50	43	31	48	41	34
Livello di pressione sonora	dB(A)	37	30	23	42	35	23	42	35	23	40	33	26
<b>Dimensioni corredi</b>													
Batteria standard	Ø	1/2"		1/2"		/		/		1/2"		/	
Batteria aggiuntiva	Ø	1/2"		1/2"		/		/		/		1/2"	
Batteria maggiorata	Ø	/		/		3/4"		/		/		/	
<b>Caratteristiche elettriche</b>													
Potenza assorbita	W	35	29	19	25	22	19	33	29	25	44	33	25
Corrente assorbita	A	0,16			0,12			0,25			0,21		
Collegamenti elettrici		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentazione	Volt/Hz	230V~50											
<b>Dati EUROVENT</b>													
Classe energetica FCER		E			E			E			D		
Classe energetica FCCOP	(7)	E			E			E			D		
FCX		30			54			56			82		
Velocità del ventilatore		H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
<b>Prestazioni in riscaldamento</b>													
<b>Incipiente a 2 tubi</b>													
Potenza termica (20°C)	(1) kW	8,79	7,51	5,02	10,10	8,76	6,24	8,63	8,43	6,08	12,82	10,44	8,33
Portata d'acqua	(1) l/h	719	690	490	886	768	547	946	740	531	1123	966	730
Perdite di carico	(1) kPa	15	13	9	28	18	10	42	24	18	15	11	7
Potenza termica (20°C)	(2) kW	4,87	4,48	3,20	6,10	5,22	3,70	5,38	4,84	3,64	7,50	6,43	4,88
Portata d'acqua	(2) l/h	721	604	432	855	743	533	701	662	475	826	752	554
Perdite di carico	(2) kPa	15	11	8	22	17	9	22	20	15	9	7	6
Potenza termica (22°C)	(3) kW	4,88	3,75	2,10	5,02	4,36	3,10	4,80	4,20	3,01	6,83	5,49	4,14
Portata d'acqua	(3) l/h	707	690	431	872	758	538	833	720	523	1115	985	710
Perdite di carico	(3) kPa	14	12	8	22	17	9	40	33	17	15	11	7
<b>Incipiente a 4 tubi con scambiatore aggiuntivo</b>													
Potenza termica	(4) kW	5,38	3,94	2,23	/	/	/	4,38	3,84	3,23	5,49	4,70	3,87
Portata d'acqua	(4) l/h	368	246	202	/	/	/	364	246	202	482	412	339
Perdite di carico	(4) kPa	35	30	21	/	/	/	35	30	21	16	12	10
<b>Prestazioni in raffreddamento</b>													
<b>Potenza frigorifera totale</b>													
Potenza frigorifera totale	(5) kW	4,70	3,51	2,11	4,90	4,32	3,10	4,60	3,85	2,76	4,86	4,37	3,27
Potenza frigorifera sensibile	(5) kW	3,80	2,54	1,79	3,54	3,06	2,17	3,93	3,07	2,13	3,98	3,30	2,44
Portata d'acqua	(5) l/h	721	604	432	855	743	533	701	662	475	826	752	554
Perdite di carico	(5) kPa	19	14	9	26	21	12	38	28	15	17	14	9
<b>Ventilatore</b>													
Ventilatore	tipico/h <sup>3</sup>	centrifugo/2											
Portata d'aria	m <sup>3</sup> /h	720	600	400	720	600	400	720	600	400	600	720	520
<b>Livelli sonori</b>													
Livello di potenza sonora	(6) dB(A)	56	51	42	56	51	42	54	51	42	57	51	42
Livello di pressione sonora	dB(A)	48	43	34	48	43	34	48	43	34	49	43	34
<b>Dimensioni corredi</b>													
Batteria standard	Ø	3/4"		/		3/4"		/		3/4"		/	
Batteria aggiuntiva	Ø	1/2"		/		1/2"		/		1/2"		/	
Batteria maggiorata	Ø	/		3/4"		/		/		/		/	
<b>Caratteristiche elettriche</b>													
Potenza assorbita	W	67	46	34	76	52	38	76	52	38	62	61	48
Corrente assorbita	A	0,35			0,36			0,35			0,4		
Collegamenti elettrici		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentazione	Volt/Hz	230V~50											
<b>Dati EUROVENT</b>													
Classe energetica FCER		D			D			D			D		
Classe energetica FCCOP	(7)	D			D			D			D		

Per il dettaglio dell'impianto si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati di cui la presente relazione costituisce parte integrante.

Nota: Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per i dettagli tecnici ulteriori rispetto a quanto contenuto in relazione.

### 5.1.1 **Ventilazione Meccanica Controllata**

Al fine di garantire la salubrità nelle aule come richiesto dal decreto CAM si è proceduto ad inserire in progetto un impianto di ventilazione meccanica controllata.

Secondo la UNI EN 16798-1 nei medesimi ambienti scolastici occorre assicurare le portate di rinnovo dell'aria secondo i valori riassunti nella tabella 3. Secondo il decreto CAM, occorre riferirsi alla Classe II, Low Polluting Buildings (LPB) sempre di tabella 3 che è strutturata in maniera da far comprendere come il calcolo preveda di sommare una portata per persona ad una per superficie unitaria.

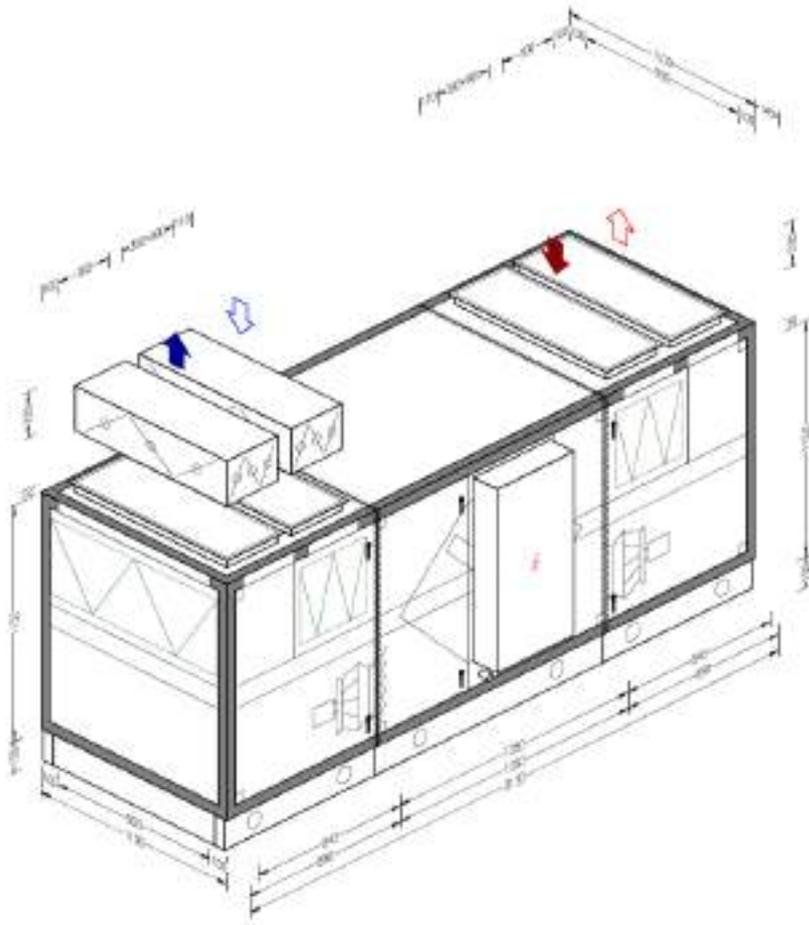
Categoria	Portata per persona l/(s persona)		+	Portata per superficie l/ (s m <sup>2</sup> )		
	Non adattata	Adattata		VLPB	LPB	NLPB
I	10	3,5		0,5	1	2,0
II	7*	2,5		0,35	0,7*	1,4
III	4	1,5		0,2	0,4	0,8
IV	2,5	1		0,15	0,3	0,6
VLPB: Very Low Polluting Buildings – LPB: Low Polluting Buildings – NLPB: Non Low Polluting Buildings *Valori da applicare secondo decreto CAM						

In particolare si è proceduto a valutare il quantitativo di aria di rinnovo nella condizione di "persona Adattata" per considerando 2.5l/s ad occupante nelle aule. Quindi considerando un affollamento di 25 persone ed una superficie utile dell'aula di 46 m<sup>2</sup> risultano necessari 341mc/h. Nel progetto sono stati considerati 360mc/h dunque è soddisfatto il requisito richiesto.

Si è proceduto a selezionare una macchina unica posizionata nell'attuale centrale termica. È previsto dunque l'apertura nel solaio superiore di aperture da sigillare adeguatamente per il passaggio dei canali di aspirazione ed espulsione che avviene con plenum e serrande in terrazzo.

Un ulteriore cavedio su solaio verrà creato per il passaggio dei canali di mandata e ripresa aria verso le aule del piano primo. I canali si distribuiscono nel corridoio centrale con passaggio in controsoffitto di nuova posa. Gli stacchi dal canale centrale portano aria alle aule che verrà immessa a bassa velocità con bocchette lineari montate sulla parete adiacente il corridoio. L'aria immessa si miscelerà con l'aria trattata dai fan coil che dovranno coprire la quota di calore necessaria a portare tale aria di rinnovo a condizioni neutre.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche principali dell'unità selezionata.



## RIEPILOGO SPECIFICHE TECNICHE

### DATI DI PROGETTO

Mandata		
Portata mandata	3440	m <sup>3</sup> /h
Pressione statica utile	200	Pa
Pressione statica interna	471	Pa
Rif. densità	1.2	kg/m <sup>3</sup>
Inverno		
Temp. dimensionamento inverno	2	°C
UR esterna Inverno	80	%
T. ripresa Inverno	20	°C
UR ripresa Inverno	90	%

### UNITÀ

Tipo unità	eQ Prime Top
Taglia unità	008
Installazione	Interna - Orizzontale
Efficienza filtrazione mandata	ePM1 - 55,0%
Efficienza filtrazione ripresa	ePM1 - 55,0%
Peso totale a secco	781 kg
Regolazione	compresa
Dimensioni trasporto	Cfr pagina blocchi di trasporto
Unit dimensions	3130 x 1152 x 1100 mm

Espulsione		
(PREXTFLO)	3440	m <sup>3</sup> /h
Pressione statica utile	200	Pa
Pressione statica interna	483	Pa
estate		
Temp. dimensionamento estate	35	°C
UR esterna Estate	50	%
T. ripresa Estate	26	°C
UR ripresa Estate	50	%

### COSTRUZIONE

Codice model box	EQ 1111
Isolamento termico	T3
Ponte termico	TB3
Resistenza meccanica	D1(M)
Materiale	Lamiera di acciaio con rivestimento aluzinc
Trafilamento	L1(M) / L2(R)*

### 5.1.2 Impianto di riscaldamento idronico a fan coils e radiatori

In tutti i locali saranno installati ventilconvettori, alimentati da un impianto a due tubi. La regolazione della temperatura é prevista con termostato ambiente a commutazione estiva/invernale, agente sul ventilatore del ventilconvettore e sulla valvola a tre vie integrata. Nel bagno invece viene utilizzato un radiatore in alluminio per il solo servizio di riscaldamento con valvola termostatica di regolazione.

La selezione dei modelli di terminale ha tenuto conto dei seguenti parametri progettuali:

- la potenzialità resa alle condizioni di progetto;
- la temperatura dell'acqua di alimentazione;
- la portata d'acqua di alimentazione;
- la velocità di funzionamento del ventilatore;
- la rumorosità;
- le modalità di installazione.

#### a) - Potenzialità

Per la selezione dei ventilconvettori nel funzionamento invernale si deve fare riferimento, più semplicemente, al carico termico massimo previsto per l'ambiente considerato, verificando che la potenza resa dall'apparecchio sia superiore a tale valore.

#### **b) - Temperatura del fluido termovettore**

Il fluido termovettore è acqua. La temperatura di ingresso del fluido, è uno dei fattori determinanti per definire la potenza termica resa dal ventilconvettore. un aumento della temperatura dell'acqua calda incrementa la potenzialità termica resa dal ventilconvettore nel funzionamento invernale. Data la scelta del sistema di generazione di tipo pompa di calore ad altissima efficienza, e poiché le temperature al di sopra dei 55°C fanno diminuire notevolmente l'efficienza di tali macchine verrà adottata una temperatura di alimentazione di 45°C. La scelta di un sistema a media temperatura consente inoltre di evitare fenomeni di stratificazione e di eccessiva riduzione dell'umidità interna.

#### **c) - Portata di acqua di alimentazione**

Questo parametro determina, a parità di temperatura del fluido entrante, la temperatura media della batteria e quindi incrementi della portata sono sempre favorevoli all'aumento della potenza resa, fatti salvi i limiti di perdita di carico della batteria.

#### **d) - Velocità di funzionamento del ventilatore**

Questo parametro ha un'influenza apprezzabile sull'entità della potenza termica resa e, nel funzionamento in fase di raffreddamento, anche sulla ripartizione della potenza termica resa fra le componenti sensibile e latente scambiate dall'apparecchio. Nel passaggio dalla velocità massima alla minima la resa termica si riduce indicativamente del 35%. Molto rilevante è l'influenza di questo parametro sulla rumorosità di funzionamento del ventilconvettore, con variazioni di livello di potenza sonora, nel passaggio dalla minima alla massima velocità, di 12 ÷ 17 dB(A) a seconda dei vari modelli.

#### **e) - Rumorosità**

Il livello di rumorosità di funzionamento del ventilconvettore deve essere compatibile con la destinazione d'uso dell'ambiente in cui esso va installato; si devono pertanto tenere presenti le indicazioni riportate in Tab. 1 avendo cura di selezionare la velocità di rotazione nominale del ventilconvettore in funzione del risultato da ottenere, determinando così la portata d'aria dell'apparecchio e di conseguenza anche la sua resa. camere di albergo di lusso).

Tab. 1 - Livelli di rumorosità ambientale accettabili per differenti locali

DESTINAZIONE DEL LOCALE	LIVELLI ACCETTABILI DI RUMORE	
	RC-N NC NR	dB(A)
Studi radiofonici, televisivi e di registrazione	20	25
Sale da concerto; Teatri d'opera	20 - 25	25 - 30
Cinematografi; Sale per conferenze	25 - 30	30 - 35
Residenze: camere da letto	25 - 30	30 - 35
Soggiorni	30 - 35	35 - 40
Uffici: ad occupazione singola	25 - 35	30 - 40
a pianta aperta	35 - 40	40 - 45
Aule scolastiche	25 - 35	30 - 40
Biblioteche (sale di lettura)	30 - 35	35 - 40
Ospedali: camere di degenza	25 - 30	30 - 35
laboratori	30 - 35	35 - 40
Centri meccanografici	40 - 45	45 - 50
Piscine; Palestre	35 - 45	40 - 50
Grandi magazzini	35 - 45	40 - 50

RC-N = Ashrae NC = europeo NR = americano

#### f) - Modalità di installazione dei ventilconvettori

Le diverse possibili modalità di installazione dei ventilconvettori possono avere influenza sulle prestazioni finali dell'impianto oltre che su altre scelte impiantistiche, quali ad esempio quella relativa al tipo di regolazione. L'installazione prevista è a mobiletto a pavimento

Con la tale modalità di installazione possono essere utilizzate indifferentemente, sia regolazioni di tipo termostatico ON/OFF (termostato agente sull'attacco e stacco del ventilatore), sia regolazioni con valvola servocomandata, ON/OFF o modulante, agente sulla portata di acqua entrante nella batteria del ventilconvettore. Nel caso di regolazione ON/OFF, verranno utilizzati sensori di temperatura posti in ambiente e non sonde installate in aspirazione al ventilconvettore al di sotto della batteria in modo da evitare che, a ventilatore fermo, l'aria a contatto della batteria attraversata dall'acqua refrigerata "cada" sopra il sensore impedendo la ripartenza del ventilconvettori.

Avendo considerato tali parametri sono stati scelti due modelli di ventilconvettore per gli ambienti come sopra anticipato, le cui caratteristiche tecniche vengono riportate di seguito e nell'elaborato grafico.

- **Tubazioni**

Si intende utilizzare la distribuzione esistente previa verifica di integrità e funzionalità. Ove necessario sarà effettuata al pulizia dell'impianto.

### Smaltimento della condensa

Ogni singola unità è fornita di un sistema di evacuazione delle condense, che va collegato al sistema di scarico a cura dell'installatore. La pendenza disponibile deve essere almeno 10 mm ogni metro di lunghezza. Nei casi ove la legge lo consente e possibile lo scarico diretto in fogna, in caso contrario bisogna predisporre un sistema di neutralizzazione della condensa prima dello scarico. Qualora non sia possibile garantire la pendenza richiesta risulta essere necessaria una pompa di rilancio della condensa, disponibile a richiesta come accessorio unicamente per installazione interna. Risulta opportuno prestare attenzione al possibile congelamento dell'acqua di condensa nel periodo invernale, proteggendo opportunamente il condotto ad esempio mediante resistenze o interrando il condotto stesso.

Nel caso specifico non risulta necessario predisporre i Fan Coil di pompe di rilancio, di sistemi di neutralizzazione della condensa e di sistemi anti congelamento in quanto lo scarico della condensa si trova all'interno della coibentazione dei muri esterni dunque protetto dalle intemperie.

### Smaltimento della condensa dei fumi di combustione

Ogni singola unità è fornita di un sistema di evacuazione delle condense, che va collegato al sistema di scarico a cura dell'installatore. La pendenza disponibile deve essere almeno 10 mm ogni metro di lunghezza. Nei casi ove la legge lo consente e possibile lo scarico diretto in fogna, in caso contrario bisogna predisporre un sistema di neutralizzazione della condensa prima dello scarico. Qualora non sia possibile garantire la pendenza richiesta risulta essere necessaria una pompa di rilancio della condensa, disponibile a richiesta come accessorio unicamente per installazione interna. È opportuno prestare attenzione al possibile congelamento dell'acqua di condensa nel periodo invernale, proteggendo opportunamente il condotto ad esempio mediante resistenze o interrando il condotto stesso.

### Componenti per l'Impianto Idraulico

I componenti da prevedere l'installazione dei componenti della centrale termica sono di seguito elencati, sono raffigurati negli schemi d'impianto idraulico tipo riportati nell'elaborato IM00-schema centrale termica:

- giunti antivibranti in corrispondenza degli attacchi acqua e gas
- manometri installati nelle tubazioni acqua di ingresso e uscita
- valvola di regolazione portata a saracinesca o di bilanciamento installata nella tubazione acqua in ingresso
- filtro acqua installato nella tubazione acqua in ingresso, con maglia min 0,7 mm, max 1 mm
- valvole a sfera di intercettazione delle tubazioni acqua e gas dell'impianto

- valvola di sicurezza 3 bar installata nella tubazione acqua in uscita
  - vaso d'espansione installato sulla tubazione acqua in uscita
  - pompa di circolazione acqua impianto, posizionata sulla tubazione acqua in ingresso, scelta con caratteristiche adeguate all'impianto
  - sistemi per lo sfiato dell'aria dalle tubazioni acqua posizionati nelle parti elevate dei circuiti di centrale
  - rubinetto di scarico delle tubazioni acqua
  - sistema di riempimento impianto: nel caso di impiego di sistemi automatici di riempimento e opportuna una verifica stagionale della percentuale di glicole monoetilenico presente nell'impianto
  - sistema di raccolta e smaltimento condensa collegato allo scarico condensa già presente sull'unità, completo di eventuale sistema di neutralizzazione secondo le disposizioni di legge e di eventuale pompa di rilancio condensa
- **Quadri, linee elettriche, per gli impianti di climatizzazione**

Per l'esecuzione dell'impianto di alimentazione elettrica, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- La tensione di alimentazione deve essere 230 V 1N - 50 Hz.
- I componenti elettrici da prevedere per i collegamenti (sezionatori, fusibili, relè, ecc.) devono essere inseriti in un apposito quadro elettrico esterno da predisporre, a cura dell'installatore, in prossimità dell'unità .

- **Verifiche e Collaudi**

Le verifiche e prove preliminari previste saranno quelle descritte nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto per i singoli impianti e in particolare per l'impianto di riscaldamento:

- I. verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali;
- II. prova idraulica a freddo, per singole parti e ad impianto ultimato di tutti i circuiti (riscaldamento/raffreddamento), da eseguirsi comunque prima della successiva prova;

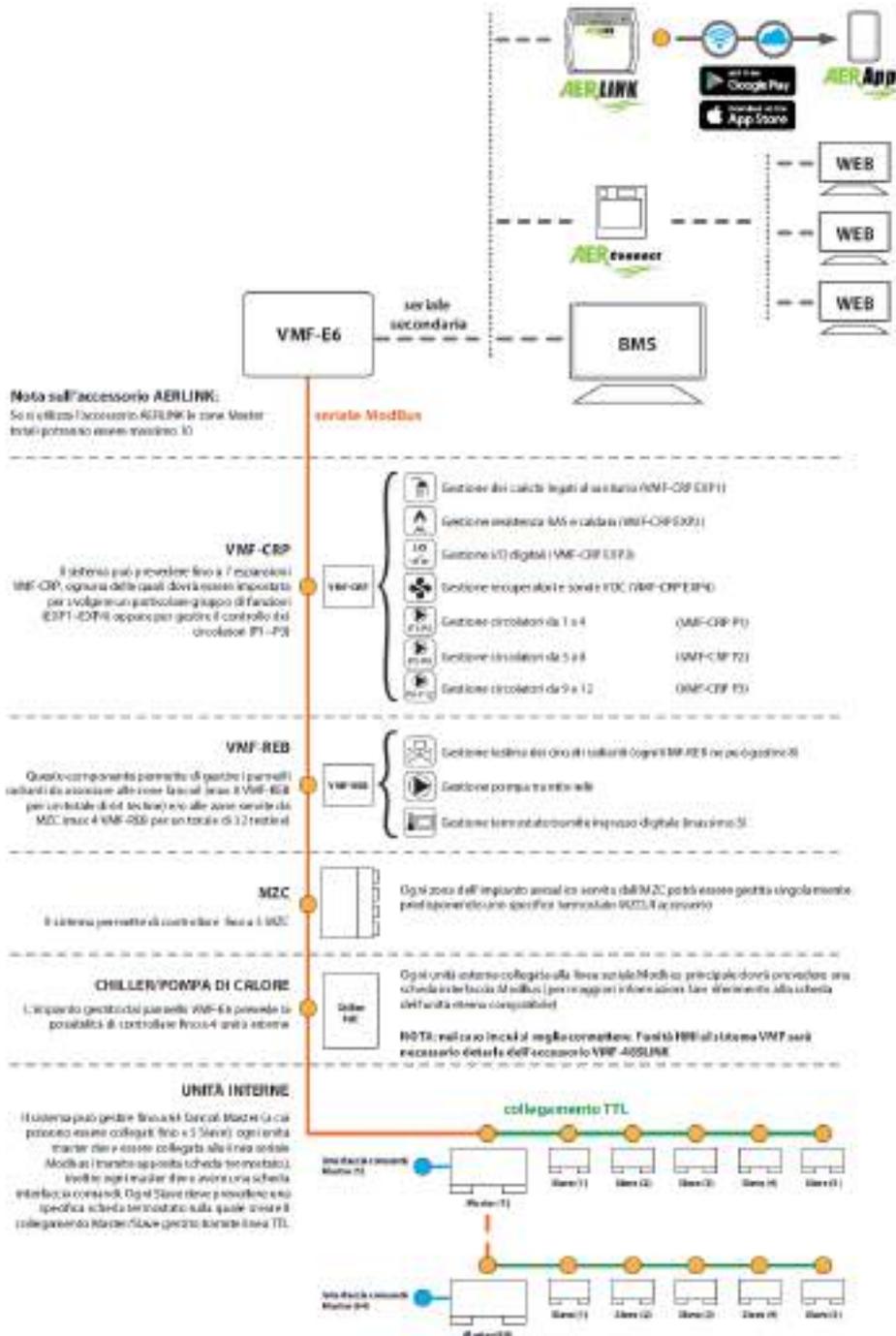
prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti; la prova si effettuerà portando la temperatura dell'acqua a 60°C , mantenendola per il tempo necessario all'accurata ispezione di tutto il complesso delle condutture e dei corpi scaldanti; l'ispezione inizierà quando la rete abbia raggiunto lo stato di regime col suindicato valore massimo di 60°C nel riscaldamento.

## 6 Impianto BAC

Si prevede l'installazione di un sistema di controllo centralizzato e remotizzabile per il controllo e monitoraggio dei consumi dell'impianto di climatizzazione, ventilazione meccanica e luci.

In particolare per l'impianto di climatizzazione si prevede l'installazione di un sistema di controllo puntuale diviso per ambienti (aule e corridoi). Ogni ambiente sarà dotato di un termostato e umidostato e ogni terminale di zona sarà poi riportato ad un pannello di controllo centralizzato in locale tecnico.

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo uno schema funzionale generico del sistema proposto.



Per i componenti che operano il controllo delle luci con sistema DALI e il monitoraggio dei consumi elettrici (multimetro su quadro generale) si prevede l'installazione di interfacce Modbus RS485 per poter essere integrati in un sistema BMS generale che servirà i diversi plessi scolastici presenti all'interno dell'istituto.

## 7 Impianto Fotovoltaico in copertura

Con la realizzazione dell'impianto si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, **23 351.56 kWh**, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

<b>Risparmio di combustibile in</b>	<b>TEP</b>
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	3.23
TEP risparmiate in 20 anni	65.32

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### Emissioni evitate in atmosfera

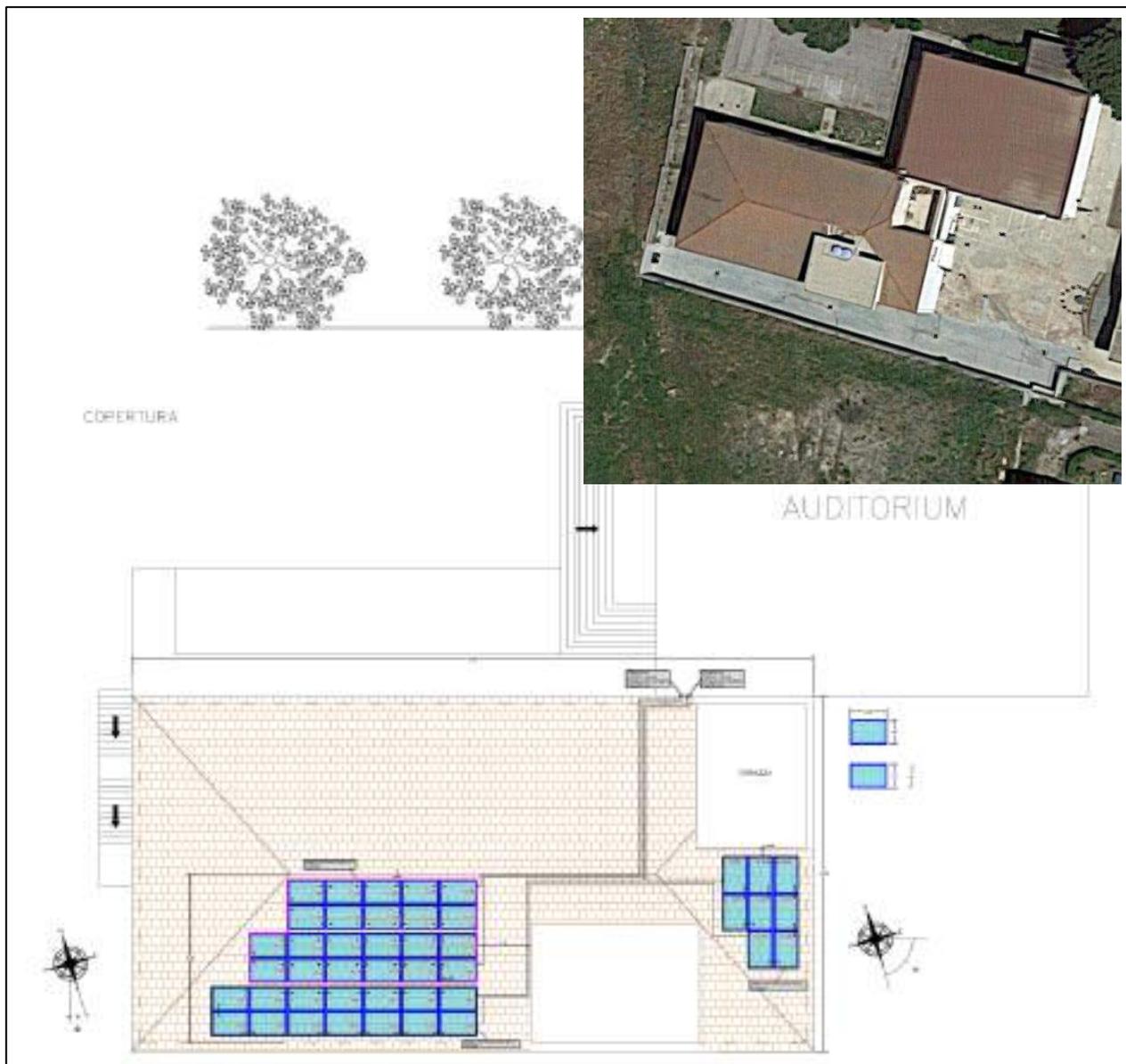
Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

<b>Emissioni evitate in atmosfera di</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Polveri</b>
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	8 715.50	6.86	7.85	0.26
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	160 181.45	126.05	144.30	4.73

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

Di seguito si riporta la distribuzione in piano copertura dei moduli e le relative caratteristiche tecniche di riferimento utilizzate per la progettazione.



## SCHEDE TECNICHE MODULI

Modulo M.U.0006

**DATI GENERALI**

Marca	<b>EXE Solar</b>
Serie	<b>Triton</b>
Modello	<b>A-HCM400/108</b>
Tipo materiale	<b>Si monocristallino</b>
Prezzo	-

**CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC**

Potenza di picco	<b>400.0 W</b>
Im	<b>12,90 A</b>
Isc	<b>13,79 A</b>
Efficienza	<b>20,48 %</b>
Vm	<b>31,01 V</b>
Voc	<b>37,07 V</b>

**ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

Coeff. Termico Voc	<b>-0.2700 %/°C</b>
Coeff. Termico Isc	<b>0.040 %/°C</b>
NOCT	<b>45 °C</b>
Vmax	<b>1 500.00 V</b>

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Lunghezza	<b>1 722 mm</b>
Larghezza	<b>1 134 mm</b>
Superficie	<b>1.953 m<sup>2</sup></b>
Spessore	<b>35 mm</b>
Peso	<b>21.00 kg</b>
Numero celle	<b>108</b>

# REPORT FOTOGRAFICO



**FERROLI**

San Bonifacio  
Verona

Tipo	PREX E 75
Nr. Matricola	ITN8050A/000335
Categoria	
Anno di fabbric.	02/1995
Potenza term. nom. kW	87,70
Pot. via term. nom. kW	96,80
Alim. elettrica 220 V - 50 Hz	
Combustibile	GASDLTD-GAS
Circolazione	

		Caldala	Boilitore
Contenuto d'acqua	dm <sup>3</sup>	38,0	
PRESS. MAX acqua	bar	4,0	
TEMP. MAX acqua	°C	100	
APPROVAZIONE MIN. N°		54797734R	

COD. 35407671

MADE IN ITALY





























# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## DATI GENERALI

### Dati identificativi

- Residenziale  
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93:

E.7

### Oggetto dell'attestato

- Edificio  
 Unità immobiliare  
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione  
 Passaggio di proprietà  
 Locazione  
 Ristrutturazione importante  
 Riqualificazione energetica  
 Altro:

### Dati identificativi



Regione: Sicilia  
 Comune: Ramacca  
 Indirizzo: Via della Libertà,24  
 Piano:  
 Interno:  
 Coordinate GIS: 0° 0' 0" N 0° 0' 0" E

Zona climatica: C  
 Anno di costruzione: 1999  
 Superficie utile riscaldata [m²]: 818.27  
 Superficie utile raffrescata [m²]:  
 Volume lordo riscaldato [m³]: 3524.63  
 Volume lordo raffrescato [m³]:

Comune catastale (Fabbricati):				Ramacca(H168)				Sezione				Foglio				139				Particella				1140			
Subalterni	da	1	a	1	\	da		a		\	da		a		\	da		a		\	da		a		\		
Altri subalterni																											

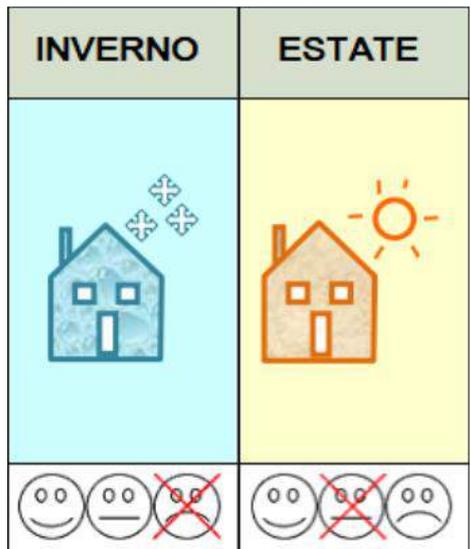
### Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale  
 Ventilazione meccanica  
 Illuminazione  
 Climatizzazione estiva  
 Produzione acqua calda sanitaria  
 Trasporto di persone o cose

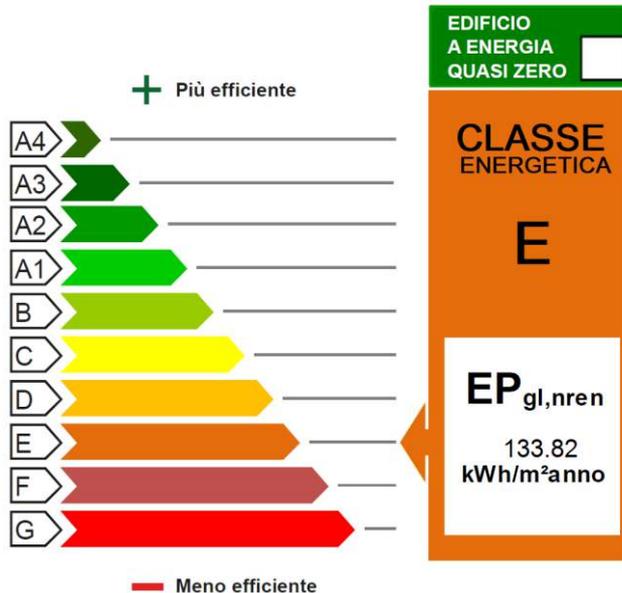
## PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

### Prestazione energetica del fabbricato



### Prestazione energetica globale



### Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:



Se esistenti:





# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo uno standard.

### Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard	Quantità annua consumata in uso standard
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	23824.76 [kWh <sub>e</sub> ]	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP <sub>gl,nren</sub> 133.82 kWh/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input checked="" type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile	5010.80	Indice della prestazione energetica rinnovabile EP <sub>gl,ren</sub> 13.62 kWh/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico		
<input type="checkbox"/>	Solare termico		
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		Emissioni di CO <sub>2</sub> 31.64 kg/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro:		

## RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

### RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP <sub>gl, nren</sub> kWh / m <sup>2</sup> anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
		<input type="checkbox"/>			0.00
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

Energia esportata	0.00 kWh/anno	Vettore energetico: Energia elettrica
-------------------	---------------	---------------------------------------

## ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V - Volume riscaldato	3524.63	m <sup>3</sup>
S - Superficie disperdente	1736.22	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0.49	
EPH,nd	47.74	kWh/m <sup>2</sup> anno
Asol/Asup,utile	0.0170	-
YIE	0.4373	W/m <sup>2</sup> K

## DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale	EPren	EPrenn
Climatizzazione invernale	1 - Caldaia standard	1999		Gasolio	98.00	0.589 $\eta^H$	0.89	81.03
Climatizzazione estiva						$\eta^C$		
Produzione acqua calda sanitaria	1 - Boiler elettrico	2016		Energia elettrica	1500.00	0.451 $\eta^W$	1.07	4.44
Impianti combinati								
Produzione da fonti rinnovabili								
Ventilazione meccanica								
Illuminazione	1 - Illuminazione	1999		Energia elettrica	4.71	0.51	11.65	48.35
Trasporto di persone o cose								



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

Data del sopralluogo: 1-01-2000;

## SOGGETTO CERTIFICATORE

<input type="checkbox"/> Ente/Organismo pubblico	<input checked="" type="checkbox"/> Tecnico abilitato	<input type="checkbox"/> Organismo/Società
--	---	--

Nome e Cognome / Denominazione	Marco Salvatori
Indirizzo	Via Madonna del Carmine n3 Arnara(FR), 03020
E-mail	marco.salvatori87@gmail.com
Telefono	3339861458
Titolo	Ingegnere
Ordine/iscrizione	Ordine degli Ingegneri di Frosinone
Dichiarazione di indipendenza	Il sottoscritto certificatore Marco Salvatori, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale, DICHIARA di aver svolto con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore del sistema edificio impianto oggetto del presente attestato e l'assenza di conflitto di interessi ai sensi dell'art.3 del D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75.
Informazioni aggiuntive	

## SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilevo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?	Si
--	----

## SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?	Si
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?	No

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

Data di emissione:

Firma e timbro del tecnico o firma digitale



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione e la classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "raccomandazioni" (pag.2).

### PRIMA PAGINA

**Informazioni generali:** tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

**Prestazione energetica globale (EPgl,nren):** fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

**Prestazione energetica del fabbricato:** indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del comfort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice dà un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:



QUALITA' ALTA



QUALITA' MEDIA



QUALITA' BASSA

I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

**Edificio a energia quasi zero:** edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

**Riferimenti:** raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

### SECONDA PAGINA

**Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati:** la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di vettore energetico.

**Raccomandazioni:** di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

**RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO / UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei codici**

Codice	TIPO DI INTERVENTO
REN1	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
REN2	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
REN3	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
REN4	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
REN5	ALTRI IMPIANTI
REN6	FONTI RINNOVABILI

### TERZA PAGINA

La terza pagina riporta gli indici di prestazione energetica rinnovabile, non rinnovabile e totale come risultati dal calcolo eseguito. Essa riporta inoltre la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

La terza pagina riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.



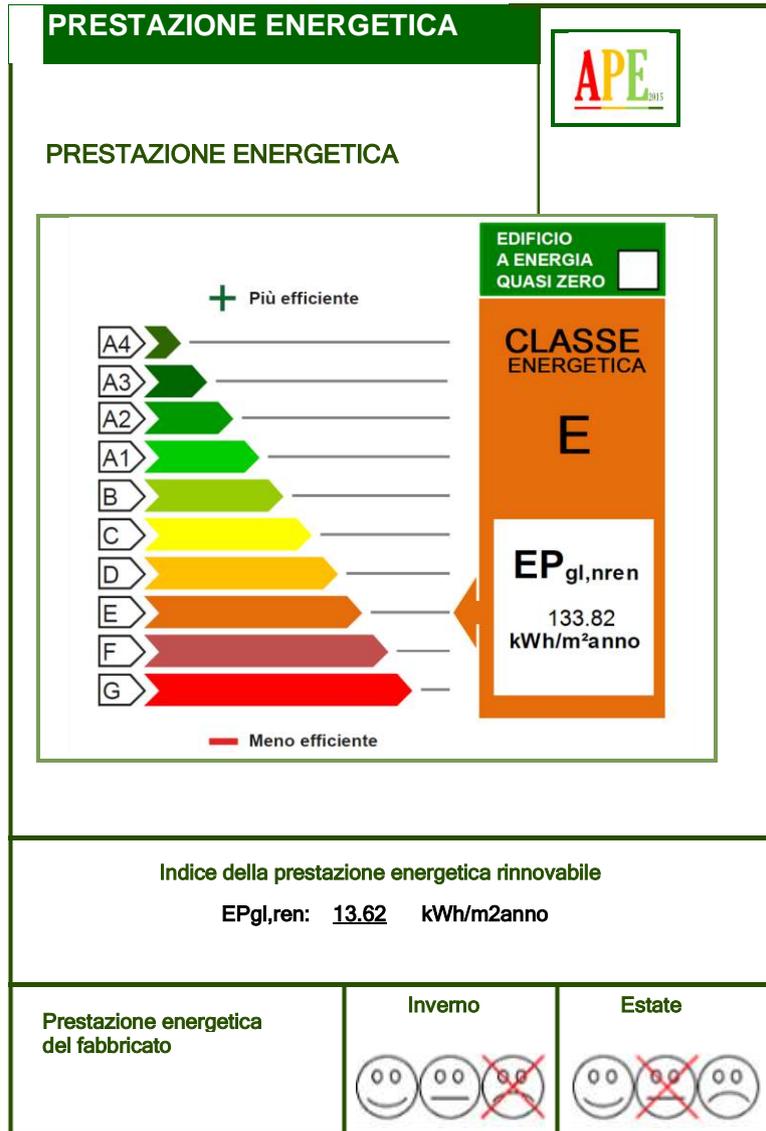
# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



Indicatore per annunci commerciali





# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## DATI GENERALI

### Dati identificativi

- Residenziale  
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93:

E.7

### Oggetto dell'attestato

- Edificio  
 Unità immobiliare  
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione  
 Passaggio di proprietà  
 Locazione  
 Ristrutturazione importante  
 Riqualificazione energetica  
 Altro:

### Dati identificativi

Regione: Sicilia  
 Comune: Ramacca  
 Indirizzo: Via della Libertà,24  
 Piano:  
 Interno:  
 Coordinate GIS: 0° 0' 0" N 0° 0' 0" E

Zona climatica: C  
 Anno di costruzione: 1999  
 Superficie utile riscaldata [m²]: 818.27  
 Superficie utile raffrescata [m²]: 818.27  
 Volume lordo riscaldato [m³]: 3617.21  
 Volume lordo raffrescato [m³]: 3617.21

Comune catastale (Fabbricati):				Ramacca(H168)				Sezione				Foglio				139				Particella				1140			
Subalterni	da	1	a	1	\	da		a		\	da		a		\	da		a		\	da		a		\		
Altri subalterni																											

### Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale  
 Ventilazione meccanica  
 Illuminazione  
 Climatizzazione estiva  
 Produzione acqua calda sanitaria  
 Trasporto di persone o cose

## PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

### Prestazione energetica del fabbricato

INVERNO	ESTATE

### Prestazione energetica globale



### Riferimenti

Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:



Se esistenti:





# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo uno standard.

### Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard	Quantità annua consumata in uso standard
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	6714.28 [kWh]	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP <sub>gl,nren</sub> 16.00 kWh/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP <sub>gl,ren</sub> 45.70 kWh/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	17588.16 [kWh]	
<input type="checkbox"/>	Solare termico		Emissioni di CO <sub>2</sub> 3.55 kg/m <sup>2</sup> anno
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro:		

## RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

### RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP <sub>gl, nren</sub> kWh / m <sup>2</sup> anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
		<input type="checkbox"/>			0.00
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>			



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



## ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

Energia esportata	5107.90 kWh/anno	Vettore energetico: Energia elettrica
-------------------	------------------	---------------------------------------

## ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V - Volume riscaldato	3617.21	m <sup>3</sup>
S - Superficie disperdente	1781.14	m <sup>2</sup>
Rapporto S/V	0.49	
EPH,nd	8.75	kWh/m <sup>2</sup> anno
Asol/Asup,utile	0.0106	-
YIE	0.0525	W/m <sup>2</sup> K

## DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EPren	EPrenn
						$\eta^H$	$\eta^C$		
Climatizzazione invernale	1 - HP elettrica aria-acqua	2024		Energia elettrica	30.00	2.856	$\eta^H$	24.15	8.10
Climatizzazione estiva	1 - HP elettrica aria-acqua	2024		Energia elettrica	30.00	0.000	$\eta^C$	3.12	0.00
Produzione acqua calda sanitaria	1 - HP elettrica aria-acqua	2016		Energia elettrica	1500.00	12.003	$\eta^W$	2.12	0.17
Impianti combinati									
Produzione da fonti rinnovabili	1 - HP elettrica aria-acqua	2024		Energia elettrica	30.00	0.00			
	2 - HP elettrica aria-acqua	2016		Energia elettrica	1500.00	0.00			
	3 - Impianto fotovoltaico	2024		Energia elettrica	17.60	0.00			
Ventilazione meccanica	1 - Ventilatori	2024		Energia elettrica	0.40	0.51		0.89	0.40
Illuminazione	1 - Illuminazione	1999		Energia elettrica	3.46	0.51		14.51	6.93
Trasporto di persone o cose	1 - Nuovo ascensore	2024		Energia elettrica	3.00	70.000		0.91	0.41



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO

VALIDO FINO AL:



## INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

Data del sopralluogo: 1-01-2000;

## SOGGETTO CERTIFICATORE

<input type="checkbox"/> Ente/Organismo pubblico	<input checked="" type="checkbox"/> Tecnico abilitato	<input type="checkbox"/> Organismo/Società
--	---	--

Nome e Cognome / Denominazione	Marco Salvatori
Indirizzo	Via Madonna del Carmine n3 Arnara(FR), 03020
E-mail	marco.salvatori87@gmail.com
Telefono	3339861458
Titolo	Ingegnere
Ordine/iscrizione	Ordine degli Ingegneri di Frosinone
Dichiarazione di indipendenza	Il sottoscritto certificatore Marco Salvatori, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt.359 e 481 del Codice Penale, DICHIARA di aver svolto con indipendenza ed imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore del sistema edificio impianto oggetto del presente attestato e l'assenza di conflitto di interessi ai sensi dell'art.3 del D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75.
Informazioni aggiuntive	

## SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilevo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?	Si
--	----

## SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?	Si
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?	No

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

Data di emissione:

Firma e timbro del tecnico o firma digitale



# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO

VALIDO FINO AL:



## LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione e la classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione "raccomandazioni" (pag.2).

### PRIMA PAGINA

**Informazioni generali:** tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

**Prestazione energetica globale (EPgl,nren):** fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

**Prestazione energetica del fabbricato:** indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del comfort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice dà un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:

	<b>QUALITA' ALTA</b>		<b>QUALITA' MEDIA</b>		<b>QUALITA' BASSA</b>
--	----------------------	--	-----------------------	--	-----------------------

I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

**Edificio a energia quasi zero:** edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE o questa categoria.

**Riferimenti:** raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

### SECONDA PAGINA

**Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati:** la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di vettore energetico.

**Raccomandazioni:** di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

**RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO / UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei codici**

Codice	TIPO DI INTERVENTO
<b>REN1</b>	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
<b>REN2</b>	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
<b>REN3</b>	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
<b>REN4</b>	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
<b>REN5</b>	ALTRI IMPIANTI
<b>REN6</b>	FONTI RINNOVABILI

### TERZA PAGINA

La terza pagina riporta gli indici di prestazione energetica rinnovabile, non rinnovabile e totale come risultati dal calcolo eseguito. Essa riporta inoltre la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

La terza pagina riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.



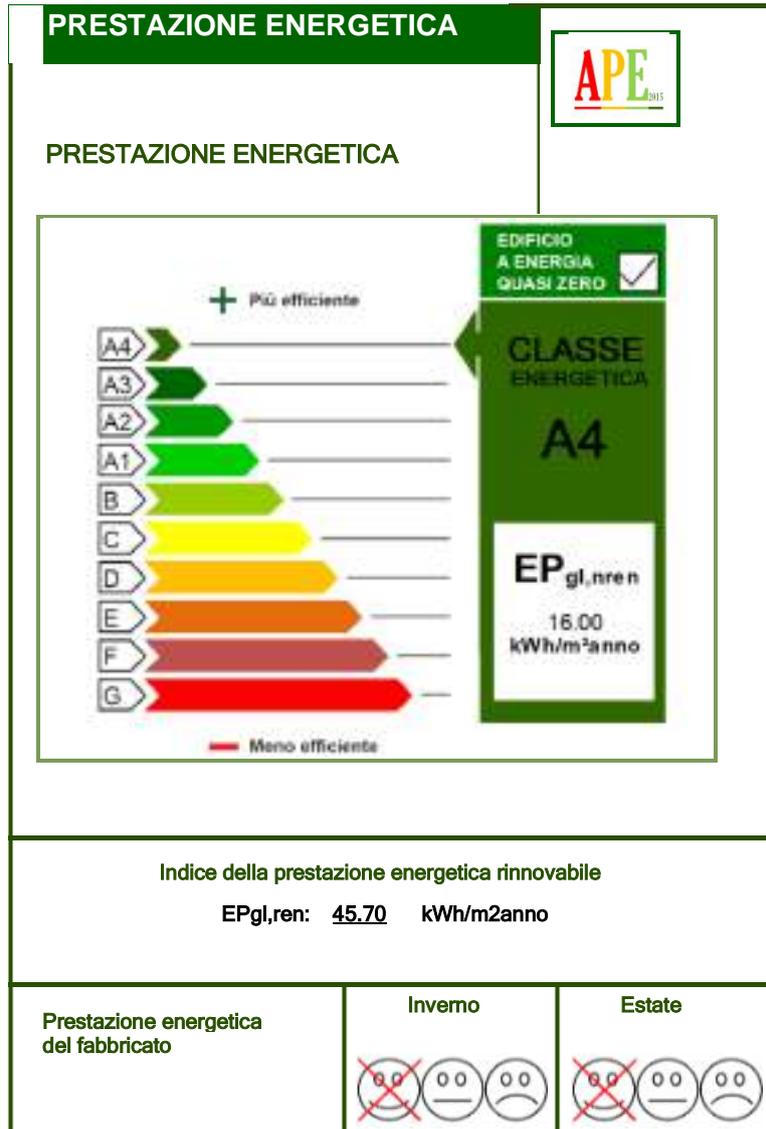
# ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI



CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:

Indicatore per annunci commerciali





# **RELAZIONE DI DIAGNOSI ENERGETICA**

## **RAPPORTO FINALE**

Secondo UNI CEI EN 16247-1, UNI CEI EN 16247-2  
e linee guida CTI per la diagnosi energetica degli edifici

## Sommario

<b>1</b>	<b>Normativa applicata .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>6</b>
2.1	<i>Scopo del lavoro.....</i>	6
2.2	<i>Metodologia di Indagine .....</i>	7
2.3	<i>Audit.....</i>	9
<b>3</b>	<b>Descrizione del Sistema Edificio/Impianto .....</b>	<b>10</b>
3.1	<i>Generalità.....</i>	10
3.2	<i>Dati geo-climatici della localita' (uni 10349) .....</i>	10
3.3	<i>Dati tecnici e costruttivi.....</i>	10
3.4	<i>Servizi energetici.....</i>	11
3.5	<i>Descrizione dell'Immobile e del suo utilizzo .....</i>	11
3.6	<i>Caratteristiche termiche dei componenti opachi.....</i>	19
3.7	<i>Infissi.....</i>	30
3.8	<i>Impianti di Climatizzazione e di Produzione di ACS.....</i>	40
3.9	<i>Altri Impianti .....</i>	42
<b>4</b>	<b>Analisi dei Consumi Energetici.....</b>	<b>43</b>
4.1	<i>Dati generali di consumo e definizione Baseline .....</i>	43
	Consumi di Energia Elettrica .....	43
	Consumi di gasolio .....	44
<b>5</b>	<b>Modello Energetico dell'edificio.....</b>	<b>46</b>
5.1	<i>Simulazione del Sistema Edificio/Impianto.....</i>	48
	Analisi dei consumi energetici .....	52
	Indicatori di prestazione energetica.....	54
	Indici di prestazione energetica .....	54
	Classe energetica .....	55
	Quota rinnovabile.....	55
	Emissioni.....	55
5.2	<i>Consumi calcolati.....</i>	57
	Vettore energetico: Gasolio .....	57
	Vettore energetico: Energia elettrica.....	59
5.3	<i>Consumi annui e confronto con i consumi calcolati.....</i>	62
<b>6</b>	<b>Descrizione degli interventi di efficientamento .....</b>	<b>66</b>
6.1	<i>Generalità.....</i>	66
	Interventi sull'involucro: .....	67
	Interventi sulla climatizzazione : .....	68
	Interventi sulla produzione di acqua calda sanitaria: .....	69
	Interventi sull'illuminazione: .....	69
	Produzione di energia da Fonte Rinnovabile – Fotovoltaico:.....	71
	Interventi sulla gestione dell'edificio: .....	71
6.2	<i>Scenario NZEB .....</i>	72

6.3	<i>Analisi economica costi/benefici</i> .....	86
6.4	<i>Grafici</i> .....	94
	<b>ALLEGATO A1 - PARAMETRI NZEB (REQUISITI MINIMI)</b> .....	<b>96</b>
	<b>ALLEGATO B : Relazione di calcolo fotovoltaico</b> .....	<b>98</b>
	<i>Dati di progetto</i> .....	102
	<i>Dati dell'impianto</i> .....	102
	<i>Calcolo energetico</i> .....	104

# 1 Normativa applicata

DESCRIZIONE	NORMA
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA DELL'EDIFICIO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ED INVERNALE	<b>UNI/TS 11300-1:2014</b>
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA, PER LA VENTILAZIONE E PER L'ILLUMINAZIONE IN EDIFICI NON RESIDENZIALI	<b>UNI/TS 11300-2:2019</b>
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	<b>UNI/TS 11300-3:2010</b>
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI: UTILIZZO DI ENERGIE RINNOVABILI E ALTRI METODI DI GENERAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE E LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	<b>UNI/TS 11300-4:2016</b>
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI – CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA E DELLA QUOTA DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	<b>UNI/TS 11300-5:2016</b>
DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER ASCENSORI, SCALE MOBILI E MARCIAPIEDI MOBILI	<b>UNI/TS 11300-6:2016</b>
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI – CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO E IL RAFFRESCAMENTO	<b>UNI EN ISO 13790:2008</b>
GESTIONE DELL'ENERGIA – DIAGNOSI ENERGETICHE – REQUISITI GENERALI DEL SERVIZIO DI DIAGNOSI ENERGETICA	<b>UNI CEI/TR 11428:2011</b>
DIAGNOSI ENERGETICHE – REQUISITI GENERALI	<b>UNI CEI EN 16247 – 1:2012</b>
DIAGNOSI ENERGETICHE – EDIFICI	<b>UNI CEI EN 16247 – 2:2014</b>
PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI – PROCEDURA DI VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SISTEMI ENERGETICI DEGLI EDIFICI	<b>UNI EN 15459</b>

## Fattori di conversione in energia primaria

	COEFFICIENTI DI CONVERSIONE DEI VETTORI ENERGETICI				
	PCI	f <sub>CO2</sub>	f <sub>P,ren</sub>	f <sub>P,nren</sub>	f <sub>P</sub>
		[kgCO <sub>2</sub> /kWh]	[-]	[-]	[-]
Gas naturale (metano)	34,02 [MJ/m <sup>3</sup> ]	0,1969		1,050	1,050
Energia elettrica da rete		0,4332	0,470	1,950	2,420
Energia elettrica prodotta in-situ con moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia elettrica esportata prodotta da moduli fotovoltaici			1,000		1,000
Energia termica prodotta in-situ con pannelli solari			1,000		1,000
Energia termica estratta da pompa di calore			1,000		1,000

## 2 Premessa

La **diagnosi energetica**, in base alla definizione fornita nell'Allegato A, comma 10 del D.L. 192/2005, è un *“elaborato tecnico che individua e quantifica le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento, identifica gli interventi per la riduzione della spesa energetica ed i relativi tempi di ritorno degli investimenti nonché i possibili miglioramenti di classe dell'edificio nel sistema di certificazione energetica e la motivazione delle scelte impiantistiche che si vanno a realizzare. La diagnosi energetica deve riguardare sia l'edificio che l'impianto”*.

Il processo di diagnosi energetica si fonda su una dettagliata analisi dello stato attuale (“Ante Operam”) che, a partire dalle condizioni standard di riferimento, prosegue con una modellazione “Adattata all’utenza (“Tailored Rating”) fino a raggiungere le condizioni di esercizio che simulano al meglio la gestione e conduzione degli impianti.

La fase successiva consiste in un’indagine approfondita di soluzioni per il miglioramento energetico e la conseguente riduzione delle spese di conduzione degli impianti.

Ne consegue una differenza sostanziale, da un punto di vista metodologico, tra i calcoli finalizzati alla produzione dell’attestato di certificazione energetica ed i calcoli finalizzati alla diagnosi energetica: se infatti il fine ultimo del processo di certificazione energetica è quello di rappresentare la qualità energetica di un sistema edificio-impianto in condizioni convenzionali (affinché possa essere confrontata con altri edifici della stessa tipologia), il procedimento di diagnosi energetica mira innanzitutto a stimare i consumi dei vettori energetici rappresentando il più fedelmente possibile il comportamento dell’utenza e le modalità di reale gestione degli impianti, e quindi, in seconda istanza, a proporre concreti interventi per il loro contenimento.

### 2.1 Scopo del lavoro

Il presente lavoro si propone di analizzare i consumi energetici del Plesso “C” dell’I.C.S. Ottavio Gravina De Cruyllas sito nel Comune di Ramacca (Catania) sito in viale Libertà 24, (dati castali Foglio 139-Particella 1140- Sub1) con il fine di razionalizzazioni ed ottimizzazioni e ad individuare le possibili migliorie apportabili per:

- *aumentare l’efficienza energetica del sistema edificio/impianto,*
- *ridurre al massimo le dispersioni di energia e l’impatto ambientale,*
- *ridurre le spese delle manutenzioni ordinarie elettriche e meccaniche,*
- *ottimizzare i costi di investimento impiantistici,*
- *delineare le strategie per i futuri interventi di risparmi energetico,*
- *aumentare l’affidabilità e la continuità di esercizio del sistema edificio/impianto.*

Il lavoro ha prodotto una descrizione indicativa, in termini di risultati numerici ottenuti e di valutazione delle principali problematiche impiantistiche ed energetiche, correlata alla gestione dell'edificio. Questa "foto" del sistema energetico è da considerarsi come punto di partenza per la progettazione accurata delle azioni di miglioramento indicate nel capitolo dedicato, dove vengono anche indicate alcune scelte di ottimizzazione possibili.

Nella parte finale del lavoro vengono riassunti, sotto forma di pratiche tabelle, gli indicatori di consumo suddivisi per ogni tipologia di energia e di servizio fornito.

Per lo scenario di efficientamento ritenuto ottimale viene inoltre eseguito un approfondimento progettuale.

## **2.2 Metodologia di Indagine**

In generale i consumi energetici di un edificio possono essere ricondotti in termini economici all'energia elettrica e ai combustibili utilizzati, ovvero alla sua bolletta energetica, indipendentemente dalla tipologia di impresa o attività.

Tuttavia, il mero esame dei consuntivi dei dati di consumo aggregati non permette di valutare le reali possibilità di risparmio di energia, direttamente collegate al "come" viene utilizzata l'energia e non al suo quantitativo, e nemmeno le potenzialità di progetti di autoproduzione.

La metodologia applicata nel presente studio è basata su una indagine energetica preliminare di tutte le utenze rilevanti dal punto di vista dei costi sostenuti dall'azienda cliente (vedi schema di sotto). L'approccio perseguito è di tipo sistemico all'ottimizzazione energetica, finalizzato ad individuare le aree specifiche di azione e i possibili interventi per un uso più razionale dell'energia o di autoproduzione, con individuazione dei benefici e dei tempi di ritorno economico

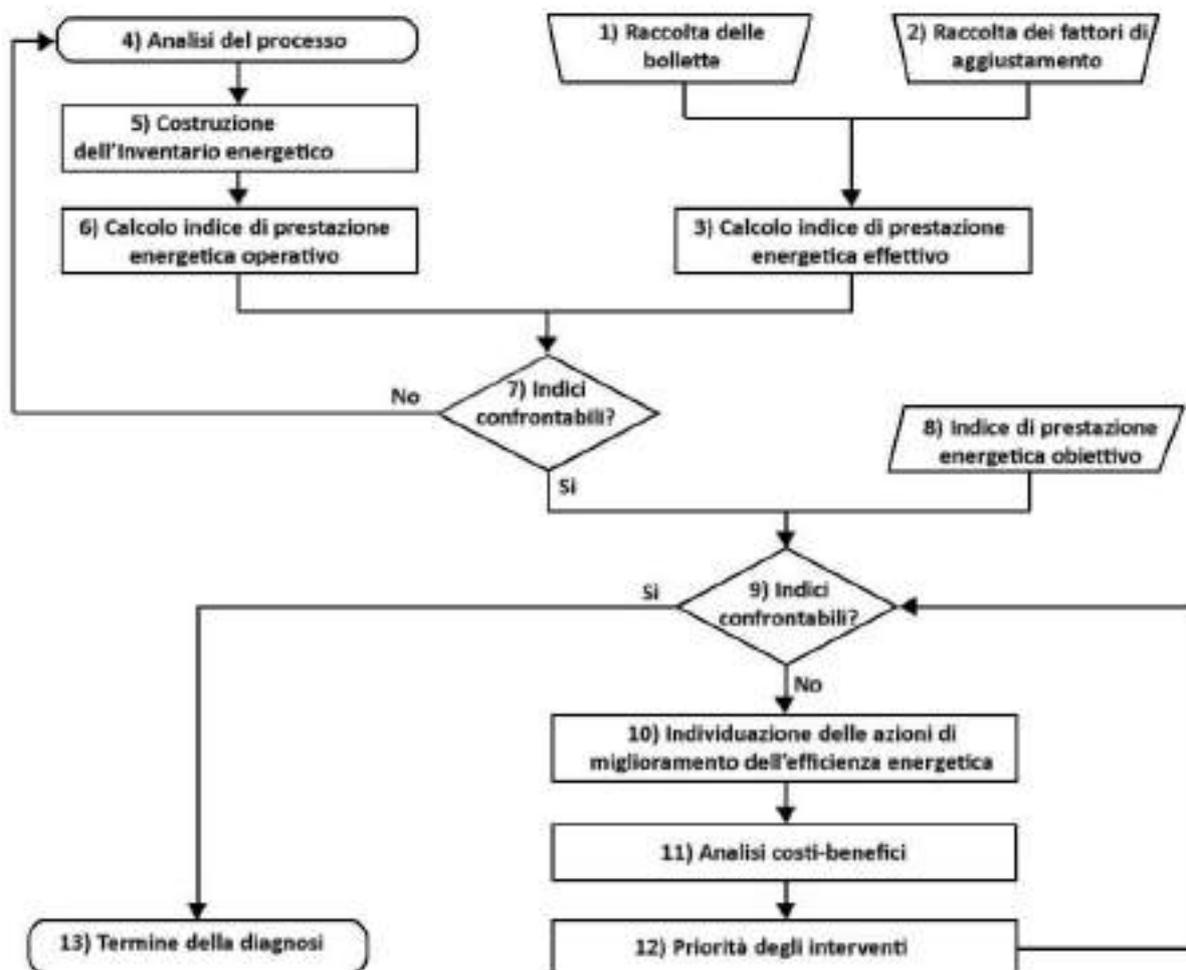
Il processo di analisi si articola in varie fasi che prendono avvio con il rilievo dei dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, proprietà termofisiche dei componenti dell'involucro edilizio, prestazioni del sistema impiantistico, ecc.) e culminano con la valutazione della fattibilità tecnico-economica degli scenari di efficientamento energetico. Gli obiettivi dello studio saranno:

- l'analisi della configurazione attuale e lo stato dell'impianto
- la definizione del bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- l'individuazione di possibili miglioramenti o di criticità nella componentistica nell'ambito della configurazione attuale;
- la definizione di un fattore di congruità fra consumi effettivi ricavati dalle fatture energetiche ed i consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard;

- la valutazione in termini energetici delle variazioni che derivano dall'adozione delle diverse migliorie proposte;
- la valutazione dei tempi di ammortamento dell'investimento economico richiesto in relazione alla riduzione dei costi di gestione ottenibile attraverso le diverse proposte di miglioramento, facendo anche riferimento agli incentivi fiscali disponibili;
- la proposta di miglioramenti anche dal punto di vista gestionale rispetto alla soluzione attuale.

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è effettuata creando un modello energetico dell'edificio e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato e della reale conduzione degli impianti.

### Schema di flusso



### **2.3 Audit**

Il programma delle misure di massima discusso in sede di riunione di avvio del servizio previsto è stato poi adeguato a seguito dell'analisi documentale con un piano di rilievi in situ che ha costituito parte essenziale del programma di audit alla base della fase successiva di analisi.

In generale la verifica dei dati acquisiti dalla documentazione e la raccolta dei dati necessari mancanti hanno richiesto:

- *Rilievo geometrico;*
- *Rilievi per caratterizzazione termofisica dell'involucro;*
- *Rilievo fotografico*
- *Rilievo degli impianti tecnologici esistenti;*

In sede di sopralluogo è stato possibile visionare la seguente documentazione

#### **Documentazione tecnica di progetto**

- Tavole Progetto di Completamento Piano Primo Plesso "C"

#### **Documentazione fornita da RUP**

Oltre all'acquisizione in situ della documentazione presente negli archivi altro importante materiale di rilievo per l'analisi energetica è stato fornito dal RUP che ha cooperato attivamente nel reperire materiale utile come indicato nella fase di avvio attività e poi integrato in fase di rilievo.

- Consumi da fatturazione di Energia Elettrica degli ultimi 3 anni
- Consumi da fatturazione di Gasolio degli ultimi 3 anni
- Planimetrie Immobile
- Schede tecniche e stratigrafie delle precedenti valutazioni o studi di valutazione sismica

### 3 Descrizione del Sistema Edificio/Impianto

#### 3.1 Generalità

Informazioni generali dell'edificio oggetto di diagnosi		
Comune		Ramacca
Provincia		Catania
CAP		95040
Indirizzo dell'edificio		Viale Libertà, 24, Plesso "C"
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	1040
Zona climatica		C
Anno di costruzione		1999
Numero di fabbricati	[-]	1
Numero di unità immobiliari	[-]	1
Destinazione d'uso prevalente		E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili

#### 3.2 Dati geo-climatici della localita' (uni 10349)

Periodo di riscaldamento	
Data di accensione dell'impianto	Data di spegnimento dell'impianto
15/Novembre	31/Marzo

Dati geografici e ventosità della localita'								
		Alt.	Lat.	Grad	Rg	Zona	Mare	V.vent
		[m.s.l.]	[Deg ]	[°C/m]	vent	vent	[km]	[m/s]
Comune	Ramacca	270.00	37.39	0.007	C	18	35.05	0.70
Stazione di rilevamento dei dati climatici	Catania	10.00	37.44					

#### 3.3 Dati tecnici e costruttivi

Informazioni dimensionali dell'edificio		
<b>Climatizzazione invernale</b>		
Superficie netta		818.27 [m <sup>2</sup> ]
Volume netto		2568.48 [m <sup>3</sup> ]
<b>Climatizzazione estiva</b>		
Superficie netta		[m <sup>2</sup> ]
Volume netto		[m <sup>3</sup> ]
<b>Complessive</b>		
Superficie netta		818.27 [m <sup>2</sup> ]
Superficie lorda		1712.66 [m <sup>2</sup> ]
Volume lordo		3448.35 [m <sup>3</sup> ]
Rapporto S/V		0.50 [m <sup>-1</sup> ]

### 3.4 Servizi energetici

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile climatizzata	Volume netto	Servizi presenti					
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	H	C	W	V	L	T
Plesso C	818.27	2568.48	X		X		X	

#### LEGENDA DEI SERVIZI PRESENTI

SERVIZIO	SIMBOLO	DESTINAZIONE D'USO IN CUI DEVONO ESSERE COMPUTATI SE PRESENTI
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	H	TUTTE
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	C	TUTTE
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	W	TUTTE
VENTILAZIONE MECCANICA	V	TUTTE
ILLUMINAZIONE	L	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI
TRASPORTO DI PERSONE	T	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI

### 3.5 Descrizione dell'Immobile e del suo utilizzo

L'edificio scolastico è composto da due piani fuori terra. La costruzione risale al 1999 con l'ultimazione del piano primo. La copertura è a falde con tetto in legno e copertura in tegole. L'edificio risulta composto da una struttura portante di cemento armato con pareti di laterizio a cassa vuota.

L'edificio è dedicato alla sola attività scolastica che si svolge dal Lunedì al Venerdì dalle 8:00 alle 14:00 con due rientri pomeridiani settimanali fino alle 17:00.

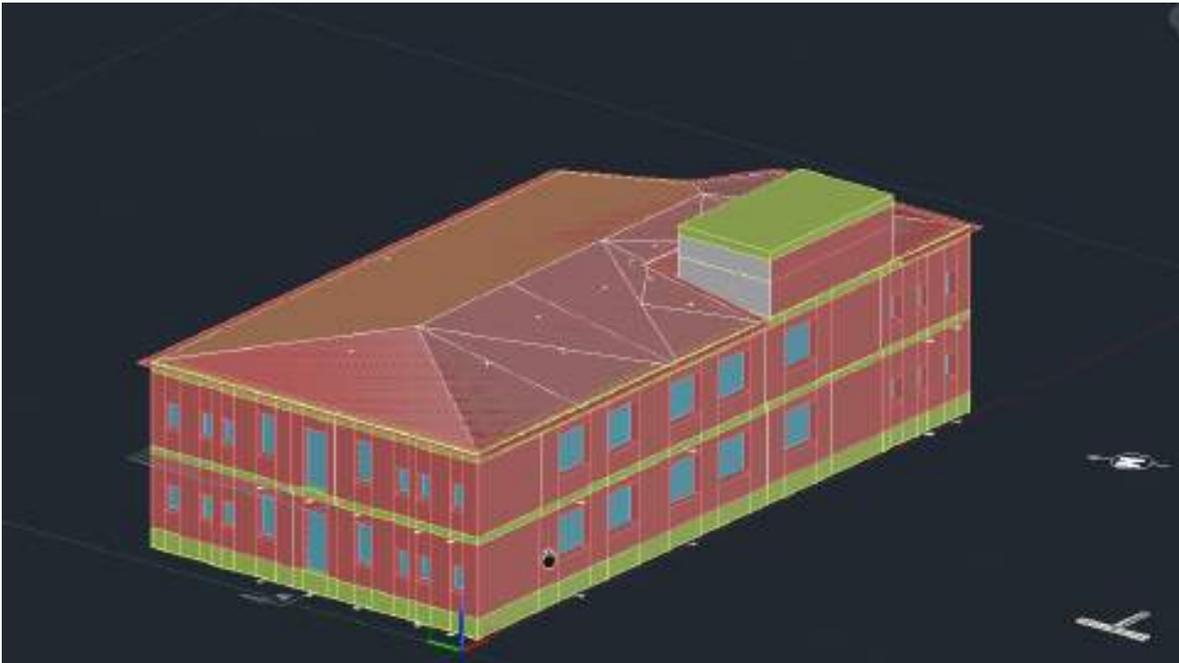


Figura 1 Modello 3D dell'edificio

Il **piano terra** presenta pavimentazione controterra con vespaio in ghiaione ( denominato "*Pavimento su terreno*" nelle schede tecniche delle strutture), la pavimentazione in marmettoni risulta essere in buono stato e non presenta segni di infiltrazione o umidità di risalita. Al piano terra è presente l'ingresso principale della scuola e la centrale termica con ingresso esterno. Sono presenti poi cinque aule, un'infermeria , servizi igienici separati per alunni e corpo docente e non docente. Da planimetria risulta essere presente un vano ascensore che al momento risulta essere murato e non accessibile. Tutto il piano risulta avere una altezza netta di 3.13 m. La muratura esterna disperdente è tutta della medesima tipologia ed è individuata dalla dicitura "*Parete es intonaco*" nelle schede tecniche delle strutture. La parete confinate con il locale Centrale Termica è individuata dalla dicitura "*parete CT*" nelle relative schede tecniche.

Dalle scale interne si ha accesso al **Piano Primo** che ha la stessa suddivisione e altezza dei locali del piano terra. In proiezione verticale sopra i locali infermeria e centrale termica è presente una terrazza senza copertura. La muratura esterna disperdente è tutta della medesima tipologia ed è individuata dalla dicitura "*Parete es intonaco*" nelle schede tecniche delle strutture. Il solaio superiore sottotetto è individuato dalla dicitura "*Sottotetto per tetto a falda*" nelle schede tecniche delle strutture.

Il solaio superiore del piano prima confina con ambiente sottotetto. Non sono stati rilevate infiltrazioni dalla **copertura**. Quest'ultima è composta da travi in legno e tavolato con copertura in tegole.

L'impalcato e la copertura risultano essere in buono stato. La copertura risulta avere una discontinuità data la presenza di locale tecnico accessibile sopra il vano scale e vano ascensore che presenta una copertura piana.

.

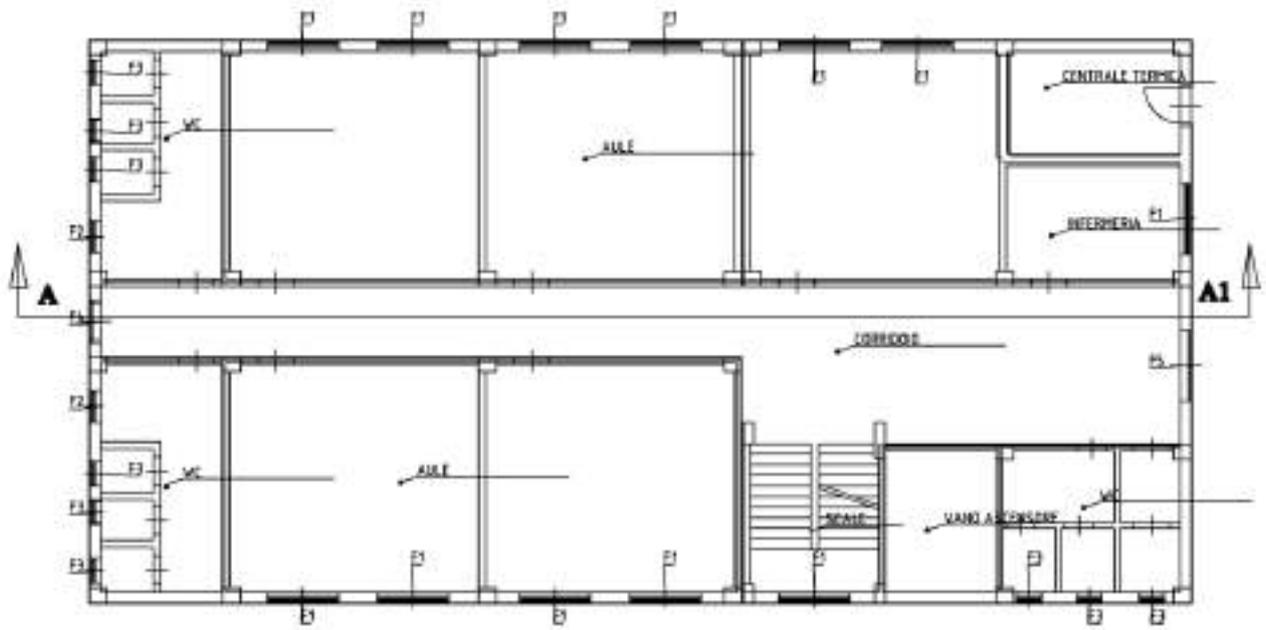
Gli **Infissi** sono in alluminio senza taglio termico con vetrocamera. In generale gli infissi non appaiono in buono stato conservativo, le relative caratteristiche rilevate e la loro posizione sono riportate nel seguito della relazione.

Di seguito sono riportate le planimetrie, il rilievo fotografico e le caratteristiche termofisiche dei componenti dell'involucro calcolate per come sono state rilevate.

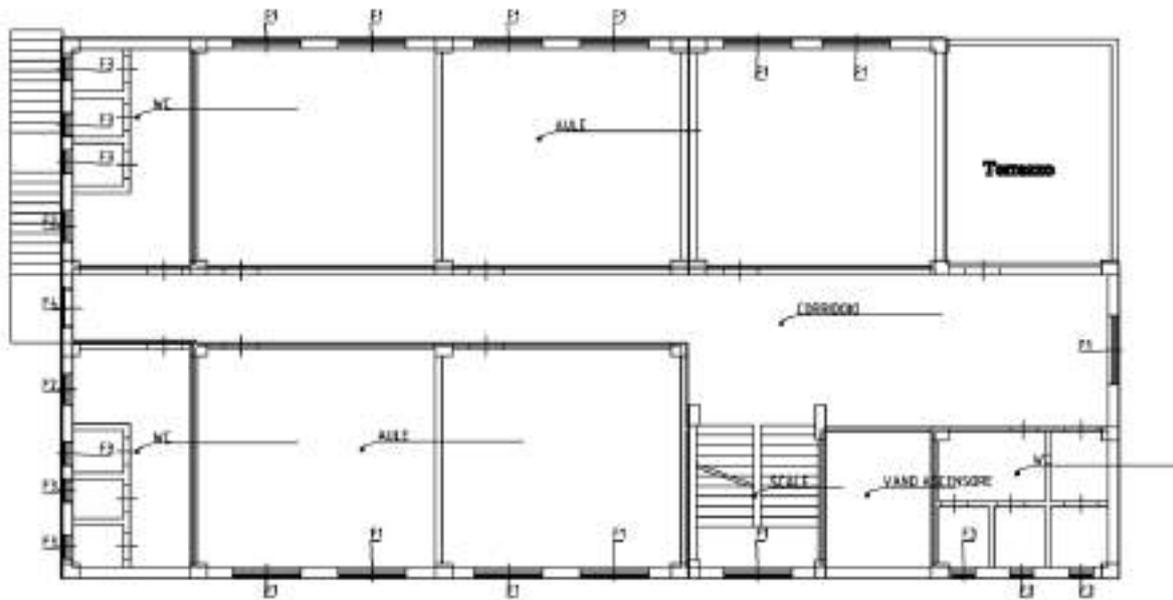
### **Planimetrie**

Di seguito sono riportate le planimetrie dell'edificio con le indicazioni relative ai serramenti rispettivamente per i piani PT e P1.

### **Planimetria Piano Terra**



Planimetria Piano primo



**Rilievo Fotografico**



Edificio Plesso "C" esterni



Edificio Plesso "C" esterni



Edificio Plesso "C" esterni



Ambiente comune P1

Corridoio



Aula tipo





Blocco bagni



Produzione acs con boiler elettrico



Ingresso locale caldaia



Caldaia a gasolio



Caldaia – dati di targa



Circolatore impianto riscaldamento



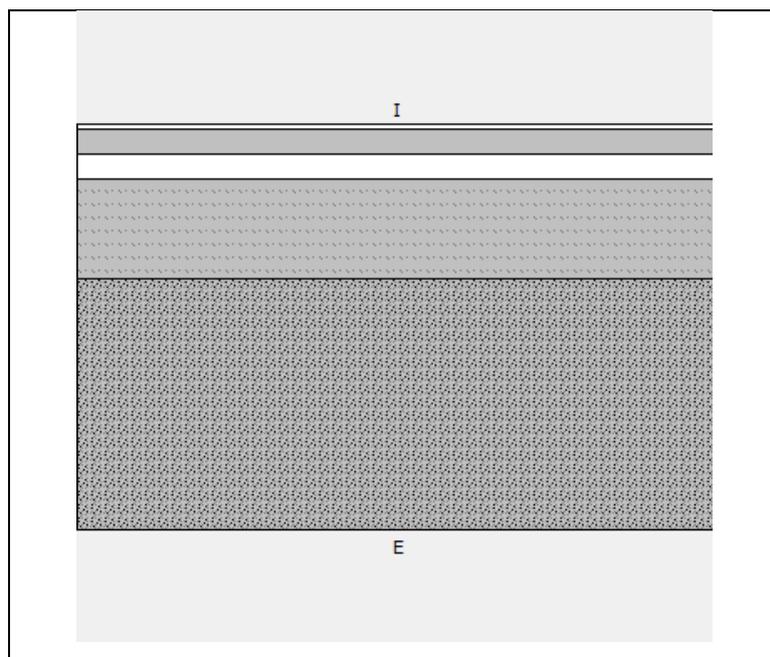
Collettore distribuzione circuito radiatori

### 3.6 Caratteristiche termiche dei componenti opachi

Grandezze, simboli ed unità di misura adottati

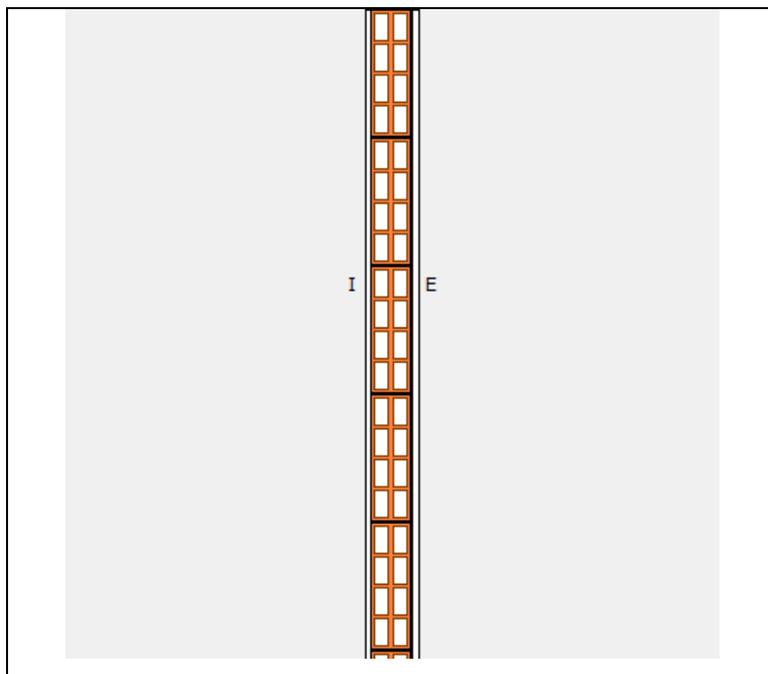
DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SPESSORE	<b>s</b>	[cm]
CONDUTTIVITÀ INDICATIVA DI RIFERIMENTO	<b><math>\lambda</math></b>	[W/(m·K)]
MAGGIORAZIONE PERCENTUALE	<b>m</b>	[%]
CONDUTTIVITÀ UTILE DI CALCOLO	<b><math>\lambda_m</math></b>	[W/(m·K)]
RESISTENZA TERMICA UNITARIA INTERNA (INVERSO DELLA CONDUTTANZA)	<b>R</b>	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]
MASSA VOLUMICA DELLO STRATO. DENSITÀ.	<b>D</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
MASSA AREICA DELLO STRATO	<b>Ds</b>	[kg/m <sup>2</sup> ]
CAPACITÀ TERMICA MASSICA DEL MATERIALE DELLO STRATO	<b>CT</b>	[kJ/(kg·K)]
RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE	<b><math>\mu</math></b>	[-]

Struttura: Pavimento su terreno



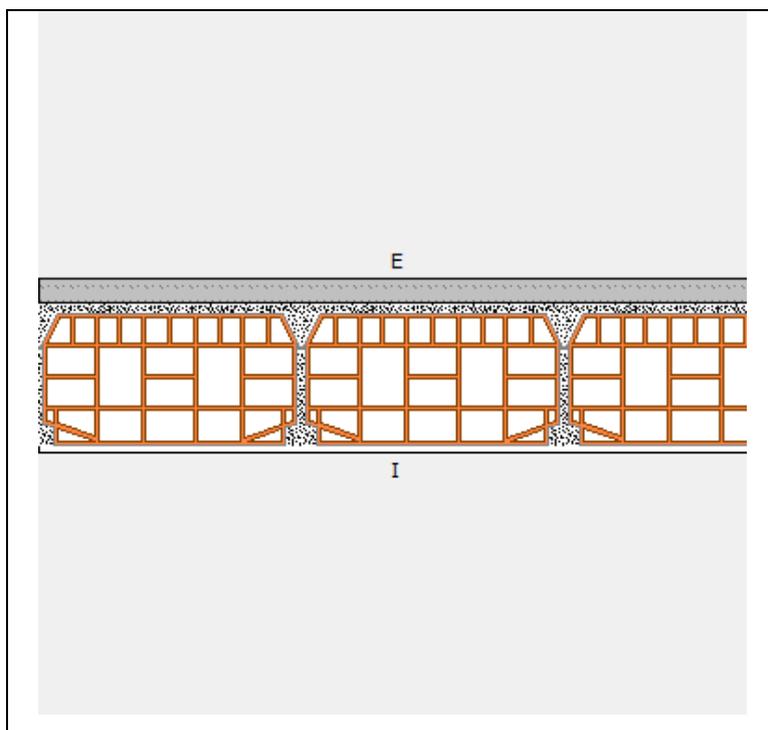
Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in cotto	1	0.72	0	0.72	0.014	1800	18.00	0.84	7
Sottofondo in cls magro	5	0.93	0	0.93	0.054	2200	110.00	0.88	70
Sottofondi non aerati arg. esp	5	0.28	0	0.28	0.179	500	25.00	0.92	5
Calcestruzzo ordinario	20	1.28	0	1.28	0.156	2200	440.00	0.88	70
Ciottoli e pietre frantumate	50	0.7	0	0.7	0.714	1500	750.00	0.84	5
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>81</b>				<b>1.327</b>		<b>1343</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.754			
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.754			

Struttura: Divisorio10



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>				<b>0.528</b>		<b>74</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	1.890			
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	1.890			

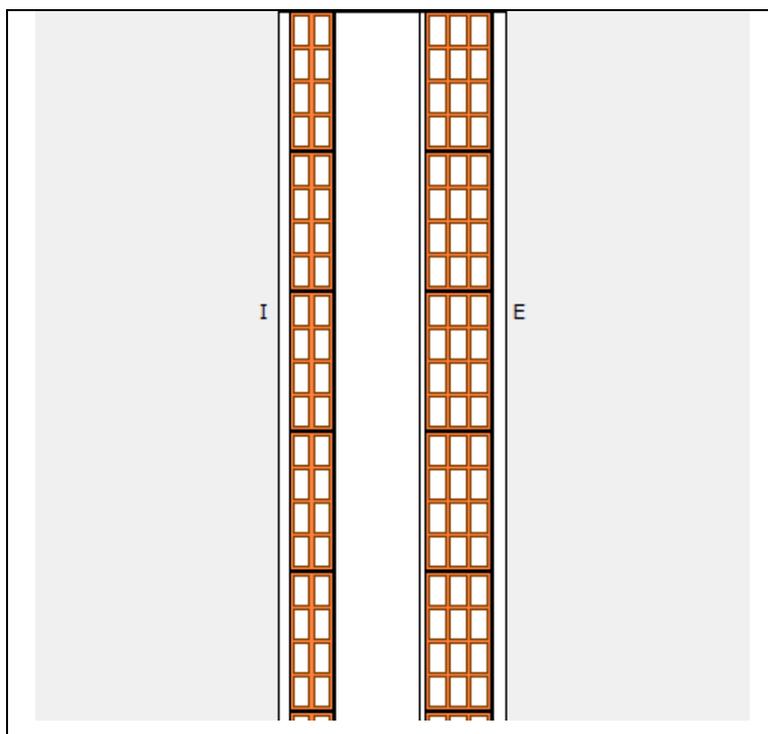
Struttura: Sottotetto per tetto a falda



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.100				
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	4	0.15	0	0.15	0.267	400	16.00	1	20
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>31</b>				<b>0.809</b>		<b>252.92</b>		

<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.237
<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.237

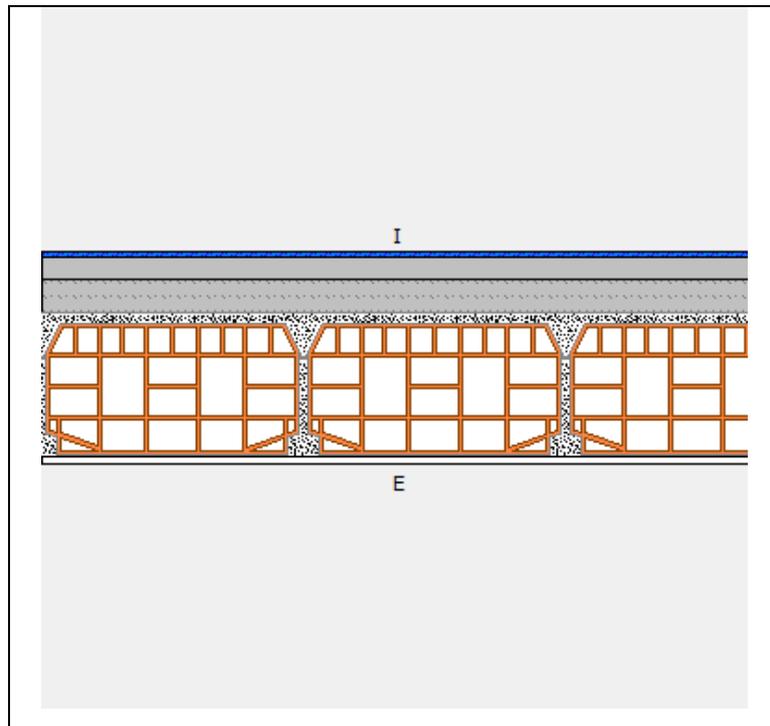
Struttura: Parete es intonaco



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Intercapedine aria PAR. 50mm	15	0.375	0	0.375	0.400	1	0.15	1	1
Malta di cemento (rinzaffo)	1	1.4	0	1.4	0.007	2000	20.00	0.84	30
Mattone forato 1.1.21 120	12			0.386	0.311	717	86.04	0.92	9
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>40</b>				<b>1.132</b>		<b>240.19</b>		

<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.883
<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.883

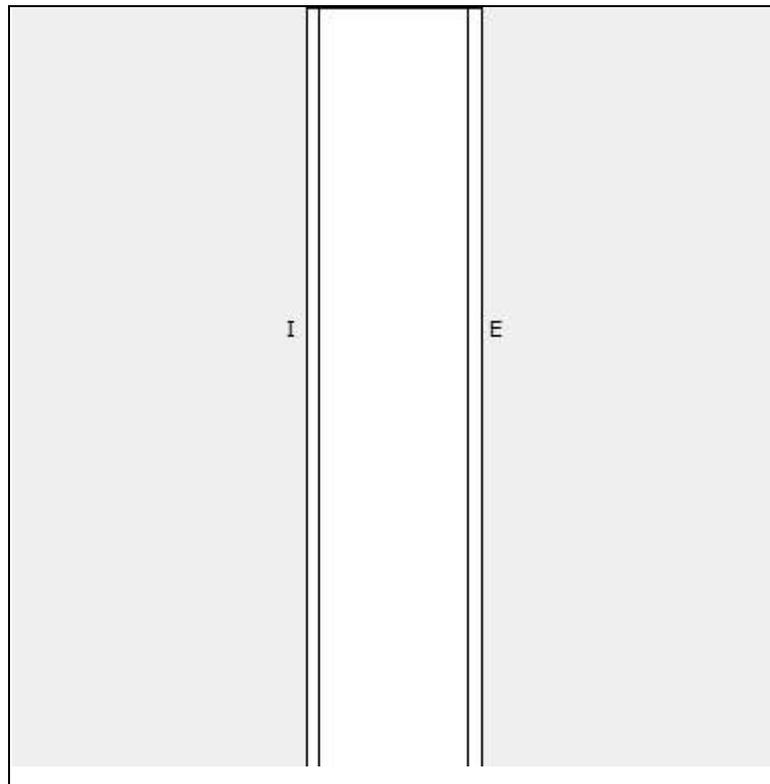
Struttura: Pavimento interpiano



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in ceramica	1	1	0	1	0.010	2300	23.00	0.84	200
Sottofondo in cls magro	4	0.93	0	0.93	0.043	2200	88.00	0.88	70
Calcestruzzo ordinario	6	1.28	0	1.28	0.047	2200	132.00	0.88	70
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.170				
<b>TOTALI</b>	<b>38</b>				<b>0.842</b>		<b>479.92</b>		

<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.188
<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.188

Struttura: parete CT



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Blocco semipieno 1.2.26/2 245	24.5			0.252	0.971	726	177.87	0.92	9
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>28.5</b>				<b>1.289</b>		<b>233.87</b>		

<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.776
<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.776

### 3.7 Infissi

Per i dettagli di dimensione e caratteristiche rilevate si faccia riferimento alle caratteristiche nelle tabelle seguenti

Struttura finestrata: F1

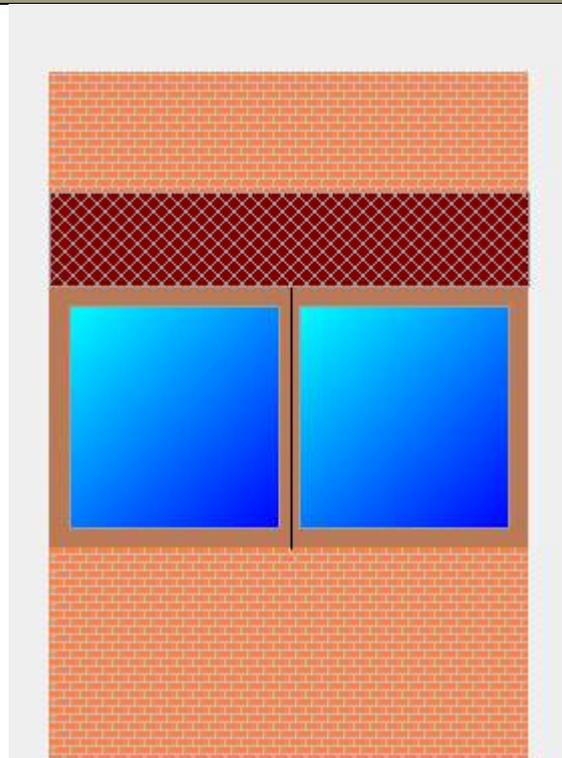
Proprietà					
<b>Dimensioni</b>			<b>Cassonetto</b>		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.80	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
<b>Telaio</b>			<b>Soprafinestra</b>		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	<b>Sottofinestra</b>		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	<b>Pannelli opachi</b>		
Numero di ante	-	2	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.62	<b>Chiusura notturna</b>		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	2.18	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	77.94	<b>Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici</b>		
<b>Vetro</b>			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
<b>Distanziatore</b>			<b>Caratteristiche solari per calcolo di legge</b>		

Lunghezza del vetro	[m]	8.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m·K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	4.229
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	4.229

### Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.229	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Struttura finestrata:F1



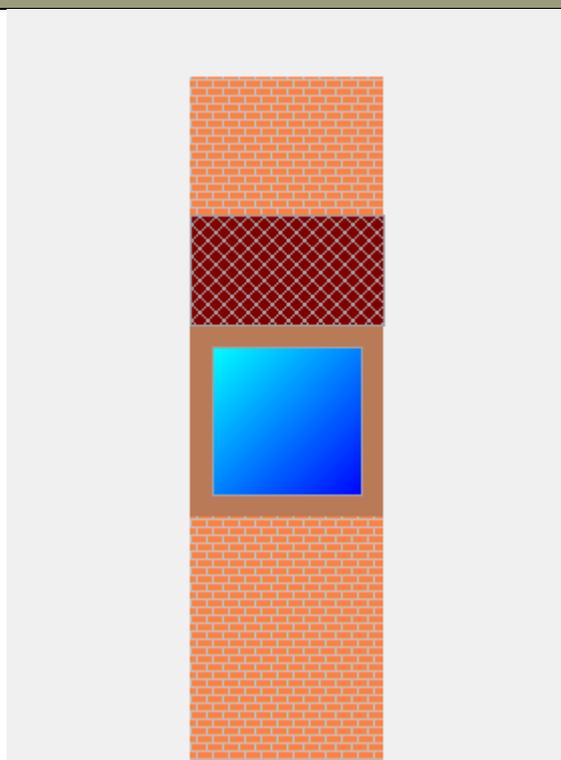
Struttura finestrata: F3

Proprietà					
<b>Dimensioni</b>			<b>Cassonetto</b>		
Larghezza	[m]	0.70	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	0.70	Lunghezza	[m]	0.70
Area	[m <sup>2</sup> ]	0.49	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
<b>Telaio</b>			<b>Soprafinestra</b>		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	<b>Sottofinestra</b>		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	<b>Pannelli opachi</b>		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.20	<b>Chiusura notturna</b>		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.29	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	59.51	<b>Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici</b>		
<b>Vetro</b>			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
<b>Distanziatore</b>			<b>Caratteristiche solari per calcolo di legge</b>		
Lunghezza del vetro	[m]	2.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.878
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.878

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.878	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Struttura finestrata:F3



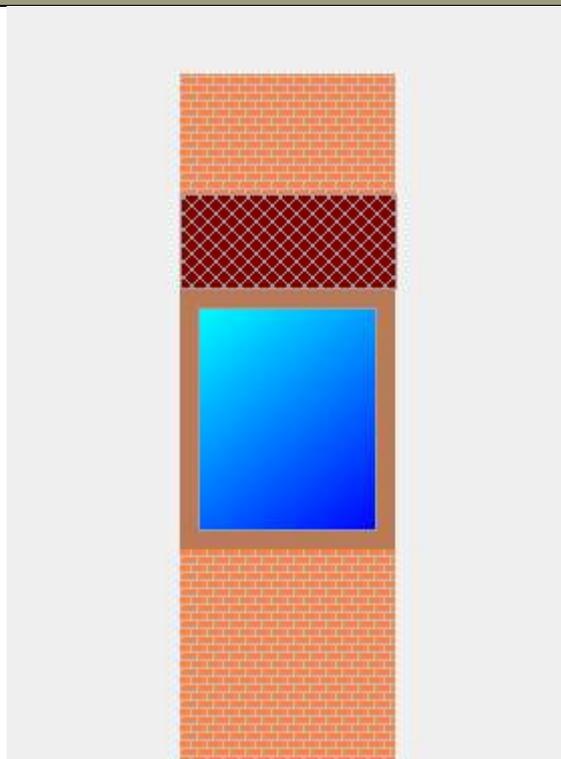
Struttura finestrata: F2

Proprietà					
<b>Dimensioni</b>			<b>Cassonetto</b>		
Larghezza	[m]	0.90	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	0.90
Area	[m <sup>2</sup> ]	1.26	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
<b>Telaio</b>			<b>Soprafinestra</b>		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	<b>Sottofinestra</b>		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	<b>Pannelli opachi</b>		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.34	<b>Chiusura notturna</b>		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.92	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	72.83	<b>Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici</b>		
<b>Vetro</b>			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
<b>Distanziatore</b>			<b>Caratteristiche solari per calcolo di legge</b>		
Lunghezza del vetro	[m]	4.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.379
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.379

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.379	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Struttura finestrata:F2



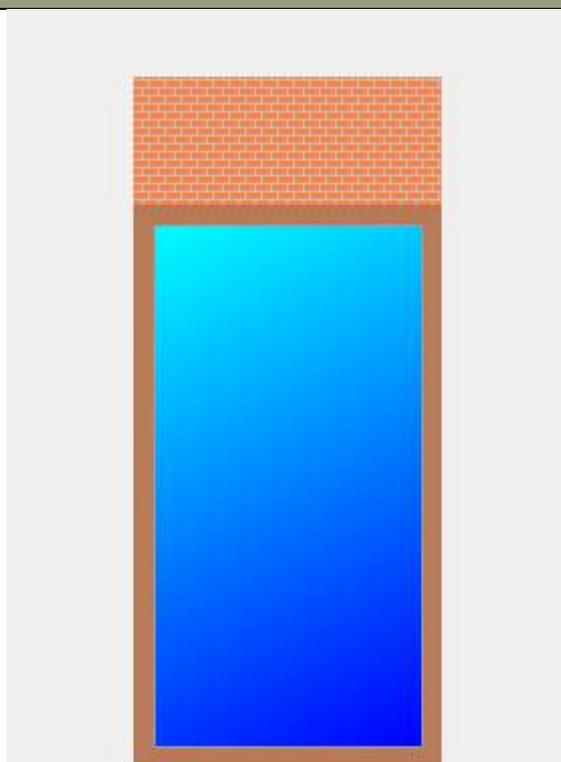
Struttura finestrata: F4

Proprietà					
<b>Dimensioni</b>			<b>Cassonetto</b>		
Larghezza	[m]	1.20	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	1.20
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.64	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	
<b>Telaio</b>			<b>Soprafinestra</b>		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	<b>Sottofinestra</b>		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	<b>Pannelli opachi</b>		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.52	<b>Chiusura notturna</b>		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	2.12	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	80.36	<b>Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici</b>		
<b>Vetro</b>			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
<b>Distanziatore</b>			<b>Caratteristiche solari per calcolo di legge</b>		
Lunghezza del vetro	[m]	6.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.087
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.087

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.087	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Struttura finestrata:F4



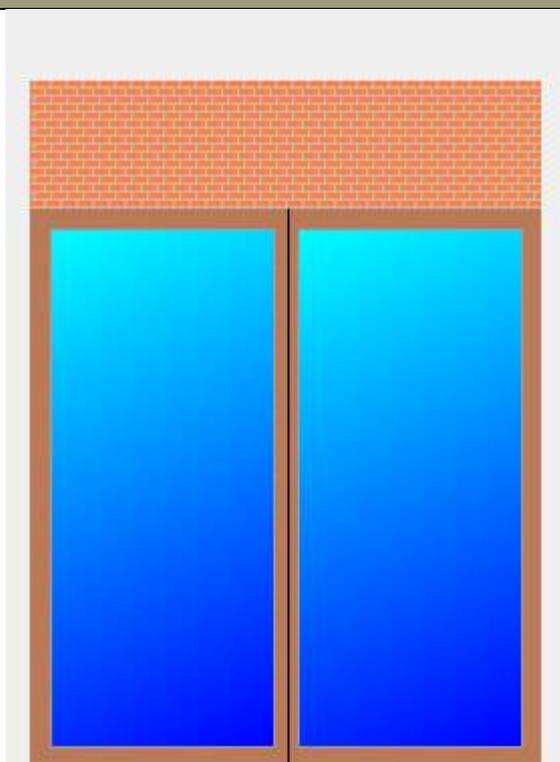
Struttura finestrata: F5

Proprietà					
<b>Dimensioni</b>			<b>Cassonetto</b>		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	4.40	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	
<b>Telaio</b>			<b>Soprafinestra</b>		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	<b>Sottofinestra</b>		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	<b>Pannelli opachi</b>		
Numero di ante	-	2	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.81	<b>Chiusura notturna</b>		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	3.59	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	81.60	<b>Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici</b>		
<b>Vetro</b>			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
<b>Distanziatore</b>			<b>Caratteristiche solari per calcolo di legge</b>		
Lunghezza del vetro	[m]	12.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.35
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.089
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.089

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.089	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## Struttura finestrata:F5

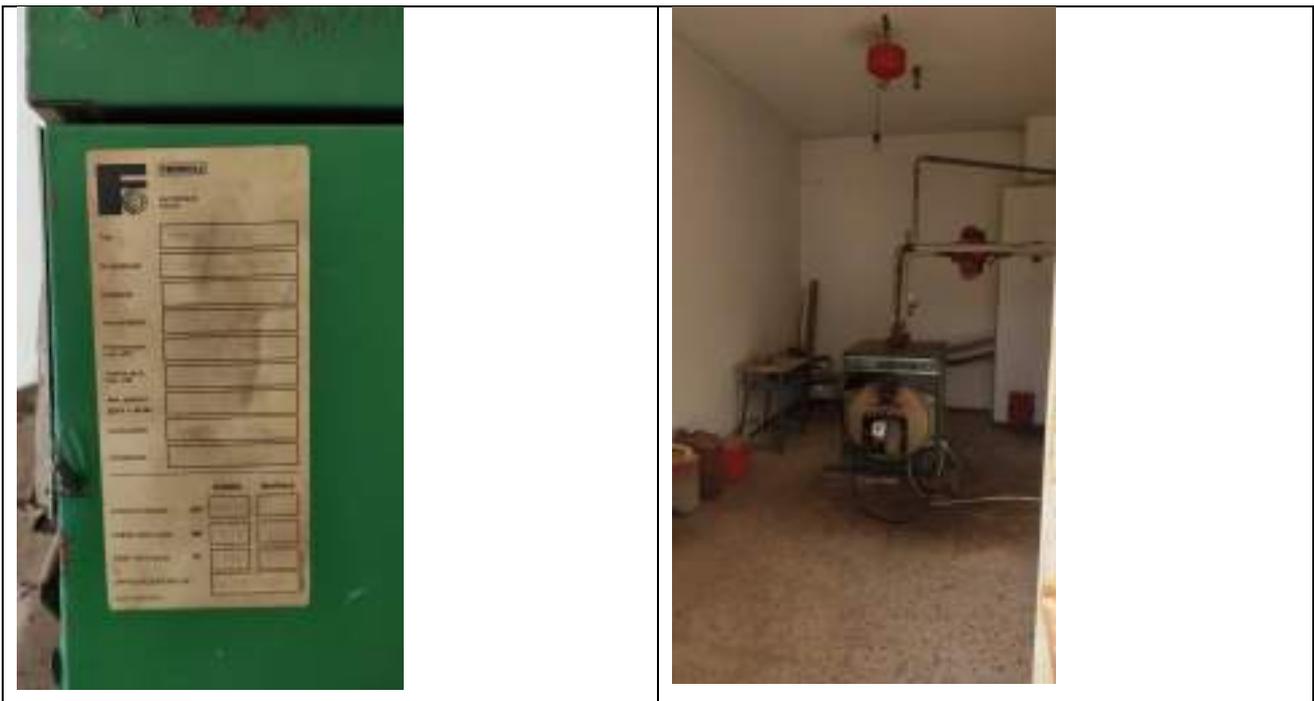


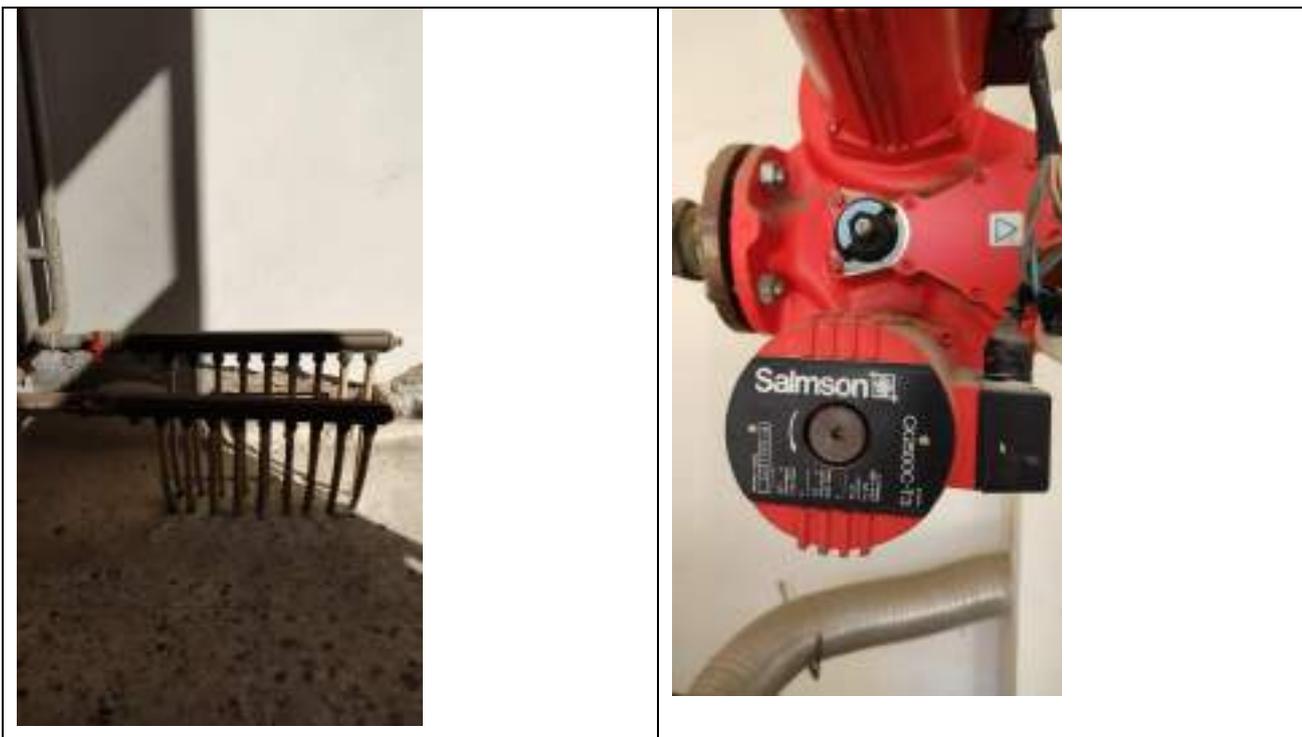
### 3.8 Impianti di Climatizzazione e di Produzione di ACS

#### Centrale Termica

La centrale termica è posta al piano Terra adiacente l'infermeria con accesso dall'esterno. Nella centrale termica è presente il generatore termico costituito da una caldaia a gasolio del 1998 con portata nominale di 96,9 kW (Ferroli mod. PREX E75). Come riferito in fase di audit il generatore presenta numerose problematiche dovute all'alimentazione a gasolio; questo ne comporta numerosi fermi riducendo in modo sensibile di fatto il numero di ore di funzionamento annuali. La circolazione del fluido termovettore è garantita da una pompa di circolazione gemellare da 325W nominali. La distribuzione primaria in centrale termica risulta essere in acciaio priva di coibentazione con evidente stato di degrado superficiale. La distribuzione secondaria è invece effettuata con sistema a collettore complanare con tubazioni in rame

L'impianto termico è a servizio del plesso C e dell'adiacente auditorium, qui non rappresentato nella diagnosi. I terminali nel Plesso C sono costituiti da radiatori in ghisa a piastra frontale per un totale di 409 elementi in tutta la struttura. La potenza emessa da un singolo elemento è stata valutata pari a circa 137 W per un totale di 56kW installati. Non sono presenti elementi di controllo quali termostati ambiente o valvole termostati che sui radiatori per cui l'accensione e lo spegnimento dell'impianto risulta essere comandata manualmente dal personale di manutenzione in base alle esigenze rilevate.





La produzione di ACS avviene per mezzo di boiler elettrici installati nei servizi igienici ad uso del personale docente e non docente.



**Boiler ACS**

### **3.9 Altri Impianti**

#### **Illuminazione**

L'illuminazione è costituita nella quasi totalità da lampade fluorescenti a tubo da 36 W. La potenza totale installata è pari a 4700 W.

#### **Impianti elettrici**

Non sono presenti trasformatori , UPS o altre apparecchiature elettriche di interesse per la diagnosi energetica

#### **Impianti di trasporto di persone o cose**

Nell'edificio è presente il vano ascensore in predisposizione. Di fatti non sono presenti impianti di trasporto persone o cose.

## 4 Analisi dei Consumi Energetici

### 4.1 *Dati generali di consumo e definizione Baseline*

Nel presente paragrafo sono riportati i consumi reali come acquisiti da fatturazione dei servizi di fornitura di gasolio e dell'energia elettrica.

A partire dai seguenti consumi a seguire si propone una analisi di confronto tra dati calcolati con modello energetico e dati reali al fine di mostrare la rispondenza del modello energetico utilizzato nella successiva valutazione degli interventi migliorativi atti a portare l'attuale edificio ad un edificio NZEB. Tale analisi di confronto è stata ristretta al solo anno 2022 da gennaio a dicembre mentre sono state esclusi da questo confronto l'anno 2020 per via degli effetti che le chiusure dovute alla pandemia da COVID 19 che hanno modificato i profili di consumo in particolare nell'ambito di edifici ad uso scolastico. L'anno 2021 di fatti risulta essere confrontabile con l'anno 2022 con differenze di consumo di +/-10%.

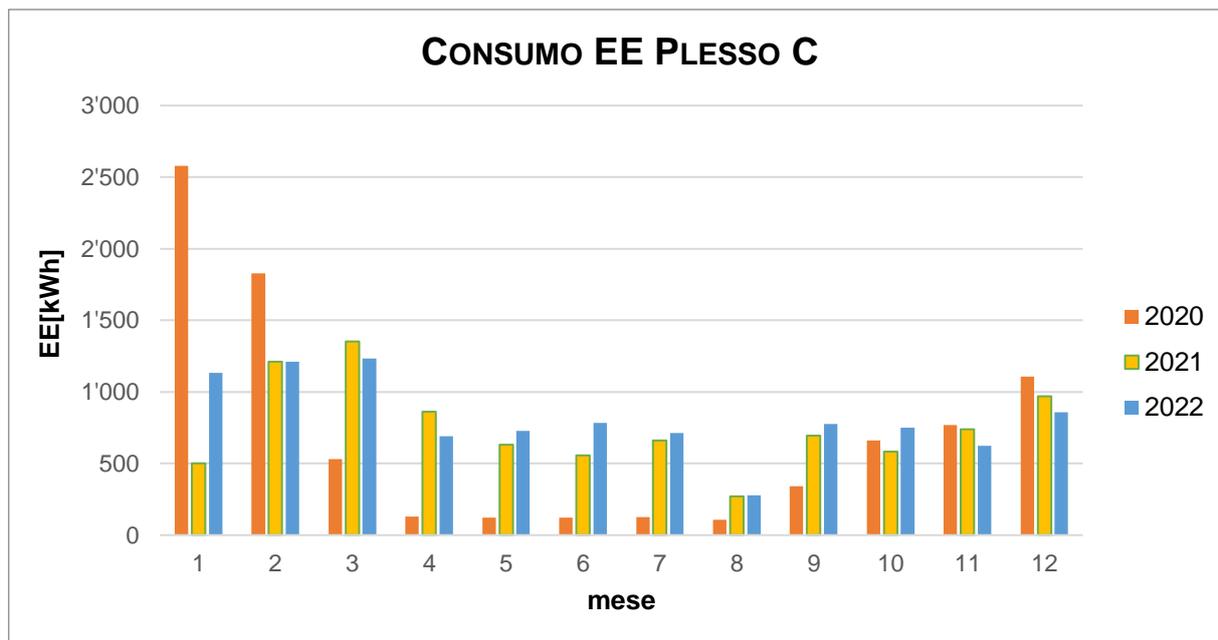
#### **Consumi di Energia Elettrica**

La consegna è effettuata in BT. Il fornitore di Energia Elettrica attuale risulta essere Omnia Energy fino al Maggio 2022 per poi passare a Hera COMM spa.

La struttura oggetto di diagnosi energetica ha un POD condiviso con altri due fabbricati, l'auditorium e la scuola materna (Plesso "D") . L' auditorium è costituito da un edificio singolo da 315mq con altezza di circa 5 m che viene utilizzato due giorni a settimana per non più di 4 ore ; il corpo o plesso "D" è una struttura di 340mq in pianta su due piani che ha funzione di scuola materna con orario di apertura 8:00-16:00 dal Lunedì al Venerdì.

Dunque i consumi rilevati da bolletta sono la somma dei consumi dei tre edifici, è stata dunque necessario effettuare la suddivisione dei consumi sulla base dei profili di utilizzo e della dimensione dei locali serviti. Avendo considerato che l'energia elettrica viene utilizzata perlopiù per il servizio di illuminazione tale stima ha portato a valutare un consumo globale per il plesso C pari a circa il 45% del consumo dei tre edifici.

Di seguito nel grafico sottostante il consumo di energia elettrica relativo al plesso C nel triennio 2020-2022



Anno	2020	2021	2022
<b>Consumo Totale EE [kWh]</b>	<b>8'422</b>	<b>9'029</b>	<b>9'777</b>

**Condizioni di fornitura:** gli ultimi dati disponibili relativi alla fattura del Dicembre 2022 per il prezzo della materia energia sono riportati nella tabella seguente, da cui si ricava un prezzo medio per le tre fasce di fornitura della componente energia pari a circa **30 c€/kWh**

PREZZO DI VENDITA		
Corrispettivo energia		
Importo dal 01.12.2022 al 31.12.2022		
fascia F1	€/kWh	0,3635900
fascia F2	€/kWh	0,3128200
fascia F3	€/kWh	0,2478000

### Consumi di gasolio

All'interno dell'edificio gli usi di energia termica sono dovuti al solo riscaldamento invernale. Il vettore energetico utilizzato è il gasolio da riscaldamento. I consumi registrati tramite fatturazione sono riportati in tabella 1. Come detto in precedenza bisogna notare per l'anno 2020 i consumi risultano essere circa la metà per via delle chiusure imposte dall'emergenza Covid 19 per cui non saranno presi in considerazione per l'analisi di confronto con il modello energetico. Negli anni a se-

guire il consumo invece risulta essere stabile pari a circa 2000 Litri anno. Bisogna sottolineare che il consumo è dato dalla somma dei consumi del Plesso C e dell'Auditorium adiacente che è alimentato dallo stesso impianto. La stima parametrica per l'anno 2022 basata sul profilo di utilizzo delle due zone termiche ha portato a valutare che il consumo globale annuo del Plesso C sia circa l'85% di quanto fatturato quindi pari a circa 1700 Litri annui , che corrispondono a circa 1450 kg .

**Tabella 1 Fatturazione consumi di Gasolio Plesso C e Auditorium**

N°	PLESSO SCOLASTICO	ANNO	QUANTITA' LT.	IMPORTO	DATA
1	Plesso "C" di V.le della Libertà	2019	1000.00	1'123.62 €	12/02/2019
2	Plesso "C" di V.le della Libertà	2019	999.00	1'155.40 €	10/12/2019
3	Plesso "C" di V.le della Libertà	2020	996.00	1'088.74 €	19/02/2020
4	Plesso "C" di V.le della Libertà	2021	1004.00	974.94 €	13/01/2021
5	Plesso "C" di V.le della Libertà	2021	996.00	1'184.74 €	13/12/2021
6	Plesso "C" di V.le della Libertà	2022	1006.00	1'397.85 €	28/02/2022
7	Plesso "C" di V.le della Libertà	2022	1001.00	1'505.77 €	19/12/2022

**Condizioni di fornitura:** il prezzo del gasolio è riportato nella tabella precedente e corrisponde a 1.5€/litro o 1.8€/kg per l'ultima fatturazione del 2022 ; tale prezzo sarà preso come riferimento per le successive valutazioni.

## 5 Modello Energetico dell'edificio

Il modello energetico del sistema edificio/impianto è stato costruito e analizzato tramite un software di analisi comparativa e di ottimizzazione dell'efficienza energetica certificato conforme alle norme UNI TS 11300. Il modello ha permesso la:

- *ricostruzione dei consumi effettivi e dei flussi energetici;*
- *costruzione modello termico ed elettrico (inventario di utenze e servizi rilevanti dal punto di vista della richiesta termica e/o elettrica) tramite modellazione con opportuno software certificato CTI;*
- *modellazione tridimensionale dell'edificio, e relative caratteristiche dell'involucro e degli impianti;*
- *mappatura dei carichi termici (richiesta di caldo e freddo e relativo livello termico) e dei profili orari dei carichi delle diverse utenze nelle varie condizioni stagionali; in questa delicata fase vengono eseguiti calcoli termodinamici di notevole dettaglio grazie al modello tridimensionale dell'involucro e alle esigenze delle utenze mappate nella fase precedente (modello termico ed elettrico);*
- *analisi dei profili di consumo per vettori energetici e per utenza e calcolo degli indici prestazionali principali e/o di area (questi saranno la base per dare indicazioni reali dei miglioramenti di efficienza perseguiti con le soluzioni tecniche adottate, ovvero a quantificare i risparmi energetici a valle delle modifiche impiantistiche;*
- *Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi gradi giorno (GG) reali, e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento;*
- *Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO<sub>2</sub>);*
- *Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline*

I consumi energetici reali (dati storici) sono utilizzati per effettuare un aggiustamento dei profili di utilizzo degli impianti termico ed elettrico e dell'edificio in generale da parte dell'utenza in modo da validare l'affidabilità del modello di calcolo assistito con i profili reali. Il consumo dell'edificio, opportunamente indicizzato, viene confrontato con i benchmark di riferimento per mezzo dei valori dell'edificio di riferimento secondo la procedura normata dalle UNI TS 11300.

### Calcolo del bilancio energetico

Il calcolo dei consumi energetici sarà eseguito attraverso l'equazione di bilancio condotta per ogni sottosistema in cui è suddivisibile ciascuno dei diversi impianti a servizio dell'edificio oggetto di audit, secondo quanto indicato dalle norme UNI TS 11300. La procedura di calcolo del bilancio energetico di un impianto prevedrà i seguenti passaggi, secondo i principi della UNI CEI/TR 11428:

- Creazione del diagramma a blocchi modulare rappresentativo dell'impianto e dei flussi energetici;

- Determinazione del periodo di funzionamento dall'impianto per tutte le tipologie di servizio energetico (riscaldamento invernale, raffrescamento estivo, fornitura di ACS, illuminazione, utenze elettriche);
- Determinazione dei fabbisogni reali di energia per la climatizzazione invernale/estiva e il consumo di ACS delle diverse zone termiche; con questa operazione si ottiene il valore di energia che deve essere fornito dai diversi sottosistemi di emissione;
- Calcolo del bilancio energetico dei sottosistemi costituenti gli impianti termici e determinazione dei rispettivi rendimenti (UNI TS 11300:2);
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria dell'impianto (UNI TS 11300:2,3,4).

## 5.1 Simulazione del Sistema Edificio/Impianto

Unità immobiliari e servizi energetici								
Unità immobiliare	Superficie utile climatizzata	Volume netto	Servizi presenti					
	[m <sup>2</sup> ]		[m <sup>3</sup> ]	H	C	W	V	L
Plesso C	818.27	2568.48	X		X		X	

### LEGENDA DEI SERVIZI PRESENTI

SERVIZIO	SIMBOLO	DESTINAZIONE D'USO IN CUI DEVONO ESSERE COMPUTATI SE PRESENTI
CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	H	TUTTE
CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	C	TUTTE
PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA	W	TUTTE
VENTILAZIONE MECCANICA	V	TUTTE
ILLUMINAZIONE	L	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI
TRASPORTO DI PERSONE	T	TUTTE LE NON RESIDENZIALI COLLEGI, CONVENTI, CASE DI PENA, CASERME, ALBERGHI E PENSIONI PER LE RESIDENZIALI

### Prestazioni energetiche

GRANDEZZA	VALORE	UNITA' DI MISURA
Indice del fabbisogno globale di energia primaria non rinnovabile (EP <sub>gl,nren</sub> )	133.82	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
Classe energetica	E	[-]

### Fattori di conversione in energia primaria

Coefficienti di conversione dei vettori energetici					
	PCI	f <sub>CO2</sub>	f <sub>P,ren</sub>	f <sub>P,nren</sub>	f <sub>P</sub>
		[kgCO <sub>2</sub> /kWh]	[-]	[-]	[-]
Gasolio	42.70 [MJ/kg]	0.2642		1.070	1.070
Energia elettrica da rete		0.4332	0.470	1.950	2.420
Energia elettrica prodotta in-situ con moduli fotovoltaici			1.000		1.000
Energia elettrica esportata prodotta da moduli fotovoltaici			1.000		1.000
Energia termica prodotta in-situ con pannelli solari			1.000		1.000
Energia termica estratta da pompa di calore			1.000		1.000

## Fabbisogni termici per il servizio di riscaldamento

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Scambio termico di energia per trasmissione	$Q_{H,tr}$	<b>50668.60</b>	[kWh]
Energia termica dispersa per radiazione infrarossa	$Q_{H,r,mn}$	<b>4000.79</b>	[kWh]
Scambio termico di energia per ventilazione	$Q_{H,ve}$	<b>6311.72</b>	[kWh]
Apporti solari sulle strutture opache	$Q_{H,sol,op}$	<b>4702.17</b>	[kWh]
Apporti solari sulle strutture vetrate	$Q_{H,sol,w}$	<b>7676.88</b>	[kWh]
Apporti gratuiti dovuti ai carichi interni	$Q_{H,int}$	<b>10870.70</b>	[kWh]
Apporti gratuiti totali	$Q_{H,gn}$	<b>18547.60</b>	[kWh]
Fabbisogno ideale di energia termica	$Q_{H,nd}$	<b>10255.50</b>	[kWh]

## Servizio di riscaldamento

### Fabbisogni termici

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh <sub>i</sub> ]
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione di riferimento)	$Q_{H,h,rif}$	<b>10255.50</b>
Fabbisogno ideale di energia termica (ventilazione effettiva)	$Q_{H,h,eff}$	<b>10255.50</b>
Energia termica recuperata dal servizio di produzione ACS	$Q_{W,lrh}$	<b>33.83</b>
Energia termica in ingresso al sottosistema di emissione	$Q_{H,e,in}$	<b>10219.20</b>
Perdite del sottosistema di emissione	$Q_{H,l,e}$	<b>103.23</b>
Energia termica in ingresso al sottosistema di regolazione	$Q_{H,rg,in}$	<b>10322.50</b>
Perdite del sottosistema di regolazione	$Q_{H,l,rg}$	<b>9354.37</b>
Fabbisogno effettivo di energia termica	$Q_{H,hr}$	<b>19676.80</b>
Perdite dei sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,ls,nrh}$	<b>726.35</b>
Energia termica in ingresso ai sottosistemi di distribuzione secondari	$Q_{H,d,in}$	<b>20403.20</b>
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,in}$	<b>4704.72</b>
Perdite del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,dp,ls,nrh}$	
Energia termica erogata dai sistemi di generazione	$Q_{H,gn,out}$	<b>20403.20</b>
Perdite del sottosistema di generazione	$Q_{H,ls,gn}$	<b>2181.32</b>
Energia termica assorbita dai sottosistemi di generazione	$Q_{H,gn,in}$	<b>22584.50</b>

Fabbisogni elettrici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh <sub>e</sub> ]
Fabbisogno elettrico dei terminali del sottosistema di emissione	$Q_{H,aux,e}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione secondario	$Q_{H,aux,d}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di distribuzione primario	$Q_{H,aux,dp}$	<b>871.20</b>
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sottosistema di generazione di calore	$Q_{H,aux,gn}$	<b>301.19</b>
Fabbisogno elettrico del circuito di alimentazione della batteria calda dell'UTA	$Q_{H,aux,dUTA}$	
Fabbisogno elettrico degli elettroventilatori	$Q_{el,Vn,d}$	
Fabbisogno elettrico per il funzionamento degli ugelli di umidificazione	$Q_{WV,aux,el}$	
Fabbisogno elettrico per l'umidificazione	$Q_{H,hum,el}$	
Fabbisogno elettrico degli ausiliari del sistema solare termico	$Q_{H,aux,sol}$	
Energia elettrica assorbita dai generatori elettrici	$Q_{H,gn,el}$	
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di generazione (generatori ed ausiliari)	$Q_{H,in}$	<b>1172.39</b>
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{H,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{H,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{H,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{H,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{H,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{H,del,ofs}$	<b>1172.39</b>

## Servizio di acqua calda sanitaria

Fabbisogni termici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh <sub>t</sub> ]
Fabbisogno di energia termica per la produzione di ACS	$Q_{W,h}$	<b>1251.97</b>
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione secondaria	$Q_{W,d,in}$	<b>1352.13</b>
Perdite del sottosistema di distribuzione secondaria	$Q_{W,l,d}$	<b>100.16</b>
Energia termica in ingresso al sottosistema di distribuzione primaria	$Q_{W,pd,in}$	<b>120.86</b>
Energia termica erogata dal sistema di produzione	$Q_{W,gn,out}$	<b>1352.13</b>

Fabbisogni elettrici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh <sub>e</sub> ]
Energia elettrica assorbita dai generatori elettrici	$Q_{W,gn,el}$	<b>1423.30</b>
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{W,del,ofs}$	<b>1423.30</b>

### 5.1.1.1 Servizio di illuminazione

Fabbisogni elettrici		
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE [kWh <sub>e</sub> ]
Energia elettrica assorbita dal sottosistema di illuminazione	$Q_{L,in}$	<b>8049.35</b>
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici	$Q_{L,prod,FV}$	
Energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,FV}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite moduli fotovoltaici	$Q_{L,exp,FV}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative	$Q_{L,prod,CG}$	
Energia elettrica prodotta dalle unità cogenerative utilizzata dal servizio	$Q_{L,used,CG}$	
Energia elettrica esportata da produzione tramite unità cogenerative	$Q_{L,exp,CG}$	
Energia elettrica assorbita da rete	$Q_{L,del,ofs}$	<b>8049.13</b>

## Analisi dei consumi energetici

Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,in}$ [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gasolio	22584.50						<b>22584.50</b>
Energia elettrica	1172.39		1423.30		8049.13		<b>10644.80</b>

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ( $E_{Pgl,nren}$ ) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gasolio	24165.40						24165.40
Energia elettrica	2286.16		2775.43		15695.80		20757.40
<b>TOTALE</b>	<b>26451.56</b>		<b>2775.43</b>		<b>15695.80</b>		<b>44922.80</b>

Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ( $E_{Pgl,ren}$ ) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	551.02		668.95		3783.09		5003.06
<b>TOTALE</b>	<b>551.02</b>		<b>668.95</b>		<b>3783.09</b>		<b>5003.06</b>

Fabbisogno di energia primaria globale ( $E_{Pgl,tot}$ ) [kWh]							
Edificio: Intero edificio							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Gasolio	24165.40						24165.40
Energia elettrica	2837.18		3444.37		19478.90		25760.50
<b>TOTALE</b>	<b>27002.58</b>		<b>3444.37</b>		<b>19478.90</b>		<b>49925.90</b>

## Spesa per il consumo dei vettori energetici

Vettore energetico: Gasolio					
SERVIZI	$C_a$	U.M.	$S_a$		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	1904.08	Kg	1.80	€/Kg	3427.34
<b>GLOBALE</b>	<b>1904.08</b>	<b>Kg</b>	<b>1.80</b>	<b>€/Kg</b>	<b>3427.34</b>

## Vettore energetico: Energia elettrica

SERVIZI	C <sub>a</sub>	U.M.	S <sub>a</sub>		
			UNITARIA	U.M.	TOTALE [€]
Riscaldamento	1172.39	kWh	0.30	€/kWh	351.72
Acqua calda sanitaria	1423.30	kWh	0.30	€/kWh	426.99
Illuminazione	8049.13	kWh	0.30	€/kWh	2414.74
GLOBALE	10644.80	kWh	0.30	€/kWh	3193.45
Ventilazione		kWh	0.30	€/kWh	
Trasporto		kWh	0.30	€/kWh	

## Indicatori di prestazione energetica

Indicatori di progetto in regime intermittente								
<i>Edificio: Intero edificio</i>								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m <sup>2</sup> ]							822.36
Q <sub>k,nd</sub>	[kWh/anno]	10255.50	5324.74					
EP <sub>k,nren</sub>	[kWh/anno]	26451.60		2775.43		15695.80		44922.80
EP <sub>k,ren</sub>	[kWh/anno]	551.02		668.95		3783.09		5003.06
EP <sub>k,tot</sub>	[kWh/anno]	27002.60		3444.37		19478.90		49925.90

### LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	<b>A</b>	[m <sup>2</sup> ]
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	<b>Q<sub>k,nd</sub></b>	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]	<b>EP<sub>k,nren</sub></b>	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]	<b>EP<sub>k,ren</sub></b>	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]	<b>EP<sub>k,tot</sub></b>	[kWh/anno]

## Indici di prestazione energetica

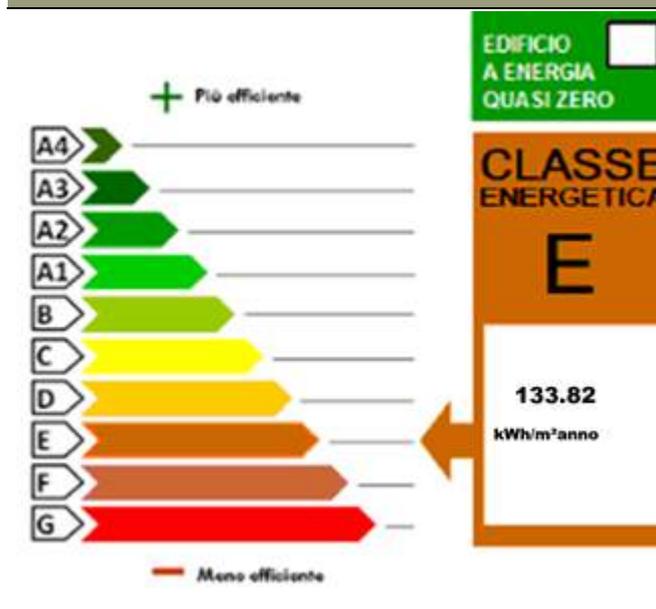
Indici di prestazione energetica in regime continuo								
<i>Edificio: Intero edificio</i>								
GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	SERVIZI						
		H	C	W	V	L	T	GLOBALE
A	[m <sup>2</sup> ]							822.36
EP <sub>k,nd</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]	47.74	12.19					
EP <sub>k,nren</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]	81.03		4.44		48.35		133.82
EP <sub>k,ren</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]	0.89		1.07		11.65		13.62
EP <sub>k,tot</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]	81.93		5.51		60.00		147.44

**LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)**

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SUPERFICIE UTILE CLIMATIZZATA	A	[m <sup>2</sup> ]
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER LA CLIMATIZZAZIONE	EP <sub>k,nd</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO EP <sub>k,ren</sub> = EP <sub>k,ren</sub> / A [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	EP <sub>k,ren</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO EP <sub>k,ren</sub> = EP <sub>k,ren</sub> / A	EP <sub>k,ren</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO EP <sub>k,tot</sub> = EP <sub>k,tot</sub> / A [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	EP <sub>k,tot</sub>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]

**Classe energetica**

**Classificazione**



**Quota rinnovabile**

Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]							
<i>Edificio: Intero edificio</i>							
DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	2.04		19.42		19.42		10.02

**Emissioni**

## Produzione di CO<sub>2</sub> [kg]

*Edificio: Intero edificio*

DESCRIZIONE	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Intero edificio	6474.71		616.57		3486.89		10578.20

## 5.2 Consumi calcolati

### Vettore energetico: Gasolio

CONTATORE	VETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UNITA' DI MISURA
1	Gasolio	H	Kg

### Climatizzazione invernale (potenza sulle 24 h)

#### Mesi (firma calcolata)

MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	$g_H$ [g]	GG [°Cg]	$Co_H$ [Sm <sup>3</sup> ]	$Q_{H,del}$ [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWh]
Gennaio	10.41	31	31	297.42	459.59	5451.27	7.33
Febbraio	8.91	29	28	310.64	507.43	6018.66	8.96
Marzo	10.31	31	31	300.52	497.92	5905.90	7.94
Aprile	13.91	30					
Maggio	17.31	31					
Giugno	21.91	30					
Luglio	24.31	31					
Agosto	25.01	31					
Settembre	21.41	30					
Ottobre	18.31	31					
Novembre	13.61	30	16	102.31			
Dicembre	10.81	31	31	285.02	439.14	5208.68	7.00
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>	<b>137</b>	<b>1295.91</b>	<b>1904.08</b>	<b>22584.51</b>	<b>31.22</b>

Altri servizi (potenza sulle 24 h)

Mesi (firma calcolata)

MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	$g_{NHC}$ [g]	GG [°Cg]	$C_{ONHC}$ [Sm <sup>3</sup> ]	$Q_{NHC,del}$ [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWh]
Gennaio	10.41	31		297.42			
Febbraio	8.91	29		310.64			
Marzo	10.31	31		300.52			
Aprile	13.91	30					
Maggio	17.31	31					
Giugno	21.91	30					
Luglio	24.31	31					
Agosto	25.01	31					
Settembre	21.41	30					
Ottobre	18.31	31					
Novembre	13.61	30		102.31			
Dicembre	10.81	31		285.02			
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>		<b>1295.91</b>			

Globale (potenza sulle 24 h)							
Mesi (firma calcolata)							
MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	g <sub>gl</sub> [g]	GG [°Cg]	C <sub>ogl</sub> [Sm³]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh]	Φ <sub>gl,del</sub> [kWh]
Gennaio	10.41	31		297.42	459.59		7.33
Febbraio	8.91	29		310.64	507.43		8.96
Marzo	10.31	31		300.52	497.92		7.94
Aprile	13.91	30					
Maggio	17.31	31					
Giugno	21.91	30					
Luglio	24.31	31					
Agosto	25.01	31					
Settembre	21.41	30					
Ottobre	18.31	31					
Novembre	13.61	30		102.31			
Dicembre	10.81	31		285.02	439.14		7.00
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>		<b>1295.91</b>	<b>1904.08</b>		<b>31.22</b>

### **Vettore energetico: Energia elettrica**

Vettore energetico: Energia elettrica			
CONTATORE	VETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UNITA' DI MISURA
2	Energia elettrica	H,W,L	kWh

## Climatizzazione invernale (potenza sulle 24 h)

### Mesi (firma calcolata)

MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	$g_H$ [g]	GG [°Cg]	$C_{OH}$ [Sm <sup>3</sup> ]	$Q_{H,del}$ [kWh]	$\Phi_{H,del}$ [kWh]
Gennaio	10.41	31	31	297.42	298.05	298.05	0.40
Febbraio	8.91	29	28	310.64	276.78	276.78	0.41
Marzo	10.31	31	31	300.52	301.19	301.19	0.40
Aprile	13.91	30					
Maggio	17.31	31					
Giugno	21.91	30					
Luglio	24.31	31					
Agosto	25.01	31					
Settembre	21.41	30					
Ottobre	18.31	31					
Novembre	13.61	30	16	102.31			
Dicembre	10.81	31	31	285.02	296.37	296.37	0.40
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>	<b>137</b>	<b>1295.91</b>	<b>1172.39</b>	<b>1172.39</b>	<b>1.62</b>

Altri servizi (potenza sulle 24 h)

Mesi (firma calcolata)

MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	$g_{NHC}$ [g]	GG [°Cg]	$C_{ONHC}$ [Sm <sup>3</sup> ]	$Q_{NHC,del}$ [kWh]	$\Phi_{NHC,del}$ [kWh]
Gennaio	10.41	31		297.42	857.01	857.01	1.15
Febbraio	8.91	29		310.64	771.16	771.16	1.11
Marzo	10.31	31		300.52	835.93	835.93	1.12
Aprile	13.91	30			797.67	797.67	1.11
Maggio	17.31	31			821.35	821.35	1.10
Giugno	21.91	30			739.31	739.31	1.03
Luglio	24.31	31			694.50	694.50	0.93
Agosto	25.01	31			674.47	674.47	0.91
Settembre	21.41	30			750.24	750.24	1.04
Ottobre	18.31	31			848.68	848.68	1.14
Novembre	13.61	30		102.31	836.47	836.47	1.16
Dicembre	10.81	31		285.02	845.66	845.66	1.14
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>		<b>1295.91</b>	<b>9472.43</b>	<b>9472.43</b>	<b>12.94</b>

Globale (potenza sulle 24 h)							
Mesi (firma calcolata)							
MESI	$\vartheta_e$ [°C]	g [g]	g <sub>gl</sub> [g]	GG [°Cg]	C <sub>ogl</sub> [Sm <sup>3</sup> ]	Q <sub>gl,del</sub> [kWh]	Φ <sub>gl,del</sub> [kWh]
Gennaio	10.41	31		297.42	1155.06		1.55
Febbraio	8.91	29		310.64	1047.94		1.52
Marzo	10.31	31		300.52	1137.12		1.53
Aprile	13.91	30			797.67		1.11
Maggio	17.31	31			821.35		1.10
Giugno	21.91	30			739.31		1.03
Luglio	24.31	31			694.50		0.93
Agosto	25.01	31			674.47		0.91
Settembre	21.41	30			750.24		1.04
Ottobre	18.31	31			848.68		1.14
Novembre	13.61	30		102.31	836.47		1.16
Dicembre	10.81	31		285.02	1142.02		1.53
<b>TOTALE</b>		<b>366</b>		<b>1295.91</b>	<b>10644.82</b>		<b>14.56</b>

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$\vartheta_e$	[°C]
GIORNI	g	[g]
GIORNI DI FUNZIONAMENTO PER IL SERVIZIO k-ESIMO	g <sub>k</sub>	[g]
GRADI GIORNO	GG	[°Cg]
CONSUMO PER IL SERVIZIO k-ESIMO	C <sub>o,k</sub>	[Sm <sup>3</sup> ]
ENERGIA CONSEGNATA O FORNITA PER IL SERVIZIO k-ESIMO	Q <sub>k,del</sub>	[kWh]
POTENZA CONSEGNATA PER IL SERVIZIO k-ESIMO	Φ <sub>k,del</sub>	[kW]

### 5.3 Consumi annui e confronto con i consumi calcolati

### 5.3.1.1 Consumi annui e confronto con i consumi calcolati

Gradi giorno			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Gradi giorno calcolati	$GG_{calc}$	<b>1040.00</b>	[°Cq]
Gradi giorno reali	$GG_{reali}$	<b>1086.22</b>	[°Cq]

Fattori di normalizzazione					
$f_{H,norm}$	$f_{C,norm}$	$f_{W,norm}$	$f_{V,norm}$	$f_{L,norm}$	$f_{T,norm}$
<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

Climatizzazione invernale						
CONTATORE	VETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UM	$C_{OH,calc}$	$C_{OH,reale}$	$\Delta$ [%]
1	Gasolio	H	Kg	1904.08	1751.00	<b>-8.04</b>
2	Energia elettrica	H,W,L	kWh	1172.39	888.26	<b>-24.23</b>

Altri servizi						
CONTATORE	VETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UM	$C_{NHC,calc}$	$C_{NHC,reale}$	$\Delta$ [%]
1	Gasolio	H	Kg			
2	Energia elettrica	H,W,L	kWh	9472.43	8889.74	<b>-6.15</b>

Globale						
CONTATORE	VETTORE ENERGETICO	SERVIZI	UM	$C_{Ogl,calc}$	$C_{Ogl,reale}$	$\Delta$ [%]
1	Gasolio	H	Kg	1904.08	1751.00	<b>-8.04</b>
2	Energia elettrica	H,W,L	kWh	10644.80	9778.00	<b>-8.14</b>

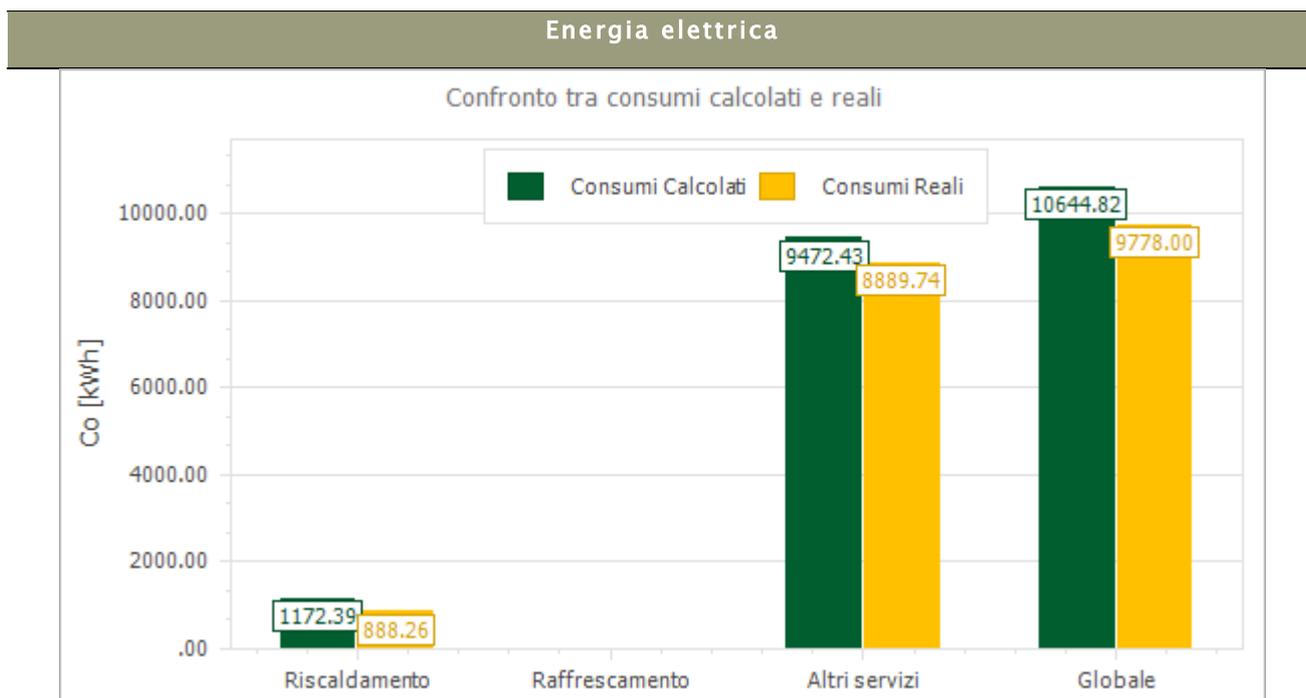
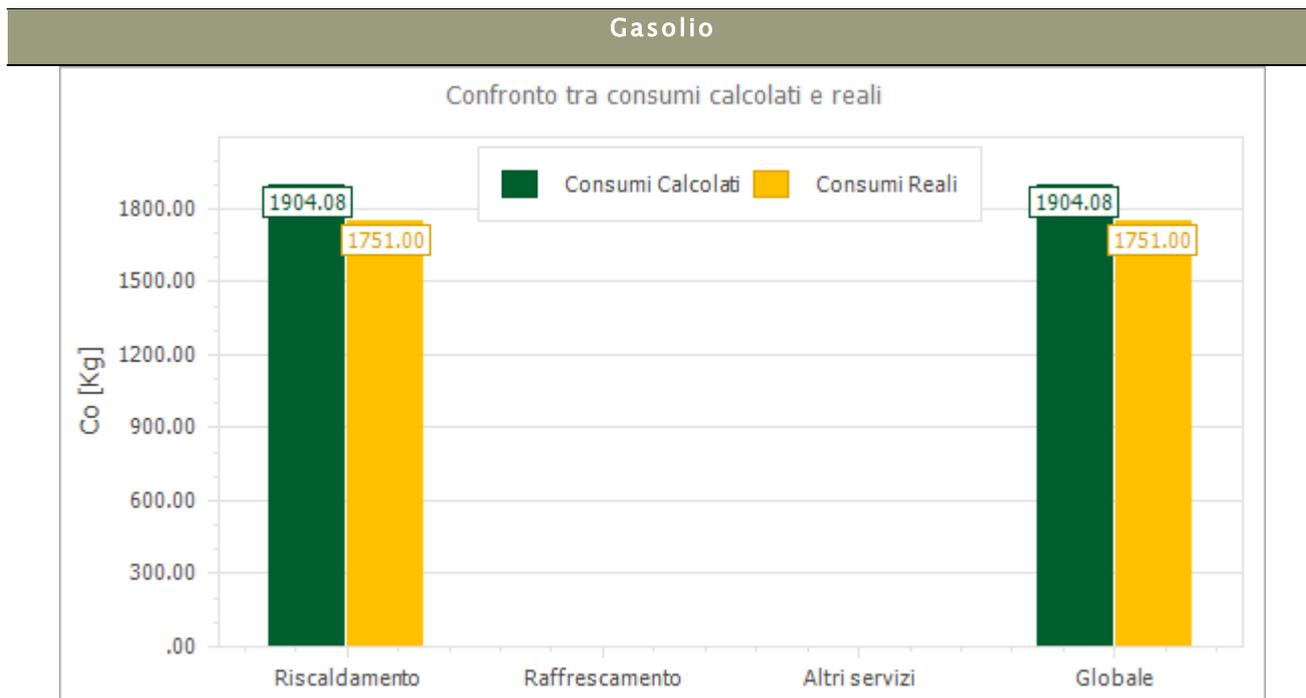
#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONSUMO CALCOLATO PER IL SERVIZIO k-ESIMO	$C_{ok,calc}$	[U.M./anno]
CONSUMO REALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	$C_{ok,reale}$	[U.M./anno]
SCOSTAMENTO PERCENTUALE	$\Delta$	[%]

Come mostrato nell'ultima tabella il calcolo dei consumi elettrici da modello risulta essere conforme risultando uno scostamento di circa **8%** dunque inferiore al 10%. Tale scostamento può essere ritenuto accettabile in quanto non tiene conto delle effettive ore di manutenzione o fermo macchina dovute a malfunzionamenti come riportato da intervista al personale di manutenzione . Dunque il modello risulta valido per valutare gli interventi proposti.

Fatta tale precisazione il modello utilizzato per valutare i benefici economici non terrà conto delle gestioni manuali dell'impianto ma farà riferimento ad una modello di gestione conforme allo stato costruttivo attuale degli impianti

## Confronto tra consumi calcolati e reali



## 6 Descrizione degli interventi di efficientamento

### 6.1 Generalità

Sulla base dei risultati della simulazione e degli indici di efficienza energetica sono stati ipotizzati una serie di misure possibili per diminuire i consumi ed i relativi costi, valutandone l'impatto sulla prestazione dell'impianto, e stimando sia tempi di ritorno che valore attuale netto. Il costo degli investimenti è valutato per mezzo di computi metrici di progetti di massima.

La strategia di efficientamento si concretizza nel seguito in una serie di misure analizzate con il modello di simulazione sia come singolo intervento che, come scenari composti da più interventi contemporanei. La logica dietro la scelta degli interventi da proporre si basa su tre concetti:

- *fattibilità tecnica*
- *fattibilità normativa*
- *convenienza (risparmio energetico vs investimento/complessità)*

Sulla base del disciplinare di gara si è proceduto a valutare come scenario di intervento un set di misure sull'involucro edilizio e sugli impianti con caratteristiche NZEB. La tipologia di ristrutturazione (ai fini energetici) è una ristrutturazione di I livello

E' stato previsto l'accesso al Conto Termico per la trasformazione dell'edificio in un edificio NZEB (**Nearly Zero Energy Building**).

Tale obiettivo ha indubbi vantaggi di tipo tecnico in quanto porta ad avere un edificio (struttura+impianti) i cui consumi da fonte non rinnovabile sono quasi azzerati e dunque in linea con le più attuali direttive nazionali e comunitarie viene azzerato o ridotto ai minimi termini il consumo di gas naturale ( o altra fonte fossile) a favore dell'utilizzo di energia elettrica in parte autoprodotta.

L'altro vantaggio risiede nella possibilità di accedere al Conto Termico che con l'approvazione dell'articolo 48-ter durante la conversione nella legge 126 del 13 ottobre 2020 del decreto legislativo 104 in merito alle tipologie di spese ha sancito la possibilità di beneficiare della copertura totale dell'importo ammissibile, che nel caso di edifici NZEB in zona climatica C ammonta a 1'500'000€ come riportato nella tabella estratta dal Allegato II del DM 16/02/2016 con massimo ammissibile per 818 mq pari a 409'135,00 € per il plesso in esame..

Tabella 10 – Edifici nZEB: valori necessari per il calcolo dell'incentivo

[Tabella 5 – Allegato II - DM 16.02.16]		
Tipologia di intervento	Costo massimo ammissibile (C <sub>max</sub> )	Valore massimo dell'incentivo I <sub>max</sub> (€)
Trasformazione di edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero nZEB" – zona climatica A, B, C	500 €/m <sup>2</sup>	1.500.000
Trasformazione di edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero nZEB" – zona climatica D, E, F	575 €/m <sup>2</sup>	1.750.000

Come riportato dal GSE a riguardo di seguito sono esposti gli interventi che possono essere agevolabili in tal senso:

*Sono di seguito elencate le spese ammesse ai fini del calcolo dell'incentivo, che dovranno essere riportate, se pertinenti, nelle fatture attestanti gli interventi effettuati:*

- 1. fornitura e messa in opera di materiali e tecnologie finalizzati al conseguimento della qualifica di «edifici a energia quasi zero», comprensiva dei costi sostenuti per le opere provvisoriale ed accessorie;*
- 2. demolizione, recupero o smaltimento e ricostruzione degli elementi costruttivi dell'involucro e degli impianti per i servizi di riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda e illuminazione (ove considerata per il calcolo della prestazione energetica), ove coerente con gli strumenti urbanistici vigenti fornitura e messa in opera di materiali ordinari, necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti realizzate contestualmente alle opere di cui al punto precedente, per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti;*
- 3. demolizione e ricostruzione delle strutture dell'edificio;*
- 4. eventuali interventi per l'adeguamento sismico delle strutture dell'edificio, rafforzate o ricostruite, che contribuiscono anche all'isolamento;*
- 5. prestazioni professionali connesse alla realizzazione degli interventi.*

*Le spese ammissibili sono comprensive di IVA dove essa costituisce un costo. Il trasporto rientra tra le spese ammissibili perché facente parte della fornitura.*

Da questo si ricava che tutti gli interventi sia sull'involucro che sugli impianti volti a migliorare e ridurre il consumo energetico risultano agevolabili all'interno del massimale previsto. Di seguito dunque si presenta una descrizione sintetica degli interventi proposti.

#### **Interventi sull'involucro:**

Attualmente l'edificio non presenta pareti o solai coibentati. Dunque risulta necessario intervenire sulla trasmittanza delle pareti opache verticali ed orizzontali con adduzione di **coibente** in modo da

ridurre significativamente la trasmittanza e altresì correggere i relativi ponti termici tra le strutture. Tale intervento oltre a ridurre le dispersioni ha lo scopo di eliminare il rischio di formazione di muffe superficiali ed interstiziali. Di seguito sarà dedicato un paragrafo alla descrizione dell'intervento indicando in maniera puntuale la tipologia e lo spessore del coibente previsto al fine di rispettare i requisiti minimi imposti per le varie strutture ove si prevede di intervenire.

In particolare l'intervento oggetto di studio prevede la coibentazione di tutte le chiusure opache verticali, comprensiva di pareti a cassa vuota in laterizio dei pilastri e della parete verso locale non riscaldato (centrale termica). Nella coibentazione di tali strutture si potrà intervenire andando a correggere importanti ponti termici quali quelli tra solaio e tamponatura esterna, tra tamponatura e pilastro e infine tra muro e infisso andando ad operare sulla coibentazione dell'imbotte riducendo ai minimi termini tali discontinuità termiche della struttura.

L'altro intervento di coibentazione rilevante riguarda il solaio di copertura verso sottotetto. Per la porzione di edificio con tetto a falda sarà possibile coibentare il solaio sottotetto mentre per la porzione di solaio esterno sulla terrazza sarà necessario effettuare la coibentazione e contestuale rifacimento della pavimentazione o in alternativa effettuare la coibentazione solo su locale interno ad uso infermeria ove è previsto la posa di nuovo controsoffitto.

Altro intervento di primaria importanza che coinvolge l'involucro trasparente è la **sostituzione degli infissi**. Attualmente gli infissi risultano essere datati e con scarse qualità in termini di trasmittanza termica nonché di attenuazione dei rumori esterni e di schermatura solare nei periodi estivi. La loro sostituzione in toto risulta essere auspicabile e necessaria al raggiungimento dei requisiti minimi di coibentazione dell'edificio. Anche per questo intervento in seguito sarà dedicato un paragrafo per mostrare con dettaglio le caratteristiche degli infissi oggetto di intervento.

Tali interventi rappresentano di fatto i lavori più onerosi sia dal punto di vista economico che in termini di tempi ed occupazione degli spazi, comportando dei periodi di fermo necessari all'esecuzione dei lavori stessi.

Per i vari scenari tali interventi risultano essere diversi poiché cambiano i requisiti minimi da rispettare.

#### ***Interventi sulla climatizzazione :***

**Aumento dell'efficienza di produzione dell'energia termica** per mezzo di produzione di energia termica da sistemi ad alta efficienza funzionanti in pompa di calore, che utilizzano quindi una quota parte di energia aerotermica (fonte rinnovabile) per la produzione dell'energia termica. La temperatura di mandata di progetto del fluido termovettore attualmente risulta essere troppo elevata per le pompe di calore che dovrà operare con temperature di mandata massime di 50°C al fine di non

peggiore sensibilmente l'efficienza. La potenza della pompa di calore considerata nel calcolo è di 29kW.

Per i motivi di cui sopra si è prevista la **totale ristrutturazione dell'impianto termico** interno con installazione di terminali che possano operare a bassa temperatura quali fan-coil nelle aule e nei corridoi e radiatori a bassa temperatura nei bagni. Tale ristrutturazione prevede dunque anche una nuova linea di distribuzione del fluido termovettore. Al fine di valutare i costi di questo intervento si è ipotizzato di effettuare una distribuzione con montante e ramificazione passante nei corridoi centrali.

Per l'installazione della pompa di calore è stato previsto l'utilizzo della terrazza presente al piano primo mentre nella centrale termica saranno alloggiati collettori e pompe di rilancio per i due piani serviti. Inoltre l'utilizzo di tali componenti permette di predisporre l'impianto per l'utilizzo in modalità estiva potendo sfruttare l'autoconsumo da impianti di generazione in loco previsti nelle more dell'intervento.

**Impianto di Ventilazione Meccanica Controllata:** si è previsto nell'intervento l'installazione di un nuovo impianto di ventilazione meccanica controllata al fine di garantire un ricambio minimo di aria negli ambienti con contestuale recupero di calore dall'aria espulsa. Tale intervento risulta fortemente consigliato per ridurre i consumi energetici nel periodo invernale e garantire i livelli di salubrità dell'aria negli ambienti scolastici non più garantiti nel momento in cui con la sostituzione dei serramenti il ricambio di aria per infiltrazione diminuirebbe drasticamente sotto i 0.3 vol/h. In particolare sono state previste due unità a recupero da 1500mc/h a piano.

#### ***Interventi sulla produzione di acqua calda sanitaria:***

Per la produzione di ACS si prevede la sostituzione degli attuali boiler elettrici con boiler a pompa di calore per i quali si prevede la presa di aria direttamente dall'ambiente interno e l'espulsione all'esterno tramite un canale di espulsione. Tale ricircolo di aria permette anche di garantire un ricambio minimo di aria nei servizi igienici.

#### ***Interventi sull'illuminazione:***

l'illuminazione risulta una voce di potenziale risparmio energetico importante ma non fondamentale vista l'entità della potenza impegnata dai corpi illuminanti e la continuità di funzionamento. Per la riduzione dei consumi si è considerato un intervento che consenta di:

- ridurre il consumo nel periodo di accensione delle lampade, grazie alla tecnologia LED e alla possibilità di ridurre il flusso luminoso adeguandolo alla luce esterna per mezzo di sensori di luminosità e corpi luminosi dimmerabili;
- ridurre il periodo di accensione delle lampade, per mezzo di sensori di presenza.

Nota: nella quotazione dell'intervento sono state considerate lampade compatibili con il sistema DALI ma non è stato quotato il sistema di controllo per ambiente DALI-KNX, poiché a livello di efficienza energetica non comporterebbe un sensibile miglioramento rispetto al sistema lampada-sensori senza controllo DALI.

Dovranno essere utilizzati componenti per il controllo dell'illuminazione basati su protocolli standardizzati. Le logiche di accensione e spegnimento o di dimmerizzazione potranno essere predefinite in base ad un programma orario.

Il controllo dell'illuminazione potrà anche essere effettuato tenendo in considerazione il grado di luminosità, interna od esterna (luce naturale) o tenendo in considerazione l'occupazione, da parte del personale, degli ambienti di lavoro.

Potranno essere impostati scenari di illuminazioni che verranno azionanti o attraverso una pulsantiera intelligente direttamente collegata al bus.

La gestione intelligente fin qui descritta, la si potrà ottenere grazie al fatto che i dispositivi si scambieranno informazioni sullo stesso bus.

La gestione intelligente dell'illuminazione dovrà consentire un elevato potenziale di risparmio energetico, grazie alle funzionalità di seguito descritte:

- Funzioni per il risparmio energetico nell'illuminazione - Le funzioni che consentiranno un utilizzo efficiente dell'energia consumata dall'illuminazione dovranno evitare sprechi inutili dell'illuminazione artificiale permettendo quindi di risparmiare elettricità. Si baseranno principalmente sul rilevamento del livello di luminosità dell'ambiente e sulla presenza di occupanti. Di seguito verranno descritte alcune funzionalità alle quali il sistema di controllo dell'illuminazione dovrà attenersi.
- Controllo dell'illuminazione in base alla presenza - Questa funzione dovrà consentire un utilizzo efficiente dell'illuminazione delle aree caratterizzate da una scarsa illuminazione naturale. Il risparmio energetico si dovrà ottenere grazie a rilevatori di movimento/presenza che controllano il livello di luminosità e l'occupazione dei locali, accendendo le luci solo quando l'ambiente risulta effettivamente occupato. Il potenziale risparmio energetico dipenderà quindi principalmente dal livello di utilizzo.
- Controllo dell'illuminazione con regolazione continua - (espansione futura in presenza di sensori di luminosità). I rilevatori multifunzione dovranno controllare la luminosità dell'ambiente e la sua occupazione, trasmettendo i dati agli attuatori dimmer. Se in quel momento l'ambiente non sarà utilizzato l'illuminazione dovrà restare spenta, mentre in caso di rilevamento presenza all'interno dell'ambiente gli attuatori dimmer dovranno regolare l'illuminazione ad un livello di luminosità predefinito.

***Produzione di energia da Fonte Rinnovabile – Fotovoltaico:***

La produzione di energia elettrica da FER per mezzo di impianto fotovoltaico risulta essere un intervento di primaria importanza in quanto necessario al raggiungimento della quota minima di energia rinnovabile utilizzata per coprire i fabbisogni dell'edificio. Tale quota ammonta al 66 % e in tal caso è stato introdotto l'intervento tale da garantire questa condizione seppur con uno scarto minimo che ha portato a valutare necessaria l'installazione di 44 pannelli da 400Wp per un totale di circa 17.6 kW di picco. Di seguito nell'ALLEGATO B viene fornita la relazione di calcolo relativa a tale intervento. I pannelli considerati in questa analisi sono di tipo monocristallino da montare con apposita struttura metallica su tetto piano e su tetto a falda in aderenza a quest'ultimo.

***Interventi sulla gestione dell'edificio:***

la gestione dell'edificio per mezzo di un sistema di building automation può comportare risparmi energetici del 5-7% e risulta essere di primaria importanza per il raggiungimento della categoria NZEB . Il sistema previsto dovrà essere di Classe B con monitoraggio continuo dei consumi e possibilità di remotizzare il controllo. In particolare il controllo deve permettere di gestire le zone termiche e monitorare i consumi energetici.

## 6.2 Scenario NZEB

### Descrizione dell'intervento

NUOVO IMPIANTO TERMICO CON PDC, FAN COIL E RADIATORI A BASSA TEMPERATURA CON SISTEMA DI GESTIONE DELLA TEMPERATURA PER AMBIENTE E CURVA CLIMATICA.

VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERO DI CALORE

COIBENTAZIONE PARETI PERIMETRALI E SOLAIO SOTTOTETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO 17.6kW

BOILER PER ACQUA CALDA SANITARIA A POMPA DI CALORE

SOSTITUZIONE INFISSI COMPRESIVI DI SISTEMI OSCURANTI OVE PRESENTI E DI SISTEMI DI OMBREGGIAMENTO INTERNI QUALI TENDE VENEZIANE.

ILLUMINAZIONE LED CON CONTROLLO DELL'ILLUMINAZIONE

### Rilevatori economici principali

CODICE	DESCRIZIONE INTERVENTO
Ren1 (FABBRICATO – INVOLUCRO OPACO)	Nuovo intervento

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo complessivo intervento	C	<b>417472.00</b>	[€]
Risparmio economico conseguibile	$\Delta S_a$	<b>6493.28</b>	[€/anno]
Tempo di ritorno semplice	$t_r$	<b>64.29</b>	[anni]
Risparmio energetico conseguibile	$\Delta EP_{gl, nren}$	<b>117.82</b>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
Classe energetica raggiungibile		<b>A4</b>	[-]

NOTA : Il calcolo sommario della spesa è stato effettuato, per quanto concerne le opere o i lavori ipotizzati stimando i costi come segue:

- per gli impianti meccanici pre-dimensionando gli impianti di climatizzazione e verificato i parametri NZEB della scelta progettuale fatta, e redigendo un computo di massima fatto sulla base dei dimensionamenti di cui sopra con prezziari nazionali (DEI 2023) e regione Sicilia 2022;

- per gli impianti elettrici e illuminazione con computo di massima e check con i costi parametrici di plesso affine su DEI Tipologie edilizie 2019 (l'ultimo disponibile) e verifica parametrica con computi plesso simile di edificio ristrutturato in NZEB con impiantistica analoga a quella ipotizzata per il caso attuale.

## **Nel seguito il dettaglio delle sostituzioni operate**

### **Strutture opache**

( vedi pagina seguente)

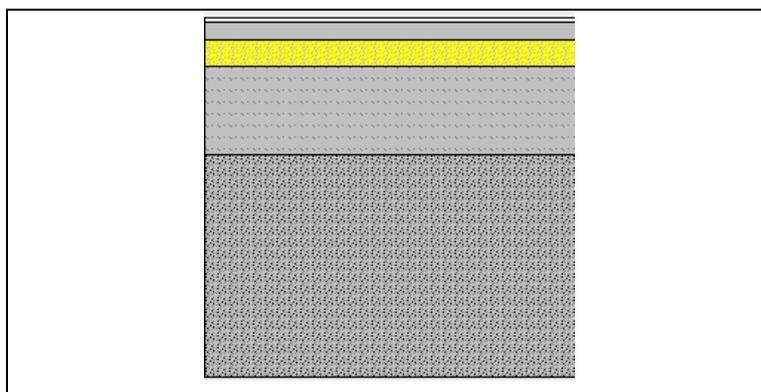
## Dati della sostituzione: Coibentazione del pavimento

Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

Struttura originaria		Struttura sostitutiva		Superficie
Descrizione	U [W/(m²K)]	Descrizione	U [W/(m²K)]	[m²]
Pavimento su terreno	0.75	Pavimento su terreno	0.34	509.63

## Stratigrafia

Descrizione materiale	D	s	l	m	l <sub>m</sub>	r	CT	CTS
Strato liminare interno						0.170		
Piastrelle in cotto	1800	1	0.72	0	0.72	0.014	0.84	14.45
Sottofondo in cls magro	2200	4	0.93	0	0.93	0.043	0.88	73.46
Isolante 15	30	6	0.034	0	0.034	1.765	0.85	1.00
Calcestruzzo ordinario	2200	20	1.28	0	1.28	0.156	0.88	242.57
Ciottoli e pietre frantumate	1500	50	0.7	0	0.7	0.714	0.84	319.23
Strato liminare esterno						0.040		
<b>TOTALI:</b>		<b>81.00</b>				<b>2.90</b>		<b>650.70</b>



## Dati della sostituzione: Coibentazione del soffitto verso locali non climatizzati

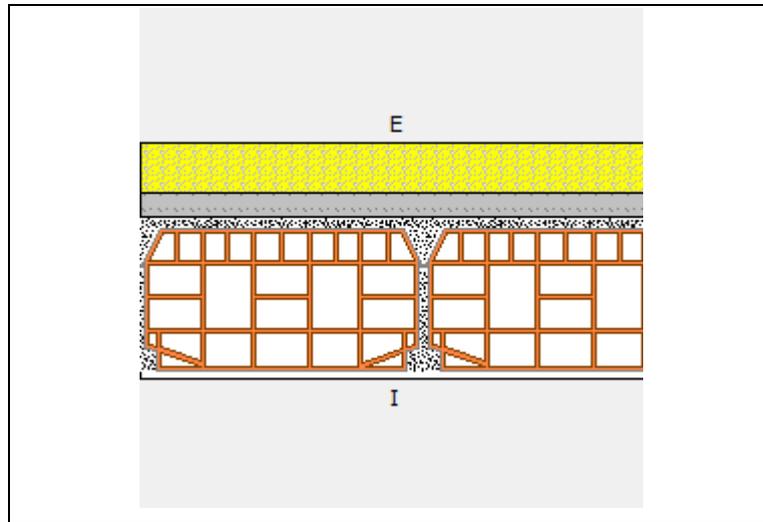
Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

Struttura originaria		Struttura sostitutiva		Superficie
Descrizione	U [W/(m²K)]	Descrizione	U [W/(m²K)]	[m²]
Sottotetto per tetto a falda	1.24	Sottotetto per tetto a falda	0.32	475.72

## Stratigrafia

Descrizione materiale	D	s	l	m	l <sub>m</sub>	r	CT	CTS
Strato liminare interno						0.100		
Malta di calce o calce cemento	1800	1	0.9	0	0.9	0.011	0.91	15.73

Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	842	26			0.666	0.391	0.92	181.59
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	400	4	0.15	0	0.15	0.267	1	13.78
Isolante I 5	30	8	0.034	0	0.034	2.353	0.85	1.03
Strato liminare esterno						0.040		
<b>TOTALI:</b>		<b>39.00</b>				<b>3.16</b>		<b>212.13</b>



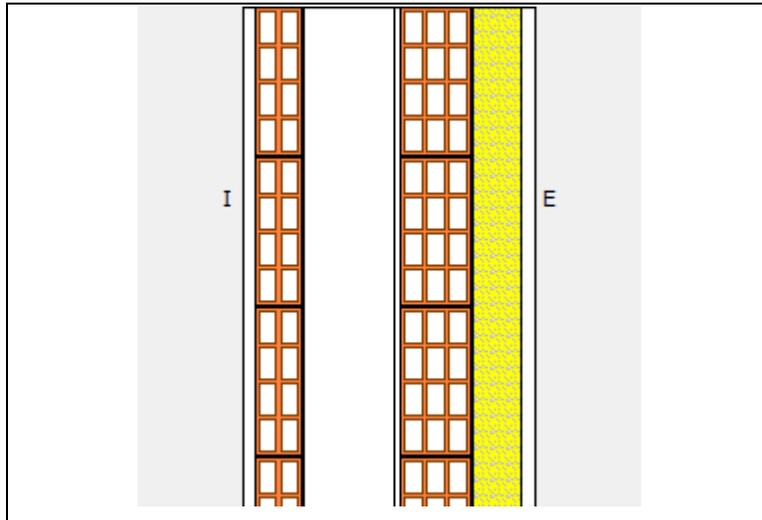
### Dati della sostituzione: Coibentazione parete perimetrale (Cappotto esterno)

*Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento*

Struttura originaria		Struttura sostitutiva		Superficie
Descrizione	U [W/(m²K)]	Descrizione	U [W/(m²K)]	[m²]
Parete es intonaco	0.88	Parete es intonaco	0.29	635.67

### Stratigrafia

Descrizione materiale	D	s	l	m	l <sub>m</sub>	r	CT	CTS
Strato liminare interno						0.130		
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0.9	0	0.9	0.022	0.91	31.52
Mattone forato 1.1.19 80	775	8			0.4	0.200	0.92	53.30
Intercapedine aria PAR. 50mm	1	15	0.375	0	0.375	0.400	1	0.13
Malta di cemento (rinzafo)	2000	1	1.4	0	1.4	0.007	0.84	14.75
Mattone forato 1.1.21 120	717	12			0.386	0.311	0.92	66.09
Isolante I 5	30	8	0.034	0	0.034	2.353	0.85	1.04
Malta di calce o calce cemento	1800	2	0.9	0	0.9	0.022	0.91	16.56
Strato liminare esterno						0.040		
<b>TOTALI:</b>		<b>48.00</b>				<b>3.49</b>		<b>183.40</b>



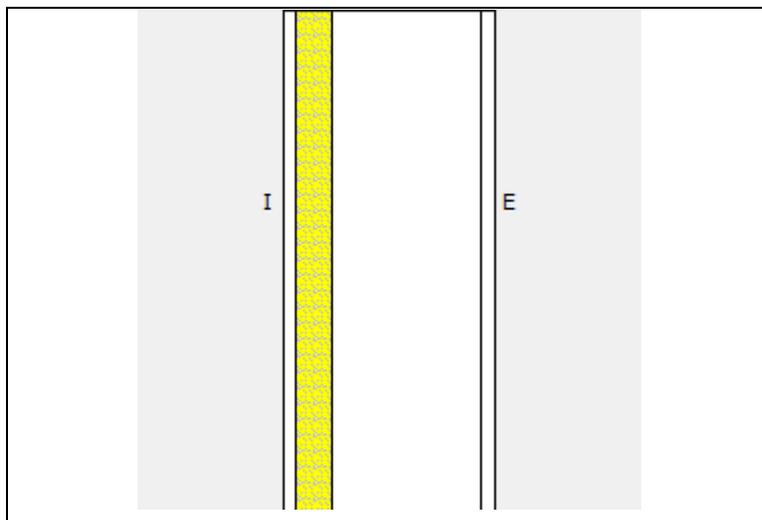
### Dati della sostituzione: PARETE VERSO LOCALE TECNICO

*Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento*

Struttura originaria		Struttura sostitutiva		Superficie
Descrizione	U [W/(m²K)]	Descrizione	U [W/(m²K)]	[m²]
parete CT	0.78	parete CT	0.33	25

### Stratigrafia

Descrizione materiale	D	s	l	m	l <sub>m</sub>	r	CT	CTS
Strato liminare interno						0.130		
Intonaco di calce e gesso	1400	2	0.7	0	0.7	0.029	0.84	
Isolante 15	30	6	0.034	0	0.034	1.765	0.85	
Blocco semipieno 1.2.26/2 245	726	24.5			0.252	0.971	0.92	
Intonaco di calce e gesso	1400	2	0.7	0	0.7	0.029	0.84	
Strato liminare esterno						0.130		
<b>TOTALI:</b>		<b>34.50</b>				<b>3.05</b>		





## Serramenti

Dati della sostituzione: Sostituzione dei serramenti			
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>			
Serramento originario		Serramento sostitutivo	
Descrizione	U [W/(m²K)]	Descrizione	U [W/(m²K)]
F1	4.229	F1	1.600
F3	4.878	F3	1.600
F2	4.379	F2	1.600
F4	4.087	F4	1.600
F5	4.089	F5	1.600

## Alimentazioni

Dati della sostituzione: Sostituzione del generatore Caldaia a Gasolio con il generatore 50kW		
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>		
Descrizione alimentazione originaria	Descrizione alimentazione sostitutiva	Numero [-]
Caldaia a Gasolio	50kW	1.00
Boiler elettrico ACS	Scaldacqua pdc	2.00

## Analisi dei consumi energetici

Fabbisogno di energia in ingresso ai generatori $Q_{x,gn,in}$ [kWh]							
<i>Edificio: Intero edificio</i>							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	210.96		8.98	25.72	153.05	26.33	<b>425.04</b>

Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile ( $E_{Pgl,nren}$ ) [kWh]							
<i>Edificio: Intero edificio</i>							
VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	411.37		17.52	50.15	298.45	51.35	828.84
<b>TOTALE</b>	<b>411.37</b>		<b>17.52</b>	<b>50.15</b>	<b>298.45</b>	<b>51.35</b>	<b>828.84</b>

### Fabbisogno di energia primaria rinnovabile ( $E_{Pgl,ren}$ ) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	99.15		4.22	12.09	71.93	12.38	199.77
Energia elettrica da fonte rinnovabile in-situ	2899.49	3407.45	579.22	2329.68	11096.00	2385.55	22697.40
Energia esportata prodotta in-situ	-592.36	-1896.86	-364.79	-1537.80	-7157.75	-1574.67	-13124.20
Energia aero/idro/geo-termica	5140.28		1121.99				6262.26
<b>TOTALE</b>	<b>7546.56</b>	<b>1510.59</b>	<b>1340.64</b>	<b>803.97</b>	<b>4010.18</b>	<b>823.26</b>	<b>16035.23</b>

### Energia esportata ( $E_{exp}$ ) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia esportata	592.36	1896.86	364.79	1537.80	7157.75	1574.67	13124.20
<b>TOTALE</b>	<b>592.36</b>	<b>1896.86</b>	<b>364.79</b>	<b>1537.80</b>	<b>7157.75</b>	<b>1574.67</b>	<b>13124.20</b>

### Fabbisogno di energia primaria globale ( $E_{Pgl,tot}$ ) [kWh]

Edificio: Intero edificio

VETTORE ENERGETICO	H	C	W	V	L	T	GLOBALE
Energia elettrica	510.52		21.74	62.24	370.38	63.73	1028.61
Energia elettrica da fonte rinnovabile in-situ	2899.49	3407.45	579.22	2329.68	11096.00	2385.55	22697.40
Energia esportata prodotta in-situ	-592.36	-1896.86	-364.79	-1537.80	-7157.75	-1574.67	-13124.20
Energia aero/idro/geo-termica	5140.28		1121.99				6262.26
<b>TOTALE</b>	<b>7957.92</b>	<b>1510.59</b>	<b>1358.16</b>	<b>854.12</b>	<b>4308.63</b>	<b>874.61</b>	<b>16864.07</b>

## Consumi dei vettori energetici

Vettore energetico: Gasolio				
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C <sub>a</sub>	C <sub>a</sub>	Δ [%]
Riscaldamento	Kg	1904.08		100.00
GLOBALE	Kg	1904.08		100.00

Vettore energetico: Energia elettrica				
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>				
SERVIZI	U.M.	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
		C <sub>a</sub>	C <sub>a</sub>	Δ [%]
Riscaldamento	kWh	1172.39	210.96	82.01
Acqua calda sanitaria	kWh	1423.30	8.98	99.37
Illuminazione	kWh	8049.13	153.05	98.10
GLOBALE	kWh	10644.80	425.04	96.01
Ventilazione	kWh		25.72	
Trasporto	kWh		26.33	

## Spesa per il consumo dei vettori energetici

Vettore energetico: Gasolio					
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>					
SERVIZI	U.M.	COSTO UNITARIO	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
			S <sub>a</sub> [€/anno]	S <sub>a</sub> [€/anno]	S <sub>a</sub> [€/anno]
Riscaldamento	€/Kg	1.80	3427.34		3427.34
GLOBALE	€/Kg	1.80	3427.34		3427.34

Vettore energetico: Energia elettrica					
<i>Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento</i>					
SERVIZI	U.M.	COSTO UNITARIO	STATO DI FATTO	INTERVENTO	RISPARMIO
			S <sub>a</sub> [€/anno]	S <sub>a</sub> [€/anno]	S <sub>a</sub> [€/anno]
Riscaldamento	€/kWh	0.30	351.72	63.29	288.43
Acqua calda sanitaria	€/kWh	0.30	426.99	2.70	424.29
Illuminazione	€/kWh	0.30	2414.74	45.92	2368.82
GLOBALE	€/kWh	0.30	3193.45	127.51	3065.93
Ventilazione	€/kWh	0.30		7.72	-7.72
Trasporto	€/kWh	0.30		7.90	-7.90

### LEGENDA (CONSUMI ANNUI E SPESA PER IL CONSUMO DEI VETTORI ENERGETICI)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONSUMO ANNUO DEL VETTORE ENERGETICO	<b>C<sub>a</sub></b>	[U.M./anno]
SPESA ANNUA PER IL CONSUMO DEL VETTORE ENERGETICO	<b>S<sub>a</sub></b>	[€/anno]

## Indicatori di prestazione energetica

### Fabbisogni di energia termica in regime intermittente

Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

SERVIZI	Q <sub>k,nd</sub> [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
<b>H</b>	10255.50	1528.23	<b>85.10</b>
<b>C</b>	5324.74	8454.23	<b>-58.77</b>

### Fabbisogni di energia primaria in regime intermittente

Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

SERVIZI	E <sub>p,k,nren</sub> [kWh/anno]			E <sub>p,k,ren</sub> [kWh/anno]			E <sub>p,k,tot</sub> [kWh/anno]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
<b>H</b>	26451.60	411.37	<b>98.44</b>	551.02	7546.55	<b>-</b> <b>1269.56</b>	27002.60	7957.91	<b>70.53</b>
<b>C</b>					1510.59			1510.59	
<b>W</b>	2775.43	17.52	<b>99.37</b>	668.95	1340.64	<b>-100.41</b>	3444.37	1358.16	<b>60.57</b>
<b>V</b>		50.15			803.97			854.12	
<b>L</b>	15695.80	298.45	<b>98.10</b>	3783.09	4008.87	<b>-5.97</b>	19478.90	4307.32	<b>77.89</b>
<b>T</b>		51.35			823.25			874.60	
<b>Globale</b>	44922.80	828.84	<b>98.16</b>	5003.06	16033.90	<b>-220.48</b>	49925.90	16862.70	<b>66.22</b>

#### LEGENDA (INDICATORI DI PROGETTO IN REGIME INTERMITTENTE)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE IN CONDIZIONI DI VENTILAZIONE DI RIFERIMENTO	Q <sub>k,nd</sub>	[kWh/anno]
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E <sub>p,k,nren</sub>	[kWh/anno]
$E_{p,k,nren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,nren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,nren,exp,i})$ [Formula (13) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E <sub>p,k,ren</sub>	[kWh/anno]
$E_{p,k,ren} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,ren,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,ren,exp,i})$ [Formula (12) UNI/TS 11300-5]		
FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO	E <sub>p,k,tot</sub>	[kWh/anno]
$E_{p,k,tot} = \sum_i (E_{del,k,i} \cdot f_{p,tot,del,i}) - \sum_i (E_{exp,k,i} \cdot f_{p,tot,exp,i})$ [Formula (14) UNI/TS 11300-5]		

## Indici di prestazione energetica

### Indici di prestazione energetica dell'edificio in regime continuo

Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

SERVIZI	EP <sub>nren</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]			EP <sub>ren</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]			EP <sub>tot</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	81.03	8.10	<b>90.02</b>	0.89	24.15	- <b>2612.36</b>	81.93	32.25	<b>60.64</b>
C					3.12			3.12	
W	4.44	0.17	<b>96.39</b>	1.07	2.12	<b>-97.20</b>	5.51	2.28	<b>58.62</b>
V		0.40			0.89			1.29	
L	48.35	6.93	<b>85.69</b>	11.65	14.51	<b>-24.46</b>	60.00	21.43	<b>64.28</b>
T		0.41			0.91			1.32	
<b>Globale</b>	<b>133.82</b>	<b>16.00</b>	<b>88.04</b>	<b>13.62</b>	<b>45.70</b>	<b>-235.71</b>	<b>147.44</b>	<b>61.70</b>	<b>58.16</b>

### Indici di prestazione energetica delle unita' immobiliari in regime continuo

Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento

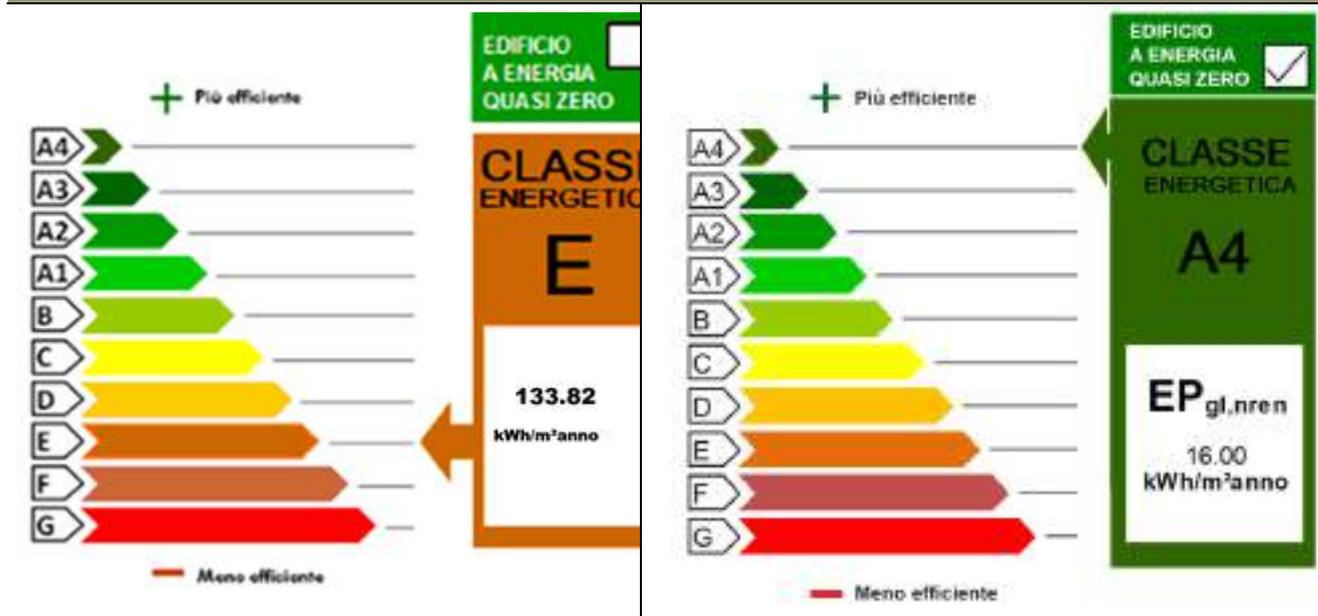
Unità immobiliare	EP <sub>nren</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]		EP <sub>ren</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]		EP <sub>tot</sub> [kWh/(m <sup>2</sup> anno)]		Classe energetica	
	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO	ANTE OPERAM	POST INTERVENTO
Plesso C	133.82	16.00	13.62	45.70	147.44	61.70	E	A4

#### LEGENDA (INDICI DI PRESTAZIONE ENERGETICA IN REGIME CONTINUO)

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,nren} = EP_{k,nren} / A$ [Formula (4) UNI/TS 11300-5]	<b>EP<sub>k,nren</sub></b>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA RINNOVABILE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,ren} = EP_{k,ren} / A$	<b>EP<sub>k,ren</sub></b>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]
INDICE DI ENERGIA PRIMARIA TOTALE PER IL SERVIZIO k-ESIMO $EP_{k,tot} = EP_{k,tot} / A$ [Formula (3) UNI/TS 11300-5]	<b>EP<sub>k,tot</sub></b>	[kWh/(m <sup>2</sup> anno)]

## Classe energetica

### Classificazione dell'edificio



## Quota rinnovabile

### Quota di energia primaria rinnovabile QR [%]

*Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento*

SERVIZI	QR [%]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	2.04	94.83	-4548.53
C		100.00	
W	19.42	98.71	-408.29
V		94.13	
L	19.42	93.07	-379.25
T		94.13	
Globale	10.02	95.08	-848.90

## Emissioni

## Produzione di CO<sub>2</sub>

*Intervento di riqualificazione energetica: Nuovo intervento*

SER- VIZI	CO <sub>2</sub> [kg]		
	ANTE OPERAM	POST OPERAM	Δ [%]
H	6474.71	91.39	<b>98.59</b>
C			
W	616.57	3.89	<b>99.37</b>
V		11.14	
L	3486.89	66.30	<b>98.10</b>
T		11.41	
<b>Glo- bale</b>	10578.20	184.13	<b>98.26</b>

### 6.3 Analisi economica costi/benefici

INTERVENTO	$C_{in}$ [€]	$t$ [anni]	$VAN_{op}$ [€]
Nuovo intervento	417472.00	20	84719.70

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
COSTO INIZIALE DELL' INVESTIMENTO	$C_{in}$	[€]
PERIODO DI CALCOLO CONSIDERATO	$t$	[anni]
VALORE ATTUALE NETTO DELL'OPERAZIONE	$VAN_{op}$	[€]

#### Generalità

Dati generali			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tasso di interesse di mercato	$R$	2.50	[%]
Tasso di inflazione	$R_i$	2.70	[%]
Tasso di interesse reale	$R_r$	-0.19	[%]
Periodo di calcolo considerato	$t$	20	[anni]

Detrazioni			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Percentuale delle spese detraibili	$P_{det}$		[%]
Numero di rate	$n_{rate, det}$	5	[-]

#### Costi iniziali

## Componenti

COMPONENTE	$t_n$	U.M.	$C_{in}$	Qta	$C_{in}$	Detraibile
	[anni]		[€/U.M.]	[U.M.]	[€]	
Coibentazione del pavimento	20	m <sup>2</sup>	37.09	398.50	14780.40	SI
Coibentazione del sottotetto non praticabile	20	m <sup>2</sup>	77.55	398.70	30919.20	SI
Coibentazione parete perimetrale (Cappotto esterno)	20	m <sup>2</sup>	121.00	635.67	76915.80	SI
Sostituzione del serramento 'F1' con il nuovo serramento 'F1'	20	m <sup>2</sup>	700.00	52.80	36960.00	SI
Sostituzione del serramento 'F3' con il nuovo serramento 'F3'	20	m <sup>2</sup>	700.00	13.86	9702.00	SI
Sostituzione del serramento 'F2' con il nuovo serramento 'F2'	20	m <sup>2</sup>	700.00	3.96	2772.00	SI
Sostituzione del serramento 'F4' con il nuovo serramento 'F4'	20	m <sup>2</sup>	700.00	5.28	3696.00	SI
Sostituzione del serramento 'F5' con il nuovo serramento 'F5'	20	m <sup>2</sup>	700.00	4.40	3080.00	SI
Coibentazione verso loc.tecnico	20	m <sup>2</sup>	121.00	25.00	3025.00	SI
Sostituzione del generatore e impianto termico	20	[pz]	103500.00	1.00	103500.00	SI
Scaldacqua pdc	10	[pz]	2600.00	2.00	5200.00	SI
impianti fotovoltaici	20	[pz]	1950.00	17.60	34320.00	SI
Impianto elettrico a servizio di clima e illuminazione	25	[pz]	18000.00	1.00	18000.00	SI
LED DALI	15	[pz]	25600.00	1.00	25600.00	SI
VMC	20	[pz]	39000.00	1.00	39000.00	SI
BAC-controllo impianti	15	[pz]	10000.00	1.00	10000.00	SI

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	$t_n$	[anni]
COSTO UNITARIO INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{in}$	[€/U.M.]
QUANTITA' DEL SINGOLO COMPONENTE	<b>Qta</b>	[U.M.]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{in}$	[€]

## Valutazione economica preliminare

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	$C_{in}$	417472.00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	417472.00	[€]
Ricavo nominale annuo da risparmio energetico	$R_{risp}$	6493.28	[€/anno]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	$R_{det}$		[€/anno]
Tempo di ritorno semplice (con detrazioni)	$t_{r,det}$	64.29	[anni]
Tempo di ritorno semplice (senza detrazioni)	$t_r$	64.29	[anni]

### Costi in esercizio

## Costi periodici di manutenzione

COMPONENTE	$t_n$	$C_{in}$	$P_m$	$C_m$	$t_m$	$f_{pv,m}$	$C_{m,att}$
	[anni]	[€]	[%]	[€]	[anni]	[-]	[€]
Coibentazione del pavimento	20	14779.20			20	20.41	
Coibentazione del sottotetto non praticabile	20	30921.80			20	20.41	
Coibentazione parete perimetrale (Cappotto esterno)	20	76915.80			20	20.41	
Sostituzione del serramento 'F1' con il nuovo serramento 'F1'	20	36960.00			20	20.41	
Sostituzione del serramento 'F3' con il nuovo serramento 'F3'	20	9702.00			20	20.41	
Sostituzione del serramento 'F2' con il nuovo serramento 'F2'	20	2772.00			20	20.41	
Sostituzione del serramento 'F4' con il nuovo serramento 'F4'	20	3696.00			20	20.41	
Sostituzione del serramento 'F5' con il nuovo serramento 'F5'	20	3080.00			20	20.41	
Coibentazione verso loc.tecnico	20	3025.00			20	20.41	
Sostituzione del generatore e impianto termico	20	103500.00	0.50	517.50	20	20.41	10564.70
Scaldacqua pdc	10	5200.00	1.00	52.00	20	20.41	1061.57
impianti fotovoltaici	20	34320.00	0.50	171.60	20	20.41	3503.19
Impianto elettrico a servizio di clima e illuminazione	25	18000.00	0.50	90.00	20	20.41	1837.34
LED DALI	15	25600.00	0.50	128.00	20	20.41	2613.10
VMC	20	39000.00	1.00	390.00	20	20.41	7961.80
BAC-controllo impianti	15	10000.00	0.50	50.00	20	20.41	1020.74

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	$t_n$	[anni]
COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{in}$	[€]
PERCENTUALE DI SCOSTAMENTO DEL COSTO ANNUO DI MANUTENZIONE RISPETTO AL COSTO TOTALE INIZIALE DEL SINGOLO COMPONENTE	$P_m$	[%]
COSTO ANNUO NOMINALE DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_m$	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER LA MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$t_m$	[anni]

FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL COSTO DI MANUTENZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE

$f_{pv,m}$

[-]

COSTO TOTALE DI MANUTENZIONE ATTUALIZZATO DEL SINGOLO COMPONENTE

$C_{m,att}$

[€]

## Costi di sostituzione

COMPONENTE	$t_n$	$N_{sost}$	U.M.	$C_{sost}$	$C_{sost}$	$C_{sost,att}$
	[anni]	[-]		[€/U.M.]	[€]	[€]
Coibentazione del pavimento	20		m <sup>2</sup>			
Coibentazione del sottotetto non praticabile	20		m <sup>2</sup>			
Coibentazione parete perimetrale (Cappotto esterno)	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del serramento 'F1' con il nuovo serramento 'F1'	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del serramento 'F3' con il nuovo serramento 'F3'	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del serramento 'F2' con il nuovo serramento 'F2'	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del serramento 'F4' con il nuovo serramento 'F4'	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del serramento 'F5' con il nuovo serramento 'F5'	20		m <sup>2</sup>			
Coibentazione verso loc. tecnico	20		m <sup>2</sup>			
Sostituzione del generatore e impianto termico	20		[pz]			
Scaldacqua pdc	10	2	[pz]	1200.00	2400.00	4942.66
impianti fotovoltaici	20		[pz]			
Impianto elettrico a servizio di clima e illuminazione	25		[pz]			
LED DALI	15	1	[pz]	10000.00	10000.00	10296.70
VMC	20		[pz]	12000.00	12000.00	
BAC-controllo impianti	15	1	[pz]	5000.00	5000.00	5148.36

## Dettaglio sostituzione

SOSTITUZIONE	$t_{sost,k}$ [anno]	$R_{d,sost,k}$ [%]	$C_{sost,att,k}$ [€]
1	15	102.97	5148.36

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
VITA MEDIA O DURATA DEL SINGOLO COMPONENTE	$t_n$	[anni]
NUMERO DI SOSTITUZIONI DEL SINGOLO COMPONENTE	$N_{sost}$	[-]
COSTO UNITARIO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE (INCLUSO LO SMALTIMENTO)	$C_{sost}$	[€/U.M.]
COSTO TOTALE NOMINALE DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE	$C_{sost}$	[€]

COSTO TOTALE ATTUALIZZATO DI SOSTITUZIONE DEL SINGOLO COMPONENTE

$C_{sost,att}$  [€]

ANNO DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE

$t_{sost,k}$  [anno]

TASSO DI ATTUALIZZAZIONE DELLA SOSTITUZIONE k-ESIMA DEL SINGOLO COMPONENTE

$R_{d,sost,k}$  [%]

## Ricavi in esercizio

### Ricavi periodici da risparmio energetico

VETTORI ENERGETICI	$R_{risp}$	$t_{risp}$	$f_{pv,risp}$	$R_{risp,att}$
	[€]	[anni]	[-]	[€]
Gasolio	3427.34	20	20.41	69968.80
Energia elettrica	3065.93	20	20.41	62590.60

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
RICAVO NOMINALE ANNUO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{risp}$	[€]
ANNUALITA' CONSIDERATE PER IL RISPARMIO ENERGETICO	$t_{risp}$	[anni]
FATTORE DI ATTUALIZZAZIONE DEL RISPARMIO ENERGETICO	$f_{pv,risp}$	[-]
RICAVO TOTALE ATTUALIZZATO DA RISPARMIO ENERGETICO	$R_{risp,att}$	[€]

### Ricavi da detrazioni periodiche

GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale detraibile	$C_{in}$	417472.00	[€]
Ricavo nominale annuo da detrazioni periodiche	$R_{det}$		[€]
Annualità considerate per la detrazione	$t_{det}$	5	[anni]
Fattore di attualizzazione della detrazione	$f_{pv,det}$	5.03	[-]
Ricavo totale attualizzato da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$		[€]

## Risultati finali

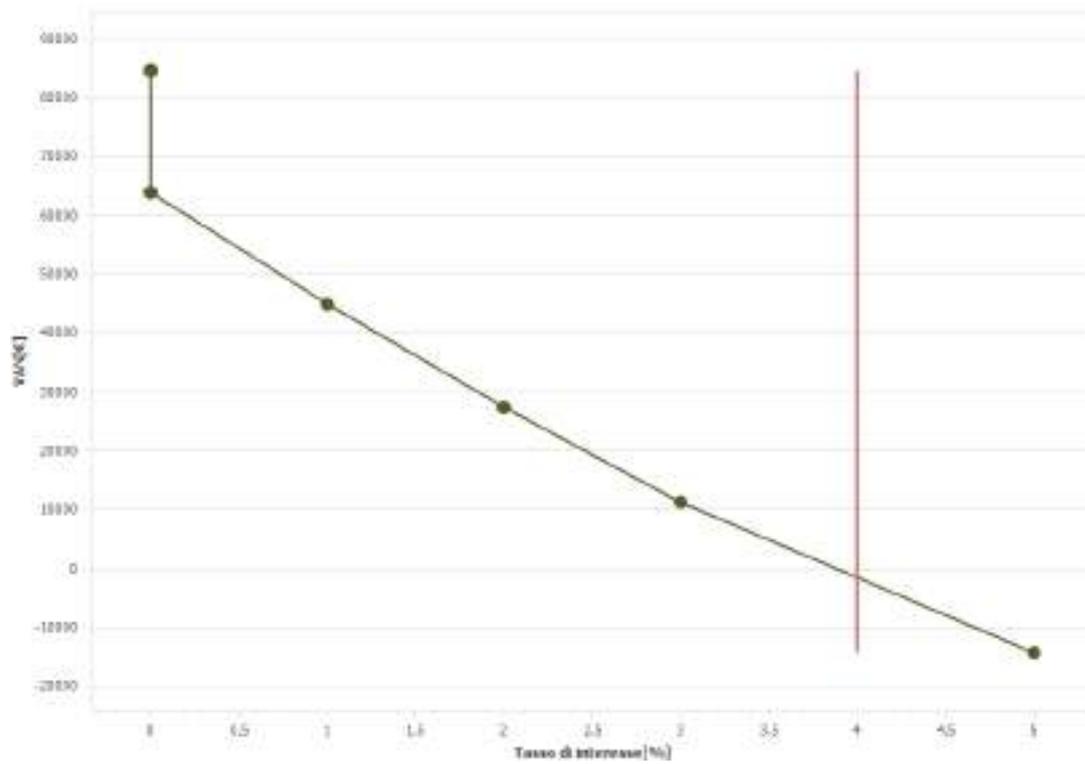
Costi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costi totali attualizzati di manutenzione	$C_{m,att}$	28562.40	[€]
Costi totali attualizzati di sostituzione	$C_{sost,att}$	17892.30	[€]
Costi totali attualizzati di smaltimento	$C_{smal,att}$	682.51	[€]
Altri costi periodici attualizzati	$C_{per,att}$		[€]
Altri costi una tantum attualizzati	$C_{ut,att}$		[€]

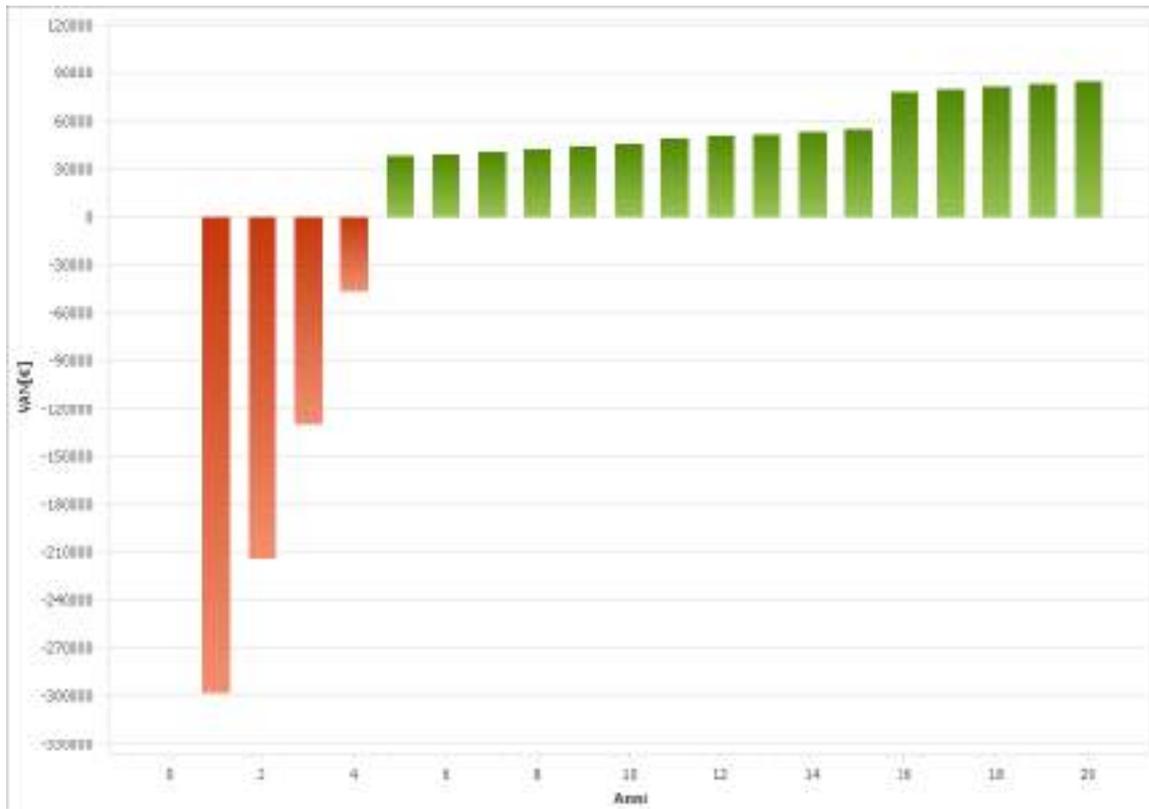
Ricavi totali in esercizio			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Ricavi totali attualizzati da risparmio energetico	$R_{risp,att}$	132559.00	[€]
Ricavi totali attualizzati da valore residuo dei componenti	$R_{fin,att}$	4866.06	[€]
Ricavi totali attualizzati da detrazioni periodiche	$R_{det,att}$		[€]
Altri ricavi periodici attualizzati	$R_{per,att}$	411903.00	[€]
Altri ricavi una tantum attualizzati	$R_{ut,att}$		[€]

Risultati			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Costo totale iniziale dell'investimento	$C_{in}$	417472.00	[€]
Costo totale iniziale per il quale spetta la detrazione	$C_{in,det}$	417472.00	[€]
Costi in esercizio totali attualizzati	$C_{es,att}$	47137.30	[€]
Ricavi in esercizio totali attualizzati	$R_{es,att}$	554195.00	[€]
Valore attuale netto dell'operazione	$VAN_{op}$	84719.70	[€]
Annualità considerate nell'operazione	$t_{op}$	20	[anni]
Fattore di attualizzazione dell'operazione	$f_{pv,op}$	20.41	[-]
Equivalente annuale dell'operazione	$a_{op}$	4149.90	[€]

Principali Indicatori economici			
GRANDEZZA	SIMBOLO	VALORE	U.M.
Tempo di ritorno effettivo dell'investimento	$t_{r,eff}$	4 anni e 7 mesi	[anni]
Tasso di rendimento interno	TIR	4.55	[%]

## 6.4 Grafici





# ALLEGATO A1 - PARAMETRI NZEB (ricavati da REQUISITI MINIMI)

## Quadro di sintesi degli interventi e verifica NZEB per edifici PA

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

### Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789)

	Plesso C	
Superficie disperdente S	1781.14	[m <sup>2</sup> ]
Valore di progetto H' <sub>T</sub>	0.4543	[W/m <sup>2</sup> K]
Valore limite H' <sub>T,L</sub>	0.600	[W/m <sup>2</sup> K]
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

### Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile

	Plesso C	
Superficie utile A <sub>sup utile</sub>	818.27	[m <sup>2</sup> ]
Valore di progetto A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup utile</sub>	0.0106	
Valore limite (A <sub>sol,est</sub> /A <sub>sup utile</sub> ) <sub>limite</sub>	0.040	
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio

Valore di progetto EP <sub>H,nd</sub>	8.755	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Valore limite EP <sub>H,nd,limite</sub>	11.377	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

### Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio

Valore di progetto EP <sub>C,nd</sub>	16.364	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Valore limite EP <sub>C,nd,limite</sub>	16.535	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

### Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)

Prestazione energetica per riscaldamento EP <sub>H</sub>	32.248	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Prestazione energetica per raffrescamento EP <sub>C</sub>	3.123	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Prestazione energetica per acqua sanitaria EP <sub>W</sub>	2.285	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Prestazione energetica per ventilazione EP <sub>V</sub>	1.290	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Prestazione energetica per illuminazione EP <sub>L</sub>	21.432	[kWh/m <sup>2</sup> ]

Prestazione energetica per servizi EP <sub>T</sub>	<b>1.321</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Valore di progetto EP <sub>gl,tot</sub>	<b>61.699</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Valore limite EP <sub>gl,tot,limite</sub>	<b>90.076</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]
Verifica (positiva/negativa)	<b>Positiva</b>	

### Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)

Valore di progetto EP <sub>gl,nr</sub>	<b>16.001</b>	[kWh/m <sup>2</sup> ]
--	---------------	-----------------------

### Efficienze medie stagionali degli impianti

	η <sub>g</sub> [%]	η <sub>g</sub> limite [%]	
Riscaldamento	<b>71.7</b>	<b>58.4</b>	<b>Positiva</b>
Acqua calda sanitaria	<b>87.7</b>	<b>54.2</b>	<b>Positiva</b>
Raffrescamento	<b>269.6</b>	<b>119.7</b>	<b>Positiva</b>

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

Non sono presenti impianti solari per la produzione di acqua calda sanitaria.

### d) Impianti fotovoltaici

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	<b>72.4</b>	[%]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	<b>6714</b>	[kWh <sub>e</sub> ]
Energia elettrica da produzione locale	<b>22697</b>	[kWh <sub>e</sub> ]
Superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S	<b>495.43</b>	[m <sup>2</sup> ]
Potenza elettrica installata	<b>17.60</b>	[kW]

### e) Consuntivo energia

Energia consegnata o fornita (E <sub>del</sub> )	<b>29549</b>	[kWh]
Energia rinnovabile (E <sub>gl,ren</sub> )	<b>37394</b>	[kWh]
Energia esportata (E <sub>exp</sub> )	<b>5108</b>	[kWh]
Fabbisogno annuale globale di energia primaria (EP <sub>gl,tot</sub> )	<b>50487</b>	[kWh]
Energia rinnovabile in situ (elettrica)	<b>22697</b>	[kWh <sub>e</sub> ]
Energia rinnovabile in situ (termica)	<b>0</b>	[kWh]

### Copertura da fonti rinnovabili

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo per ACS	<b>92.7</b>	[%]
Percentuale da fonte rinnovabile per tutti i servizi	<b>78.0</b>	[%]

## ALLEGATO B : Relazione di calcolo progetto fotovoltaico

Di seguito si riporta l'ortofoto dell'edificio e la planimetria del tetto a falde presso il quale si intende posizionare i pannelli fotovoltaici. In gran parte si prevede una installazione in aderenza alle falde con  $11^\circ$  di inclinazione esposte a SUD- EST e SS-OVEST ed in parte sfruttando la copertura piana con supporti e baggioli per l'installazione del campo solare fotovoltaico con orientazione SS-O a  $30^\circ$  di inclinazione. Qui si propone un esempio di installazione con pannelli di dimensione 1035x2000 mm da 400 Wp



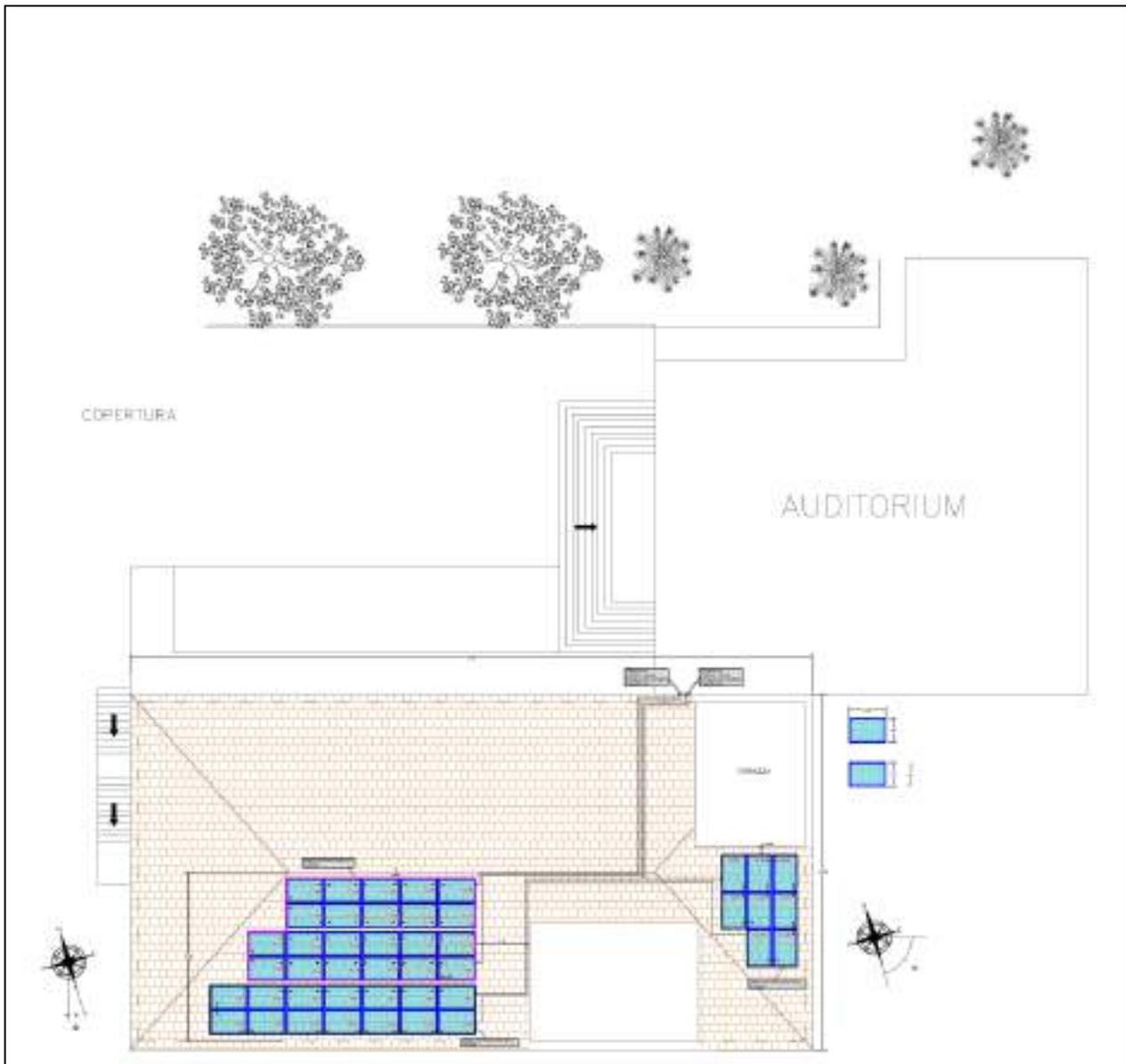


Figura 2 Posizione e numero rappresentativo dei pannelli fotovoltaici oggetto di studio

### 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/TS 11300-5	Prestazioni energetiche degli edifici – Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
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
------------------	--

## Legende

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
$\rho$	-	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 extra atmosferica 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
$\bar{H}_{bh}$	[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)
$\bar{H}_b$	[W/m <sup>2</sup> ]	Irradiazione giornaliera diretta sul piano dei moduli. Valore medio mensile.
$\bar{R}_b$	-	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 <sub>2</sub>

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

## Dati di progetto

DATI GEOGRAFICI				
		Alt.	Lat.	Grad
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]
Comune	Ramacca	270.00	37.39	0.007
Località di riferimento				

DATI CLIMATICI ED AMBIENTALI													
DESCRIZIONE	U.M	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura media mensile Ta	[°C]	10.4 1	8.91 1	10.3 1	13.9 1	17.3 1	21.9 1	24.3 1	25.0 1	21.4 1	18.3 1	13.6 1	10.8 1
Irradiazione media mensile H	[MJ/m <sup>2</sup> ]	8.30	11.7 0	16.8 0	18.0 0	23.1 0	24.5 0	25.8 0	22.7 0	17.4 0	13.5 0	10.2 0	7.50
Riflettività mensile del terreno circostante	-	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

## Dati dell'impianto

Numero di generatori parziali:	[-]	2
Potenza di picco complessiva $W_{pv,tot}$	[kW <sub>p</sub> ]	17.60

## Dati dei vettori energetici

Vettore energetico	$f_p$	$k_{em}$
	-	[kgCO <sub>2</sub> /kWh]
Energia elettrica	2.1740	0.4332
Energia solare		

### Generatore parziale Falda SO

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> ]	[°]	[°]
Sun Power	pannello pv	Pannello monocristallino	1.63	0.150	0.40	Moduli moderatamente ventilati	0.8	30	12.0	11.0	23.0

### Generatore parziale Falda SE

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> ]	[°]	[°]
Sun Power	pannello pv	Pannello monocristallino	1.63	0.150	0.40	Moduli moderatamente ventilati	0.8	14	5.6	11.0	-67.0

(\*)  $\beta > 0$  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

## Calcolo energetico

### Generatore parziale Falda SO

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SINGOLO GP [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$E_{el,pv,out,gp}$	680.0	877.2	1'376. 3	1'380. 5	1'789. 1	1'809. 3	1'980. 4	1'782. 5	1'351. 6	1'102. 0	808.2	613.3	15'55 0

### Generatore parziale Falda SE

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DAL SINGOLO GP [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$E_{el,pv,out,gp}$	306.5	392.8	621.2	634.7	833.7	850.1	927.4	823.8	616.7	497.8	364.4	276.7	7'146

### Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$E_{el,pv,out}$	986.5	1'270. 0	1'997. 5	2'015. 2	2'622. 7	2'659. 4	2'907. 8	2'606. 4	1'968. 2	1'599. 8	1'172. 6	890.0	22'69 6

### Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'intero impianto fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio

ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DALL'IMPIANTO ED UTILIZZATA DALL'EDIFICIO [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$Q_{el,del,qa}$													
$Q_{el,exp} \equiv$	986.5	1'270.	1'997.	1'203.	1'229.	1'193.	1'218.	1'231.	1'222.	1'294.	1'172.	890.0	14'90
$Q_{en,el,prod,gn,i}$		0	5	4	3	3	1	1	0	3	6		8

### Fabbisogni di energia primaria

ENERGIA ELETTRICA [kWh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
$Q_{p,en,el}$	2'144. 7	2'761. 1	4'342. 5	4'381. 1	5'701. 8	5'781. 4	6'321. 5	5'666. 2	4'279. 0	3'478. 0	2'549. 1	1'934. 9	49'34 1

ENERGIA SOLARE [kwh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Q <sub>sol</sub>	5'360. 0	6'900. 5	10'853. .0	10'949. .4	14'250. .1	14'449. .1	15'798. .8	14'161. .2	10'694. .1	8'692. 4	6'370. 9	4'835. 7	123'31 5
Q <sub>p,en,sol</sub>													

ENERGIA TOTALE [kwh]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Q <sub>p</sub>	- 1'923. 7	- 2'476. 6	- 3'895. 1	- 3'929. 7	- 5'114. 3	- 5'185. 7	- 5'670. 1	- 5'082. 4	- 3'838. 1	- 3'119. 7	- 2'286. 5	- 1'735. 5	- 44'257

### Rendimento dell'impianto fotovoltaico

RENDIMENTO DELL'IMPIANTO [-]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
η	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

### Emissioni di CO<sub>2</sub>

ENERGIA ELETTRICA [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M <sub>netCO<sub>2</sub>,en,el</sub>	427	550	865	873	1'136	1'152	1'260	1'129	853	693	508	386	9'832

ENERGIA SOLARE [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M <sub>netCO<sub>2</sub>,en,sol</sub>													

ENERGIA TOTALE [kg]													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
M <sub>netCO<sub>2</sub></sub>	-427	-550	-865	-873	- 1'136	- 1'152	- 1'260	- 1'129	-853	-693	-508	-386	- 9'832

Data: 11/05/2023

Elaborato con: MC4Suite 2022

## 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]	986.5	1'270.0	1'997.5	2'015.2	2'622.7	2'659.4	2'907.8	2'606.4	1'968.2	1'599.8	1'172.6	890.0	22'696
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]	3'021.1	2'902.8	2'694.6	1'203.4	1'229.3	1'193.3	1'218.1	1'231.1	1'222.0	1'294.3	1'844.2	2'980.9	22'035
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico ed utilizzata dall'edificio [kWh]	986.5	1'270.0	1'997.5	1'203.4	1'229.3	1'193.3	1'218.1	1'231.1	1'222.0	1'294.3	1'172.6	890.0	14'908.0
Energia elettrica in eccesso rispetto ai fabbisogni [kWh]				811.9	1'393.4	1'466.0	1'689.7	1'375.3	746.2	305.6			7'788.1
Rendimento [-] (*)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Emissioni di CO <sub>2</sub> [kg CO <sub>2</sub> ]	-427.4	-550.2	-865.3	-873.0	-1'136.2	-1'152.0	-1'259.6	-1'129.1	-852.6	-693.0	-508.0	-385.6	-9'832
Quota rinnovabili [kWh]	986.5	1'270.0	1'997.5	1'203.4	1'229.3	1'193.3	1'218.1	1'231.1	1'222.0	1'294.3	1'172.6	890.0	14'908.0

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

Mese	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Anno
Progetto fotovoltaico: Nuovo impianto fotovoltaico													
Q <sub>el,pv</sub> [kWh]	986.5	1'270.0	1'997.5	2'015.2	2'622.7	2'659.4	2'907.8	2'606.4	1'968.2	1'599.8	1'172.6	890.0	22'696



	Q <sub>el,rdei,an</sub> [kWh]													
	Q <sub>el,exp,an</sub> [kWh]													
Servizio: Illuminazione	r <sub>el,PV</sub> [-]	0.395	0.356	0.409	0.867	0.868	0.872	0.872	0.874	0.874	0.875	0.616	0.405	
	Q <sub>el</sub> [kWh]	1'194.52	1'033.93	1'102.48	1'042.76	1'066.70	1'040.15	1'062.34	1'075.96	1'068.53	1'132.64	1'135.76	1'208.56	13'164.30
	Q <sub>el,used</sub> [kWh]													
	Q <sub>el,del,gross</sub> [kWh]													
	Q <sub>el,surplus</sub> [kWh]													
	Q <sub>el,rdei,an</sub> [kWh]													
	Q <sub>el,exp,an</sub> [kWh]													

#### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI RIPARTIZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA PER OGNI SERVIZIO DELLE CENTRALI TERMICHE SERVITE	r <sub>el,PV</sub>	[-]
ENERGIA ELETTRICA COMPLESSIVAMENTE ASSORBITA DALLA CENTRALE TERMICA PER LO SPECIFICO SERVIZIO	Q <sub>el</sub>	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FOTOVOLTAICO ED UTILIZZATA PER LO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	Q <sub>el,used</sub>	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA IMPORTATA DALLA RETE ELETTRICA ED UTILIZZATA PER LO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	Q <sub>el,del,gross</sub>	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E CONSEGNA TA ALLA RETE ELETTRICA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	Q <sub>el,surplus</sub>	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E CONSEGNA TA ALLA RETE ELETTRICA E REIMPORTATA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	Q <sub>el,rdei,an</sub>	[kWh]
ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA IN ECCESSO E NON REIMPORTATA RIFERITA ALLO SPECIFICO SERVIZIO DELLA CENTRALE TERMICA	Q <sub>el,exp,an</sub>	[kWh]



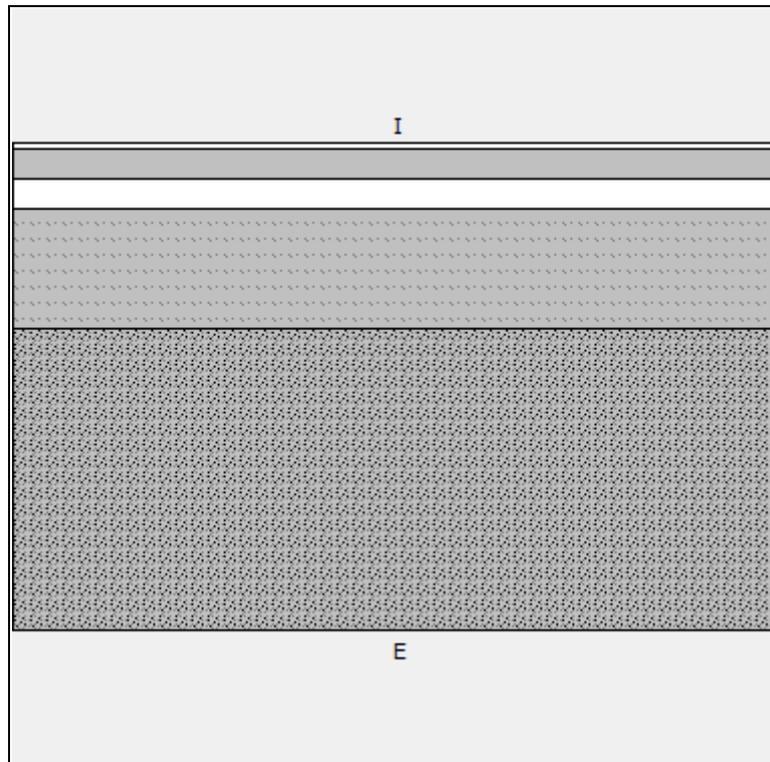
**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA  
DELLE STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 6946:2018)**

# CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SPESSORE	<b>s</b>	[cm]
CONDUTTIVITÀ INDICATIVA DI RIFERIMENTO	<b><math>\lambda</math></b>	[W/(m · K)]
MAGGIORAZIONE PERCENTUALE	<b>m</b>	[%]
CONDUTTIVITÀ UTILE DI CALCOLO	<b><math>\lambda_m</math></b>	[W/(m · K)]
RESISTENZA TERMICA UNITARIA INTERNA (INVERSO DELLA CONDUTTANZA)	<b>R</b>	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
MASSA VOLUMICA DELLO STRATO. DENSITÀ.	<b>D</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
MASSA AREICA DELLO STRATO	<b>Ds</b>	[kg/m <sup>2</sup> ]
CAPACITÀ TERMICA MASSICA DEL MATERIALE DELLO STRATO	<b>CT</b>	[kJ/(kg · K)]
RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE	<b><math>\mu</math></b>	[-]

## STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO

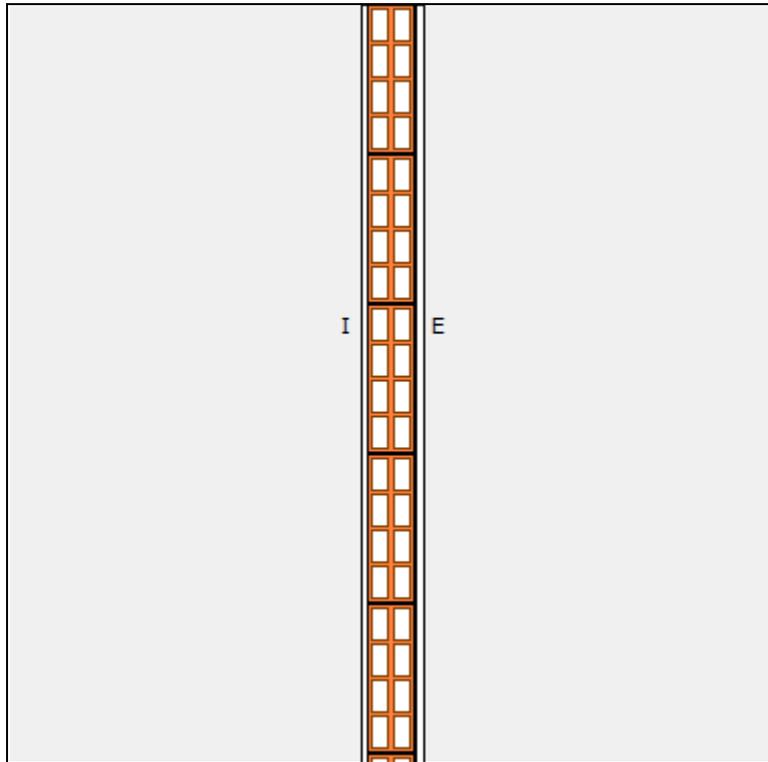


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in cotto	1	0.72	0	0.72	0.014	1800	18.00	0.84	7
Sottofondo in cls magro	5	0.93	0	0.93	0.054	2200	110.00	0.88	70
Sottofondi non aerati arg. esp	5	0.28	0	0.28	0.179	500	25.00	0.92	5
Calcestruzzo ordinario	20	1.28	0	1.28	0.156	2200	440.00	0.88	70
Ciottoli e pietre frantumate	50	0.7	0	0.7	0.714	1500	750.00	0.84	5
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>81</b>				<b>1.327</b>		<b>1343</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.754			
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.754			

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.754</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.380</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: DIVISORIO10

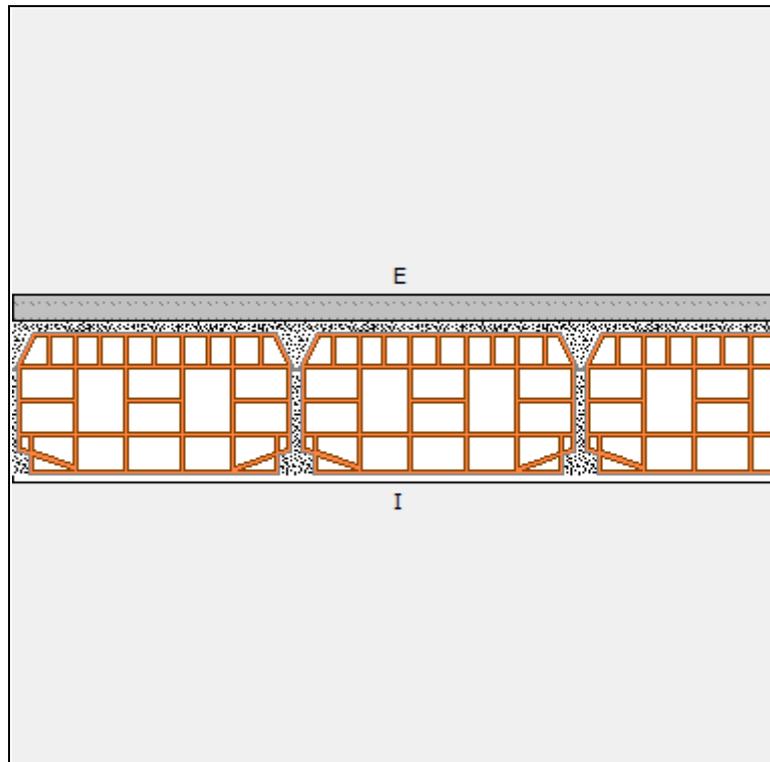


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>				<b>0.528</b>		<b>74</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.890		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.890		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>1.890</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA

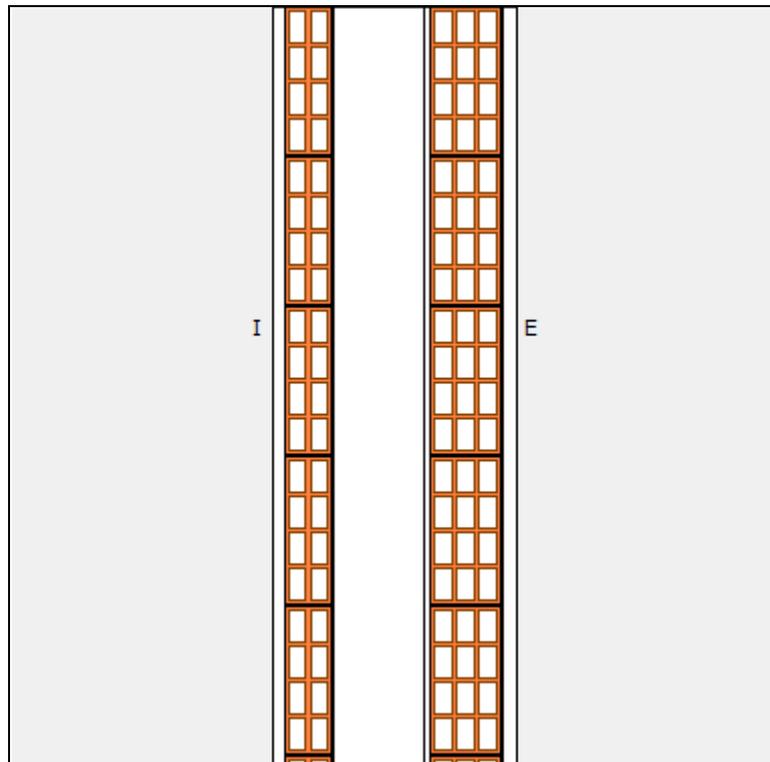


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.100				
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	4	0.15	0	0.15	0.267	400	16.00	1	20
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>31</b>				<b>0.809</b>		<b>252.92</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.237		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.237		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>1.237</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.330</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PARETE ES INTONACO

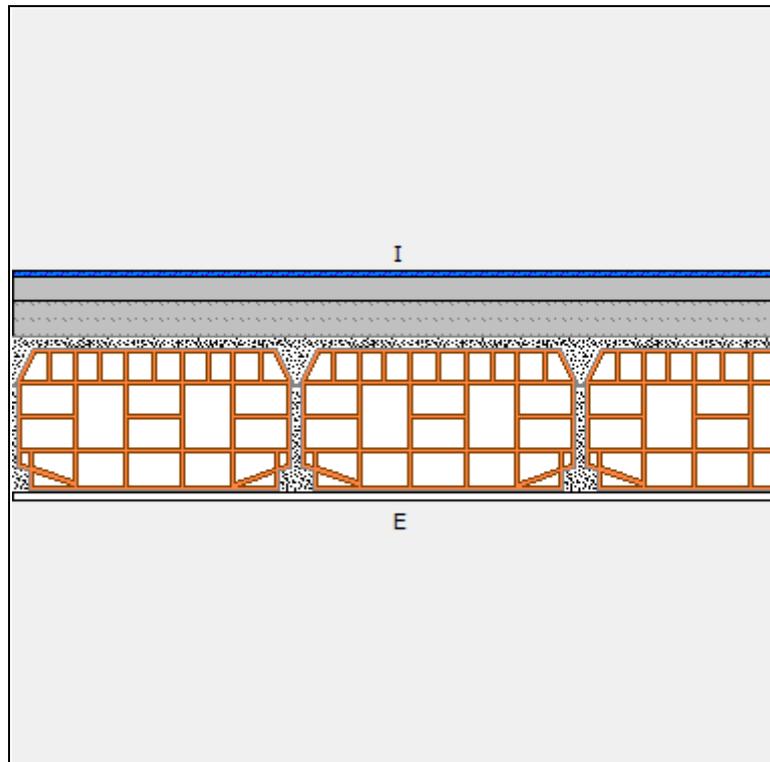


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Intercapedine aria PAR. 50mm	15	0.375	0	0.375	0.400	1	0.15	1	1
Malta di cemento (rinzafo)	1	1.4	0	1.4	0.007	2000	20.00	0.84	30
Mattone forato 1.1.21 120	12			0.386	0.311	717	86.04	0.92	9
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>40</b>				<b>1.132</b>		<b>240.19</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.883		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.883		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.883</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.340</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PAVIMENTO INTERPIANO

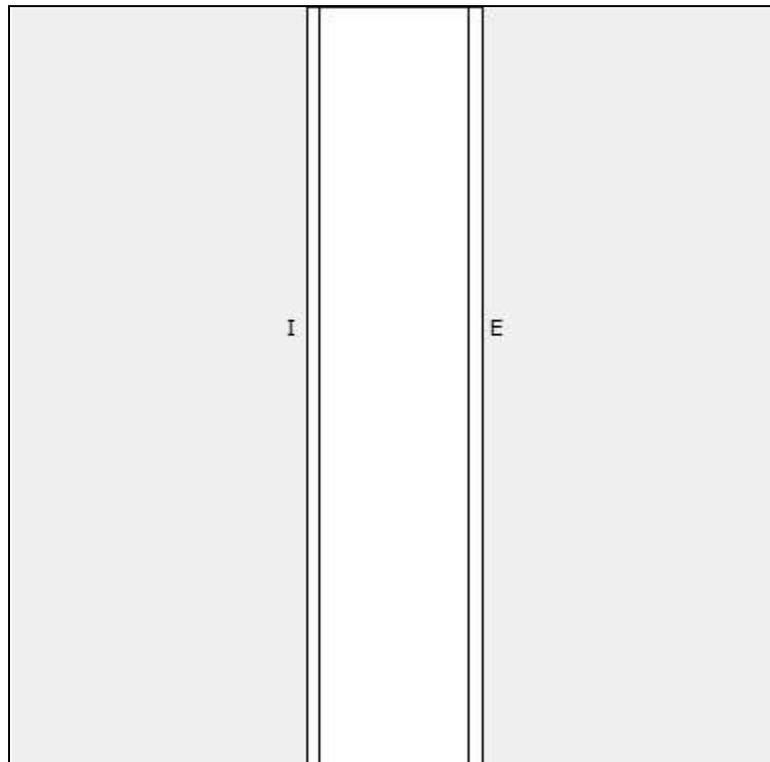


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in ceramica	1	1	0	1	0.010	2300	23.00	0.84	200
Sottofondo in cls magro	4	0.93	0	0.93	0.043	2200	88.00	0.88	70
Calcestruzzo ordinario	6	1.28	0	1.28	0.047	2200	132.00	0.88	70
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.170				
<b>TOTALI</b>	<b>38</b>				<b>0.842</b>		<b>479.92</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.188		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.188		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>1.188</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PARETE CT



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Blocco semipieno 1.2.26/2 245	24.5			0.252	0.971	726	177.87	0.92	9
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>28.5</b>				<b>1.289</b>		<b>233.87</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.776		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.776		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.776</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

**CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE  
E DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE  
DI STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 13788:2013)**

# CARATTERISTICHE IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI RESISTENZA IGROSCOPICA	$\mu$	[-]
RESISTENZA TERMICA SPECIFICA	<b>R</b>	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
SPESSORE DELLO STRATO CORRENTE	<b>S</b>	[cm]
TEMPERATURA	$\theta$	[°C]
UMIDITA'	$\varphi$	[%]
PRESSIONE	<b>p</b>	[Pa]
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>f<sub>Rsi</sub></b>	[-]
FLUSSO DI VAPORE CONDENSATO	<b>g<sub>c</sub></b>	[g/m <sup>2</sup> ]
MASSA DI VAPORE PER UNITÀ DI SUPERFICIE ACCUMULATA IN CORRISPONDENZA DI UN'INTERFACCIA	<b>M<sub>a</sub></b>	[g/m <sup>2</sup> ]

## STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Piastrelle in cotto	7	0.014	1
Sottofondo in cls magro	70	0.054	5
Sottofondi non aerati arg. esp	5	0.179	5
Calcestruzzo ordinario	70	0.156	20
Ciottoli e pietre frantumate	5	0.714	50
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.8223</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>81</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.

La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

## CONDIZIONI AL CONTORNO

			ESTERNE
Temperature esterne	[°C]		Medie mensili
Umidità relativa esterna	[°C]		Medie mensili
			INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]		20.0
Umidità relativa interna	[%]		65.00
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)			Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]		0.002

## PRESCRIZIONI NORMATIVE

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<i>fRsi</i>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.8223</b>	≥	<b>0.3622</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<i>Ma</i>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7.6	20.0	923	1128	12.1	1410	<b>0.3622</b>
Febbraio	8.7	20.0	875	1071	11.3	1339	<b>0.2302</b>
Novembre	12.6	20.0	1218	1381	15.2	1726	<b>0.3504</b>
Dicembre	8.9	20.0	929	1124	12.0	1405	<b>0.2821</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7.6	20.0	88.45	48.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.7	20.0	77.80	45.82			<b>Asciutto</b>
Marzo	11.4	20.0	66.44	45.71			<b>Asciutto</b>
Aprile	14.7	20.0	66.06	60.57			<b>Asciutto</b>
Maggio	18.5	20.0	67.20	72.50			<b>Asciutto</b>
Giugno	22.9	22.9	65.76	69.34			<b>Asciutto</b>
Luglio	25.7	25.7	56.61	59.64			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.3	25.3	64.15	67.25			<b>Asciutto</b>
Settembre	22.4	22.4	67.16	70.85			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17.4	20.0	72.85	76.07			<b>Asciutto</b>
Novembre	12.6	20.0	83.50	59.07			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8.9	20.0	81.55	48.09			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.9	25.7	25.3	22.4	20.0	20.0	20.0
Interno	17.8	18.0	18.5	17.4	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.7	18.0
1	17.7	17.9	18.4	17.4	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.6	17.9
2	17.2	17.4	18.1	17.3	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.3	17.5
3	15.6	16.0	17.0	16.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	17.4	16.1
4	14.2	14.8	16.0	16.5	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.7	16.6	14.9
5	8.0	9.0	11.6	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.8	9.2
Esterno	8.0	9.0	11.6	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.8	9.2

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

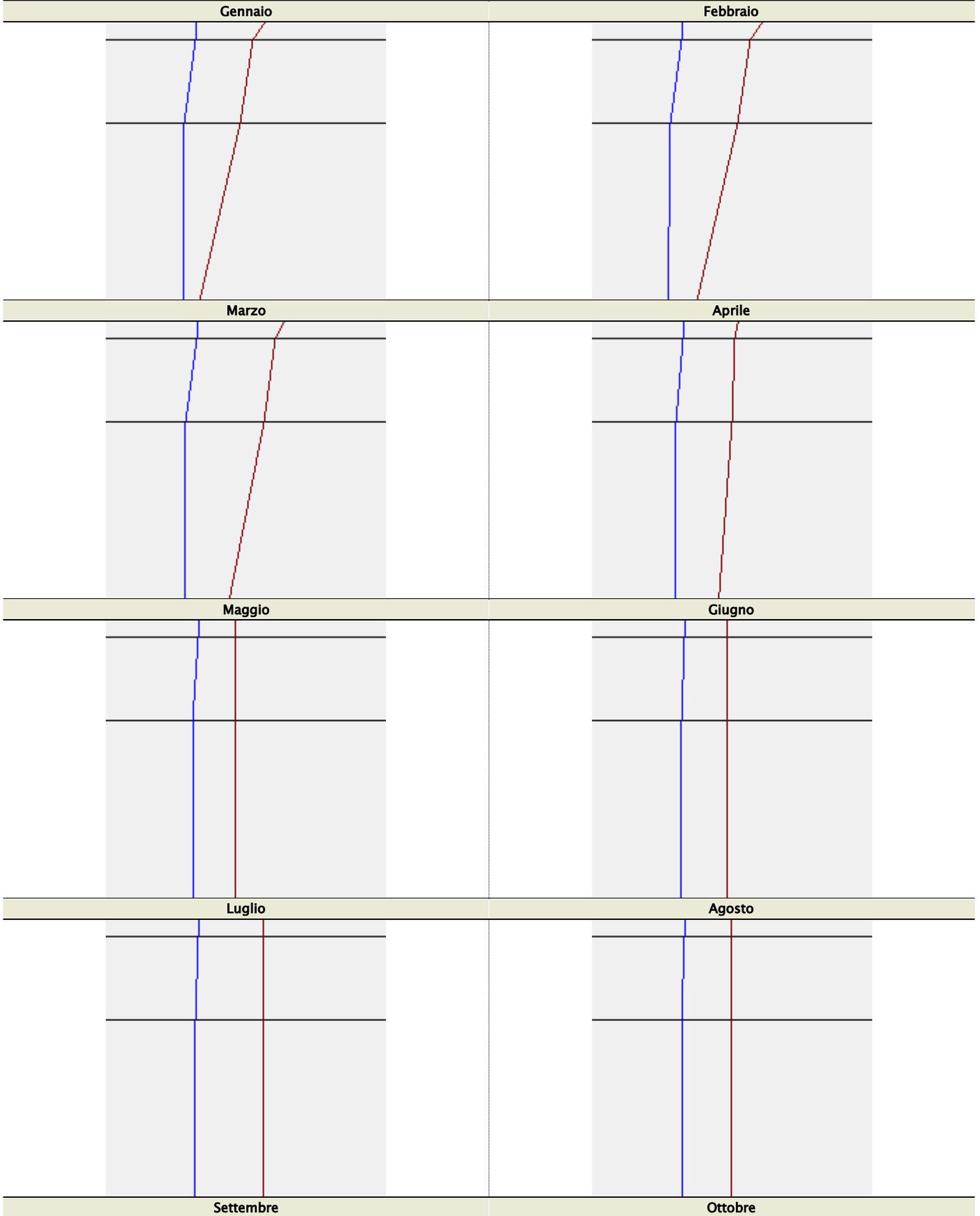
Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
Interno	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
1	1128	1070	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1123
2	1092	1036	1038	1224	1523	1918	1951	2150	1901	1548	1352	1090
3	1090	1034	1036	1222	1522	1916	1950	2149	1900	1546	1350	1087
4	948	899	916	1122	1444	1848	1881	2080	1831	1462	1238	953
5	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

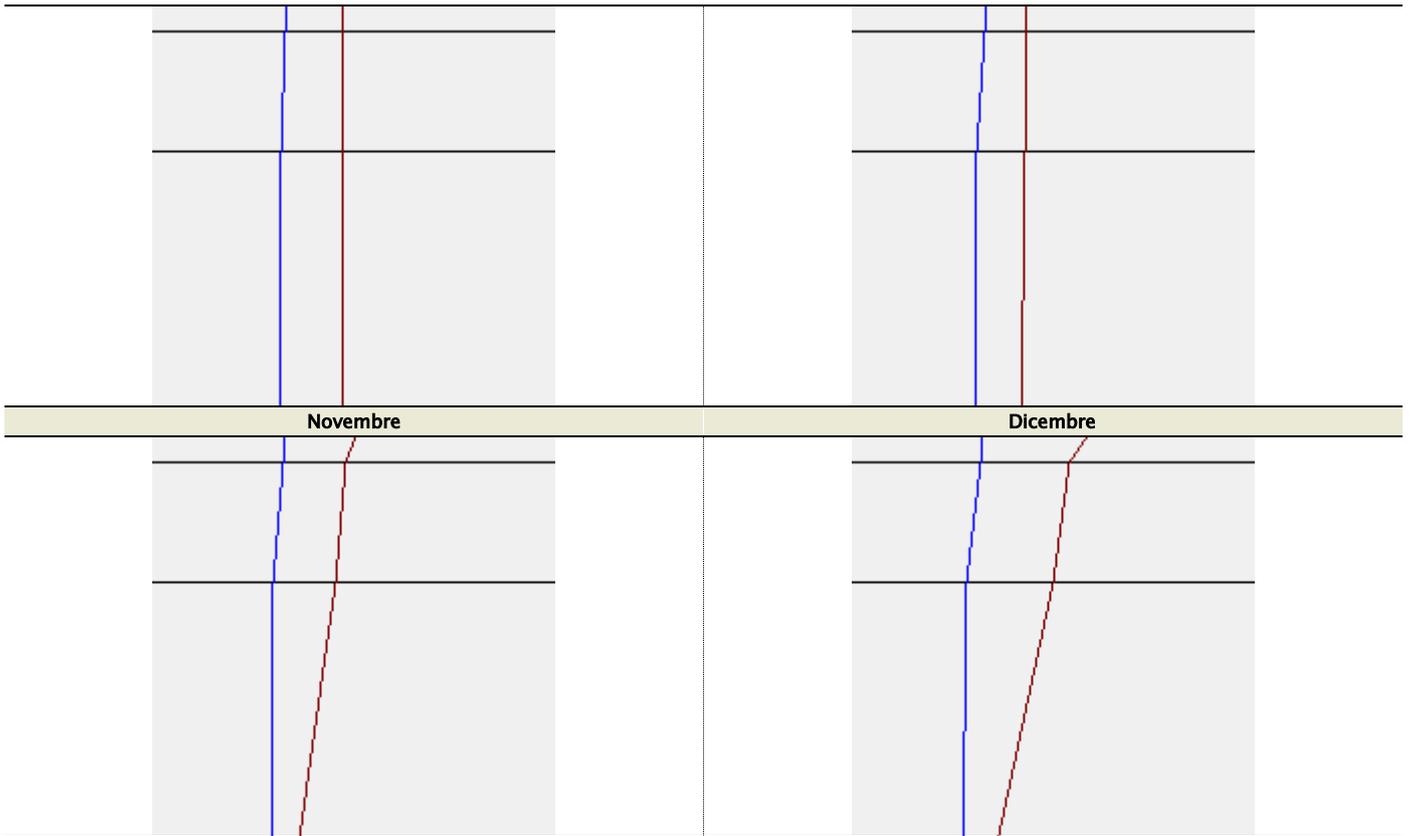
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2129	2791	3300	3223	2708	2063	2337	2337
1	2021	2047	2114	1984	2129	2791	3300	3223	2708	2048	2144	2052
2	1961	1992	2070	1968	2129	2791	3300	3223	2708	2045	2106	1998
3	1774	1819	1933	1917	2129	2791	3300	3223	2708	2036	1985	1827
4	1624	1678	1819	1872	2129	2791	3300	3223	2708	2027	1884	1688
5	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**





**STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA**

<b>Stratigrafia</b>				
<b>Materiale</b>		<b><math>\mu</math></b>	<b>R</b>	<b>S</b>
		[ $-$ ]	[ $(m^2 \cdot K)/W$ ]	[cm]
Malta di calce o calce cemento		20	0.011	1
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260		9	0.391	26
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)		20	0.267	4
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.7391</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>0.808</b>	<b>31</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.  
La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

			<b>ESTERNE</b>
Temperature esterne	[°C]		<b>Medie mensili</b>
Umidità relativa esterna	[°C]		<b>Medie mensili</b>
			<b>INTERNE</b>
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]		<b>20.0</b>
Umidità relativa interna	[%]		<b>65.00</b>
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)			<b>Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati</b>
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]		<b>0.002</b>

**PRESCRIZIONI NORMATIVE**

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.7391</b>	≥	<b>0.3622</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7.6	20.0	923	1128	12.1	1410	<b>0.3622</b>
Febbraio	8.7	20.0	875	1071	11.3	1339	<b>0.2302</b>
Novembre	12.6	20.0	1218	1381	15.2	1726	<b>0.3504</b>
Dicembre	8.9	20.0	929	1124	12.0	1405	<b>0.2821</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7.6	20.0	88.45	48.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.7	20.0	77.80	45.82			<b>Asciutto</b>
Marzo	11.4	20.0	66.44	45.71			<b>Asciutto</b>
Aprile	14.7	20.0	66.06	60.57			<b>Asciutto</b>
Maggio	18.5	20.0	67.20	72.50			<b>Asciutto</b>
Giugno	22.9	22.9	65.76	69.34			<b>Asciutto</b>
Luglio	25.7	25.7	56.61	59.64			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.3	25.3	64.15	67.25			<b>Asciutto</b>
Settembre	22.4	22.4	67.16	70.85			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17.4	20.0	72.85	76.07			<b>Asciutto</b>
Novembre	12.6	20.0	83.50	59.07			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8.9	20.0	81.55	48.09			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.9	25.7	25.3	22.4	20.0	20.0	20.0
Interno	16.8	17.1	17.8	17.1	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	18.1	17.1
1	16.6	16.9	17.7	17.1	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	18.0	17.0
2	11.6	12.3	14.2	15.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.6	15.0	12.5
3	8.1	9.2	11.8	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.9	9.4
Esterno	8.1	9.2	11.8	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.9	9.4

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
Interno	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
1	1116	1059	1058	1241	1536	1929	1962	2162	1912	1562	1371	1112
2	972	922	937	1139	1457	1859	1892	2091	1842	1476	1257	976
3	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

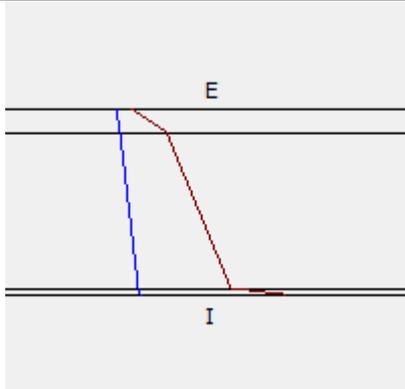
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2129	2791	3300	3223	2708	2063	2337	2337
1	1891	1927	2019	1949	2129	2791	3300	3223	2708	2042	2061	1934
2	1362	1431	1614	1789	2129	2791	3300	3223	2708	2011	1701	1444
3	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

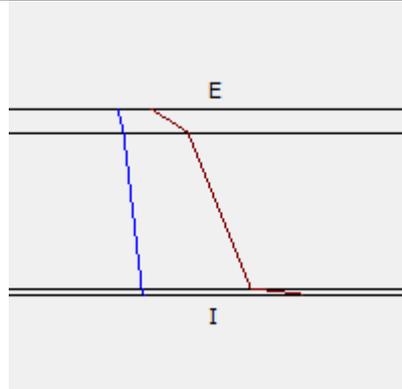
## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**

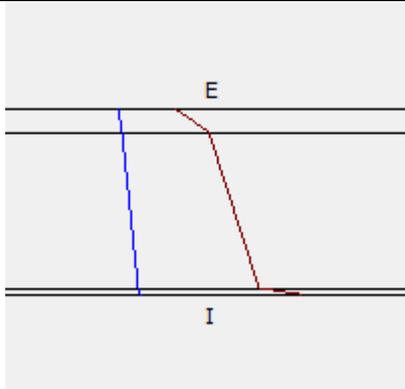
**Gennaio**



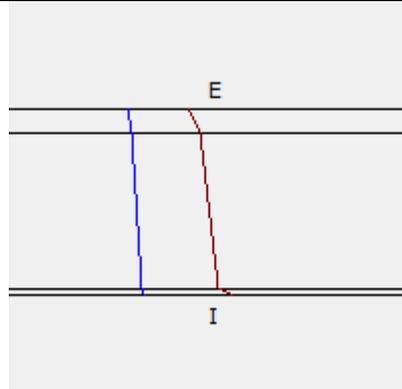
**Febbraio**



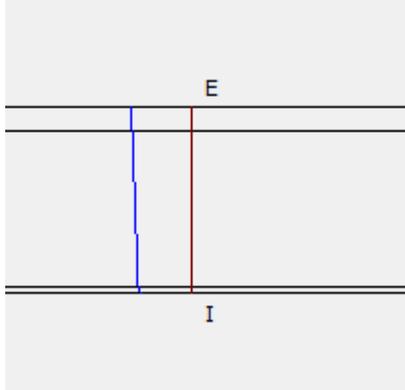
**Marzo**



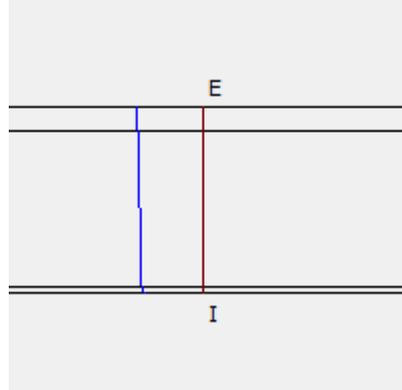
**Aprile**



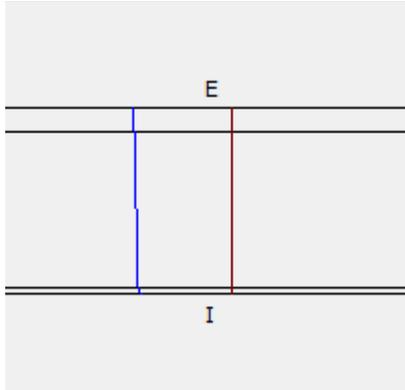
**Maggio**



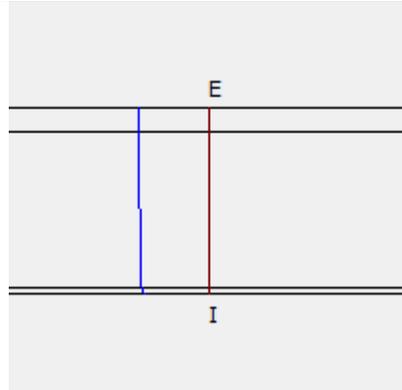
**Giugno**



**Luglio**



**Agosto**

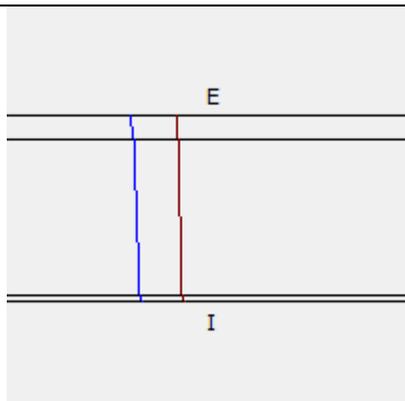
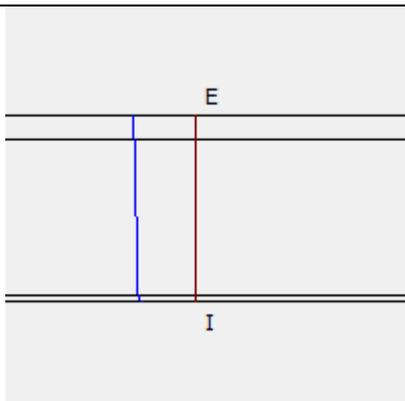


**Settembre**



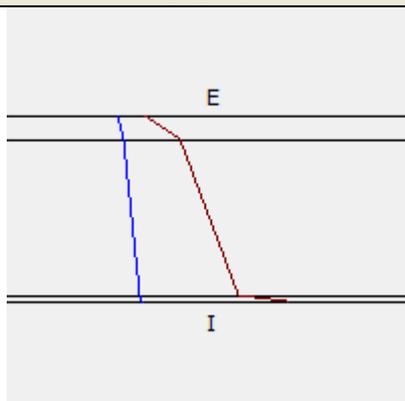
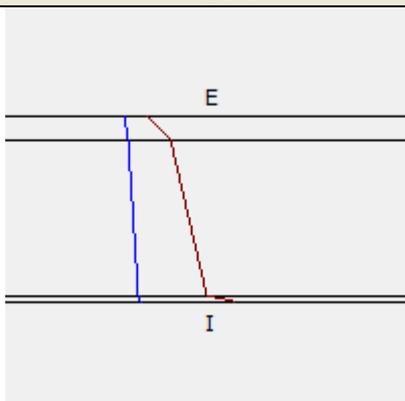
**Ottobre**





**Novembre**

**Dicembre**



**STRUTTURA: PARETE ES INTONACO**

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.022	2
Mattone forato 1.1.19 80	9	0.2	8
Intercapedine aria PAR. 50mm	1	0.4	15
Malta di cemento (rinzafo)	30	0.007	1
Mattone forato 1.1.21 120	9	0.311	12
Malta di calce o calce cemento	20	0.022	2
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.8003</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>40</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio. La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

		ESTERNE
Temperature esterne	[°C]	Medie mensili
Umidità relativa esterna	[°C]	Medie mensili
		INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]	20.0
Umidità relativa interna	[%]	65.00
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)		Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]	0.002

**PRESCRIZIONI NORMATIVE**

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.8003</b>	≥	<b>0.3622</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7.6	20.0	923	1128	12.1	1410	<b>0.3622</b>
Febbraio	8.7	20.0	875	1071	11.3	1339	<b>0.2302</b>
Novembre	12.6	20.0	1218	1381	15.2	1726	<b>0.3504</b>
Dicembre	8.9	20.0	929	1124	12.0	1405	<b>0.2821</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7.6	20.0	88.45	48.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.7	20.0	77.80	45.82			<b>Asciutto</b>
Marzo	11.4	20.0	66.44	45.71			<b>Asciutto</b>
Aprile	14.7	20.0	66.06	60.57			<b>Asciutto</b>
Maggio	18.5	20.0	67.20	72.50			<b>Asciutto</b>
Giugno	22.9	22.9	65.76	69.34			<b>Asciutto</b>
Luglio	25.7	25.7	56.61	59.64			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.3	25.3	64.15	67.25			<b>Asciutto</b>
Settembre	22.4	22.4	67.16	70.85			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17.4	20.0	72.85	76.07			<b>Asciutto</b>
Novembre	12.6	20.0	83.50	59.07			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8.9	20.0	81.55	48.09			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.9	25.7	25.3	22.4	20.0	20.0	20.0
Interno	17.5	17.7	18.3	17.3	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.5	17.8
1	17.3	17.5	18.1	17.3	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.4	17.6
2	15.3	15.7	16.8	16.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	17.2	15.8
3	11.4	12.1	14.0	15.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.6	14.8	12.3
4	11.3	12.1	14.0	15.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.6	14.8	12.2
5	8.2	9.3	11.8	14.9	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	13.0	9.5
6	8.0	9.1	11.7	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.8	9.3
Esterno	8.0	9.1	11.7	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.8	9.3

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

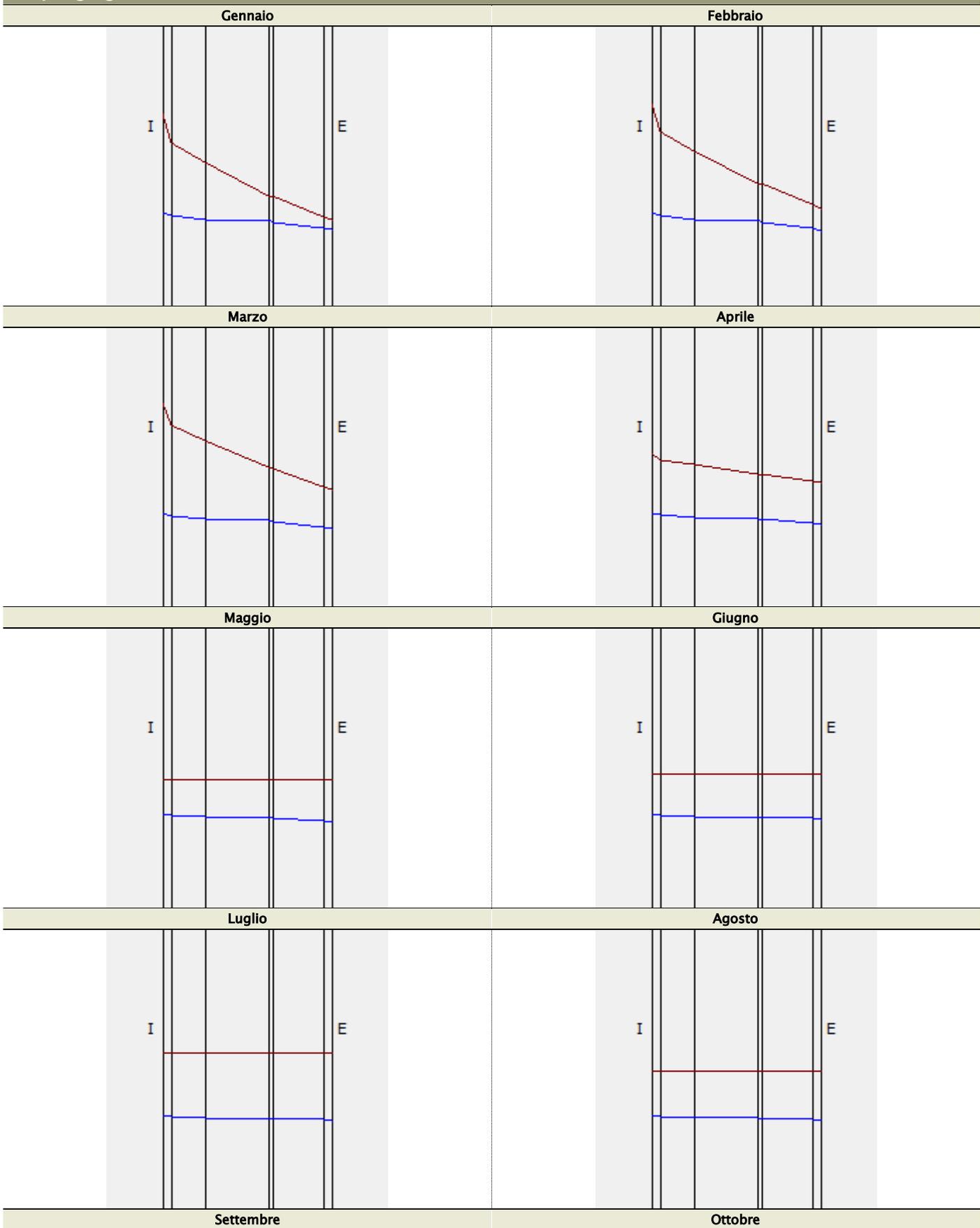
Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
Interno	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
1	1101	1045	1046	1230	1528	1922	1955	2154	1905	1553	1359	1098
2	1053	999	1005	1196	1502	1899	1932	2131	1882	1524	1321	1052
3	1043	989	996	1189	1496	1894	1927	2126	1877	1518	1313	1043
4	1023	970	979	1175	1485	1884	1917	2116	1867	1506	1297	1024
5	950	901	918	1123	1445	1848	1881	2081	1831	1463	1239	955
6	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

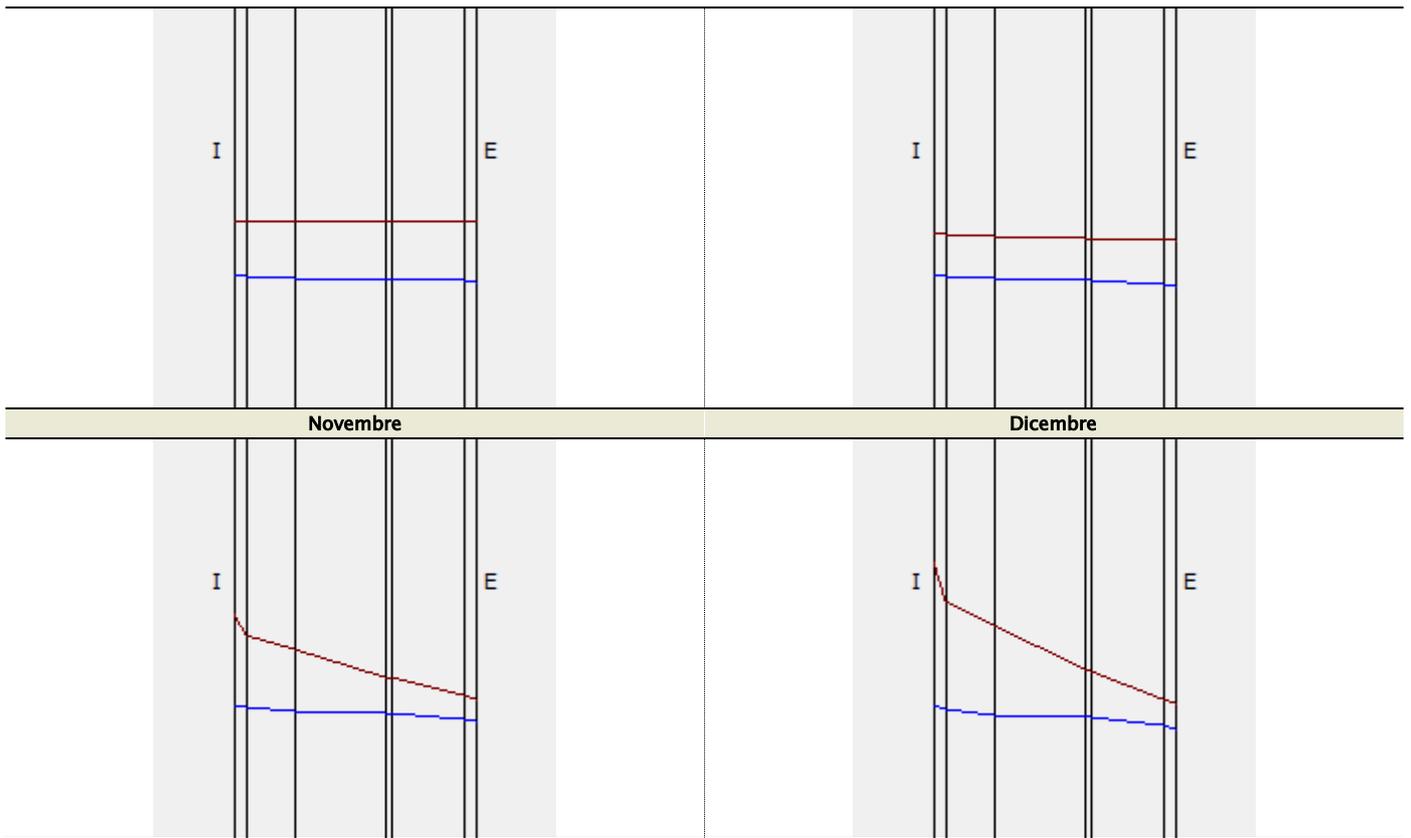
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2129	2791	3300	3223	2708	2063	2337	2337
1	1974	2004	2080	1972	2129	2791	3300	3223	2708	2046	2114	2010
2	1740	1787	1907	1907	2129	2791	3300	3223	2708	2034	1962	1796
3	1344	1414	1599	1783	2129	2791	3300	3223	2708	2009	1688	1427
4	1338	1408	1594	1781	2129	2791	3300	3223	2708	2009	1683	1421
5	1088	1168	1386	1690	2129	2791	3300	3223	2708	1990	1494	1183
6	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**





**VERIFICA DELL' INERZIA TERMICA  
(UNI EN ISO 13786:2018)**

## CARATTERISTICHE DINAMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONDUTTIVITÀ TERMICA <sup>(*)</sup>	$\lambda$	[W/(m · K)]
SPESSORE	$d$	[cm]
CAPACITÀ TERMICA SPECIFICA	$c$	[kJ/(kg · K)]
MASSA VOLUMICA O DENSITÀ	$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE	$R$	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\delta$	[m]
RAPPORTO TRA LO SPESSORE DELLO STRATO E RELATIVA PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\xi$	[-]

(\*) Conduttività termica comprensiva dell'eventuale fattore di maggiorazione, secondo la norma UNI EN 10351

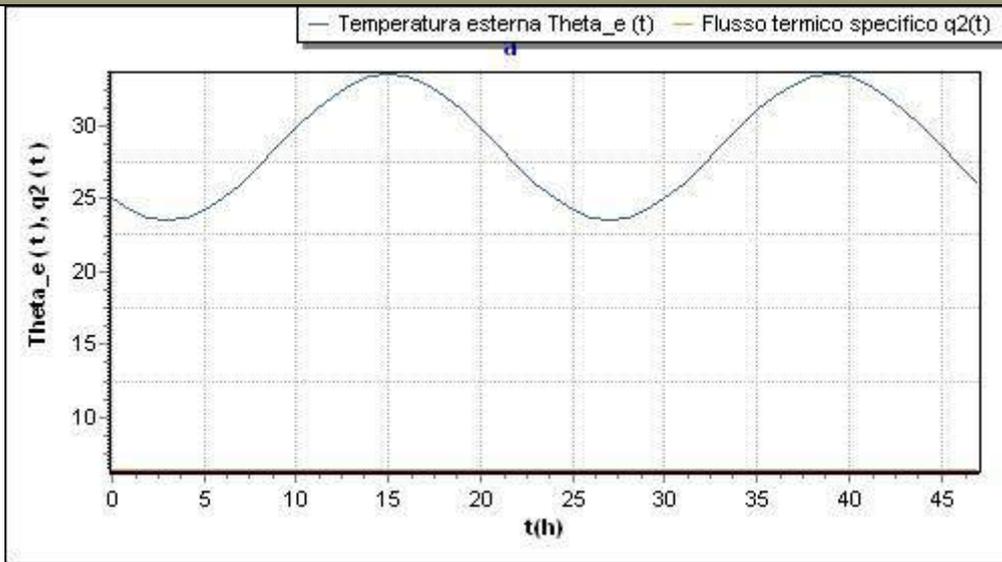
**STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.170		
Piastrelle in cotto	0.72	0.84	1800	1.00	0.014	0.11	0.09
Sottofondo in cls magro	0.93	0.88	2200	5.00	0.054	0.11	0.44
Sottofondi non aerati arg. esp	0.28	0.92	500	5.00	0.179	0.13	0.39
Calcestruzzo ordinario	1.28	0.88	2200	20.00	0.156	0.13	1.48
Ciottoli e pietre frantumate	0.70	0.84	1500	50.00	0.714	0.12	4.05
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

**Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	53.42
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	88.23
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.007
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.75
$f_l$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.01</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	<b>[h]</b>	<b>0.71</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	1343.00

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	$W/(m^2K)$	0.007	<	0.180	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato							

## STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA

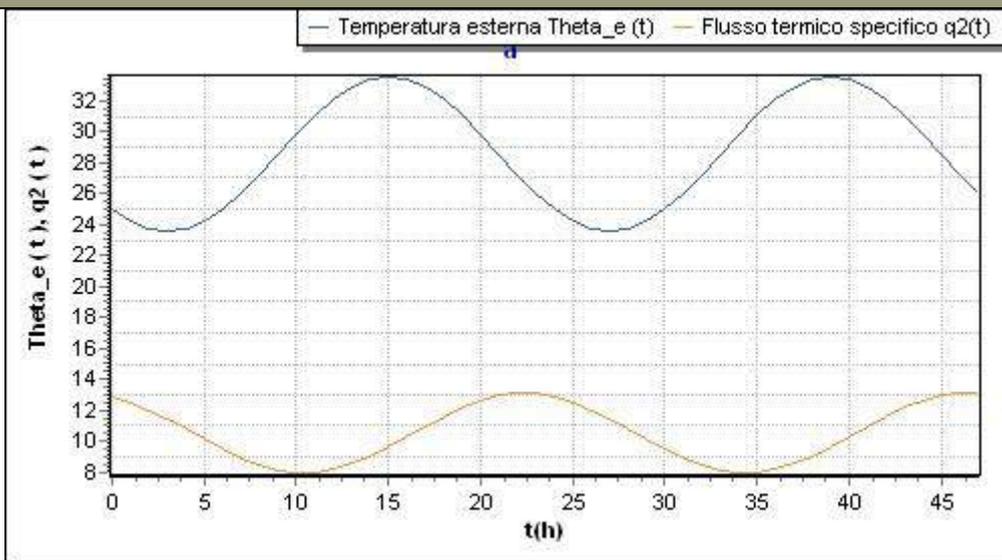
## Composizione stratigrafica e proprietà termiche

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.100		
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	1.00	0.011	0.12	0.08
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	0.67	0.92	842	26.00	0.391	0.15	1.69
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.15	1.00	400	4.00	0.267	0.10	0.39
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

## Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ]/(m <sup>2</sup> · K)]	66.98
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ]/(m <sup>2</sup> · K)]	40.95
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W]/(m <sup>2</sup> · K)]	0.515
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W]/(m <sup>2</sup> · K)]	1.24
$f_l$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.42</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	<b>[h]</b>	<b>7.36</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	234.92

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> K)	0.515	<	0.180	X	
RISPONDENZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							X
<b>Legenda:</b> V= verificato - X = non verificato							

## STRUTTURA: PARETE ES INTONACO

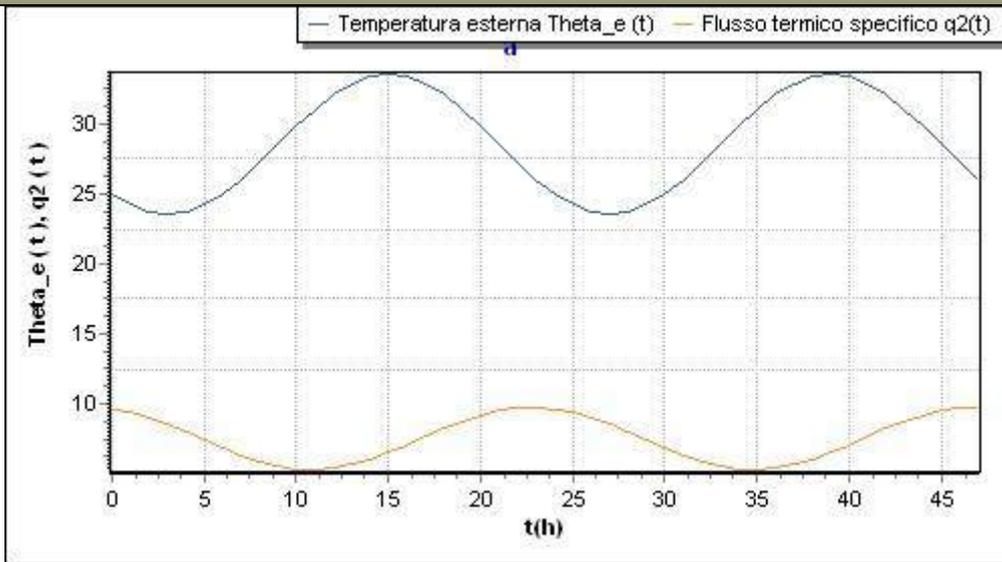
### Composizione stratigrafica e proprietà termiche

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.130		
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	2.00	0.022	0.12	0.16
Mattone forato 1.1.19 80	0.40	0.92	775	8.00	0.200	0.12	0.64
Intercapedine aria PAR. 50mm	0.38	1.00	1	15.00	0.400	3.21	
Malta di cemento (rinzafo)	1.40	0.84	2000	1.00	0.007	0.15	0.07
Mattone forato 1.1.21 120	0.39	0.92	717	12.00	0.311	0.13	0.95
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	2.00	0.022	0.12	0.16
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

### Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	58.91
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	78.91
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.445
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.88
$f_i$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.50</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	<b>[h]</b>	<b>7.76</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	148.19

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera i)							
$M_s$	Massa superficiale	Kg/m <sup>2</sup>	148.19	≥	230	X	
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera i)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> K)	0.445	<	0.100	X	
RISPONDENZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							X
<b>Legenda:</b> V= verificato - X = non verificato							

**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA  
DELLE STRUTTURE FINESTRATE  
(UNI EN ISO 10077)**

## CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

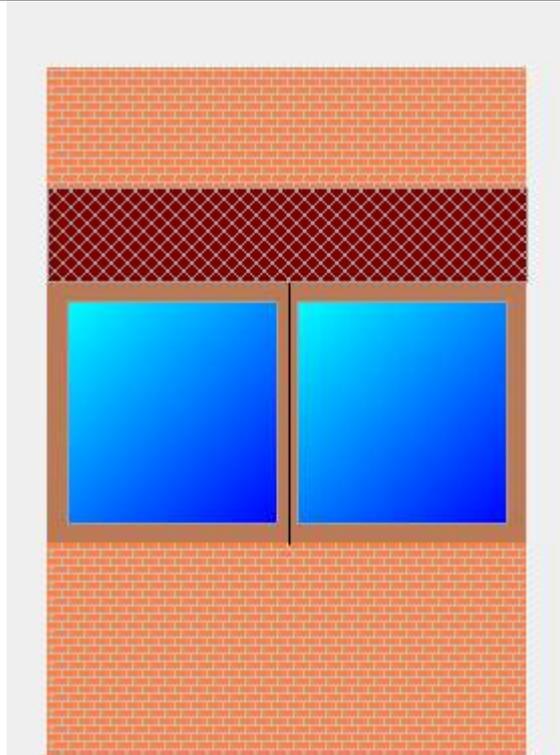
### STRUTTURA FINESTRATA: F1

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.80	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	2	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.62	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	2.18	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	77.94	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	8.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.229
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.229

### Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.229	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F1



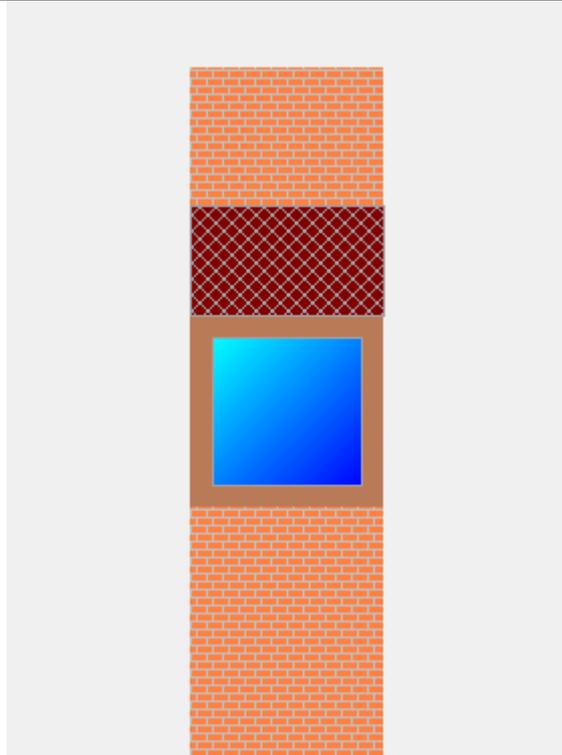
## STRUTTURA FINISTRATA: F3

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	0.70	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	0.70	Lunghezza	[m]	0.70
Area	[m <sup>2</sup> ]	0.49	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.20	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.29	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	59.51	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	2.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.878
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.878

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	4.878	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F3



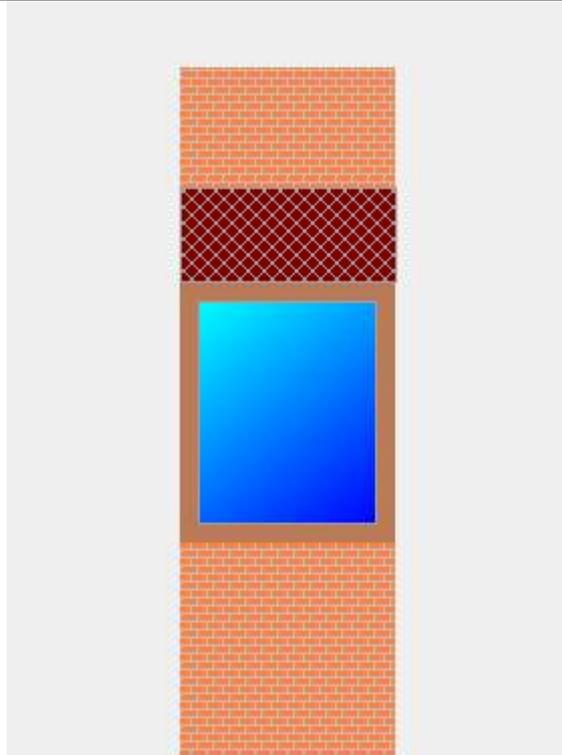
**STRUTTURA FINESTRATA: F2**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	0.90	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	0.90
Area	[m <sup>2</sup> ]	1.26	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.34	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.92	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	72.83	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	4.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.379
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.379

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	4.379	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F2



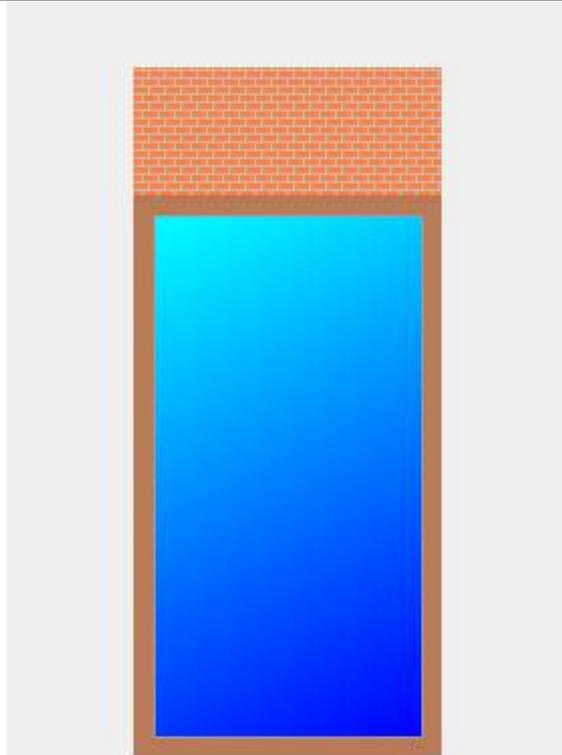
**STRUTTURA FINESTRATA: F4**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	1.20	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	1.20
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.64	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.52	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	2.12	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	80.36	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	6.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.087
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.087

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	4.087	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F4



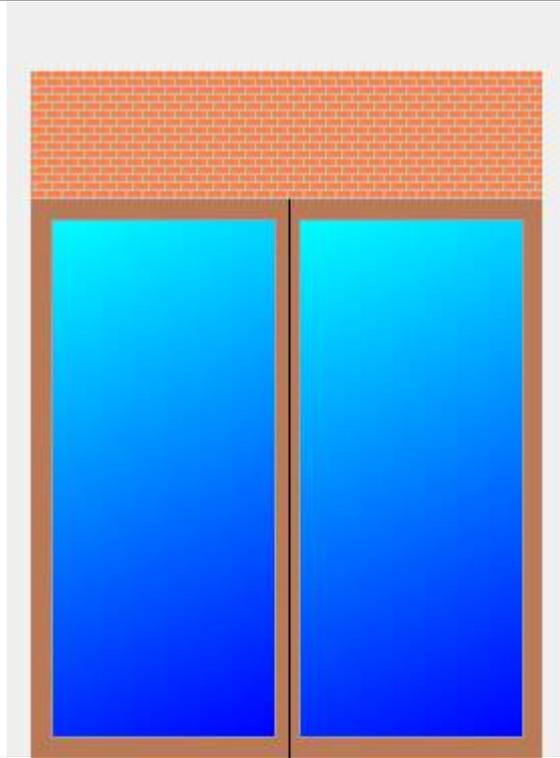
**STRUTTURA FINESTRATA: F5**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	4.40	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	2	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.81	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	3.59	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	81.60	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.80
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	12.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.35
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.75
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.089
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	4.089

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	4.089	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F5





**RELAZIONE TECNICA  
CALCOLO DEL FLUSSO E DELLA TRASMITTANZA  
LINEICA DEI PONTI TERMICI  
VERIFICA DEL RISCHIO DI FORMAZIONE DELLE MUFFE**

Comune	<b>Ramacca</b>
Indirizzo	<b>Via della Libertà, 24</b>
Committente	
Progettista	

**ATTESTAZIONE DI DEPOSITO**

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **Ramacca** in data odierna al n°\_\_\_\_\_

Timbro

Data

Firma del funzionario

## NORME UTILIZZATE

DESCRIZIONE	NORMA
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE TERMICA LINEICA - METODI SEMPLIFICATI E VALORI DI RIFERIMENTO	<b>UNI EN ISO 14683</b>
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - FLUSSI TERMICI E TEMPERATURE SUPERFICIALI - CALCOLI DETTAGLIATI	<b>UNI EN ISO 10211</b>
PRESTAZIONE IGROMETRICA DEI COMPONENTI E DEGLI ELEMENTI PER EDILIZIA - TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA PER EVITARE L'UMIDITA' SUPERFICIALE CRITICA E LA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE - METODI DI CALCOLO	<b>UNI EN ISO 13788</b>
COMPONENTI ED ELEMENTI PER EDILIZIA - RESISTENZA TERMICA E TRASMITTANZA TERMICA - METODO DI CALCOLO	<b>UNI EN 6946</b>

## PREMESSA

Chi si occupa di calcoli energetici o della costruzione di edifici a basso consumo energetico deve necessariamente prendere in considerazione un'accurata analisi dei ponti termici, elementi che provocano condense, muffe e dispersioni termiche. Le norme tecniche UNI TS 11300 hanno introdotto l'uso di metodi più accurati per la valutazione dei ponti termici attraverso l'utilizzo di abachi, come descritto nella norma UNI EN ISO 14683, o effettuando il calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali con metodi di calcolo dettagliati in accordo alla UNI EN ISO 10211 a cui si fa riferimento per il **calcolo ad elementi finiti** del ponte termico.

L'analisi del ponte termico agli elementi finiti consiste nella definizione delle seguenti informazioni:

- schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma, le dimensioni e la posizione dei piani di taglio adiabatici;
- le stratigrafie dei materiali che lo compongono;
- le condizioni al contorno: coefficienti di scambio termico limite, temperatura e umidità dell'ambiente a contatto con il ponte termico.

Si può procedere quindi al calcolo che consentirà di determinare i flussi termici su ogni elemento e il flusso termico totale, le temperature interne e le temperature superficiali, le trasmittanze termiche dei singoli elementi, il coefficiente di accoppiamento termico e la **trasmittanza termica lineica  $\psi$**  del ponte termico da utilizzare per il calcolo energetico dell'edificio.

La **valutazione del ponte termico** con il metodo di **calcolo ad elementi finiti** si rende inoltre necessaria in tutti quei casi in cui la tipologia di intervento prescelta richieda la verifica dell'assenza di muffa in corrispondenza del ponte termico, in accordo alla norma UNI EN ISO 13788.

## CONDIZIONI AL CONTORNO ESTERNE

Località		
Comune		Ramacca
Provincia		Catania
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	1040
Zona climatica		C

Dal comune selezionato, si ricavano i valori medi mensili della temperatura, dell'umidità e della pressione di vapore esterna.

Valori medi mensili dei dati climatici													
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$T_e$	[°C]	10.40	8.90	10.30	13.90	17.30	21.90	24.30	25.00	21.40	18.30	13.60	10.80
$\varphi_e$	[%]	77.0	66.5	65.4	76.9	72.1	61.7	57.0	59.8	63.8	77.1	74.0	71.9
$P_e$	[kPa]	1.0	0.8	0.8	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	1.6	1.6	1.6	0.9

## CARATTERISTICHE DEI PONTI TERMICI

### PONTE TERMICO: ARI003

Categoria	Angoli interni
-----------	----------------

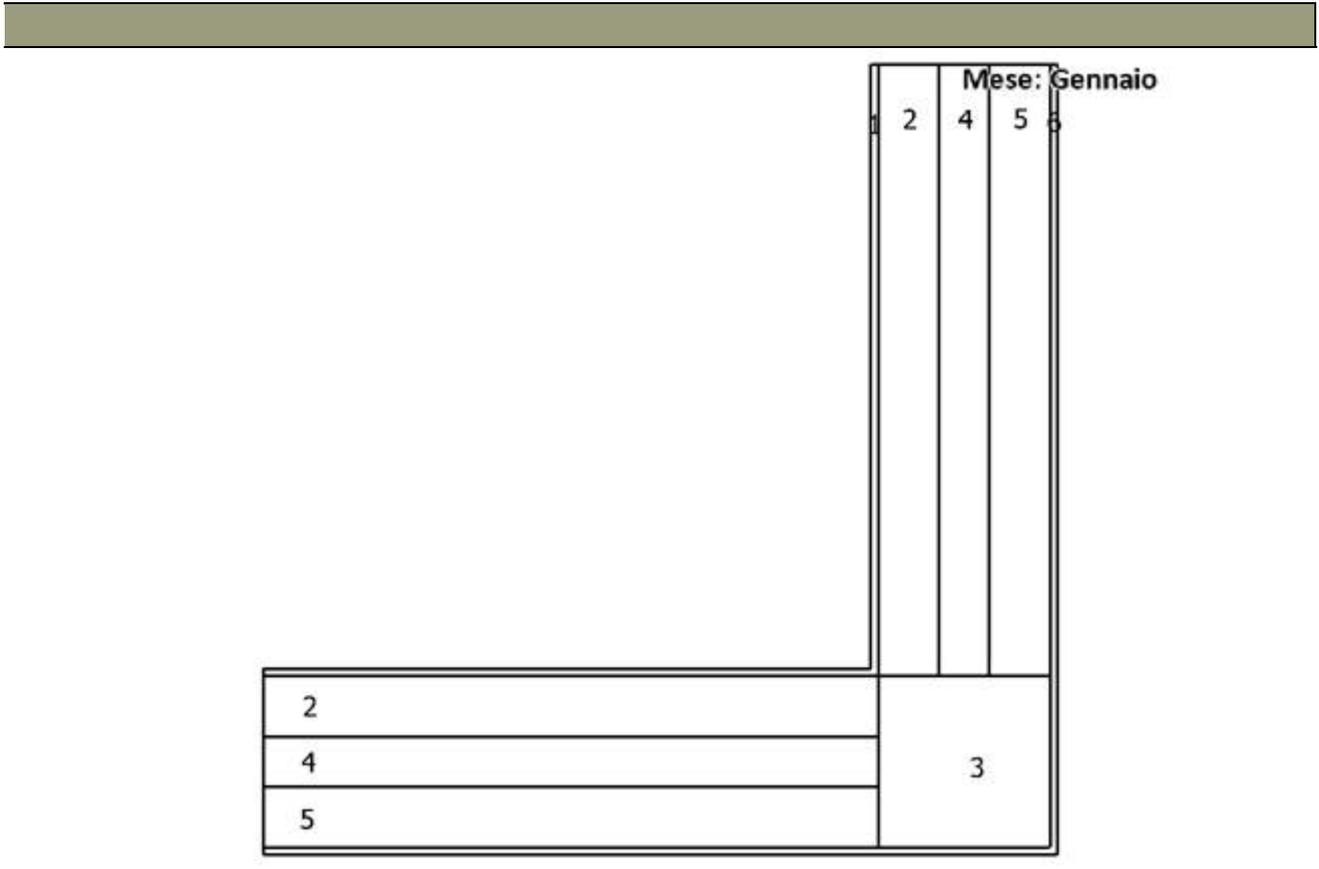
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Intonaco esterno	0.900
2	Mattone forato 1.1.21 120	0.386
3	Calcestruzzo armato	1.910
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
5	Mattone forato 1.1.19 80	0.400
6	Intonaco interno	0.700

## SCHEMA GEOMETRICO

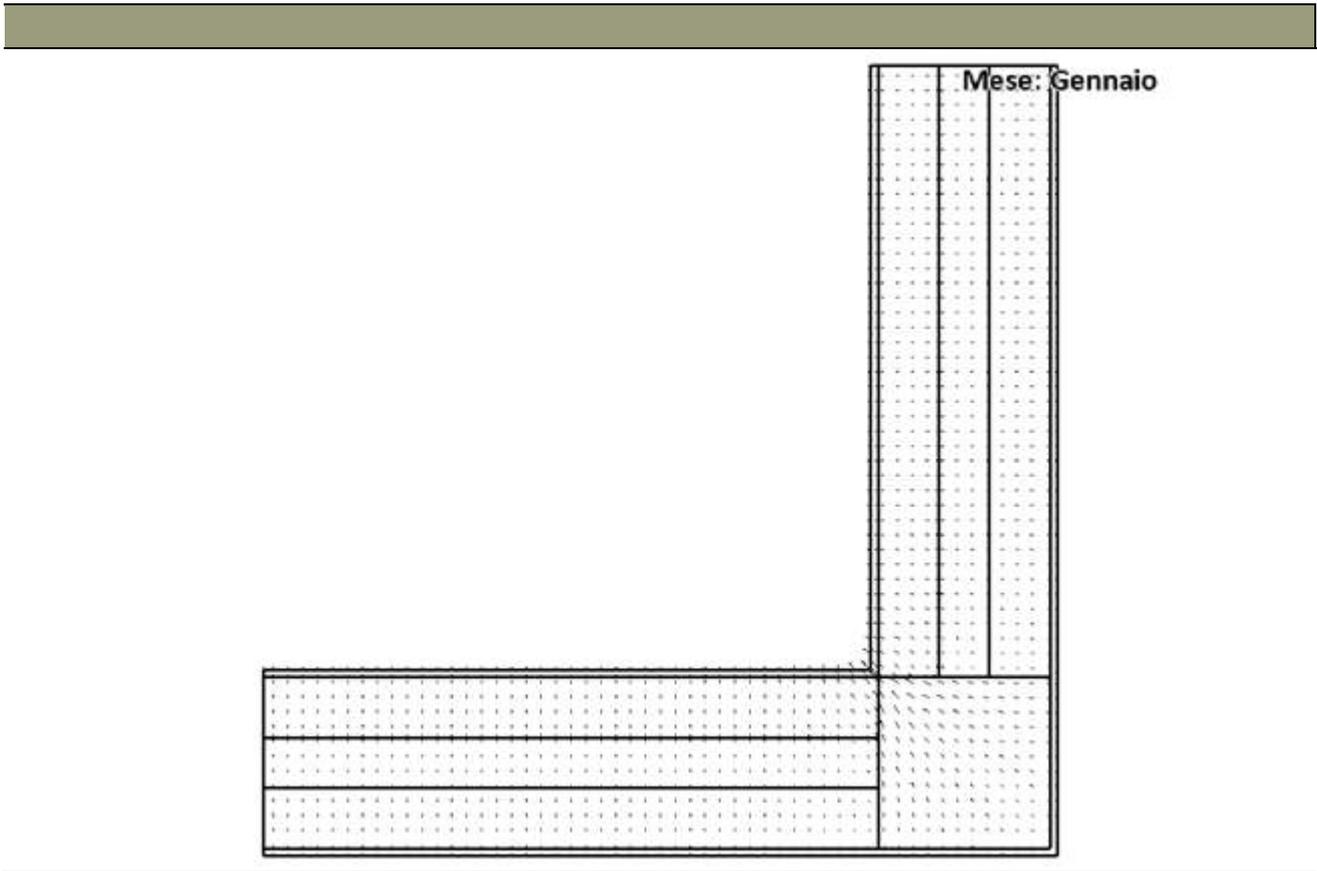
Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



## STRATIGRAFIE

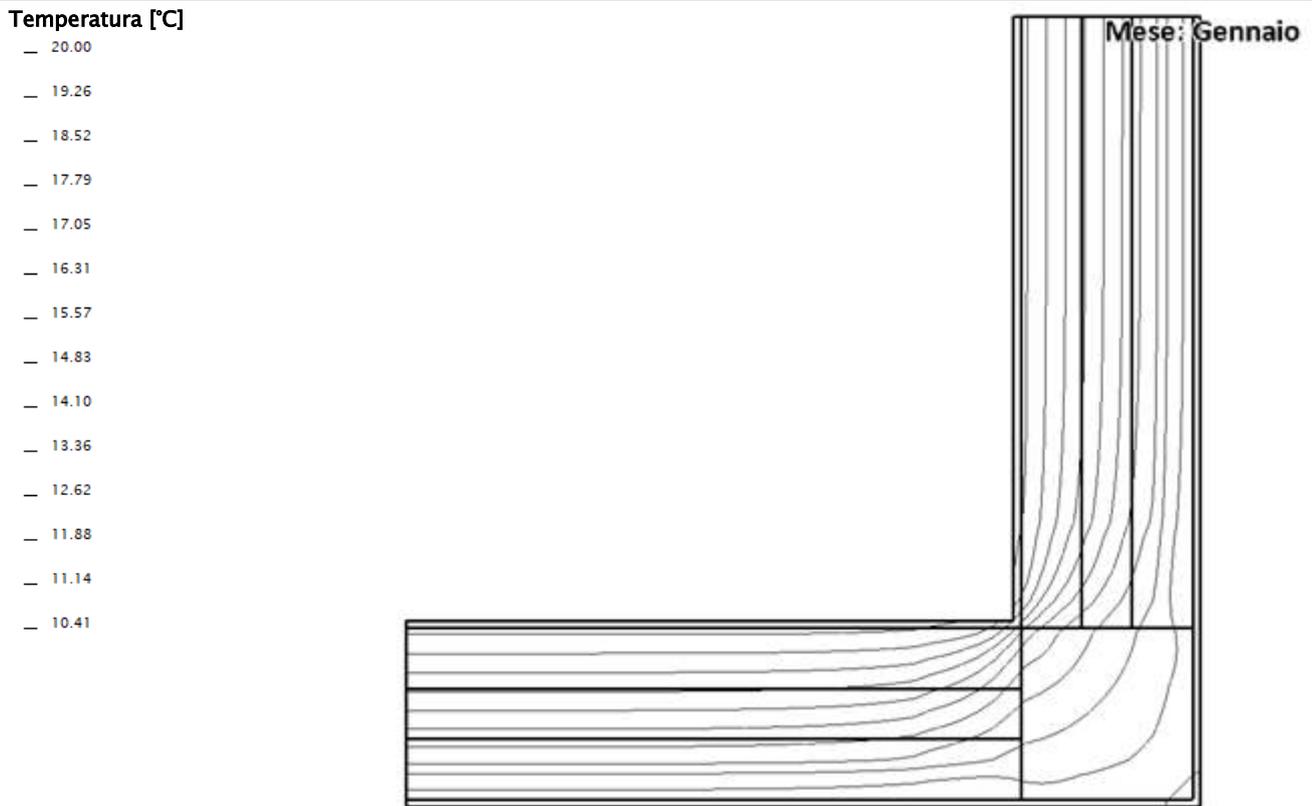
ARI003 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
6	Intonaco interno	1.50
5	Mattone forato 1.1.19 80	12.00
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	10.00
2	Mattone forato 1.1.21 120	12.00
1	Intonaco esterno	1.50

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



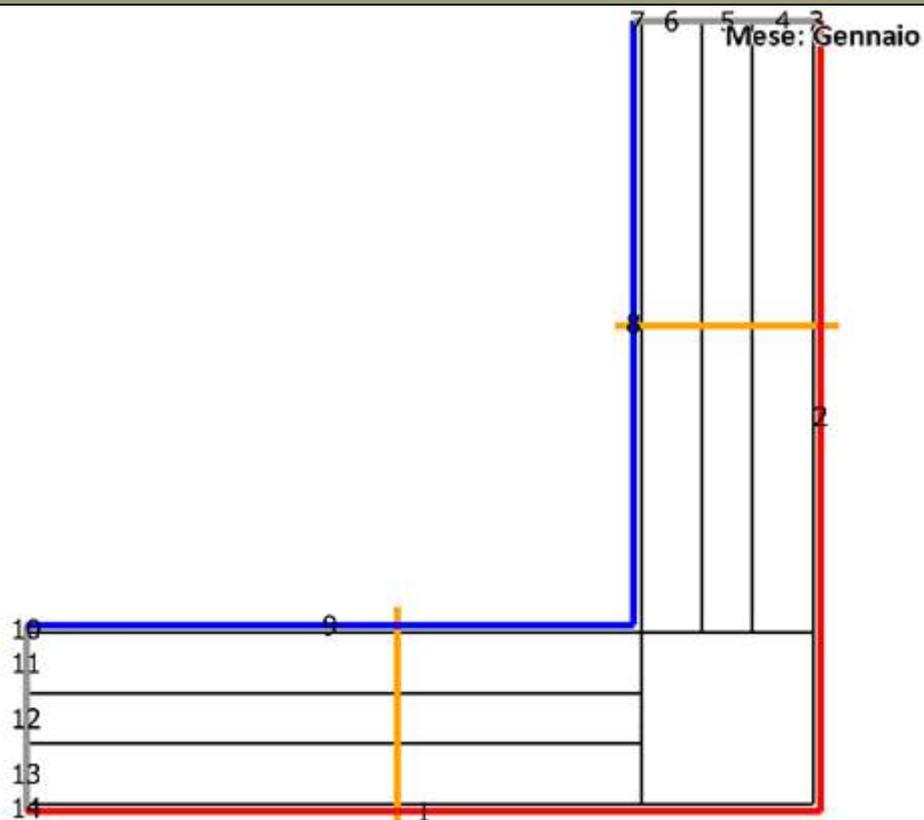
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Interna	0.13	
2	Interna	0.13	
3	Adiabatica		
4	Adiabatica		
5	Adiabatica		
6	Adiabatica		
7	Adiabatica		
8	Esterna	0.04	20.0
9	Esterna	0.04	20.0
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Adiabatica		
13	Adiabatica		
14	Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>23.370</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>2.436</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.478</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>-0.204</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>2.40</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>3.14</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>19.099</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>24.988</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>18.01</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.793
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.67	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.09	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.01	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.70	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.99	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7927</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: ASP003

Categoria	Angoli esterni
-----------	----------------

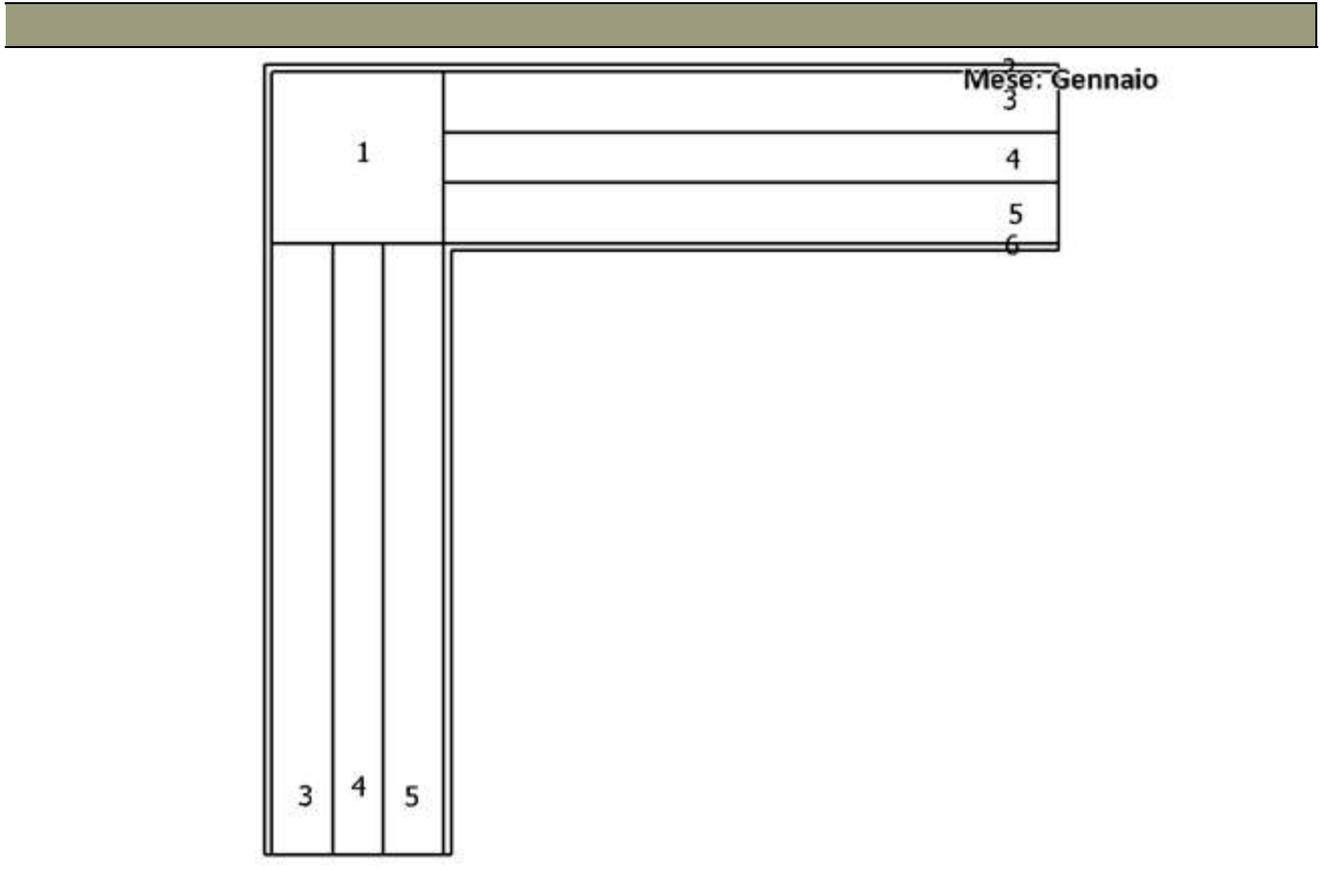
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Calcestruzzo armato	1.910
2	Intonaco esterno	0.900
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	0.631
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
5	Mattone forato 1.1.19 80	0.400
6	Intonaco interno	0.700

## SCHEMA GEOMETRICO

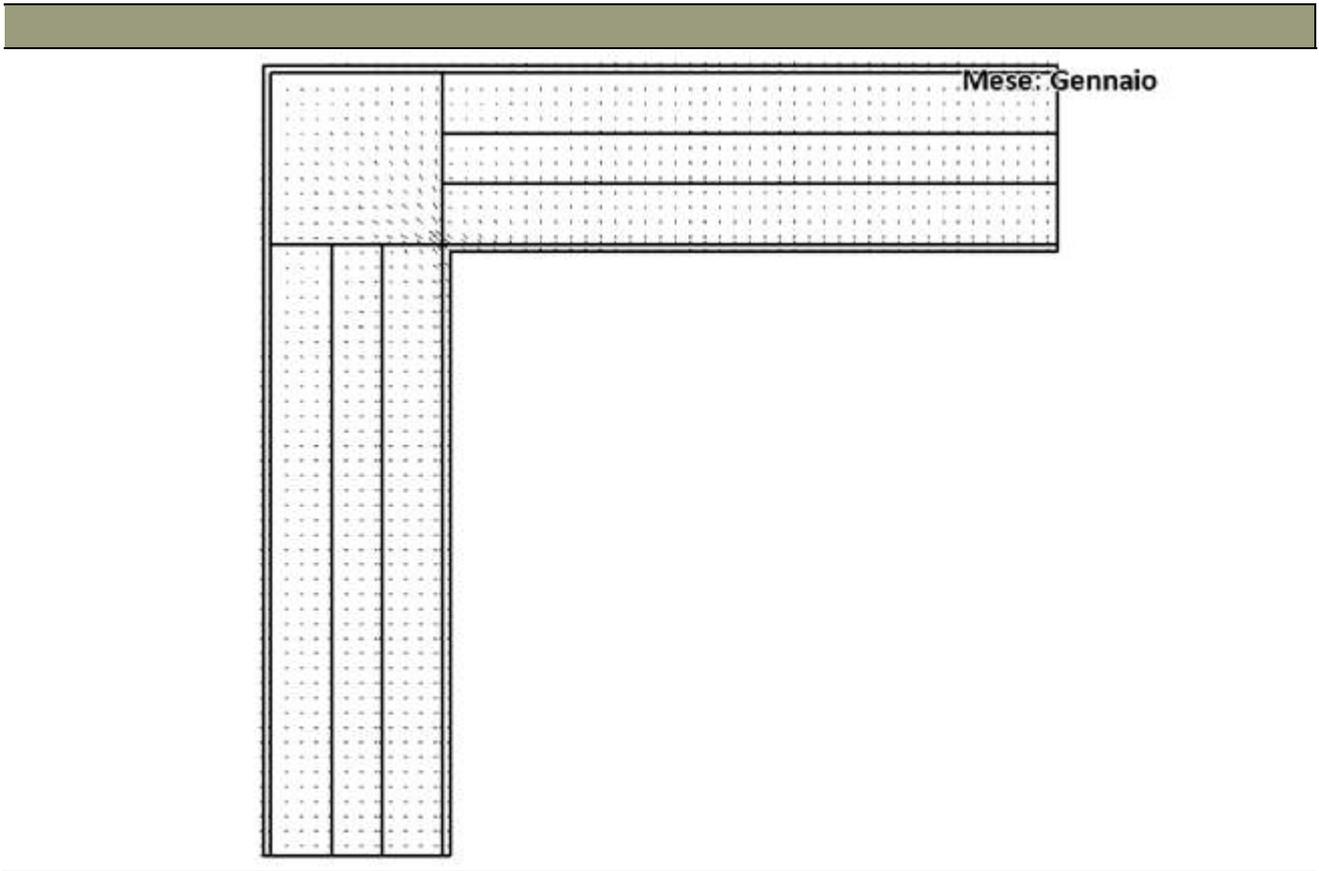
Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



## STRATIGRAFIE

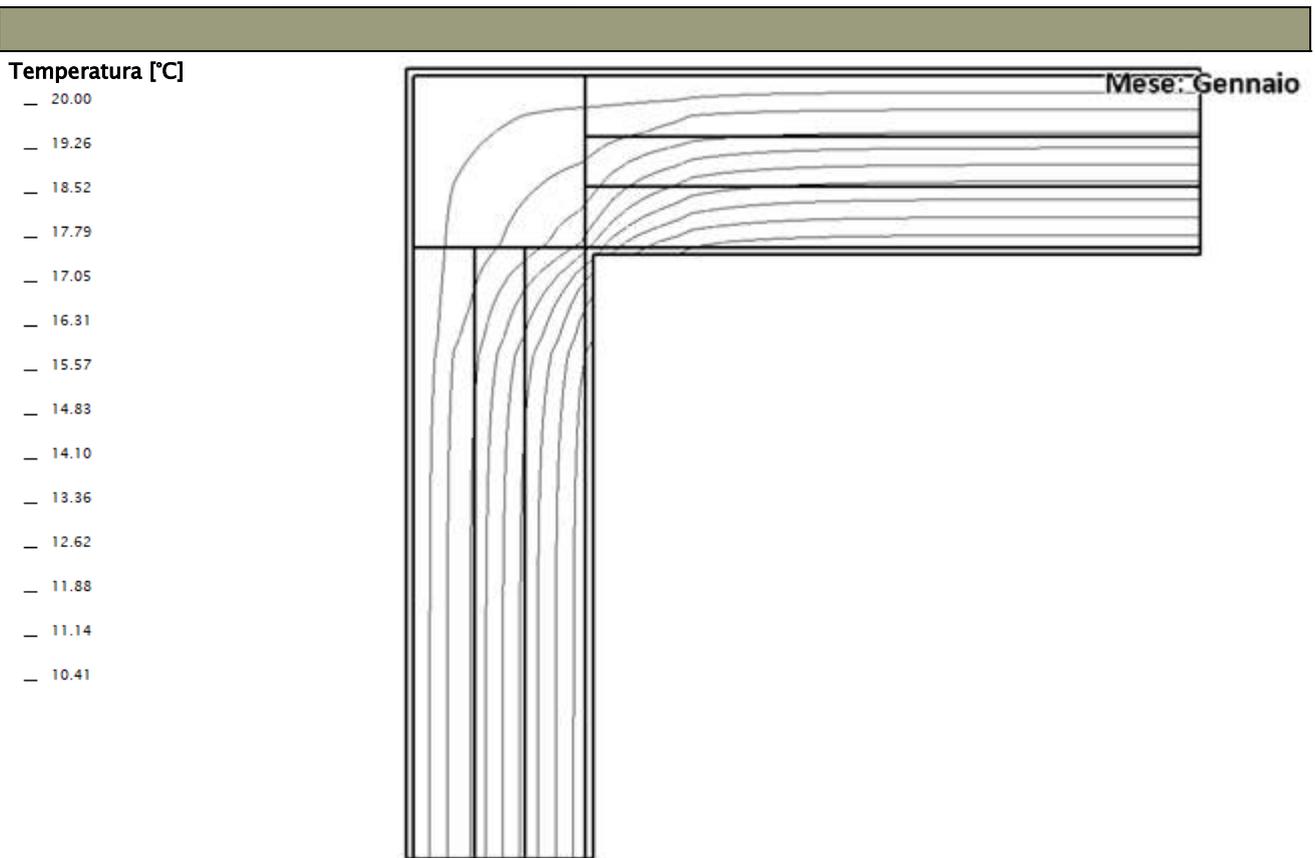
ASP003 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
6	Intonaco interno	1.50
5	Mattone forato 1.1.19 80	12.00
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	10.00
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	12.00
2	Intonaco esterno	1.50

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



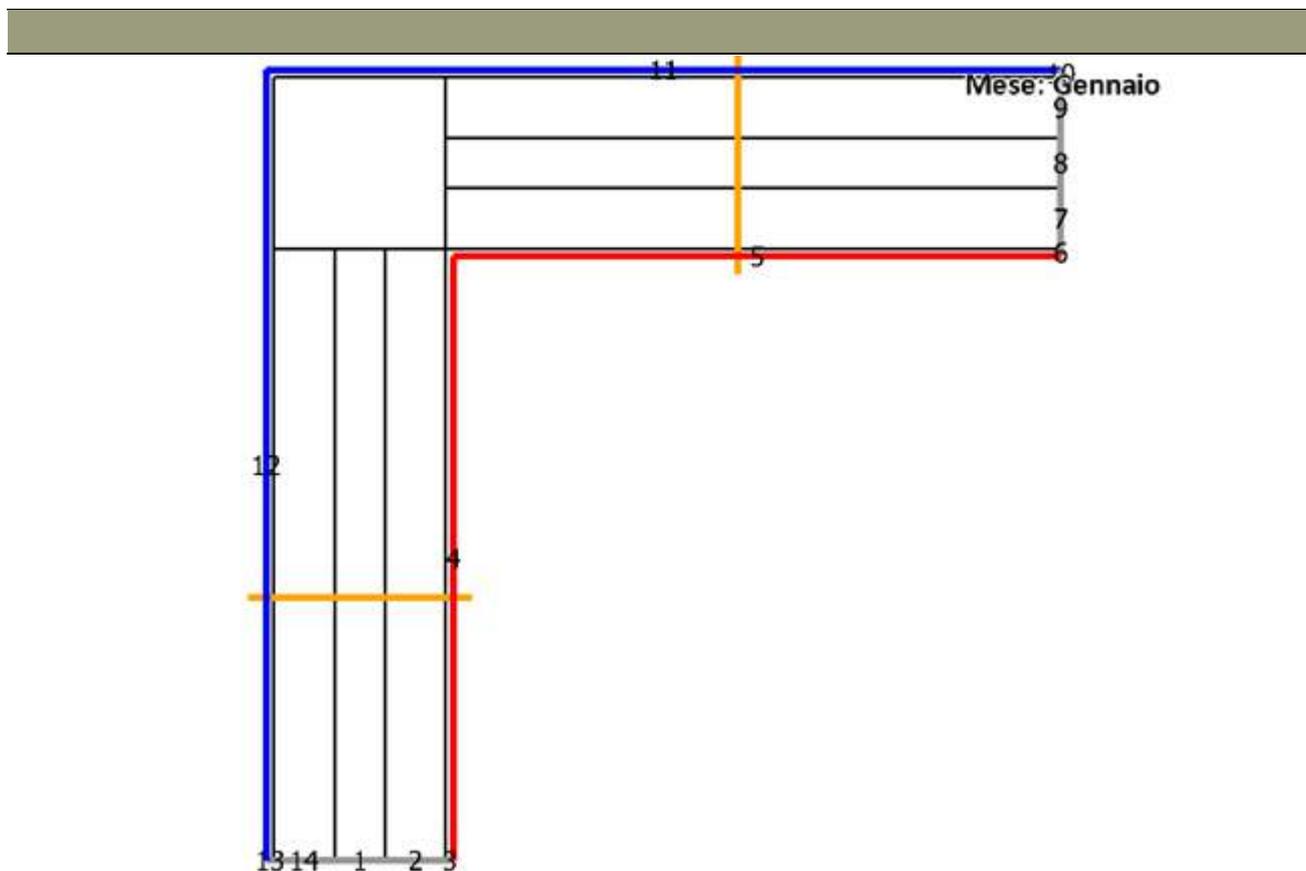
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Adiabatica		
2	Adiabatica		
3	Adiabatica		
4	Interna	0.13	
5	Interna	0.13	
6	Adiabatica		
7	Adiabatica		
8	Adiabatica		
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Esterna	0.04	20.0
12	Esterna	0.04	20.0
13	Adiabatica		
14	Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>23.630</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>2.463</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.421</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.346</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.14</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.40</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>27.767</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>21.224</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>14.94</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.473
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	16.63	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	15.15	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	14.94	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	14.15	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	14.89	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.4729</b>	>	<b>0.5339</b>	<b>X</b>
<b>Legenda:</b> V = verificato - X = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: BAL003

Categoria	Balconi, poggioli
-----------	-------------------

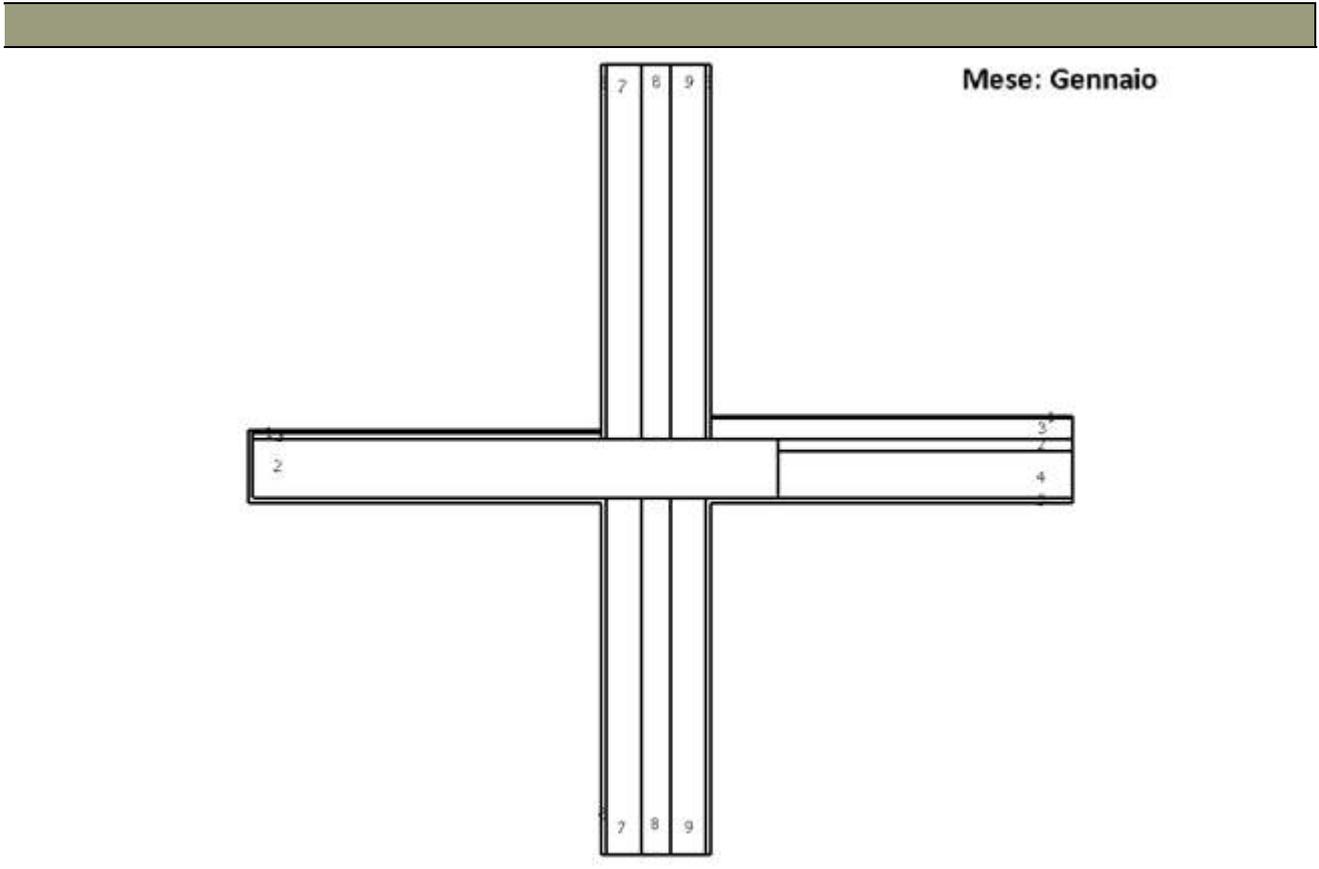
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Pavimentazione	1.470
2	Calcestruzzo armato	1.910
3	Malta di cemento	1.400
4	Soletta 16a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzi)	0.543
5	Intonaco interno	0.700
6	Intonaco esterno	0.900
7	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	0.631
8	Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
9	Mattoni forati 12	0.387

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



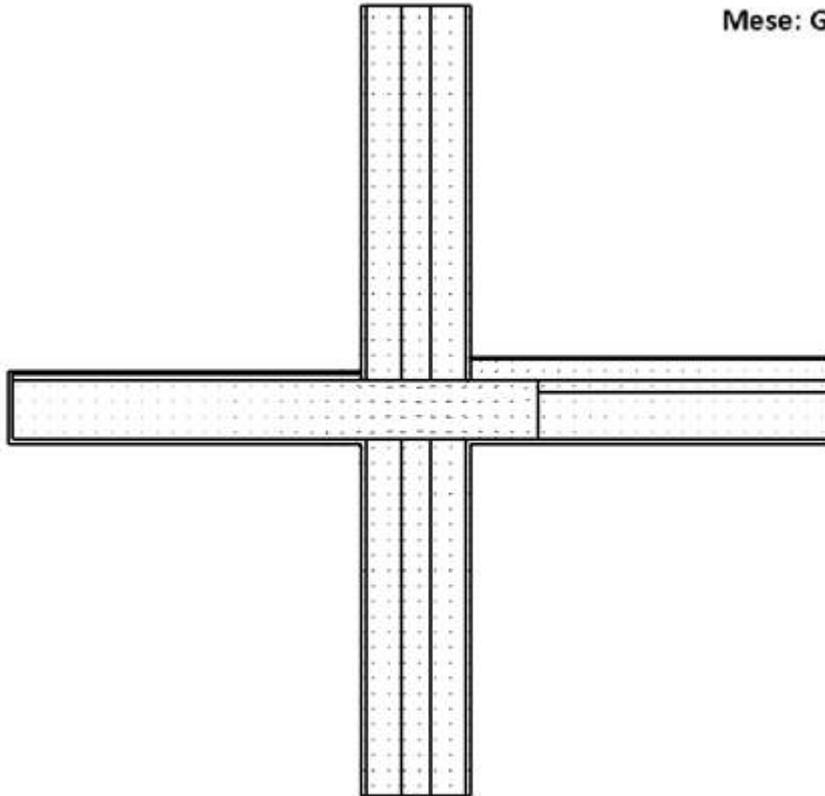
## STRATIGRAFIE

BAL003 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
5	Intonaco interno	1.50
9	Mattoni forati 12	12.00
8	Intercapedine aria PAR. 50mm	10.00
7	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	12.00
6	Intonaco esterno	1.50

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

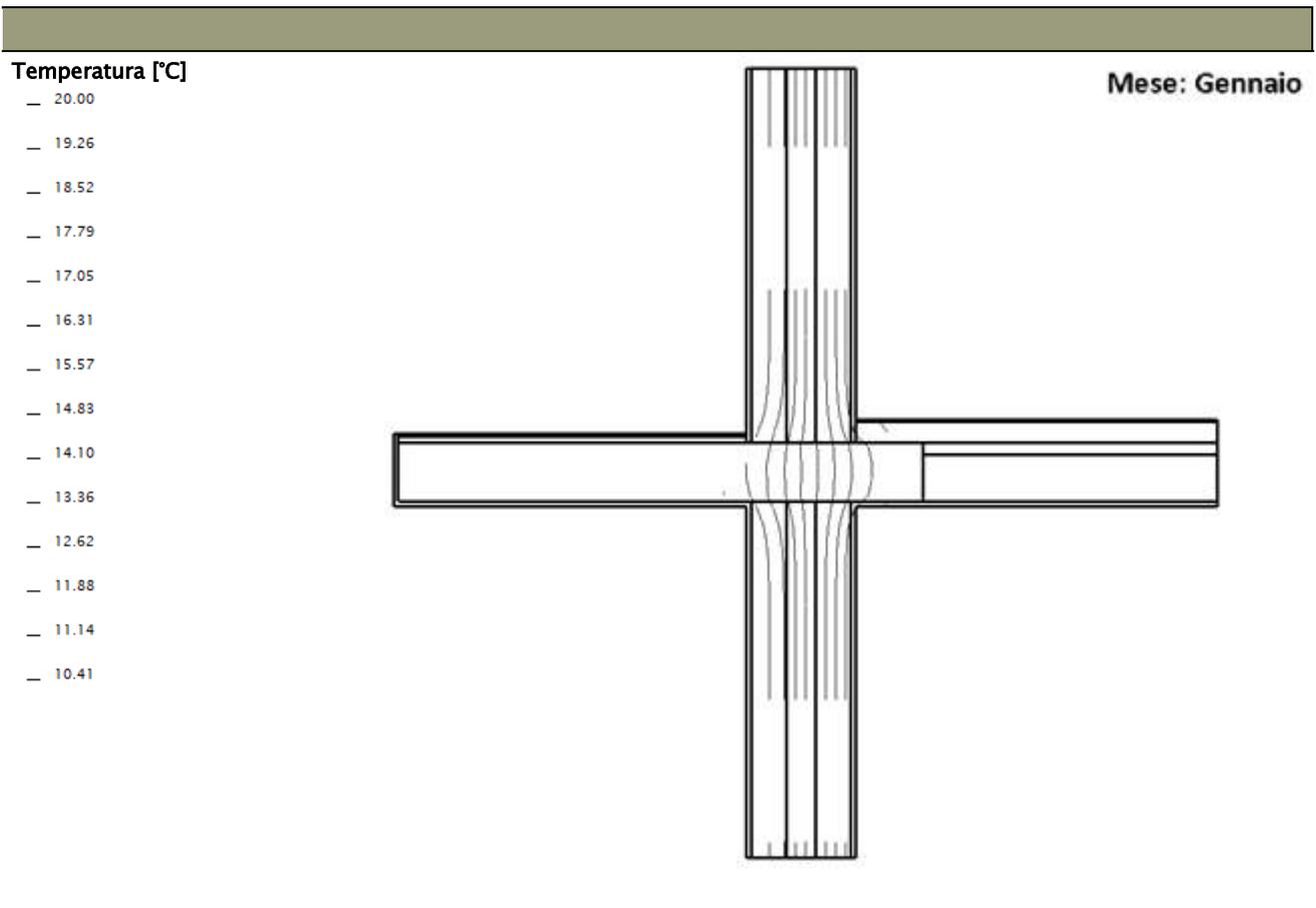


Mese: Gennaio



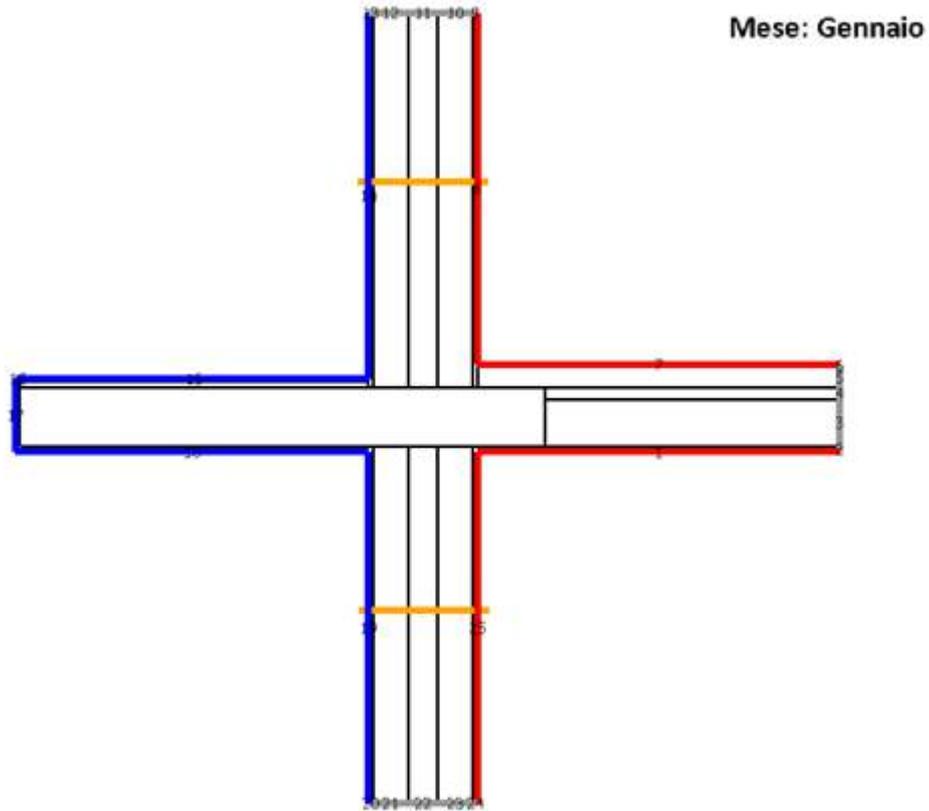
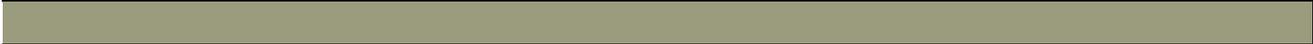
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Interna	0.10	20.0
2	Adiabatica		
3	Adiabatica		
4	Adiabatica		
5	Adiabatica		
6	Adiabatica		
7	Interna	0.17	20.0
8	Interna	0.13	
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Adiabatica		
13	Adiabatica		
14	Esterna	0.04	20.0
15	Esterna	0.04	20.0
16	Esterna	0.04	20.0
17	Esterna	0.04	20.0
18	Esterna	0.04	20.0
19	Esterna	0.04	20.0
20	Adiabatica		
21	Adiabatica		
22	Adiabatica		
23	Adiabatica		
24	Adiabatica		
25	Interna	0.13	



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
R <sub>si</sub>	0,10	0,13	0,17
R <sub>se</sub>	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>26.905</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>2.804</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.083</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.676</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.14</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.40</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>27.512</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>21.028</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>17.09</b>
U critica	U	[W/m <sup>2</sup> K]	<b>4.661</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.697
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.06	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	17.21	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.09	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	16.64	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.06	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.6968</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: COP003

Categoria	Solaio esterno/parete esterna
-----------	-------------------------------

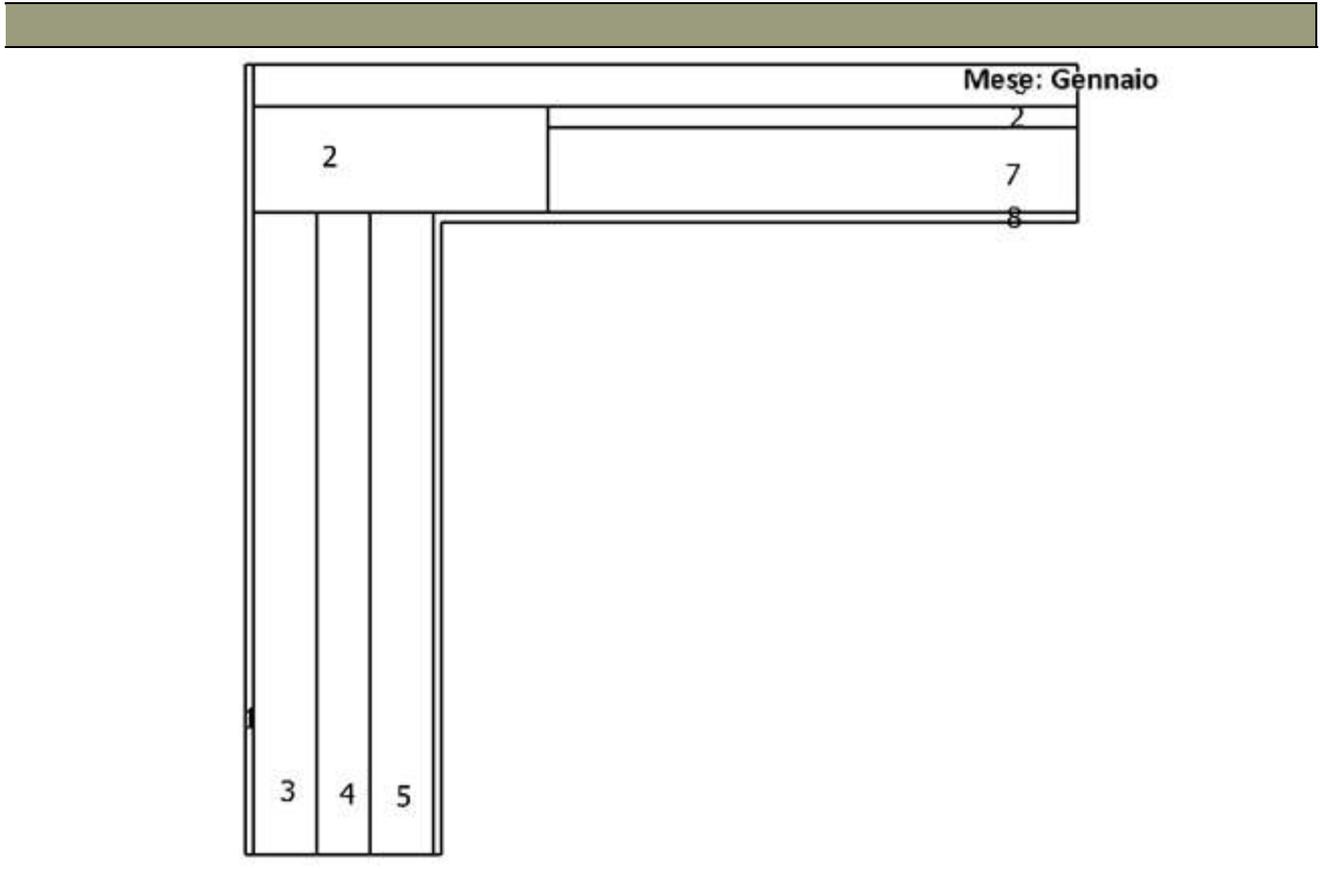
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Intonaco esterno	0.900
2	Calcestruzzo armato	1.910
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	0.631
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
5	Mattoni forati 12	0.387
6	Malta di cemento	1.400
7	Soletta 16a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzi)	0.543
8	Intonaco interno	0.700

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

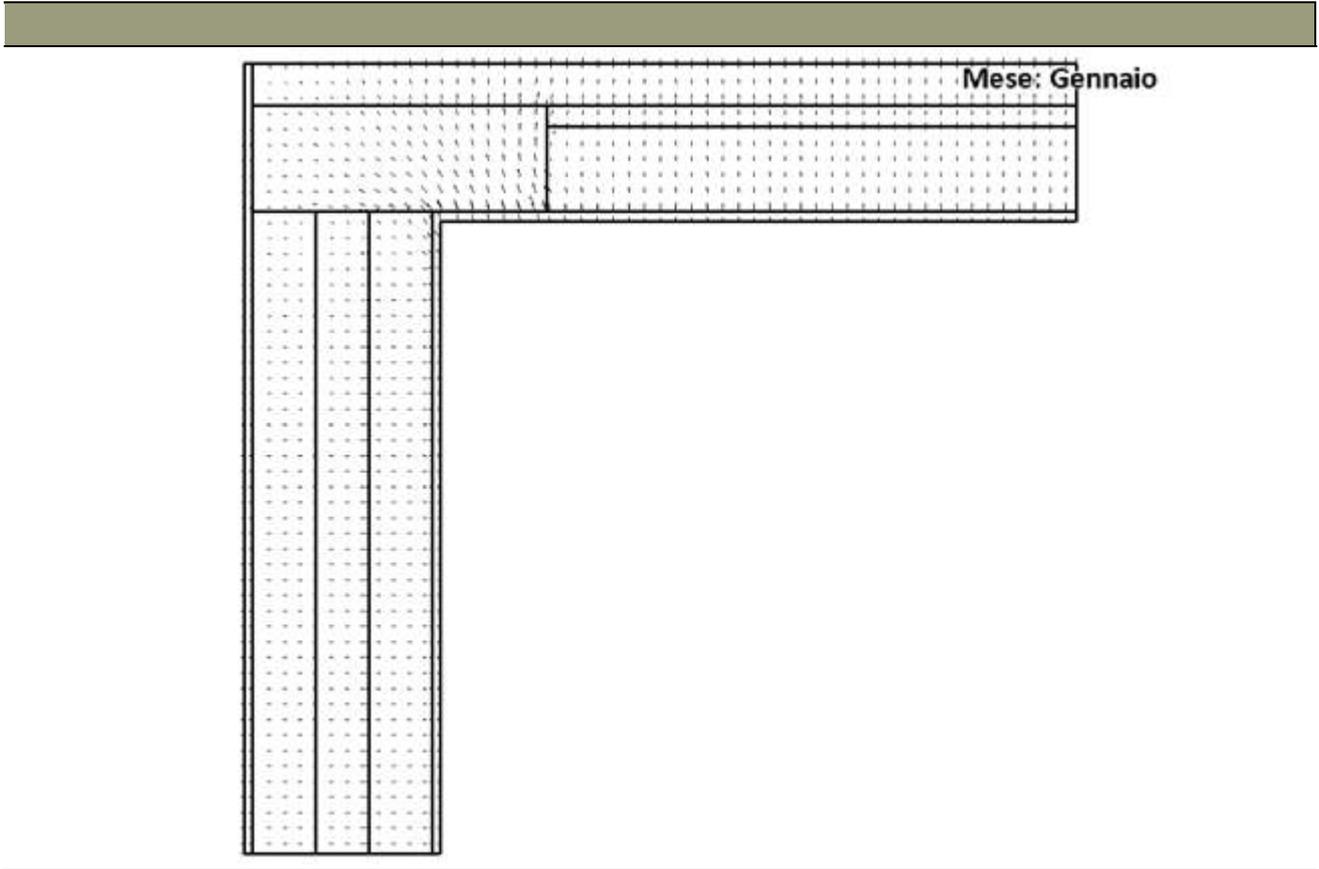


## STRATIGRAFIE

COP003 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
8	Intonaco interno	1.50
5	Mattoni forati 12	12.00
4	Intercapedine aria PAR. 50mm	10.00
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	12.00
1	Intonaco esterno	1.50

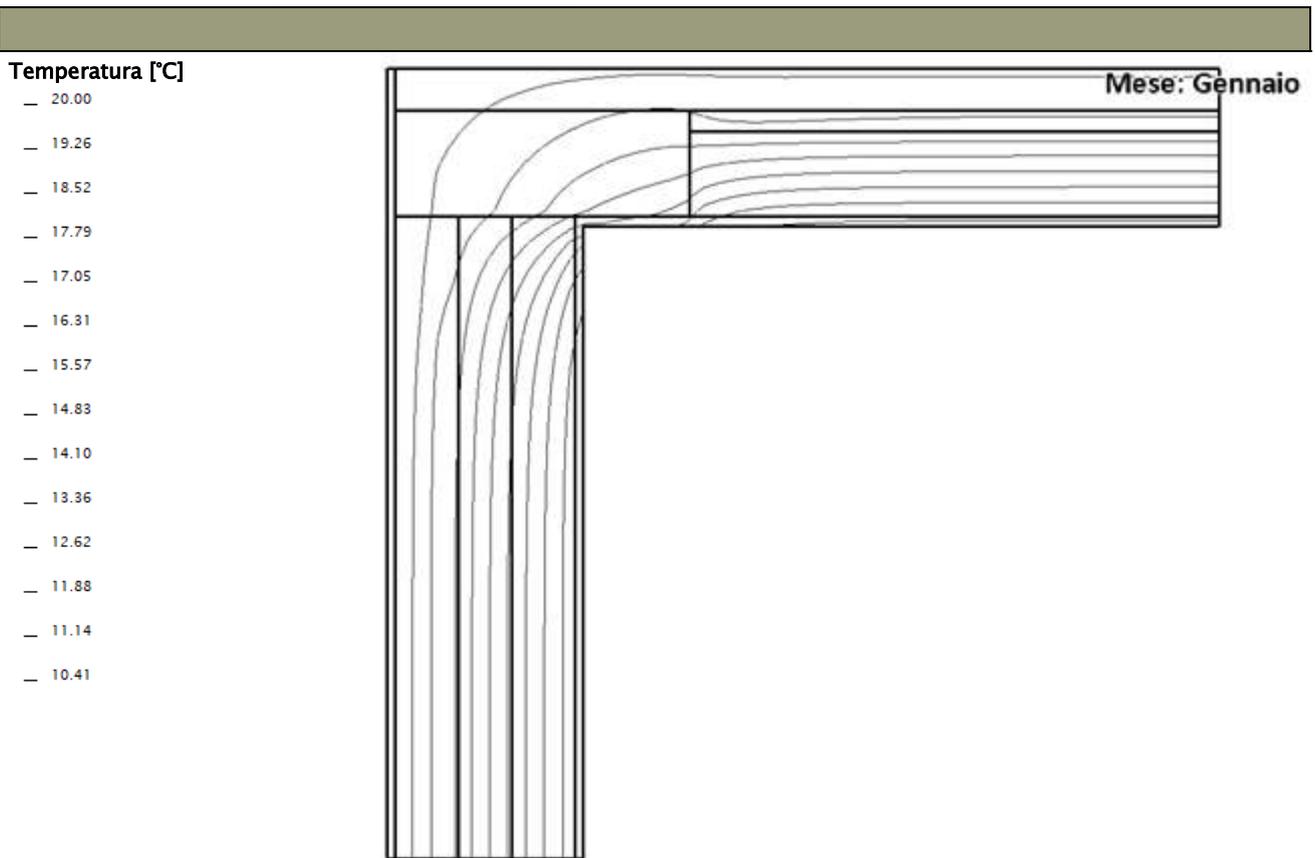
COP003 - Soffitto interno [2]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
8	Intonaco interno	2.00
7	Soletta 16a (blocchi di laterizio+travetti in calcestruzzi)	16.00
2	Calcestruzzo armato	4.00
6	Malta di cemento	8.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



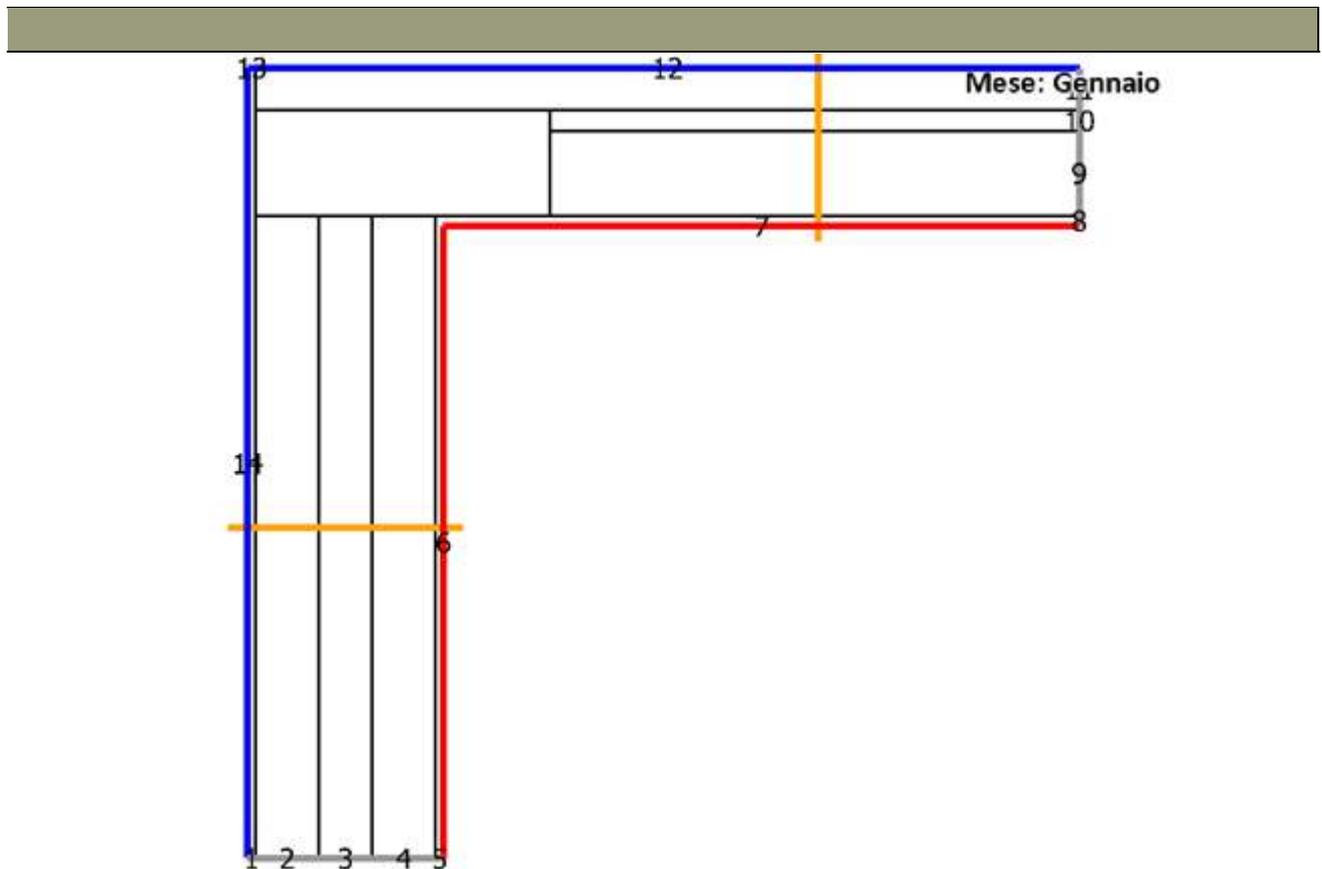
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Adiabatica		
2	Adiabatica		
3	Adiabatica		
4	Adiabatica		
5	Adiabatica		
6	Interna	0.13	
7	Interna	0.10	20.0
8	Adiabatica		
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Esterna	0.04	20.0
13	Esterna	0.04	20.0
14	Esterna	0.04	20.0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>30.518</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>3.181</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.391</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.600</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.07</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.40</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>34.932</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>27.168</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>14.25</b>
U critica	U	[W/m <sup>2</sup> K]	<b>4.661</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.401
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	16.17	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	14.49	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	14.25	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	13.35	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	14.19	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.4008</b>	>	<b>0.5339</b>	<b>X</b>
<b>Legenda: V = verificato - X = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe</b>						

## PONTE TERMICO: CTR3

Categoria	Pavimenti su terreno
-----------	----------------------

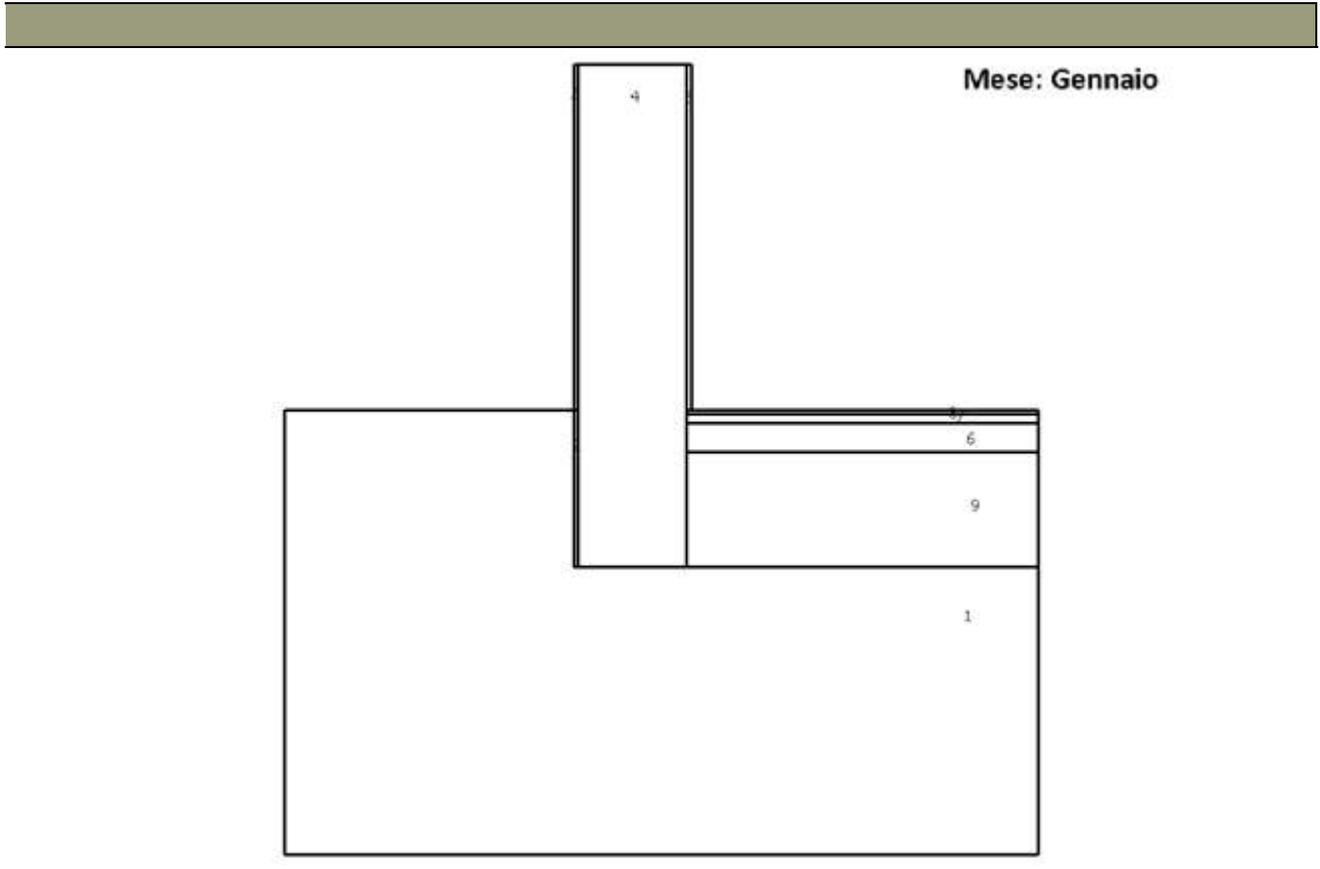
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Terreno	2.000
2	Membrana impermeabilizzante bituminosa	0.170
3	Intonaco esterno	0.900
4	Mattone pieno 1.1.02 (c) 375	0.799
5	Intonaco interno	0.700
6	Calcestruzzo ordinario	1.160
7	Malta di cemento	1.400
8	Pavimentazione	1.470
9	Ghiaione-ciotoli di fiume	1.200

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

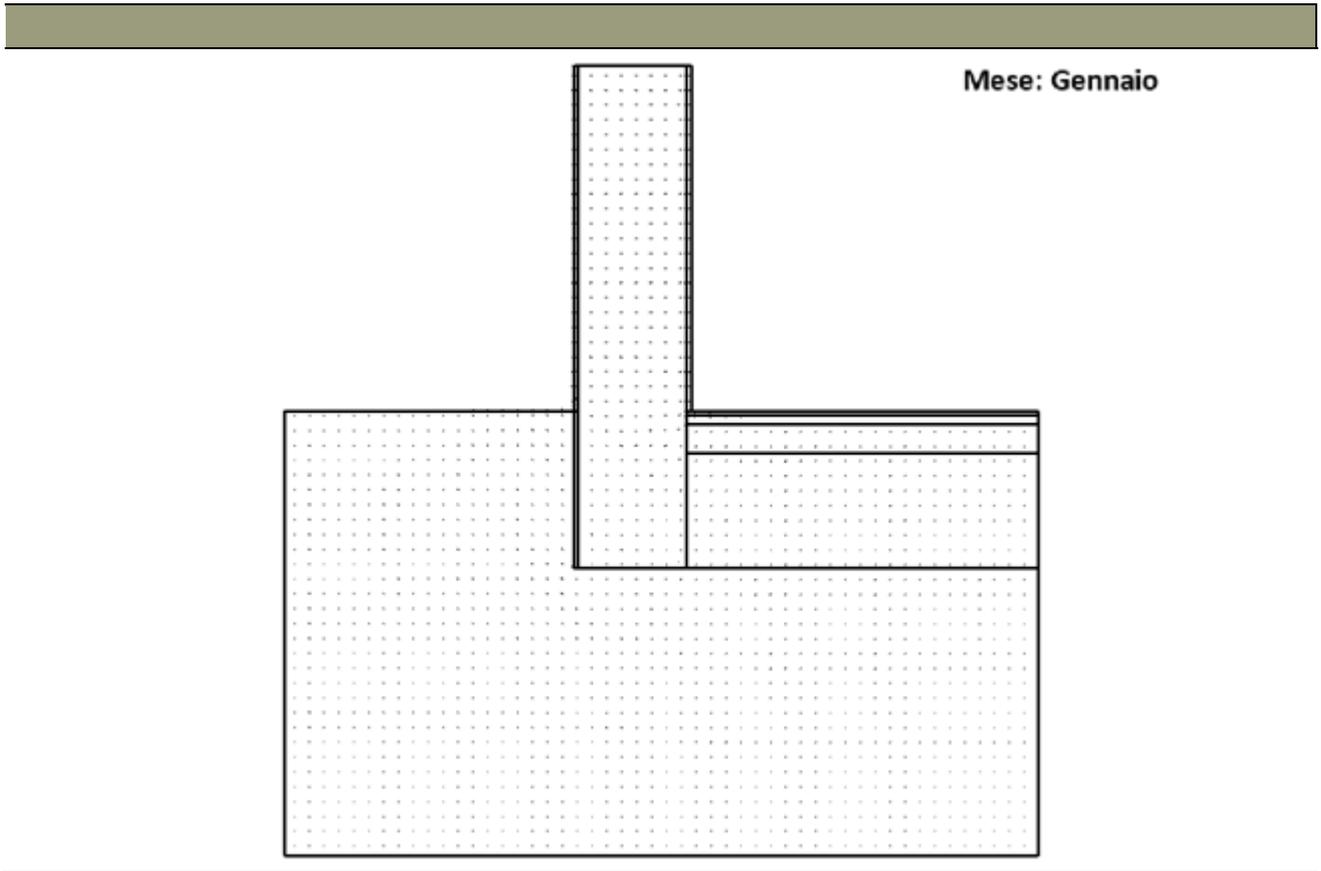


## STRATIGRAFIE

CTR3 - Pavimento interno [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
8	Pavimentazione	1.50
7	Malta di cemento	3.00
6	Calcestruzzo ordinario	10.00
9	Ghiaione-ciottoli di fiume	40.00

CTR3 - Parete interna [2]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
5	Intonaco interno	1.50
4	Mattone pieno 1.1.02 (c) 375	37.50
3	Intonaco esterno	1.50

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



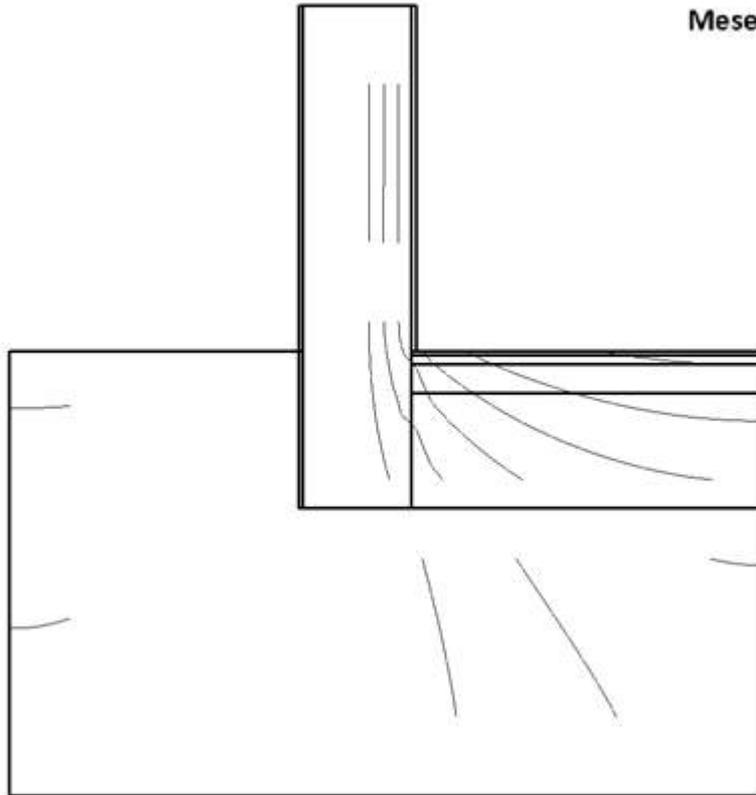
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]

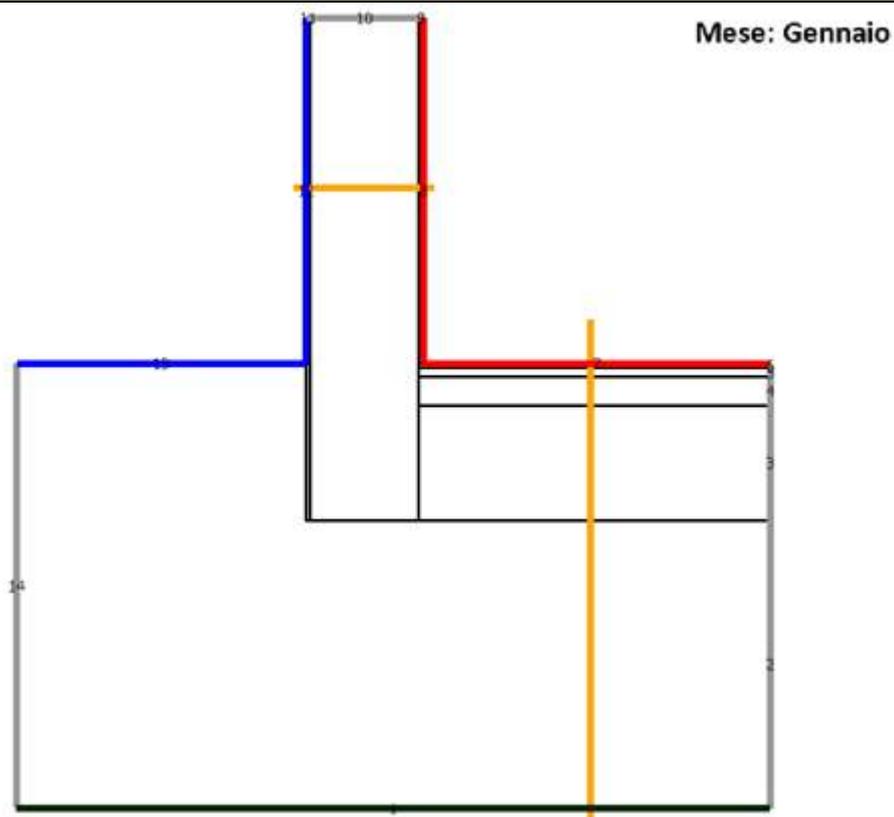
- 20.00
- 19.26
- 18.52
- 17.79
- 17.05
- 16.31
- 15.57
- 14.83
- 14.10
- 13.36
- 12.62
- 11.88
- 11.14
- 10.41

Mese: Gennaio



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Adiabatica terreno orizzontale		
2	Adiabatica		
3	Adiabatica		
4	Adiabatica		
5	Adiabatica		
6	Adiabatica		
7	Interna	0.17	20.0
8	Interna	0.13	
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Esterna	0.04	20.0
13	Esterna	0.04	20.0
14	Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>22.462</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>2.341</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.285</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.439</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>2.81</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.40</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>20.070</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>18.649</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>16.80</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>5.900</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.666
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	17.86	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	16.93	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	16.80	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	16.30	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	16.76	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.6661</b>	>		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: PIL004

Categoria	Pilastrì
-----------	----------

### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

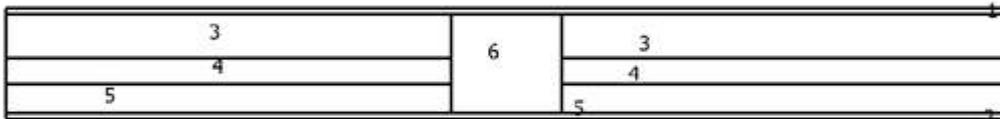
CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Intonaco esterno	0.900
2	Intonaco interno	0.700
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	0.631
4	Intercapedine aria ver. 70 mm	0.455
5	Mattoni forati 8	0.400
6	Calcestruzzo armato	1.910

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



**Mese: Gennaio**



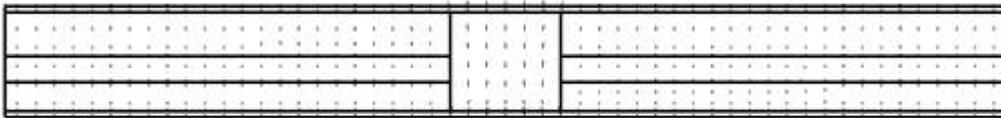
## STRATIGRAFIE

PIL004 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
2	Intonaco interno	1.50
5	Mattoni forati 8	8.00
4	Intercapedine aria ver. 70 mm	7.00
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	12.00
1	Intonaco esterno	1.50

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



**Mese: Gennaio**



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



Temperatura [°C]

Mese: Gennaio

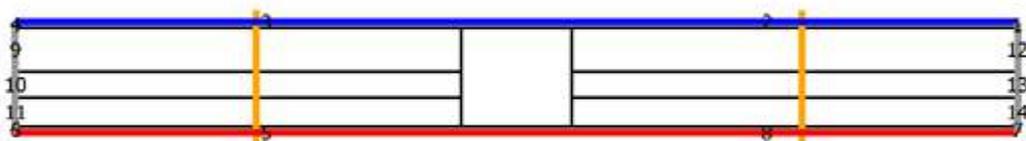
- 20.00
- 19.26
- 18.52
- 17.79
- 17.05
- 16.31
- 15.57
- 14.83
- 14.10
- 13.36
- 12.62
- 11.88
- 11.14
- 10.41



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Adiabatica		
2	Esterna	0.04	20.0
3	Esterna	0.04	20.0
4	Adiabatica		
5	Interna	0.13	
6	Adiabatica		
7	Adiabatica		
8	Interna	0.13	
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Adiabatica		
13	Adiabatica		
14	Adiabatica		

Mese: Gennaio



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>32.961</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>3.435</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.507</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.507</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>2.70</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.70</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>29.703</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>29.703</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>15.19</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.499
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	16.80	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	15.40	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	15.19	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	14.44	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	15.14	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.4991</b>	>	<b>0.5339</b>	<b>X</b>
<b>Legenda: V = verificato - X = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe</b>						

## PONTE TERMICO: SER005

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

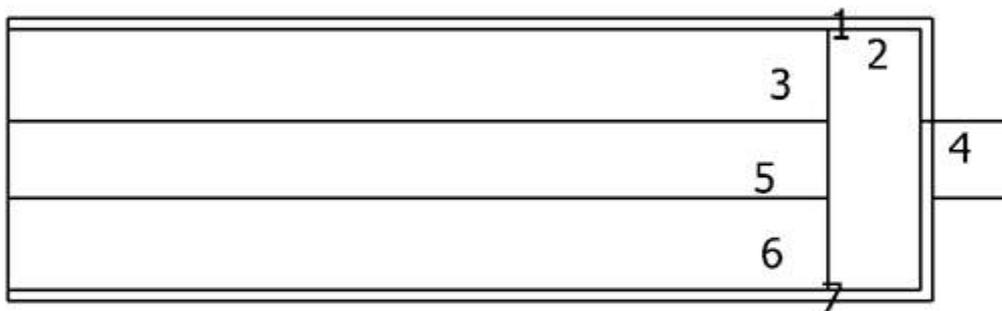
CODICE	MATERIALE	$\lambda$
		[W/(mK)]
1	Intonaco esterno	0.900
2	Mattoni forati 12	0.387
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	0.631
4	Quercia-flusso parallelo	0.320
5	Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
6	Mattone forato 1.1.19 80	0.400
7	Intonaco interno	0.700

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



Mese: Gennaio



## STRATIGRAFIE

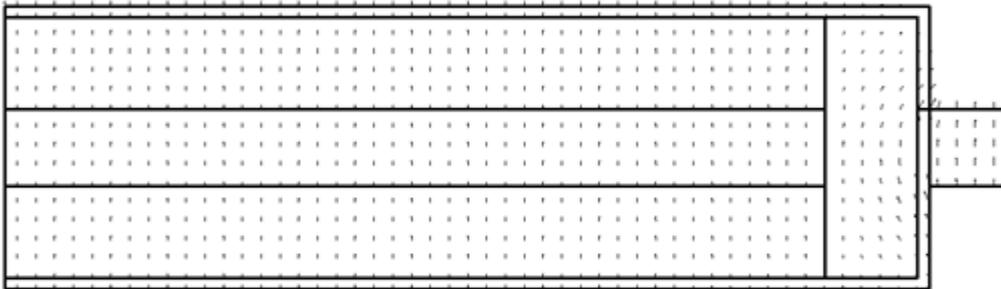
SER005 - Parete interna [1]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
7	Intonaco interno	1.50
6	Mattone forato 1.1.19 80	12.00
5	Intercapedine aria PAR. 50mm	10.00
3	Matt. semipieno 1.1.03 (a) 120	12.00
1	Intonaco esterno	1.50

SER005 - Parete interna [2]		
CODICE	MATERIALE	S
		[cm]
4	Quercia-flusso parallelo	10.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



**Mese: Gennaio**



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

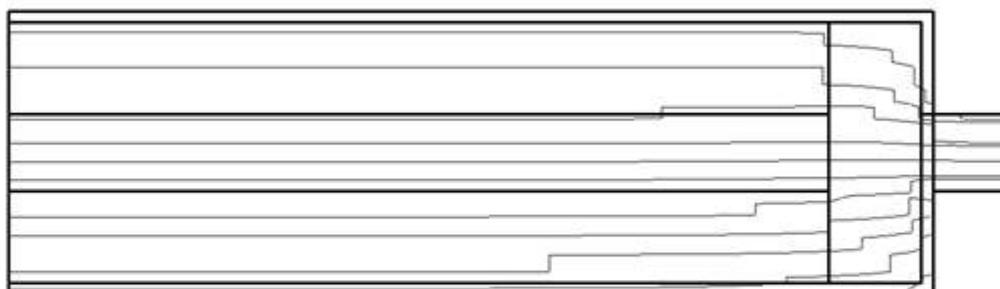
In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



Temperatura [°C]

Mese: Gennaio

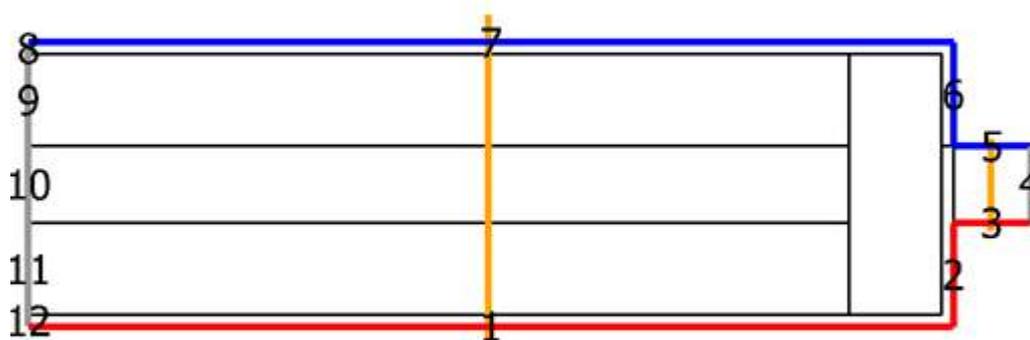
- 20.00
- 19.26
- 18.52
- 17.79
- 17.05
- 16.31
- 15.57
- 14.83
- 14.10
- 13.36
- 12.62
- 11.88
- 11.14
- 10.41



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine			
CODICE	DESCRIZIONE	R	T
		[(m <sup>2</sup> K)/W]	[°C]
1	Interna	0.13	
2	Interna	0.13	
3	Interna	0.13	
4	Adiabatica		
5	Esterna	0.04	20.0
6	Esterna	0.04	20.0
7	Esterna	0.04	20.0
8	Adiabatica		
9	Adiabatica		
10	Adiabatica		
11	Adiabatica		
12	Adiabatica		

Mese: Gennaio



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	12.924
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	1.347
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0.684
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0.083
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	1.67
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	1.30
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	18.096
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	12.204
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	16.03
U critica	U	[W/m²K]	3.589

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.586
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	17.35	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	16.20	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	16.03	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	15.41	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	15.99	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.5863</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						



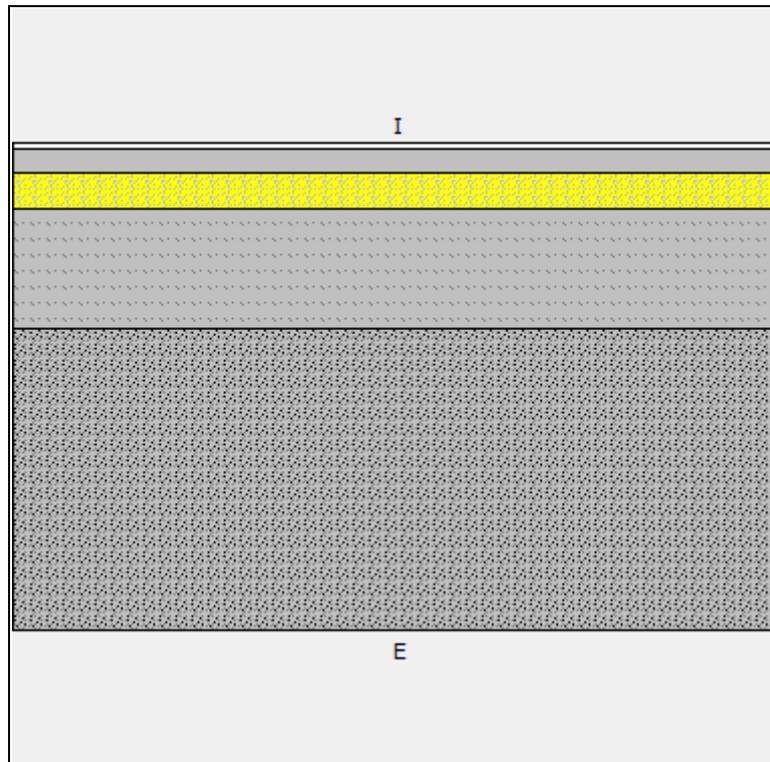
**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA  
DELLE STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 6946:2018)**

# CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
SPESSORE	<b>s</b>	[cm]
CONDUTTIVITÀ INDICATIVA DI RIFERIMENTO	<b><math>\lambda</math></b>	[W/(m · K)]
MAGGIORAZIONE PERCENTUALE	<b>m</b>	[%]
CONDUTTIVITÀ UTILE DI CALCOLO	<b><math>\lambda_m</math></b>	[W/(m · K)]
RESISTENZA TERMICA UNITARIA INTERNA (INVERSO DELLA CONDUTTANZA)	<b>R</b>	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
MASSA VOLUMICA DELLO STRATO. DENSITÀ.	<b>D</b>	[kg/m <sup>3</sup> ]
MASSA AREICA DELLO STRATO	<b>Ds</b>	[kg/m <sup>2</sup> ]
CAPACITÀ TERMICA MASSICA DEL MATERIALE DELLO STRATO	<b>CT</b>	[kJ/(kg · K)]
RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE	<b><math>\mu</math></b>	[-]

## STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO

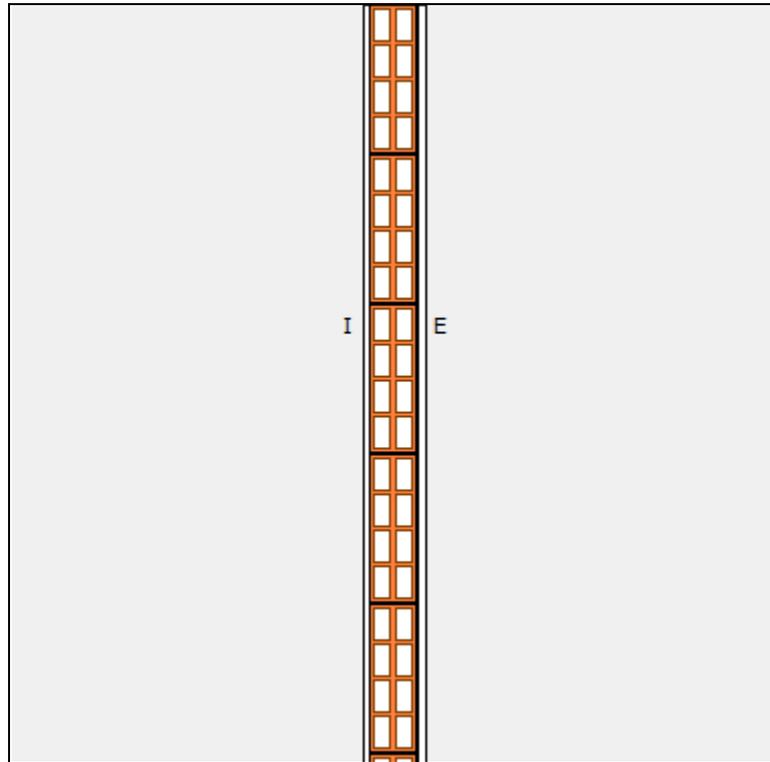


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in cotto	1	0.72	0	0.72	0.014	1800	18.00	0.84	7
Sottofondo in cls magro	4	0.93	0	0.93	0.043	2200	88.00	0.88	70
Isolante 15	6	0.034	0	0.034	1.765	30	1.80	0.85	5000
Calcestruzzo ordinario	20	1.28	0	1.28	0.156	2200	440.00	0.88	70
Ciottoli e pietre frantumate	50	0.7	0	0.7	0.714	1500	750.00	0.84	5
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>81</b>				<b>2.902</b>		<b>1297.8</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.345		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.345		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.345</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.380</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: DIVISORIO10

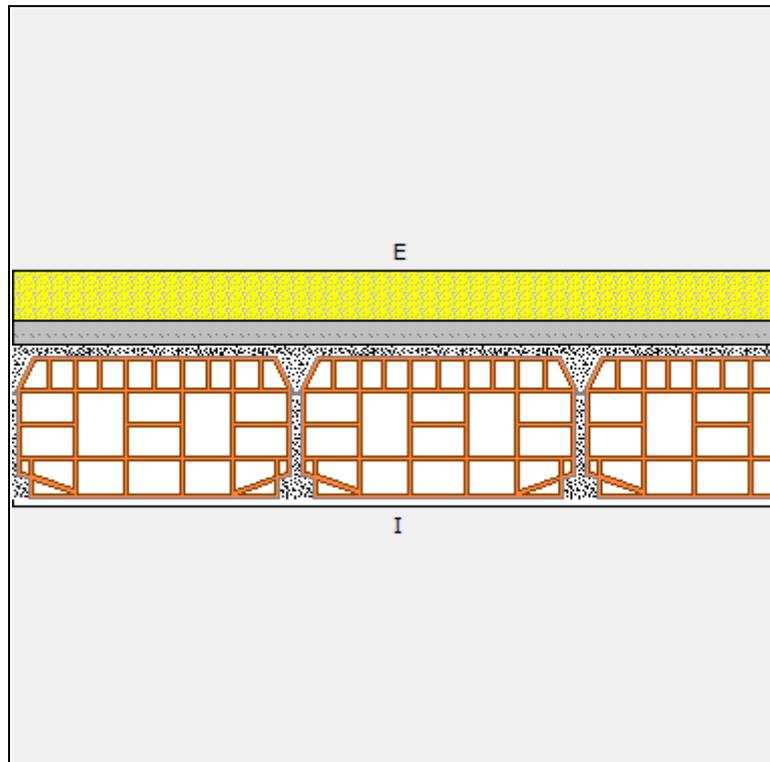


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>10</b>				<b>0.528</b>		<b>74</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.890		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.890		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>1.890</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA

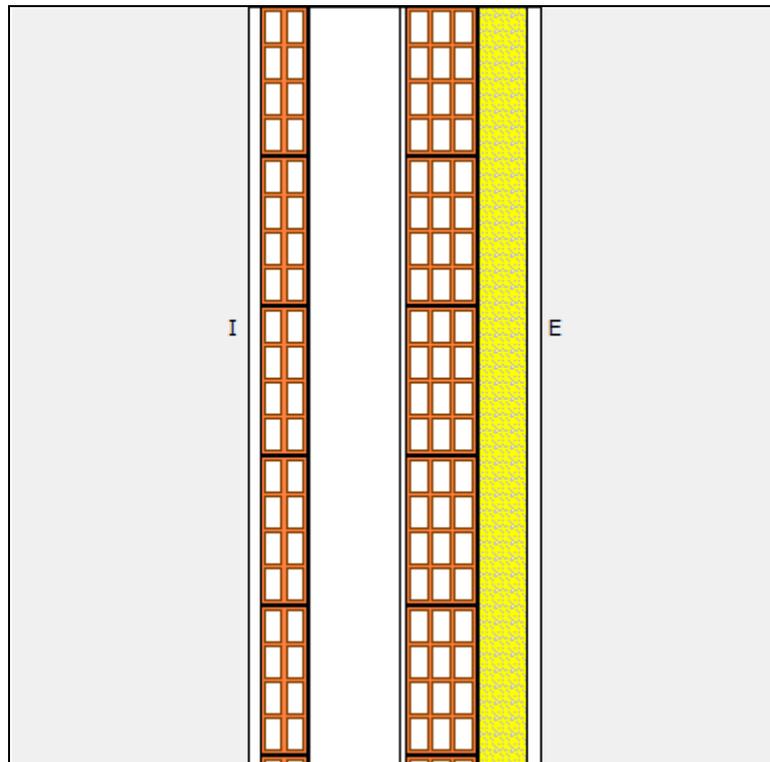


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.100				
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	4	0.15	0	0.15	0.267	400	16.00	1	20
Isolante 15	8	0.034	0	0.034	2.353	30	2.40	0.85	5000
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>39</b>				<b>3.162</b>		<b>255.32</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.316		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.316		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.316</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.330</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PARETE ES INTONACO

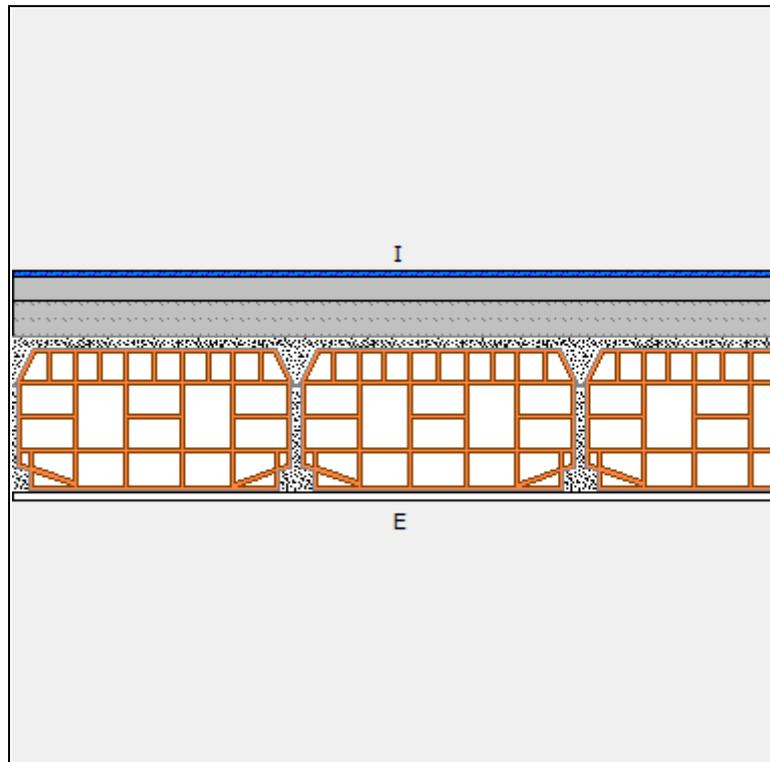


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Intercapedine aria PAR. 50mm	15	0.375	0	0.375	0.400	1	0.15	1	1
Malta di cemento (rinzafo)	1	1.4	0	1.4	0.007	2000	20.00	0.84	30
Mattone forato 1.1.21 120	12			0.386	0.311	717	86.04	0.92	9
Isolante I5	8	0.034	0	0.034	2.353	30	2.40	0.85	5000
Malta di calce o calce cemento	2	0.9	0	0.9	0.022	1800	36.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>48</b>				<b>3.485</b>		<b>242.59</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.287		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.287		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.287</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.340</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PAVIMENTO INTERPIANO



## Stratigrafia

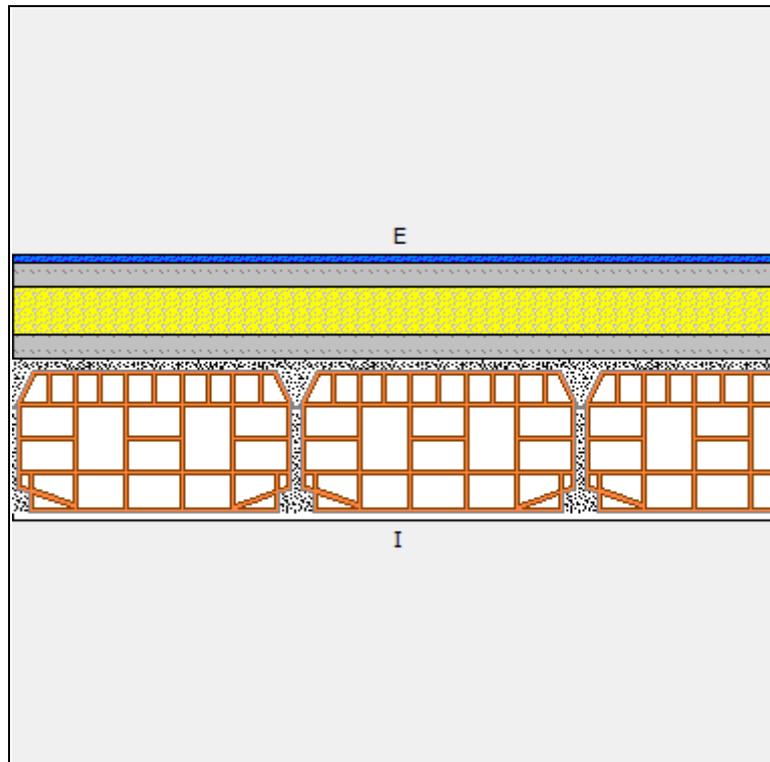
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.170				
Piastrelle in ceramica	1	1	0	1	0.010	2300	23.00	0.84	200
Sottofondo in cls magro	4	0.93	0	0.93	0.043	2200	88.00	0.88	70
Calcestruzzo ordinario	6	1.28	0	1.28	0.047	2200	132.00	0.88	70
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Strato liminare esterno					0.170				
<b>TOTALI</b>	<b>38</b>				<b>0.842</b>		<b>479.92</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.188		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		1.188		

## VERIFICHE DI LEGGE

## Confronto con i valori limite

La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>1.188</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PAVIMENTO TERRAZZA

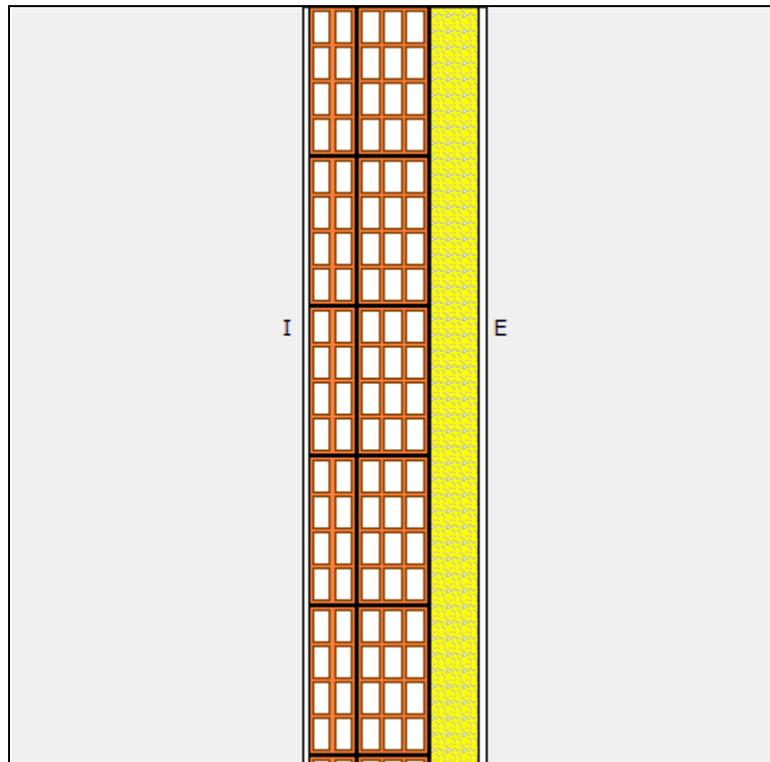


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.100				
Malta di calce o calce cemento	1	0.9	0	0.9	0.011	1800	18.00	0.91	20
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	26			0.666	0.391	842	218.92	0.92	9
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	4	0.15	0	0.15	0.267	400	16.00	1	20
Isolante 15	8	0.034	0	0.034	2.353	30	2.40	0.85	5000
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	4	0.15	0	0.15	0.267	400	16.00	1	20
Piastrelle in ceramica	1	1	0	1	0.010	2300	23.00	0.84	200
Strato liminare esterno					0.040				
<b>TOTALI</b>	<b>44</b>				<b>3.439</b>		<b>294.32</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.291			
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.291			

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.291</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.330</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: DIVISORIO 10 –VS NON RISCALDATO

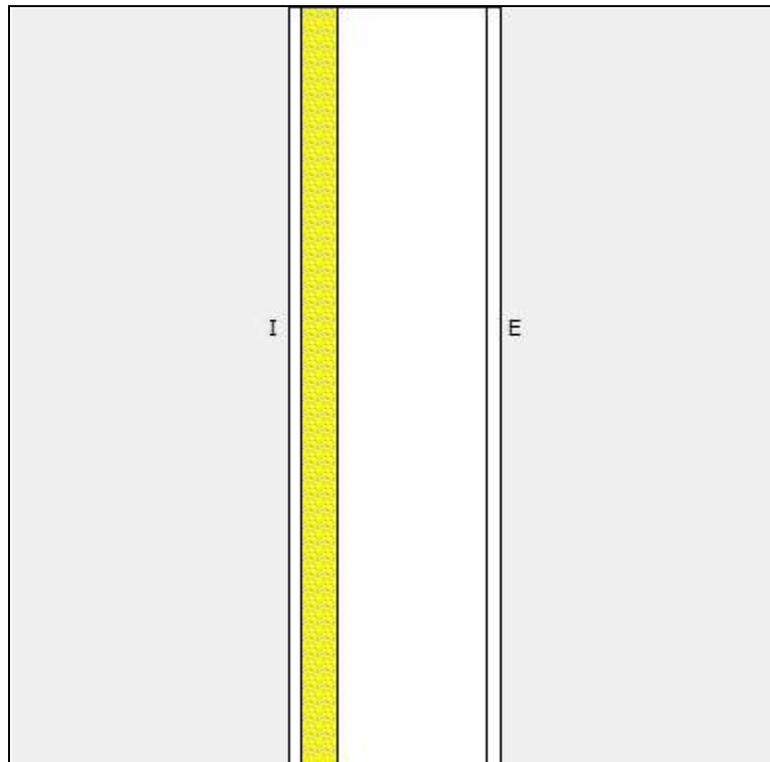


Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Mattone forato 1.1.19 80	8			0.4	0.200	775	62.00	0.92	9
Mattone forato 1.1.21 120	12			0.386	0.311	717	86.04	0.92	9
Isolante 15	8	0.034	0	0.034	2.353	30	2.40	0.85	5000
Malta di gesso per intonaci	1	0.29	0	0.29	0.034	600	6.00	0.84	8
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>30</b>				<b>3.192</b>		<b>162.44</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.313		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.313		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.313</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

## STRUTTURA: PARETE CT



Stratigrafia									
Descrizione materiale	s	$\lambda$	m	$\lambda_m$	R	D	DS	CT	$\mu$
	[cm]	[W/(m·K)]	[%]	[W/(m·K)]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kJ/(kg·K)]	[-]
Aria ambiente									
Strato liminare interno					0.130				
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Isolante 15	6	0.034	0	0.034	1.765	30	1.80	0.85	5000
Blocco semipieno 1.2.26/2 245	24.5			0.252	0.971	726	177.87	0.92	9
Intonaco di calce e gesso	2	0.7	0	0.7	0.029	1400	28.00	0.84	10
Strato liminare esterno					0.130				
<b>TOTALI</b>	<b>34.5</b>				<b>3.054</b>		<b>235.67</b>		
<b>Trasmittanza teorica</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.328		
<b>Incremento di sicurezza</b>					[%]				
<b>Trasmittanza adottata</b>					[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		0.328		

## VERIFICHE DI LEGGE

Confronto con i valori limite		
La struttura opaca è del tipo	<b>Verticale</b>	
Trasmittanza calcolata della struttura	<b>0.328</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza	<b>0.800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

**CALCOLO DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE  
E DELLA CONDENSA INTERSTIZIALE  
DI STRUTTURE EDILIZIE  
(UNI EN ISO 13788:2013)**

# CARATTERISTICHE IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
FATTORE DI RESISTENZA IGROSCOPICA	$\mu$	[-]
RESISTENZA TERMICA SPECIFICA	<b>R</b>	$[(m^2 \cdot K)/W]$
SPESSORE DELLO STRATO CORRENTE	<b>S</b>	[cm]
TEMPERATURA	$\theta$	[°C]
UMIDITA'	$\varphi$	[%]
PRESSIONE	<b>p</b>	[Pa]
FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA	<b>f<sub>Rsi</sub></b>	[-]
FLUSSO DI VAPORE CONDENSATO	<b>g<sub>c</sub></b>	$[g/m^2]$
MASSA DI VAPORE PER UNITÀ DI SUPERFICIE ACCUMULATA IN CORRISPONDENZA DI UN'INTERFACCIA	<b>M<sub>a</sub></b>	$[g/m^2]$

## STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Piastrelle in cotto	7	0.014	1
Sottofondo in cls magro	70	0.043	4
Isolante 15	5000	1.765	6
Calcestruzzo ordinario	70	0.156	20
Ciottoli e pietre frantumate	5	0.714	50
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.9162</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>81</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.

La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

## CONDIZIONI AL CONTORNO

			ESTERNE
Temperature esterne	[°C]		Medie mensili
Umidità relativa esterna	[°C]		Medie mensili
			INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]		20.0
Umidità relativa interna	[%]		55.00

## PRESCRIZIONI NORMATIVE

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Febbraio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.9162</b>	≥	<b>0.4669</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	10.4	20.0	970	1285	14.1	1607	<b>0.3836</b>
Febbraio	8.9	20.0	760	1285	14.1	1607	<b>0.4669</b>
Marzo	10.3	20.0	820	1285	14.1	1607	<b>0.3899</b>
Novembre	13.6	20.0	1150	1285	14.1	1607	<b>0.0751</b>
Dicembre	10.8	20.0	930	1285	14.1	1607	<b>0.3568</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$Ma$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	10.4	20.0	76.92	55.00			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.9	20.0	66.66	55.00			<b>Asciutto</b>
Marzo	10.3	20.0	65.46	55.00			<b>Asciutto</b>
Aprile	13.9	20.0	76.83	55.00			<b>Asciutto</b>
Maggio	17.3	20.0	71.92	55.00			<b>Asciutto</b>
Giugno	21.9	21.9	61.66	55.00			<b>Asciutto</b>
Luglio	24.3	24.3	56.96	55.00			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.0	25.0	59.99	55.00			<b>Asciutto</b>
Settembre	21.4	21.4	63.97	55.00			<b>Asciutto</b>
Ottobre	18.3	20.0	77.04	55.00			<b>Asciutto</b>
Novembre	13.6	20.0	73.85	55.00			<b>Asciutto</b>
Dicembre	10.8	20.0	71.81	55.00			<b>Asciutto</b>

## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI

## Distribuzione della temperatura [°C]

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	21.9	24.3	25.0	21.4	20.0	20.0	20.0
Interno	19.2	19.1	19.2	17.7	17.9	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	19.5	19.2
1	19.2	19.0	19.1	17.6	17.9	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	19.4	19.2
2	19.0	18.9	19.0	17.6	17.9	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	19.3	19.1
3	13.3	12.3	13.3	15.2	17.5	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	15.6	13.6
4	12.8	11.7	12.8	14.9	17.5	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	15.2	13.1
5	10.5	9.1	10.4	14.0	17.3	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	13.7	10.9
Esterno	10.5	9.1	10.4	14.0	17.3	21.9	24.3	25.0	21.4	18.3	13.7	10.9

## Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]

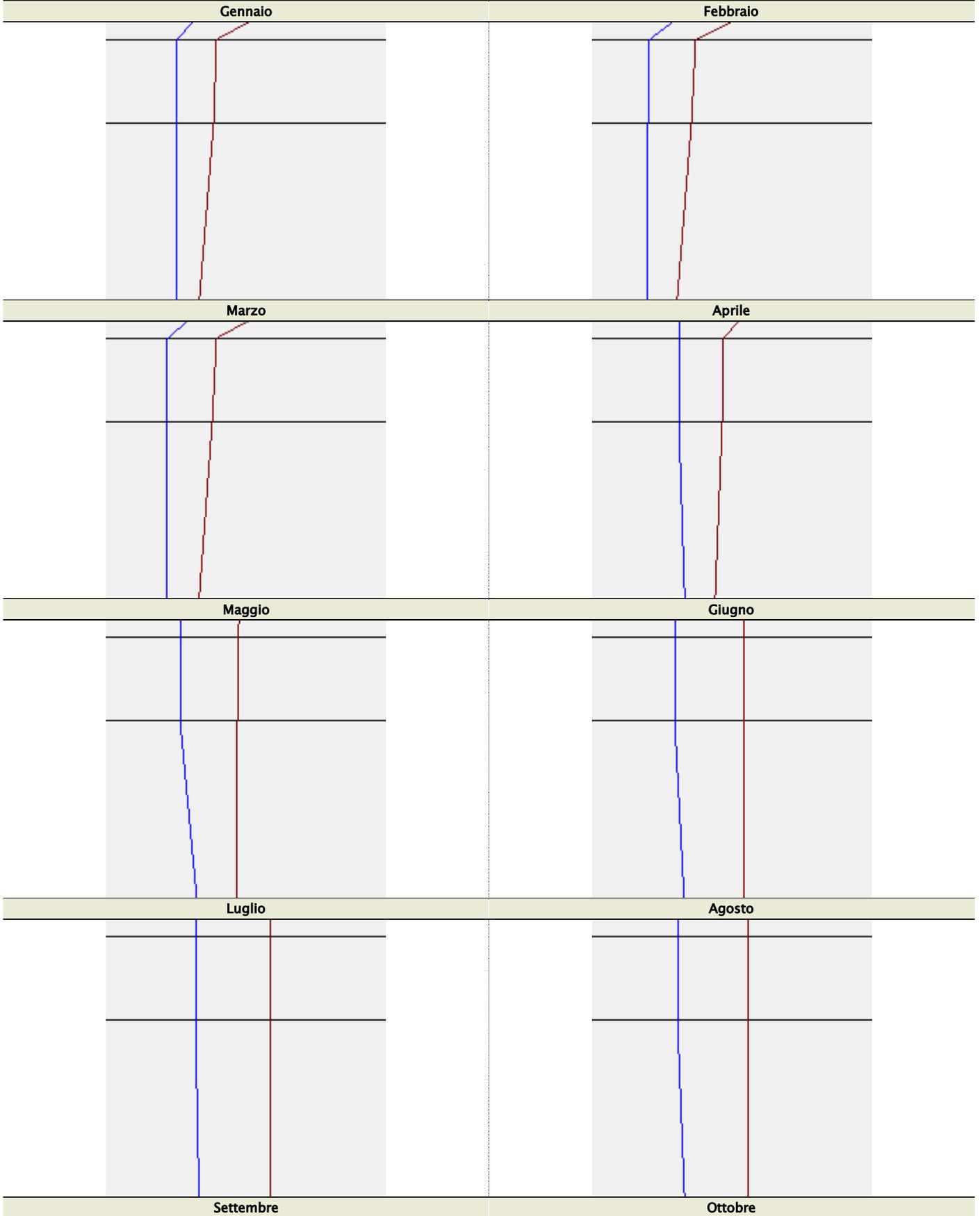
Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1285	1285	1285	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1285	1285
Interno	1285	1285	1285	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1285	1285
1	1285	1285	1285	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1285	1285
2	1282	1281	1281	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1284	1282
3	986	787	844	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1157	948
4	972	764	824	1135	1135	1445	1671	1742	1402	1157	1151	933
5	970	760	820	1220	1420	1620	1730	1900	1630	1620	1150	930
Esterno	970	760	820	1220	1420	1620	1730	1900	1630	1620	1150	930

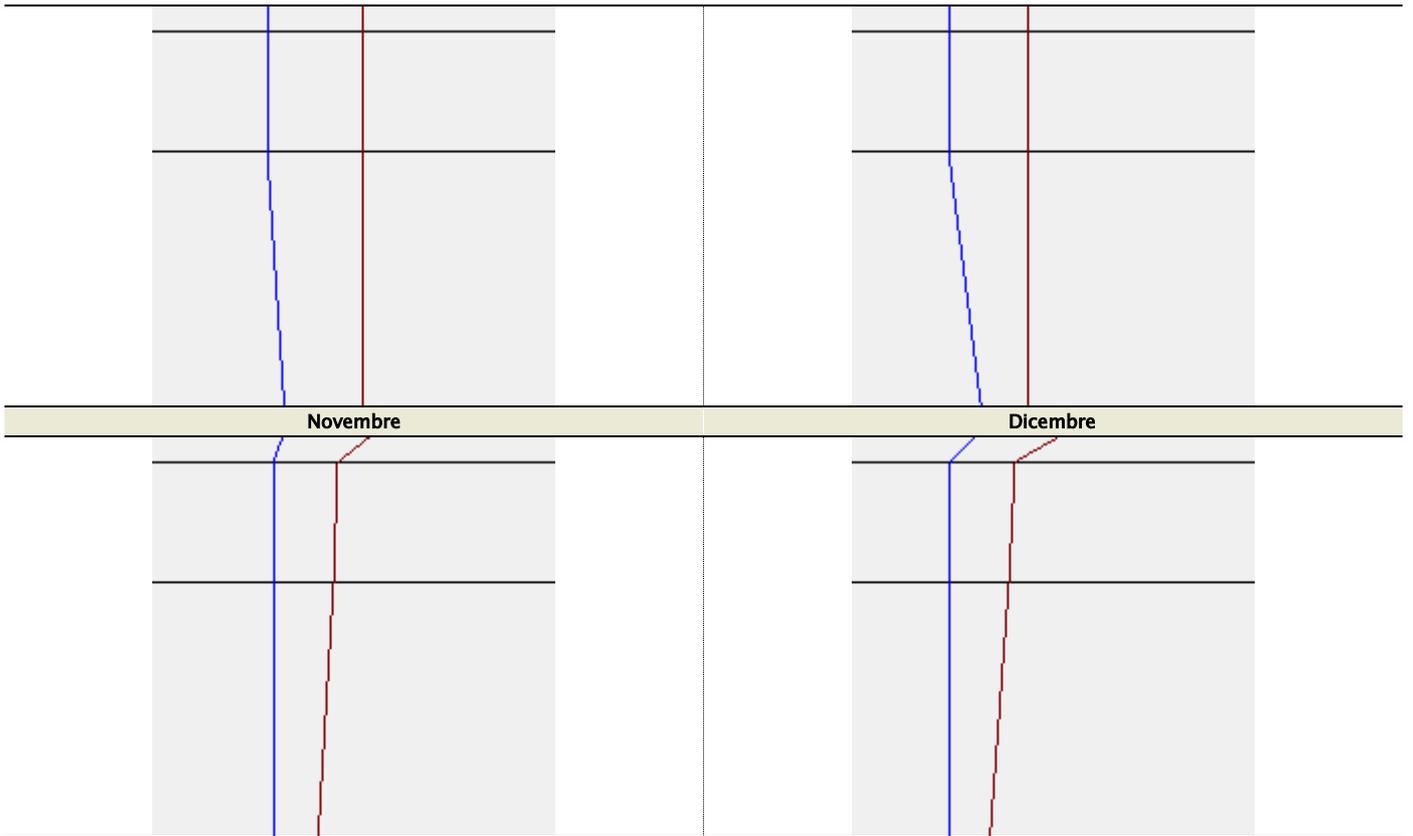
## Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2627	3037	3167	2548	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2063	2627	3037	3167	2548	2103	2337	2337
1	2217	2199	2216	2016	2055	2627	3037	3167	2548	2103	2256	2222
2	2198	2177	2196	2009	2054	2627	3037	3167	2548	2103	2243	2204
3	1530	1429	1523	1722	2001	2627	3037	3167	2548	2103	1767	1558
4	1481	1375	1473	1698	1997	2627	3037	3167	2548	2103	1729	1510
5	1261	1140	1253	1588	1974	2627	3037	3167	2548	2103	1557	1295
Esterno	1261	1140	1253	1588	1974	2627	3037	3167	2548	2103	1557	1295

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**





**STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA**

<b>Stratigrafia</b>			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.011	1
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	9	0.391	26
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	20	0.267	4
Isolante 15	5000	2.353	8
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.9245</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>39</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio.

La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

			ESTERNE
Temperature esterne	[°C]		<b>Medie mensili</b>
Umidità relativa esterna	[°C]		<b>Medie mensili</b>
			INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]		<b>20.0</b>
Umidità relativa interna	[%]		<b>53.68</b>
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)			<b>Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati</b>
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]		<b>0.002</b>

**PRESCRIZIONI NORMATIVE**

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
<b>RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE</b>		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

Verifica della condensa superficiale						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.9245</b>	≥	<b>0.3622</b>	<b>✓</b>
Legenda: <b>✓</b> = verificato - <b>✗</b> = non verificato						

Verifica della condensa interstiziale						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
Legenda: <b>✓</b> = verificato - <b>✗</b> = non verificato						

## RISULTATI MENSILI

Calcolo del fattore di temperatura							
Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7.6	20.0	923	1128	12.1	1410	<b>0.3622</b>
Febbraio	8.7	20.0	875	1071	11.3	1339	<b>0.2302</b>
Novembre	12.6	20.0	1218	1381	15.2	1726	<b>0.3504</b>
Dicembre	8.9	20.0	929	1124	12.0	1405	<b>0.2821</b>

Calcolo della condensa interstiziale							
Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7.6	20.0	88.45	48.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.7	20.0	77.80	45.82			<b>Asciutto</b>
Marzo	11.4	20.0	66.44	45.71			<b>Asciutto</b>
Aprile	14.7	20.0	66.06	60.57			<b>Asciutto</b>
Maggio	18.5	20.0	67.20	72.50			<b>Asciutto</b>
Giugno	22.9	22.9	65.76	69.34			<b>Asciutto</b>
Luglio	25.7	25.7	56.61	59.64			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.3	25.3	64.15	67.25			<b>Asciutto</b>
Settembre	22.4	22.4	67.16	70.85			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17.4	20.0	72.85	76.07			<b>Asciutto</b>
Novembre	12.6	20.0	83.50	59.07			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8.9	20.0	81.55	48.09			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.9	25.7	25.3	22.4	20.0	20.0	20.0
Interno	19.1	19.1	19.4	17.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	18.0	19.4	19.2
1	19.0	19.1	19.3	17.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	18.0	19.4	19.1
2	17.6	17.8	18.3	17.4	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.5	17.8
3	16.6	16.9	17.6	17.1	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	17.9	16.9
4	7.7	8.8	11.5	14.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.7	9.0
Esterno	7.7	8.8	11.5	14.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.7	9.0

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
Interno	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
1	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1124
2	1127	1070	1067	1249	1542	1935	1968	2167	1918	1568	1380	1123
3	1127	1069	1067	1248	1542	1934	1968	2167	1918	1568	1379	1122
4	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

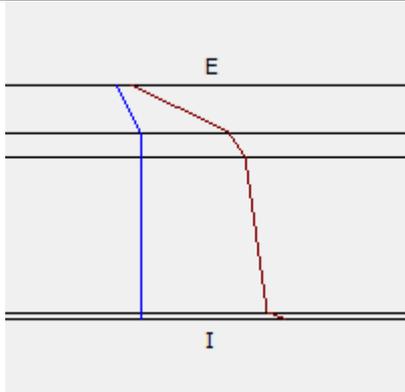
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2129	2791	3300	3223	2708	2063	2337	2337
1	2199	2211	2241	2029	2129	2791	3300	3223	2708	2057	2254	2213
2	2006	2034	2103	1980	2129	2791	3300	3223	2708	2048	2134	2039
3	1883	1920	2013	1947	2129	2791	3300	3223	2708	2041	2056	1927
4	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

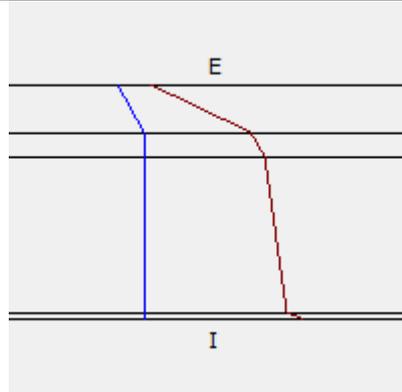
## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**

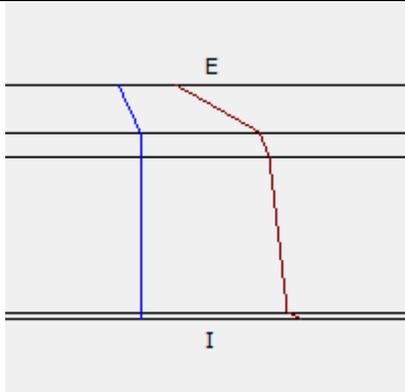
**Gennaio**



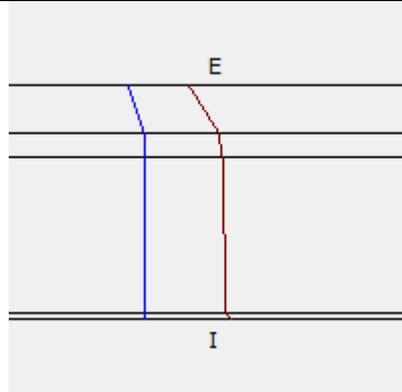
**Febbraio**



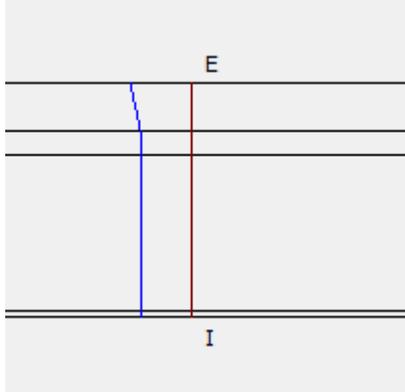
**Marzo**



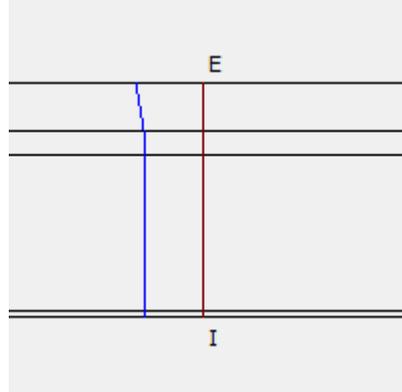
**Aprile**



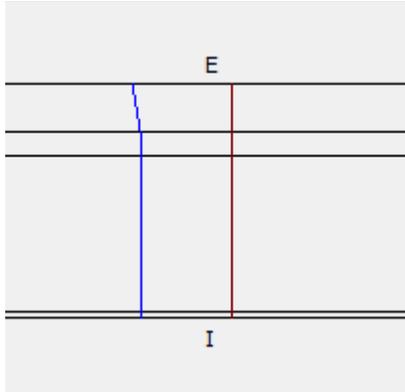
**Maggio**



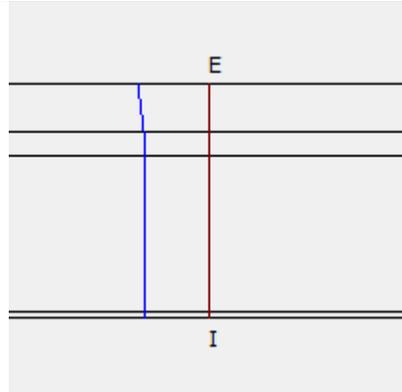
**Giugno**



**Luglio**

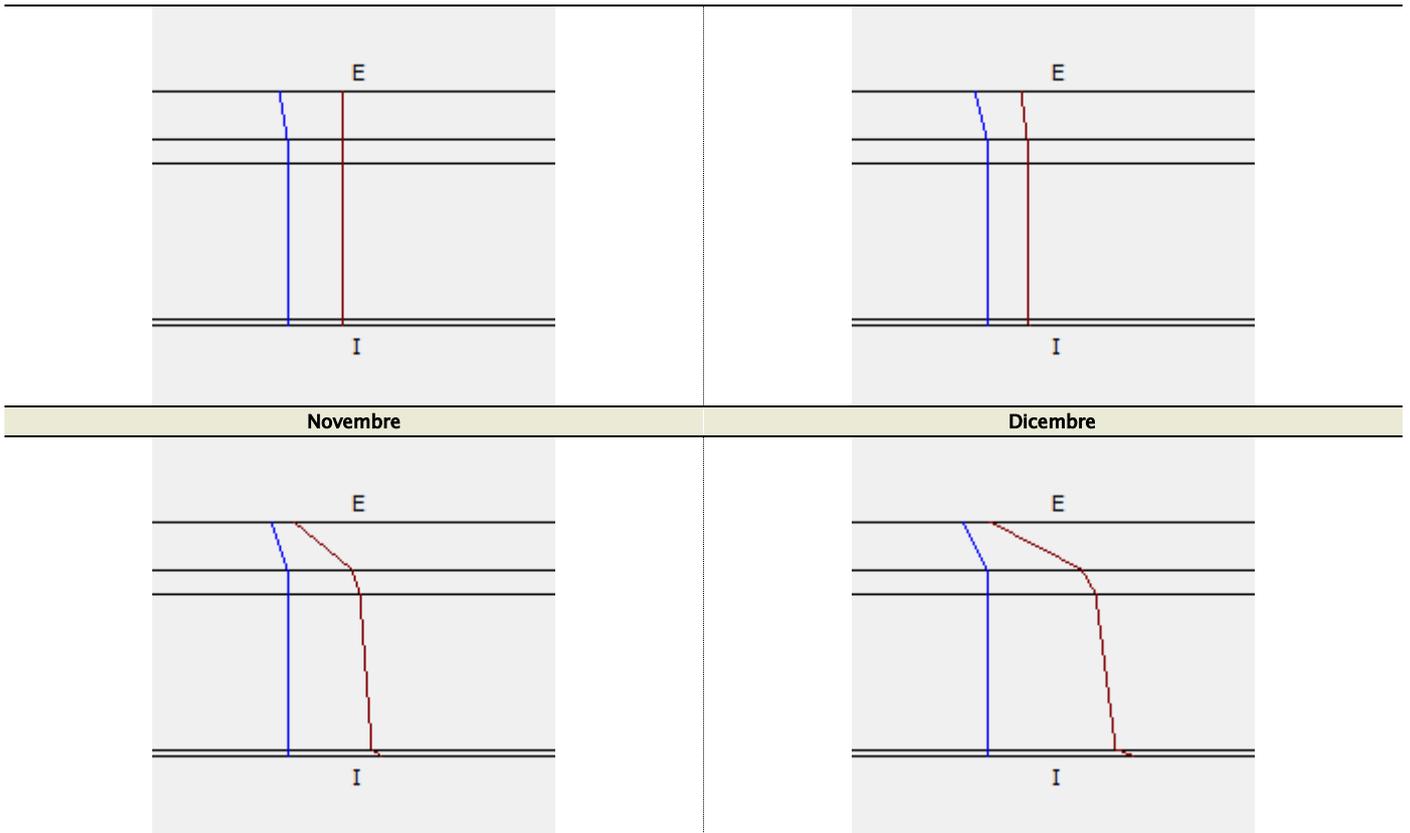


**Agosto**



**Settembre**

**Ottobre**



**STRUTTURA: PARETE ES INTONACO**

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.022	2
Mattone forato 1.1.19 80	9	0.2	8
Intercapedine aria PAR. 50mm	1	0.4	15
Malta di cemento (rinzafo)	30	0.007	1
Mattone forato 1.1.21 120	9	0.311	12
Isolante I5	5000	2.353	8
Malta di calce o calce cemento	20	0.022	2
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.9307</b>	<b>TOTALI(*)</b>	<b>3.485</b>
			<b>48</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio. La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

		ESTERNE
Temperature esterne	[°C]	<b>Medie mensili</b>
Umidità relativa esterna	[°C]	<b>Medie mensili</b>
		INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]	<b>20.0</b>
Umidità relativa interna	[%]	<b>53.68</b>
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)		<b>Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati</b>
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]	<b>0.002</b>

**PRESCRIZIONI NORMATIVE**

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.9307</b>	≥	<b>0.3622</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>✓</b>
<b>Legenda: ✓ = verificato - ✗ = non verificato</b>						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]
Gennaio	7.6	20.0	923	1128	12.1	1410	<b>0.3622</b>
Febbraio	8.7	20.0	875	1071	11.3	1339	<b>0.2302</b>
Novembre	12.6	20.0	1218	1381	15.2	1726	<b>0.3504</b>
Dicembre	8.9	20.0	929	1124	12.0	1405	<b>0.2821</b>

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	7.6	20.0	88.45	48.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	8.7	20.0	77.80	45.82			<b>Asciutto</b>
Marzo	11.4	20.0	66.44	45.71			<b>Asciutto</b>
Aprile	14.7	20.0	66.06	60.57			<b>Asciutto</b>
Maggio	18.5	20.0	67.20	72.50			<b>Asciutto</b>
Giugno	22.9	22.9	65.76	69.34			<b>Asciutto</b>
Luglio	25.7	25.7	56.61	59.64			<b>Asciutto</b>
Agosto	25.3	25.3	64.15	67.25			<b>Asciutto</b>
Settembre	22.4	22.4	67.16	70.85			<b>Asciutto</b>
Ottobre	17.4	20.0	72.85	76.07			<b>Asciutto</b>
Novembre	12.6	20.0	83.50	59.07			<b>Asciutto</b>
Dicembre	8.9	20.0	81.55	48.09			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	22.9	25.7	25.3	22.4	20.0	20.0	20.0
Interno	19.1	19.2	19.4	17.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	18.0	19.5	19.2
1	19.1	19.1	19.4	17.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	18.0	19.4	19.2
2	18.4	18.5	18.9	17.6	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	19.0	18.5
3	17.0	17.3	17.9	17.2	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.2	17.3
4	17.0	17.2	17.9	17.2	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.9	18.2	17.3
5	15.9	16.3	17.2	16.9	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.8	17.6	16.3
6	7.8	8.9	11.5	14.8	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.7	9.1
7	7.7	8.8	11.5	14.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.7	9.0
Esterno	7.7	8.8	11.5	14.7	18.5	22.9	25.7	25.3	22.4	17.4	12.7	9.0

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

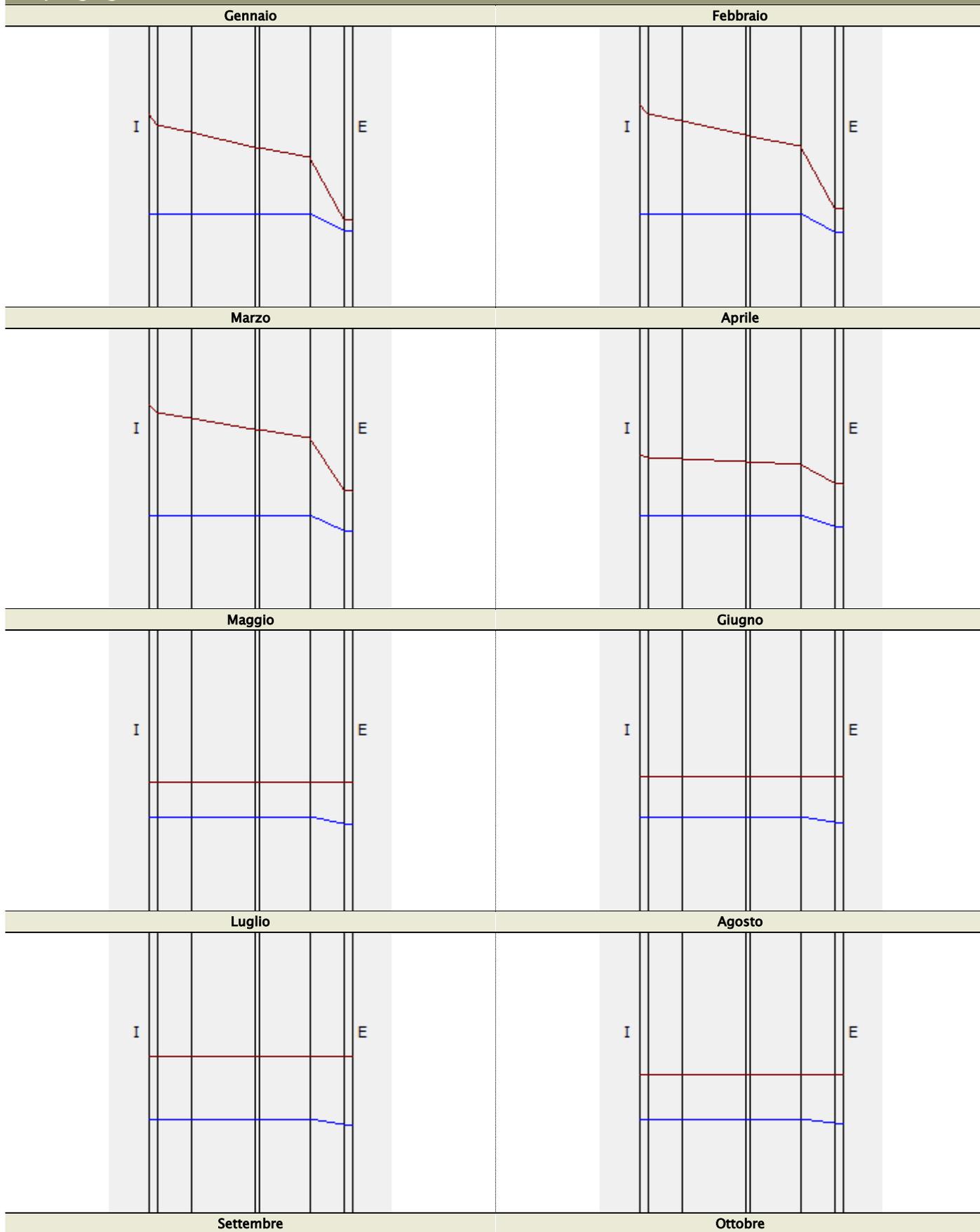
Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
Interno	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2168	1918	1569	1381	1124
1	1128	1071	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1124
2	1128	1070	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1123
3	1128	1070	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1123
4	1127	1070	1068	1249	1543	1935	1968	2167	1918	1569	1380	1123
5	1127	1070	1067	1248	1542	1935	1968	2167	1918	1568	1379	1123
6	923	875	895	1105	1431	1835	1868	2068	1818	1447	1218	930
7	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929
Esterno	923	875	895	1104	1430	1835	1868	2068	1818	1447	1218	929

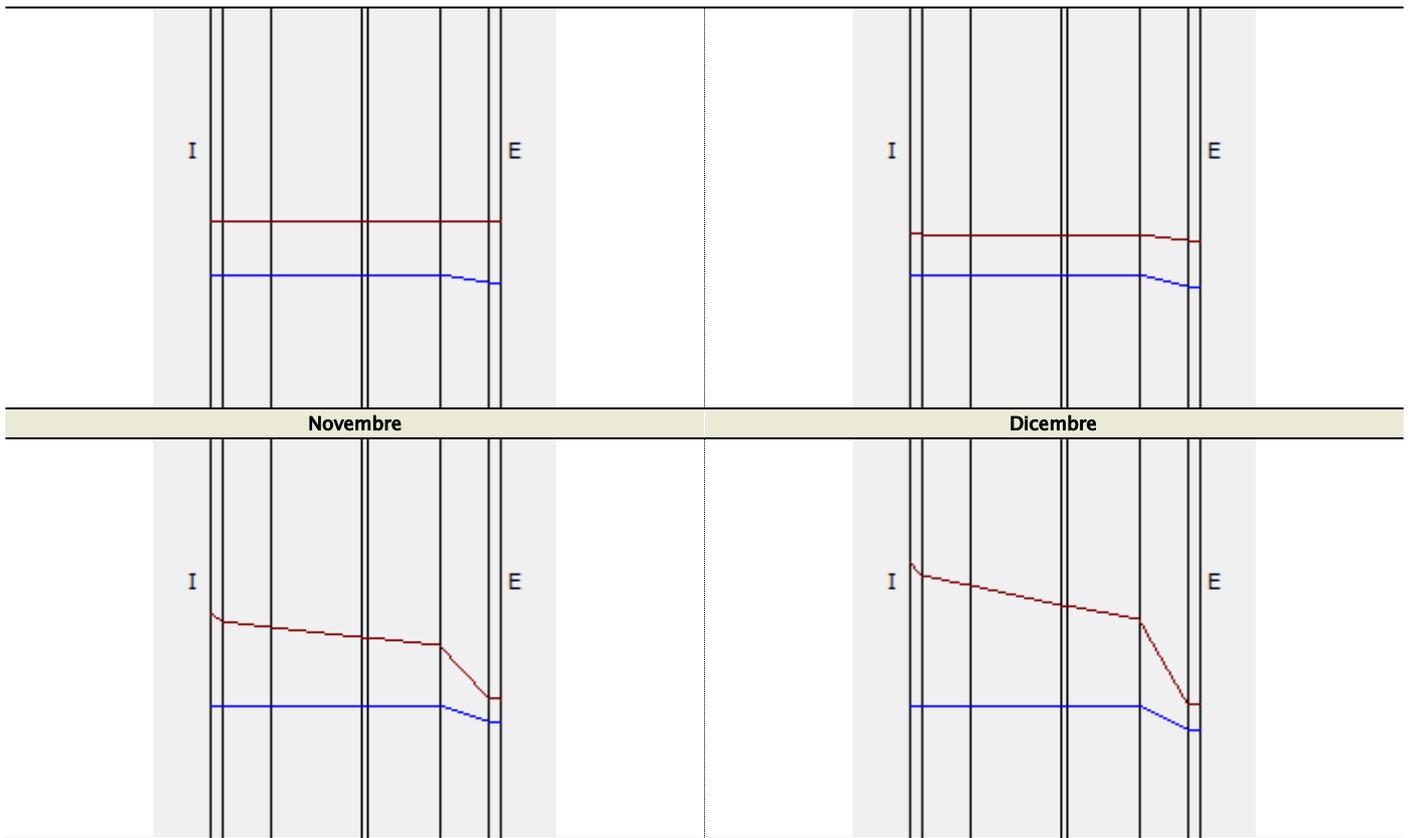
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2791	3300	3223	2708	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2063	2129	2791	3300	3223	2708	2063	2337	2337
1	2205	2216	2245	2031	2129	2791	3300	3223	2708	2057	2257	2218
2	2112	2131	2179	2007	2129	2791	3300	3223	2708	2053	2200	2135
3	1937	1970	2052	1962	2129	2791	3300	3223	2708	2044	2090	1976
4	1934	1967	2050	1961	2129	2791	3300	3223	2708	2044	2088	1973
5	1807	1849	1957	1926	2129	2791	3300	3223	2708	2037	2006	1857
6	1059	1139	1361	1678	2129	2791	3300	3223	2708	1988	1471	1155
7	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140
Esterno	1043	1124	1347	1672	2129	2791	3300	3223	2708	1986	1458	1140

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

**Riepilogo grafico dei mesi**





**STRUTTURA: PAVIMENTO TERRAZZA**

Stratigrafia			
Materiale	$\mu$	R	S
	[-]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.011	1
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	9	0.391	26
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	20	0.267	4
Isolante 15	5000	2.353	8
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	20	0.267	4
Piastrelle in ceramica	200	0.01	1
<b>Fattore di qualità</b>	<b>0.9303</b>	<b>TOTALI<sup>(*)</sup></b>	<b>3.438</b>
			<b>44</b>

(\*) Nel calcolo della resistenza termica totale sono comprese le resistenze termiche degli strati liminari interno ed esterno definite in archivio. La verifica igrometrica è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**CONDIZIONI AL CONTORNO**

		ESTERNE
Temperature esterne	[°C]	Medie mensili
Umidità relativa esterna	[°C]	Medie mensili
		INTERNE
Temperatura interna nel periodo di riscaldamento	[°C]	20.0
Umidità relativa interna	[%]	53.68
Tipo di edificio (prospetto A.1 UNI EN ISO 13788)		Magazzini per stoccaggio di materiale secco, edifici non occupati
Classe di umidità interna	[kg/m <sup>3</sup> ]	0.002

**PRESCRIZIONI NORMATIVE**

TIPO DI VERIFICA	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale	✓	
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 500 [g/m <sup>2</sup> ]	✓	
La quantità di condensato <b>è</b> limitata alla quantità rievaporabile	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE		✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato		

## VERIFICHE NORMATIVE

## Verifica della condensa superficiale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>fRsi</b>	Fattore di temperatura	[-]	<b>0.9303</b>	≥		<b>V</b>
<b>Legenda: V = verificato - X = non verificato</b>						

## Verifica della condensa interstiziale

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
<b>Ma</b>	Quantità di condensa	[g/m <sup>2</sup> ]		≤	<b>500.0</b>	<b>V</b>
<b>Legenda: V = verificato - X = non verificato</b>						

## RISULTATI MENSILI

## Calcolo del fattore di temperatura

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$p_e$	$p_i$	$\theta_{min}$	$p_{min}$	$f_{Rsi}$
	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[°C]	[Pa]	[-]

## Calcolo della condensa interstiziale

Mese	$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_e$	$\varphi_i$	$g_c$	$M_a$	Stato
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[g/m <sup>2</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]	
Gennaio	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Febbraio	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Marzo	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Aprile	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Maggio	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Giugno	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Luglio	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Agosto	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Settembre	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Ottobre	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Novembre	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>
Dicembre	20.0	20.0	65.00	69.28			<b>Asciutto</b>

**DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE E DELLE PRESSIONI****Distribuzione della temperatura [°C]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Interno	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
1	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
2	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
3	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
5	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
6	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Esterno	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0

**Distribuzione della pressione parziale del vapore [Pa]**

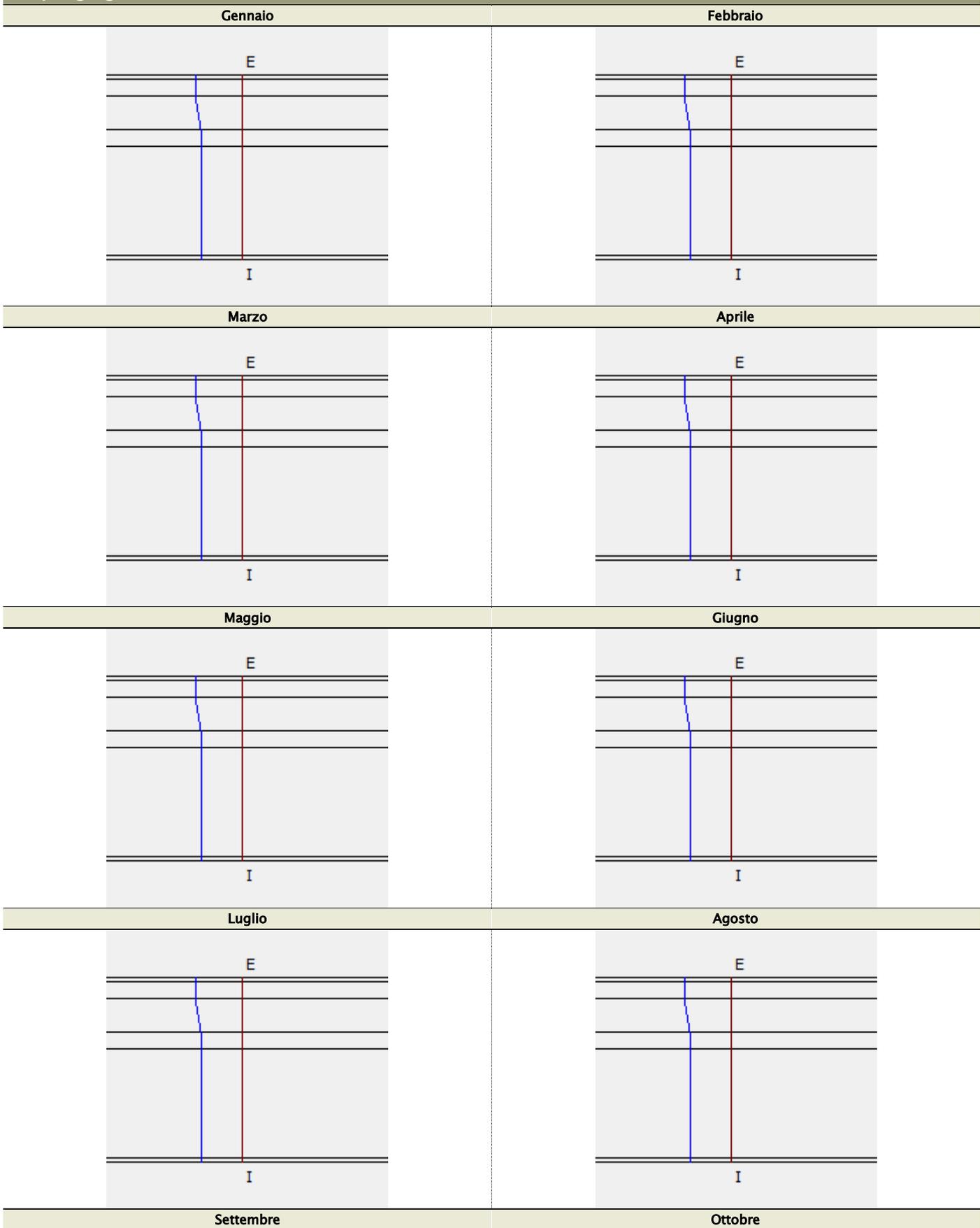
Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619
Interno	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619
1	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619	1619
2	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618
3	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618	1618
4	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520
5	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520	1520
6	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
Esterno	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519

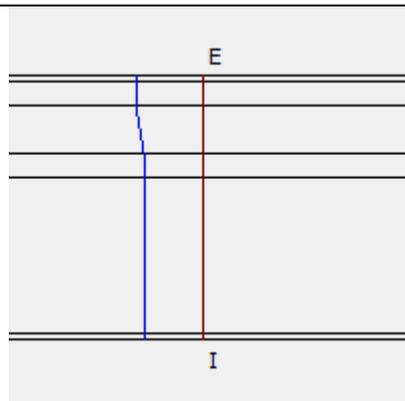
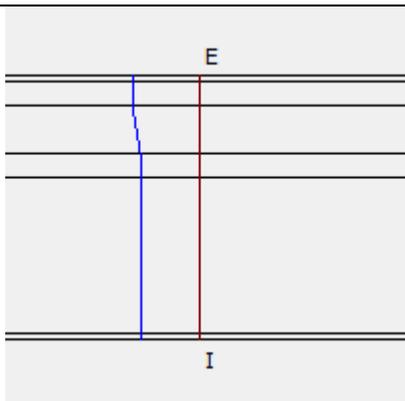
**Distribuzione della pressione di saturazione [Pa]**

Strato	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Ambiente	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
Interno	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
1	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
2	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
3	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
4	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
5	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
6	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337
Esterno	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

## GRAFICI MENSILI DELLE PRESSIONI PARZIALI E DELLE PRESSIONI DI SATURAZIONE DEL VAPORE

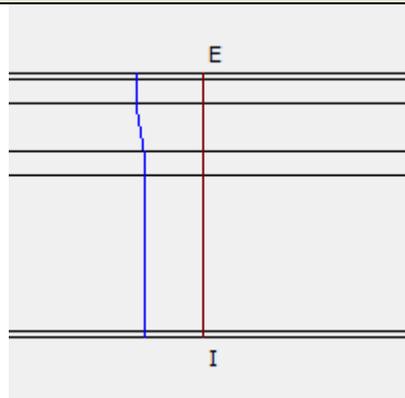
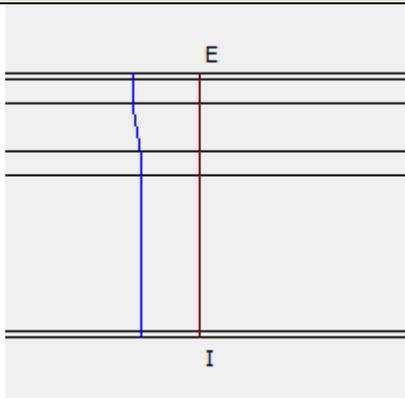
**Riepilogo grafico dei mesi**





**Novembre**

**Dicembre**



**VERIFICA DELL' INERZIA TERMICA  
(UNI EN ISO 13786:2018)**

## CARATTERISTICHE DINAMICHE DEI COMPONENTI OPACHI

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
CONDUTTIVITÀ TERMICA <sup>(*)</sup>	$\lambda$	[W/(m · K)]
SPESSORE	$d$	[cm]
CAPACITÀ TERMICA SPECIFICA	$c$	[kJ/(kg · K)]
MASSA VOLUMICA O DENSITÀ	$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE	$R$	[(m <sup>2</sup> · K)/W]
PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\delta$	[m]
RAPPORTO TRA LO SPESSORE DELLO STRATO E RELATIVA PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE PERIODICA	$\xi$	[-]

(\*) Conduttività termica comprensiva dell'eventuale fattore di maggiorazione, secondo la norma UNI EN 10351

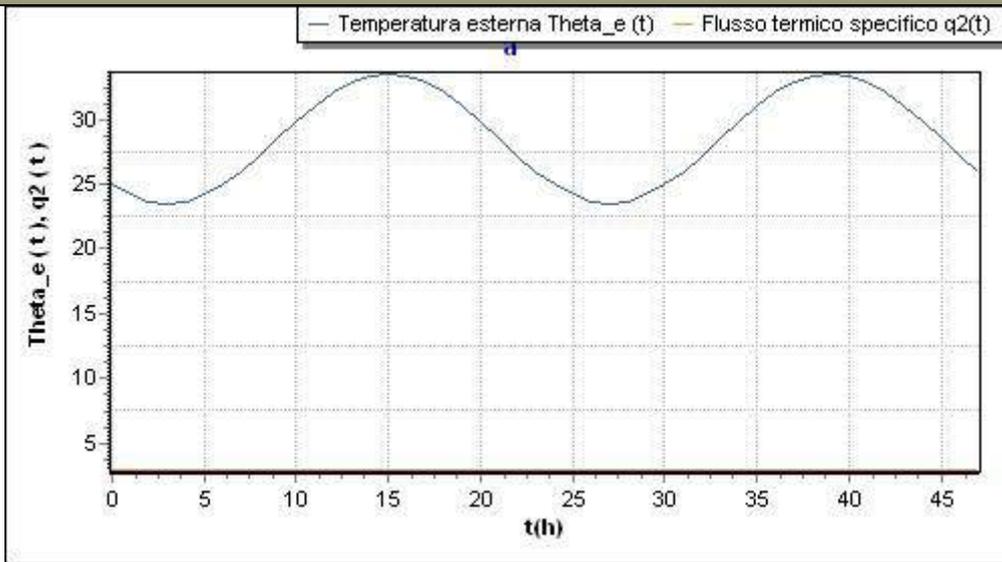
**STRUTTURA: PAVIMENTO SU TERRENO****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.170		
Piastrelle in cotto	0.72	0.84	1800	1.00	0.014	0.11	0.09
Sottofondo in cls magro	0.93	0.88	2200	4.00	0.043	0.11	0.35
Isolante I5	0.03	0.85	30	6.00	1.765	0.19	0.31
Calcestruzzo ordinario	1.28	0.88	2200	20.00	0.156	0.13	1.48
Ciottoli e pietre frantumate	0.70	0.84	1500	50.00	0.714	0.12	4.05
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

**Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> ·K)]	54.55
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> ·K)]	88.28
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.001
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	0.34
$f_l$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	[h]	<b>1.37</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	1297.80

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	$W/(m^2K)$	0.001	<	0.180	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato							

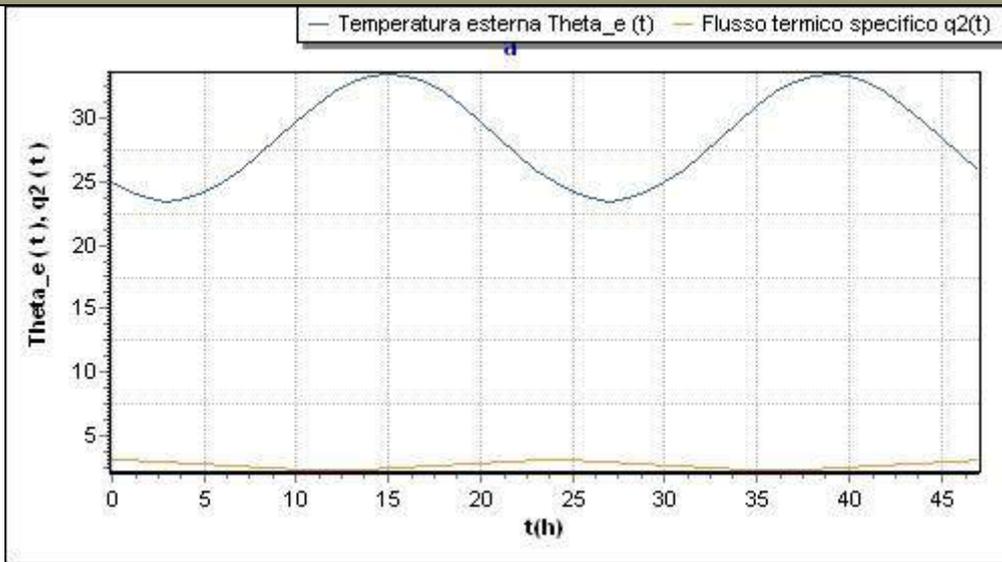
**STRUTTURA: SOTTOTETTO PER TETTO A FALDA****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.100		
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	1.00	0.011	0.12	0.08
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	0.67	0.92	842	26.00	0.391	0.15	1.69
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.15	1.00	400	4.00	0.267	0.10	0.39
Isolante 15	0.03	0.85	30	8.00	2.353	0.19	0.42
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

**Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	62.31
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	6.10
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.073
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.32
$f_l$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.23</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	[h]	<b>9.04</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	237.32

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m²K)	0.073	<	0.180	✓	
RISPONDENZIA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato							

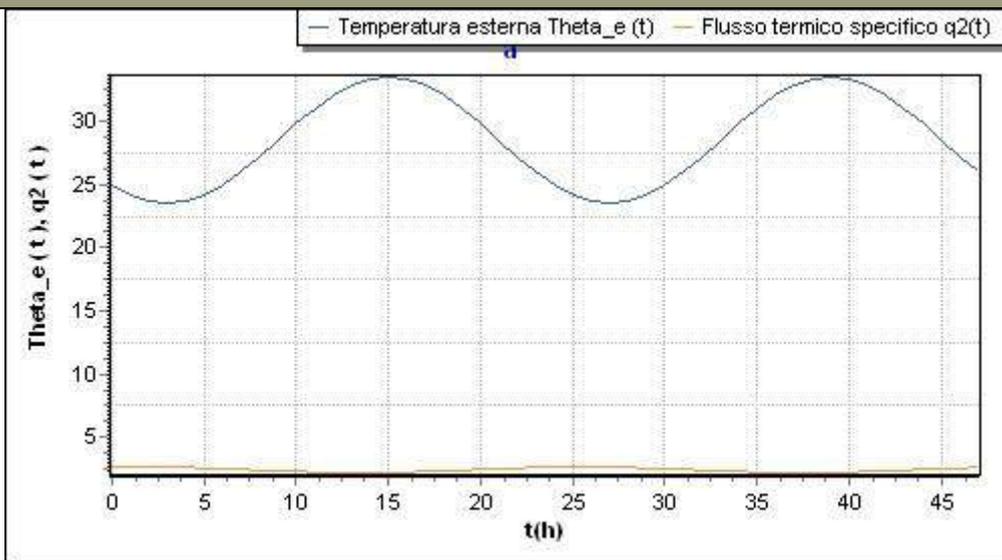
**STRUTTURA: PARETE ES INTONACO****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.130		
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	2.00	0.022	0.12	0.16
Mattone forato 1.1.19 80	0.40	0.92	775	8.00	0.200	0.12	0.64
Intercapedine aria PAR. 50mm	0.38	1.00	1	15.00	0.400	3.21	
Malta di cemento (rinzafo)	1.40	0.84	2000	1.00	0.007	0.15	0.07
Mattone forato 1.1.21 120	0.39	0.92	717	12.00	0.311	0.13	0.95
Isolante 15	0.03	0.85	30	8.00	2.353	0.19	0.42
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	2.00	0.022	0.12	0.16
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

**Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	53.65
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	33.74
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.047
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.29
$f_l$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.16</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	<b>[h]</b>	<b>10.50</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	150.59

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera i)							
$M_s$	Massa superficiale	Kg/m <sup>2</sup>	150.59	≥	230	✗	
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera i)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> K)	0.047	<	0.100	✓	
RISPONDENZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato							

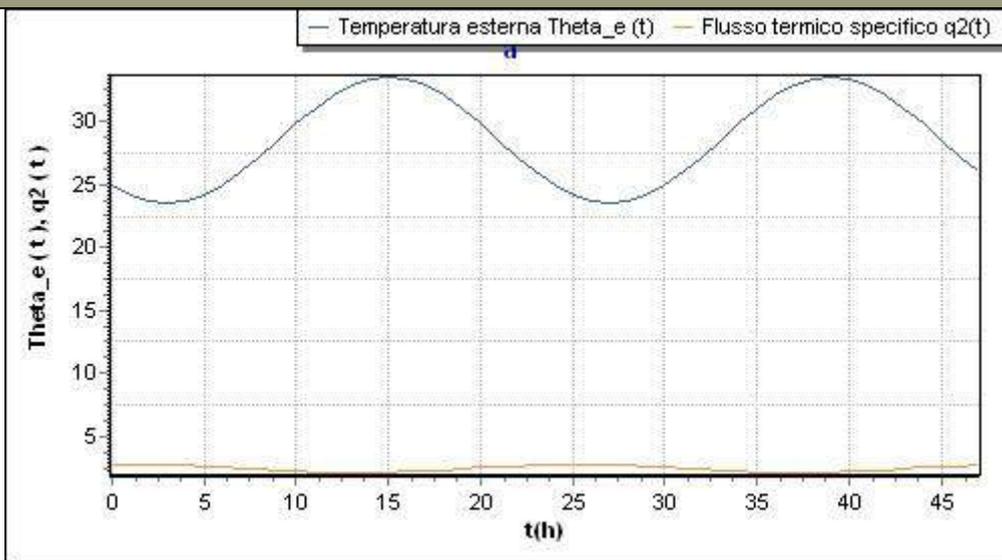
**STRUTTURA: PAVIMENTO TERRAZZA****Composizione stratigrafica e proprietà termiche**

DESCRIZIONE	$\lambda_j$	$c_j$	$\rho_j$	$d_j$	$R_j$	$\delta_j$	$\xi_j$
	[W/(m · K)]	[kJ/(kg · K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[cm]	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[m]	[-]
Resistenza superficiale interna $R_{s1}$					0.100		
Malta di calce o calce cemento	0.90	0.91	1800	1.00	0.011	0.12	0.08
Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	0.67	0.92	842	26.00	0.391	0.15	1.69
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.15	1.00	400	4.00	0.267	0.10	0.39
Isolante 15	0.03	0.85	30	8.00	2.353	0.19	0.42
Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.15	1.00	400	4.00	0.267	0.10	0.39
Piastrelle in ceramica	1.00	0.84	2300	1.00	0.010	0.12	0.08
Resistenza superficiale interna $R_{s2}$					0.040		

**Struttura "leggera" reale - Caratteristiche termiche e dinamiche**

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
$X_1$	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	62.23
$X_2$	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m <sup>2</sup> · K)]	34.80
$T$	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	[s]	86400
$ Y_{ee,12,l} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.065
$U_l$	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	0.29
$f_i$	<b>Fattore di smorzamento</b>	[-]	<b>0.22</b>
$t_{s,l}$	<b>Ritardo o Time shift</b>	<b>[h]</b>	<b>10.09</b>
$M_{s,l}$	Massa superficiale	[kg/m <sup>2</sup> ]	276.32

Grafico della struttura leggera



Verifica ai sensi del DM Requisiti minimi del 26/06/2015

SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	STRUTTURA		VALORE DI CONFRONTO	ESITO PARZIALE	ESITO TOTALE
Verifica ai sensi dell'articolo 3.3, Comma 4b, lettera ii)							
$ Y_{ee,12} $	Trasmittanza termica periodica	W/(m²K)	0.065	<	0.180	✓	
RISPONDEZZA DEI REQUISITI ESTIVI ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE							✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = non verificato							

**CALCOLO DELLA TRASMITTANZA  
DELLE STRUTTURE FINESTRATE  
(UNI EN ISO 10077)**

## CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

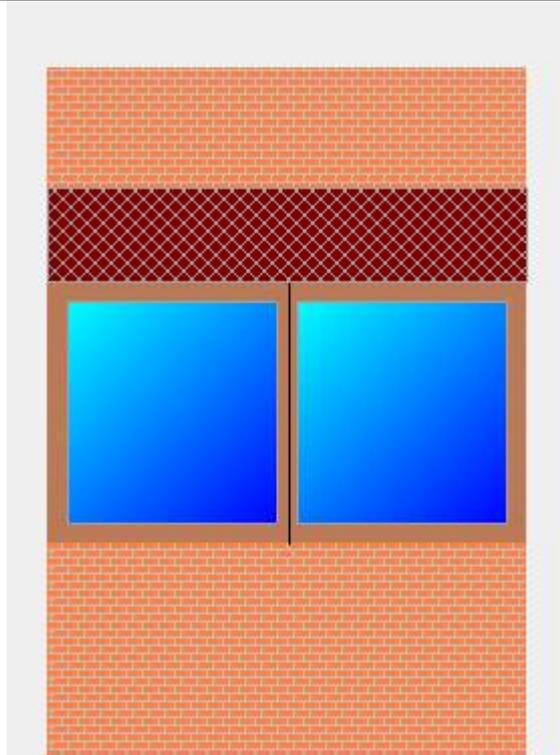
### STRUTTURA FINESTRATA: F1

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.20	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	2	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.55	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	1.65	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	75.20	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.400	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.10	Fattore di shading complessivo	-	0.36
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	7.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.67
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600

### Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	1.600	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F1



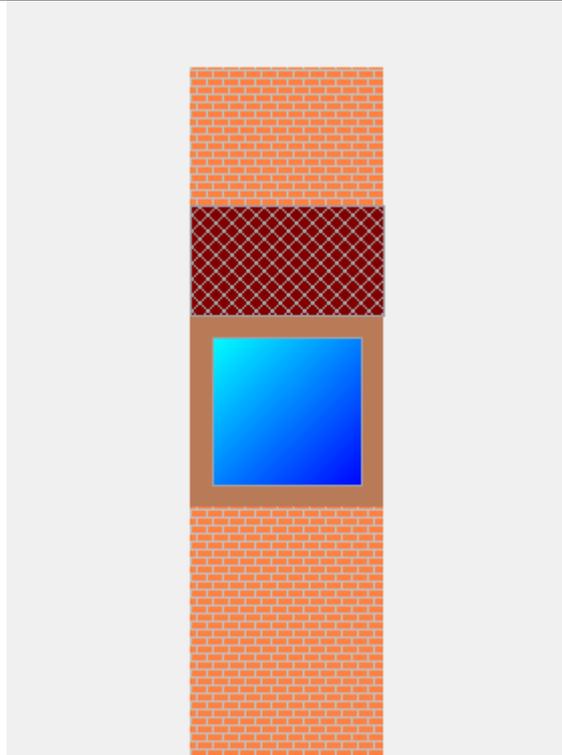
## STRUTTURA FINISTRATA: F3

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	0.70	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	0.70	Lunghezza	[m]	0.70
Area	[m <sup>2</sup> ]	0.49	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.20	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.29	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	59.51	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.50
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	2.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.67
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600

## Confronto con i valori limite

Trasmittanza termica U del serramento	1.600	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F3



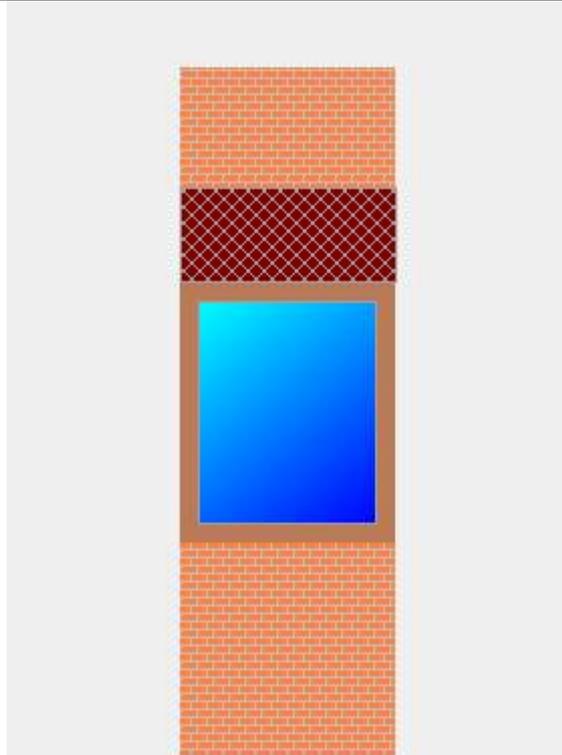
**STRUTTURA FINESTRATA: F2**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	0.90	Altezza	[m]	0.40
Altezza	[m]	1.10	Lunghezza	[m]	0.90
Area	[m <sup>2</sup> ]	0.99	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.29	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	0.70	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	70.26	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.36
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	3.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.67
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	1.600	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F2



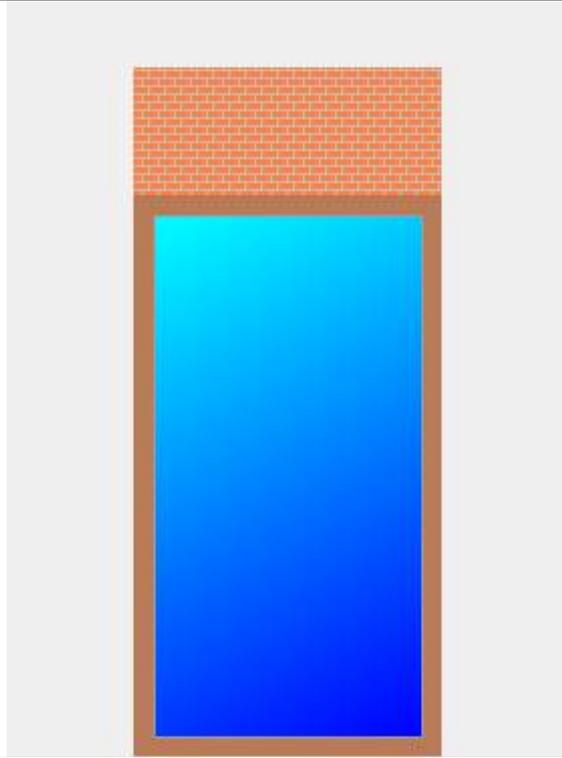
**STRUTTURA FINESTRATA: F4**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	1.20	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	1.20
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.64	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]	-	Pannelli opachi		
Numero di ante	-	1	Numero	-	0
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.52	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	2.12	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	80.36	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nullo
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.36
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	6.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.67
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	1.600	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F4



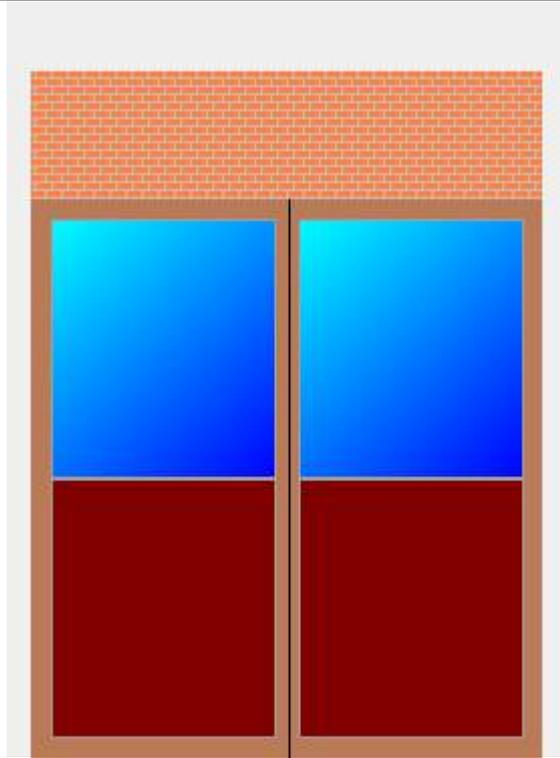
**STRUTTURA FINESTRATA: F5**

Proprietà					
Dimensioni			Cassonetto		
Larghezza	[m]	2.00	Altezza	[m]	
Altezza	[m]	2.20	Lunghezza	[m]	2.00
Area	[m <sup>2</sup> ]	2.61	Trasmittanza termica lineare	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.000
Telaio			Soprafinestra		
Spessore laterale	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Spessore interno	[cm]	4.0	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore superiore	[cm]	8.0	Sottofinestra		
Spessore inferiore	[cm]	8.0	Altezza	[cm]	-
Numero divisioni orizzontali	-	1	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	-
Spessore divisioni orizzontali	[cm]		Pannelli opachi		
Numero di ante	-	2	Numero	-	1
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	6.000	Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	
Area del telaio	[m <sup>2</sup> ]	0.81	Chiusura notturna		
Area vetrata	[m <sup>2</sup> ]	1.80	Resistenza termica aggiuntiva	[(m <sup>2</sup> · K)/W]	0.12
Frazione vetro	[%]	40.80	Caratteristiche solari per calcolo dei carichi termici		
Vetro			Rientranza rispetto all'esterno	[m]	
Trasmittanza termica	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	3.300	Posizione dello schermo	-	Nulla
Emissività	-	0.89	Fattore di shading complessivo	-	0.36
Distanziatore			Caratteristiche solari per calcolo di legge		
Lunghezza del vetro	[m]	8.00	Fattore di shading dello schermo	-	0.45
Trasmittanza termica lineare	[W/(m · K)]	0.11	Fattore di shading del vetro	-	0.67
			<b>Trasmittanza teorica</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600
			<b>Incremento di sicurezza</b>	[%]	
			<b>Trasmittanza adottata</b>	[W/(m <sup>2</sup> · K)]	1.600

**Confronto con i valori limite**

Trasmittanza termica U del serramento	1.600	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Valore limite della trasmittanza termica U del serramento, come previsto dalla Tabella 4 dell'Appendice B del D.M. 26/06/2015	2.200	[W/(m <sup>2</sup> · K)]

Struttura finestrata:F5





**RELAZIONE TECNICA**  
**CALCOLO DEL FLUSSO E DELLA TRASMITTANZA**  
**LINEICA DEI PONTI TERMICI**  
**VERIFICA DEL RISCHIO DI FORMAZIONE DELLE MUFFE**

Comune	<b>Ramacca</b>
Indirizzo	<b>Via della Libertà, 24</b>
Committente	
Progettista	

**ATTESTAZIONE DI DEPOSITO**

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il Comune di **Ramacca** in data odierna al n° \_\_\_\_\_

Timbro

Data

Firma del funzionario

## NORME UTILIZZATE

DESCRIZIONE	NORMA
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - COEFFICIENTE DI TRASMISSIONE TERMICA LINEICA - METODI SEMPLIFICATI E VALORI DI RIFERIMENTO	<b>UNI EN ISO 14683</b>
PONTI TERMICI IN EDILIZIA - FLUSSI TERMICI E TEMPERATURE SUPERFICIALI - CALCOLI DETTAGLIATI	<b>UNI EN ISO 10211</b>
PRESTAZIONE IGROMETRICA DEI COMPONENTI E DEGLI ELEMENTI PER EDILIZIA - TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA PER EVITARE L'UMIDITA' SUPERFICIALE CRITICA E LA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE - METODI DI CALCOLO	<b>UNI EN ISO 13788</b>
COMPONENTI ED ELEMENTI PER EDILIZIA - RESISTENZA TERMICA E TRASMITTANZA TERMICA - METODO DI CALCOLO	<b>UNI EN 6946</b>

## PREMESSA

Chi si occupa di calcoli energetici o della costruzione di edifici a basso consumo energetico deve necessariamente prendere in considerazione un'accurata analisi dei ponti termici, elementi che provocano condense, muffe e dispersioni termiche. Le norme tecniche UNI TS 11300 hanno introdotto l'uso di metodi più accurati per la valutazione dei ponti termici attraverso l'utilizzo di abachi, come descritto nella norma UNI EN ISO 14683, o effettuando il calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali con metodi di calcolo dettagliati in accordo alla UNI EN ISO 10211 a cui si fa riferimento per il **calcolo ad elementi finiti** del ponte termico.

L'analisi del ponte termico agli elementi finiti consiste nella definizione delle seguenti informazioni:

- schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma, le dimensioni e la posizione dei piani di taglio adiabatici;
- le stratigrafie dei materiali che lo compongono;
- le condizioni al contorno: coefficienti di scambio termico limite, temperatura e umidità dell'ambiente a contatto con il ponte termico.

Si può procedere quindi al calcolo che consentirà di determinare i flussi termici su ogni elemento e il flusso termico totale, le temperature interne e le temperature superficiali, le trasmittanze termiche dei singoli elementi, il coefficiente di accoppiamento termico e la **trasmittanza termica lineica  $\psi$**  del ponte termico da utilizzare per il calcolo energetico dell'edificio.

La **valutazione del ponte termico** con il metodo di **calcolo ad elementi finiti** si rende inoltre necessaria in tutti quei casi in cui la tipologia di intervento prescelta richieda la verifica dell'assenza di muffa in corrispondenza del ponte termico, in accordo alla norma UNI EN ISO 13788.

## CONDIZIONI AL CONTORNO ESTERNE

Località		
Comune		Ramacca
Provincia		Catania
Gradi giorno (determinati in base al DPR 412/93)	[°Cg]	1040
Zona climatica		C

Dal comune selezionato, si ricavano i valori medi mensili della temperatura, dell'umidità e della pressione di vapore esterna.

Valori medi mensili dei dati climatici													
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$T_e$	[°C]	10.40	8.90	10.30	13.90	17.30	21.90	24.30	25.00	21.40	18.30	13.60	10.80
$\varphi_e$	[%]	77.0	66.5	65.4	76.9	72.1	61.7	57.0	59.8	63.8	77.1	74.0	71.9
$P_e$	[kPa]	1.0	0.8	0.8	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	1.6	1.6	1.6	0.9

## CARATTERISTICHE DEI PONTI TERMICI

### PONTE TERMICO: ARI003

Categoria	Angoli interni
-----------	----------------

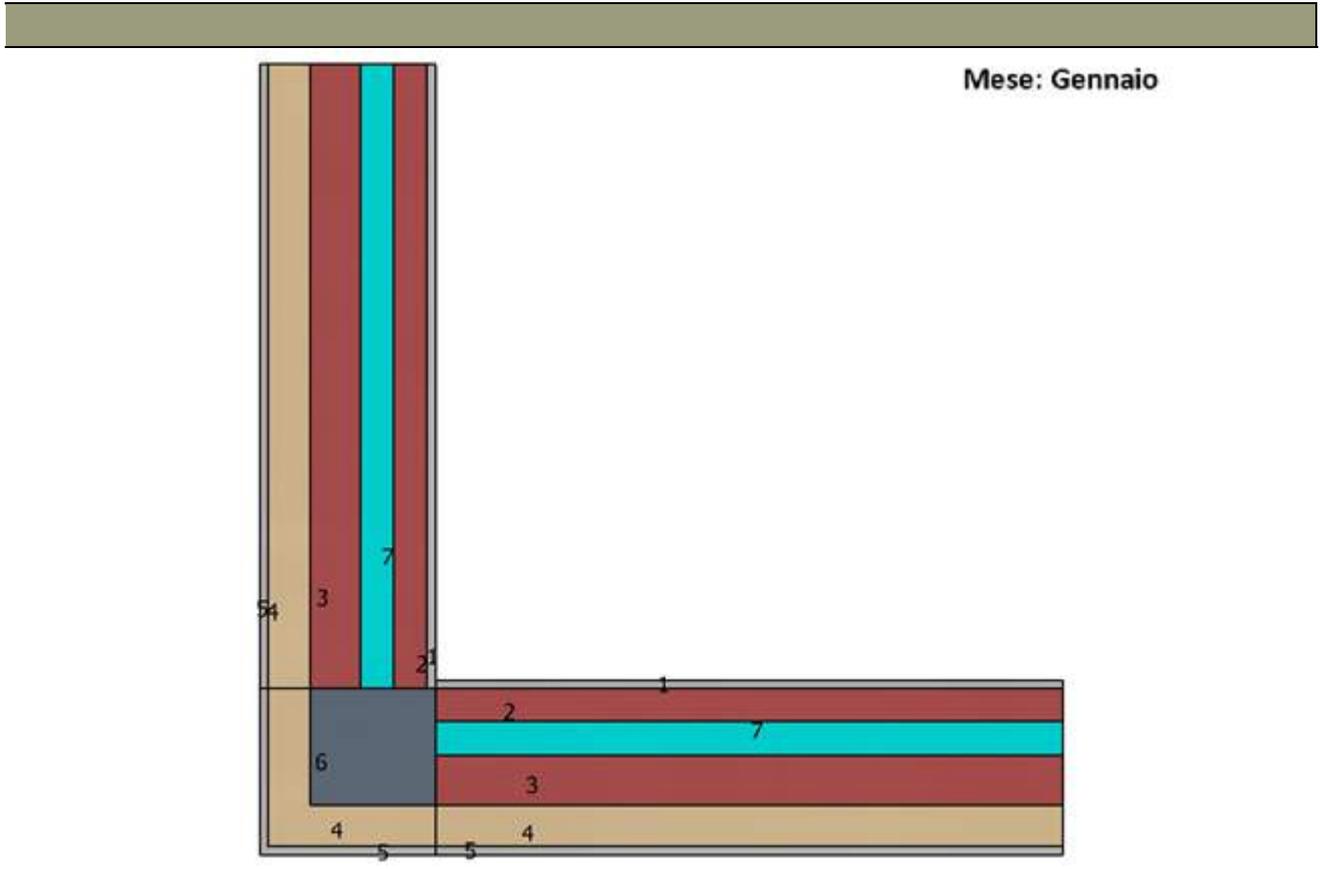
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Intonaco interno	0.700
2		Mattoni forati 8	0.400
3		Mattoni forati 12	0.387
4		Isolante15	0.034
5		Intonaco esterno	0.900
6		Calcestruzzo armato	1.910
7		Intercapedine aria ver. 70 mm	0.455

## SCHEMA GEOMETRICO

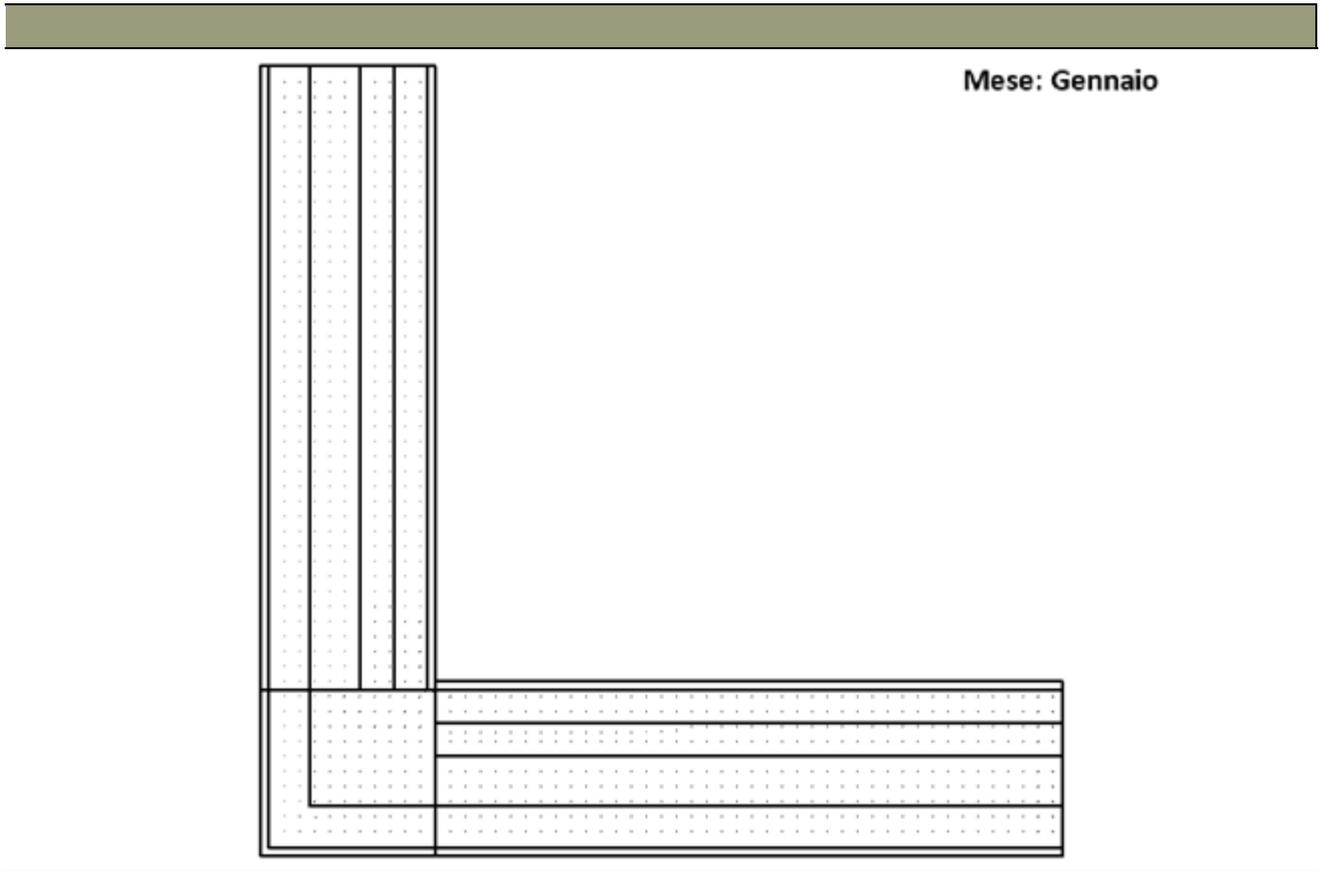
Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



## STRATIGRAFIE

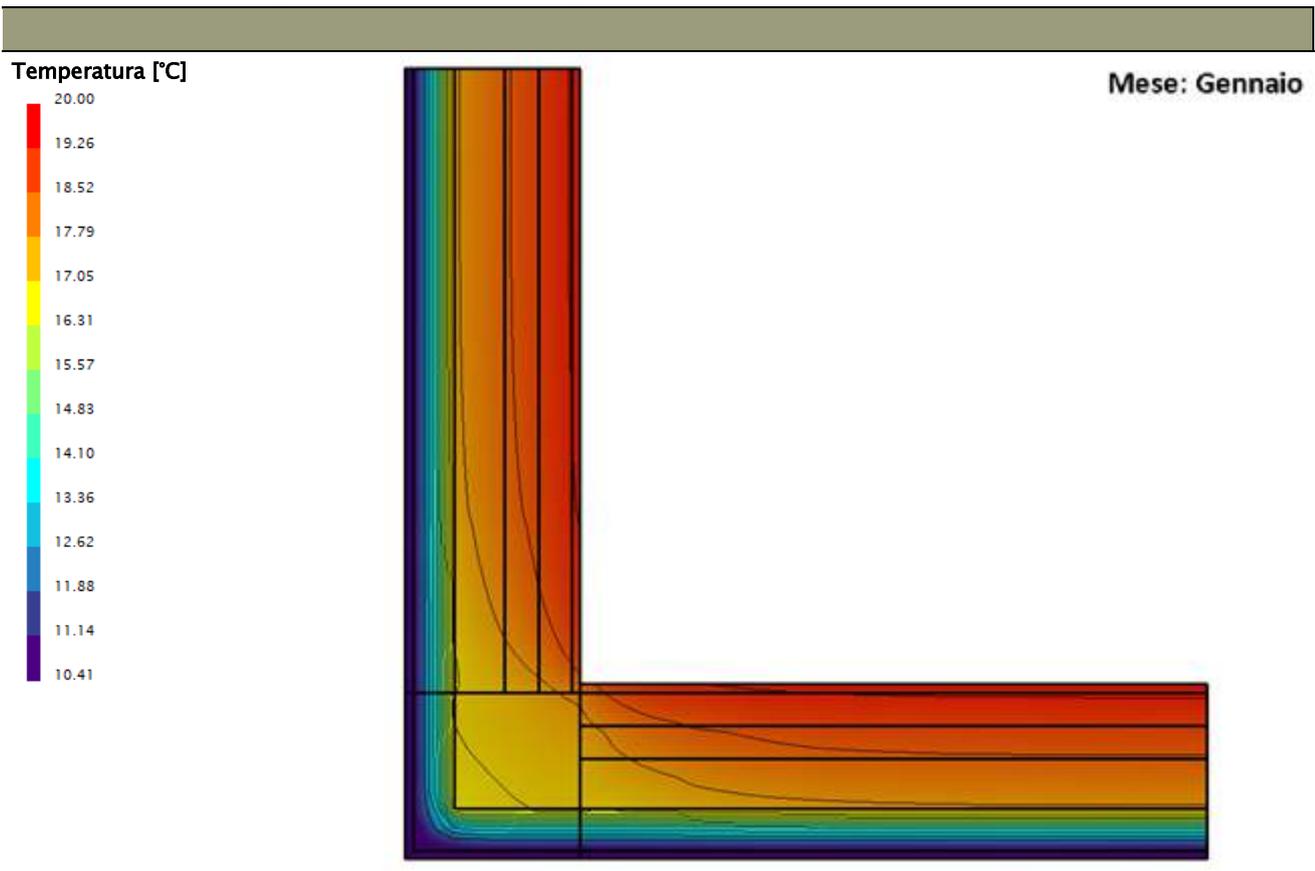
ARI003 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Intonaco interno	2.00
2		Mattoni forati 8	8.00
7		Intercapedine aria ver. 70 mm	8.00
3		Mattoni forati 12	12.00
4		Isolante15	10.00
5		Intonaco esterno	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1	■	Esterna	0.04	20.0
2	■	Esterna	0.04	20.0
3	■	Adiabatica		
4	■	Adiabatica		
5	■	Adiabatica		
6	■	Adiabatica		
7	■	Adiabatica		
8	■	Adiabatica		
9	■	Interna	0.13	
10	■	Interna	0.13	
11	■	Adiabatica		
12	■	Adiabatica		
13	■	Adiabatica		
14	■	Adiabatica		
15	■	Adiabatica		
16	■	Adiabatica		
17	■	Esterna	0.04	20.0
18	■	Esterna	0.04	20.0



## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>8.495</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.885</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.071</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.147</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.82</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.98</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>9.237</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>7.206</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>18.28</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.820
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.85	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.35	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.28	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	18.01	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	18.26	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.8205</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: ASP003

Categoria	Angoli esterni
-----------	----------------

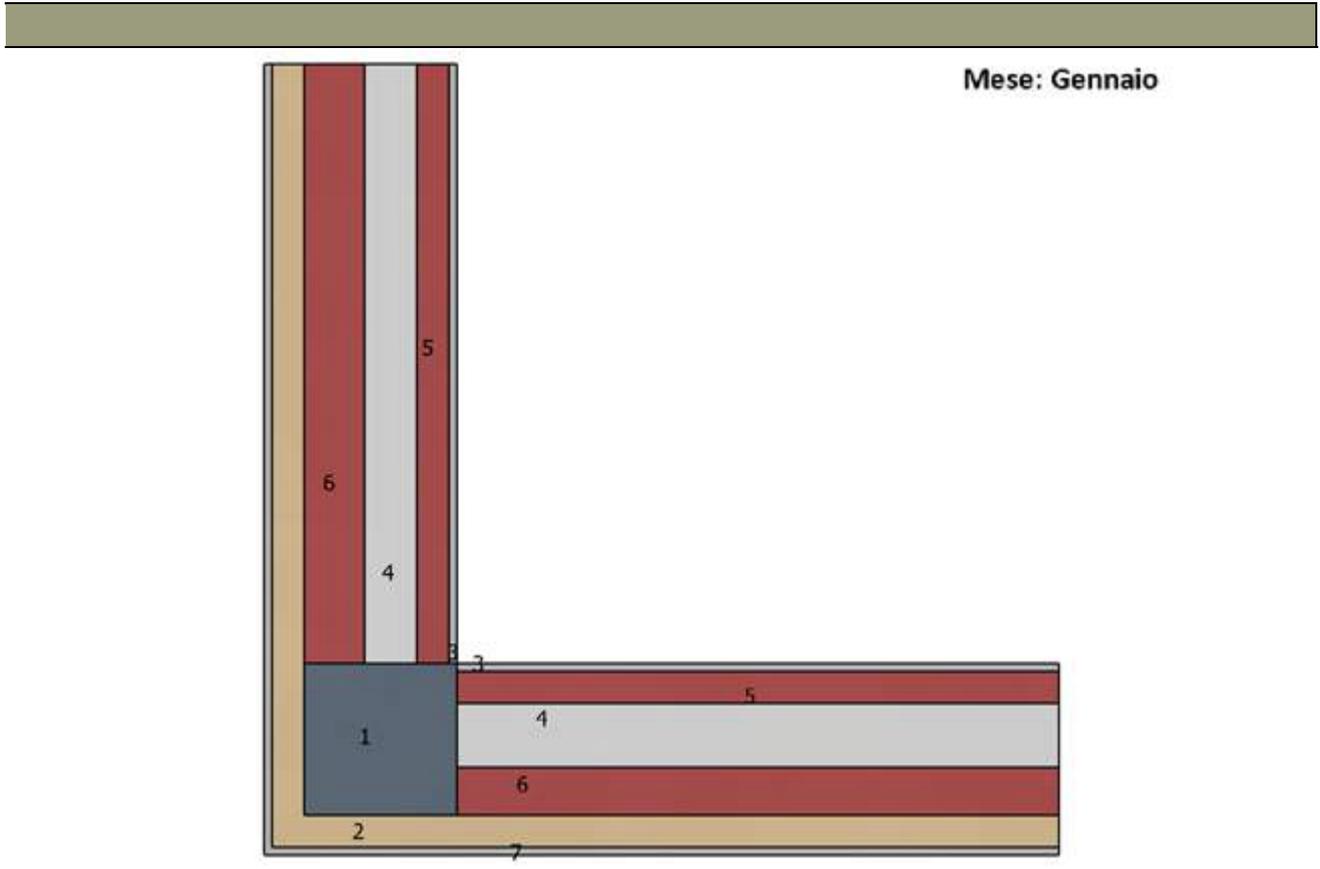
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Calcestruzzo armato	1.910
2		Isolante15	0.034
3		Intonaco di calce e gesso	0.700
4		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
5		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
6		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
7		Malta di calce o calce cemento	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

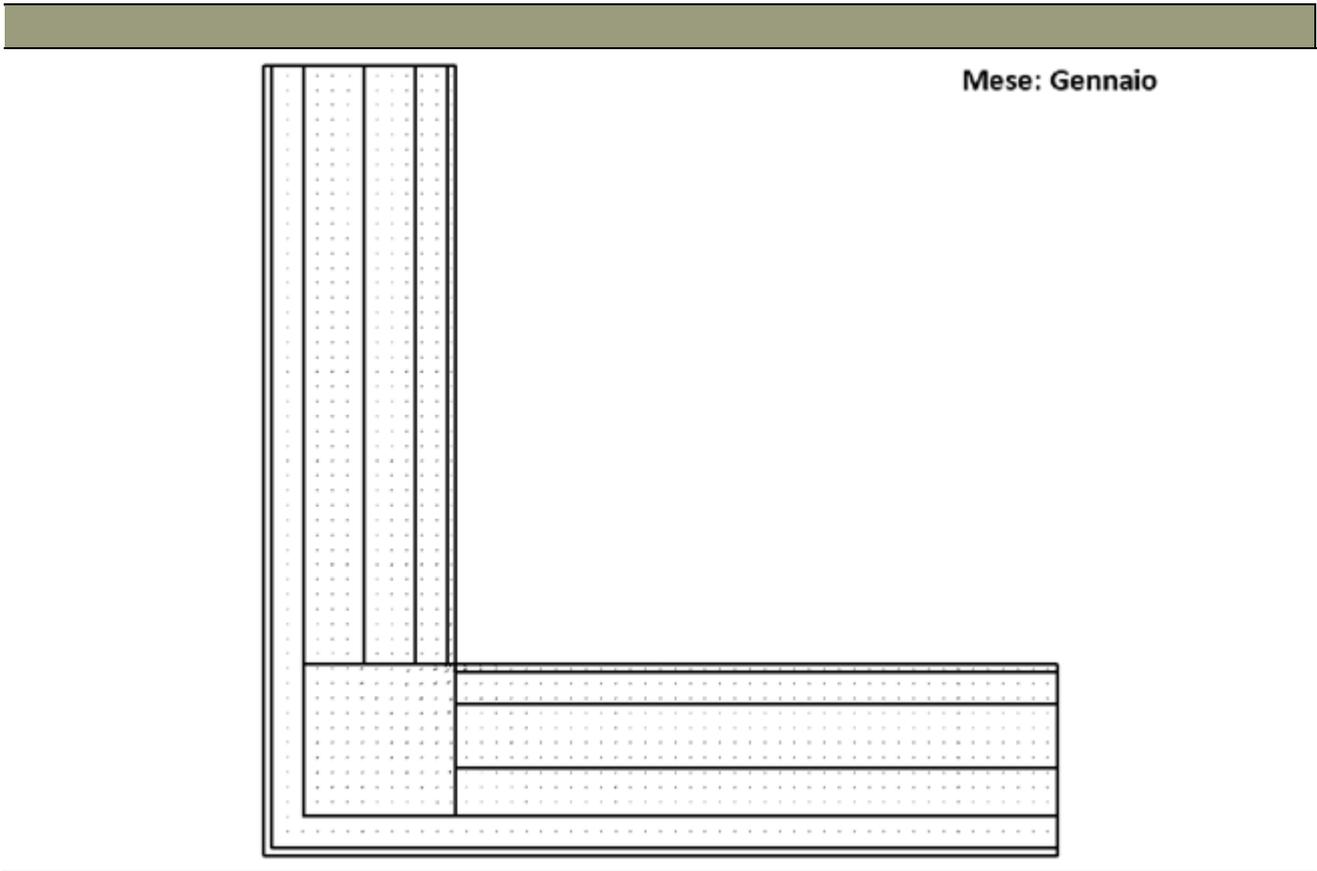


## STRATIGRAFIE

ASP003 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
3		Intonaco di calce e gesso	2.00
5		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
4		Intercapedine aria PAR. 50mm	16.00
6		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
2		Isolante15	8.00
7		Malta di calce o calce cemento	2.00

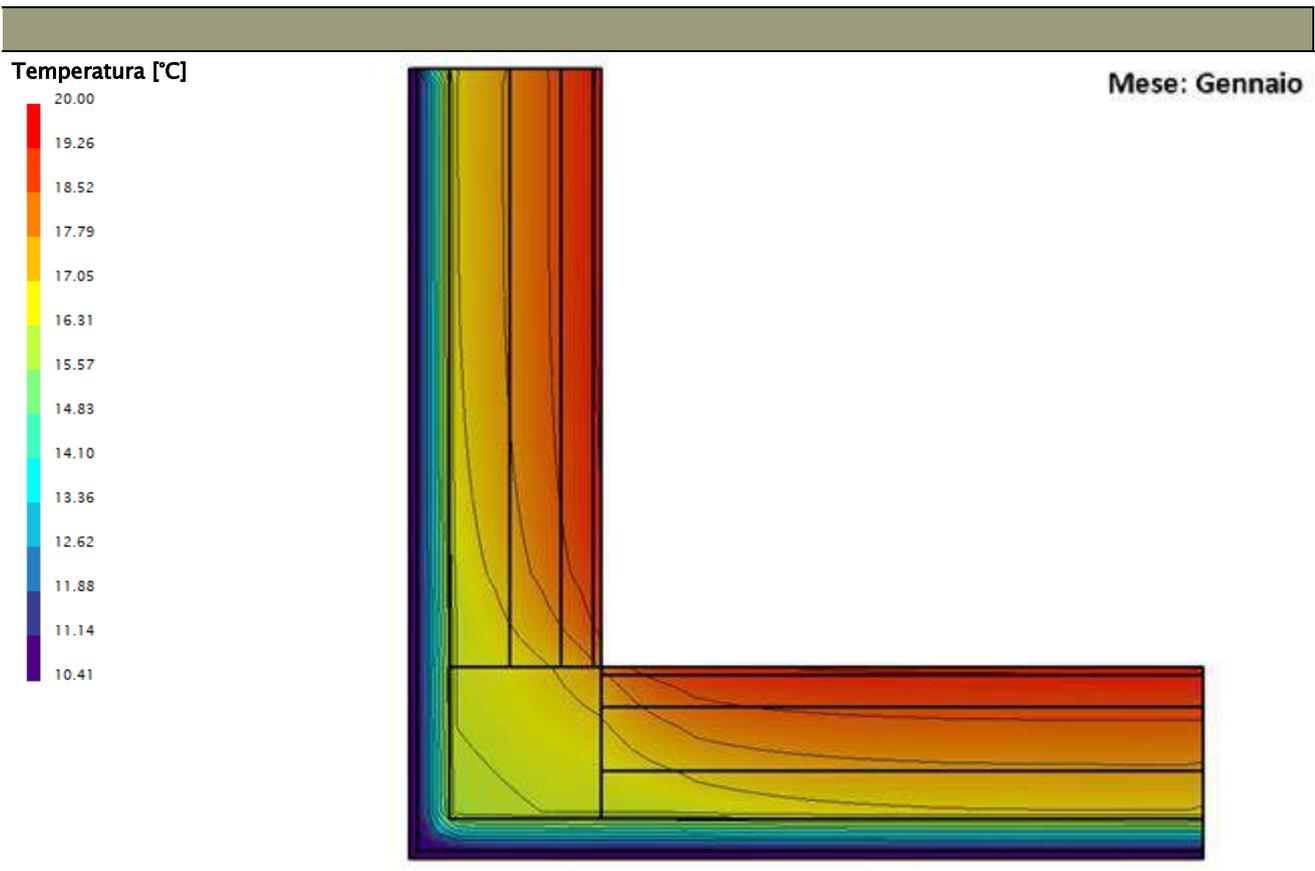
ASP003 - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
3		Intonaco di calce e gesso	2.00
5		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
4		Intercapedine aria PAR. 50mm	13.00
6		Mattone forato 1.1.21 120	15.00
2		Isolante15	8.00
7		Malta di calce o calce cemento	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



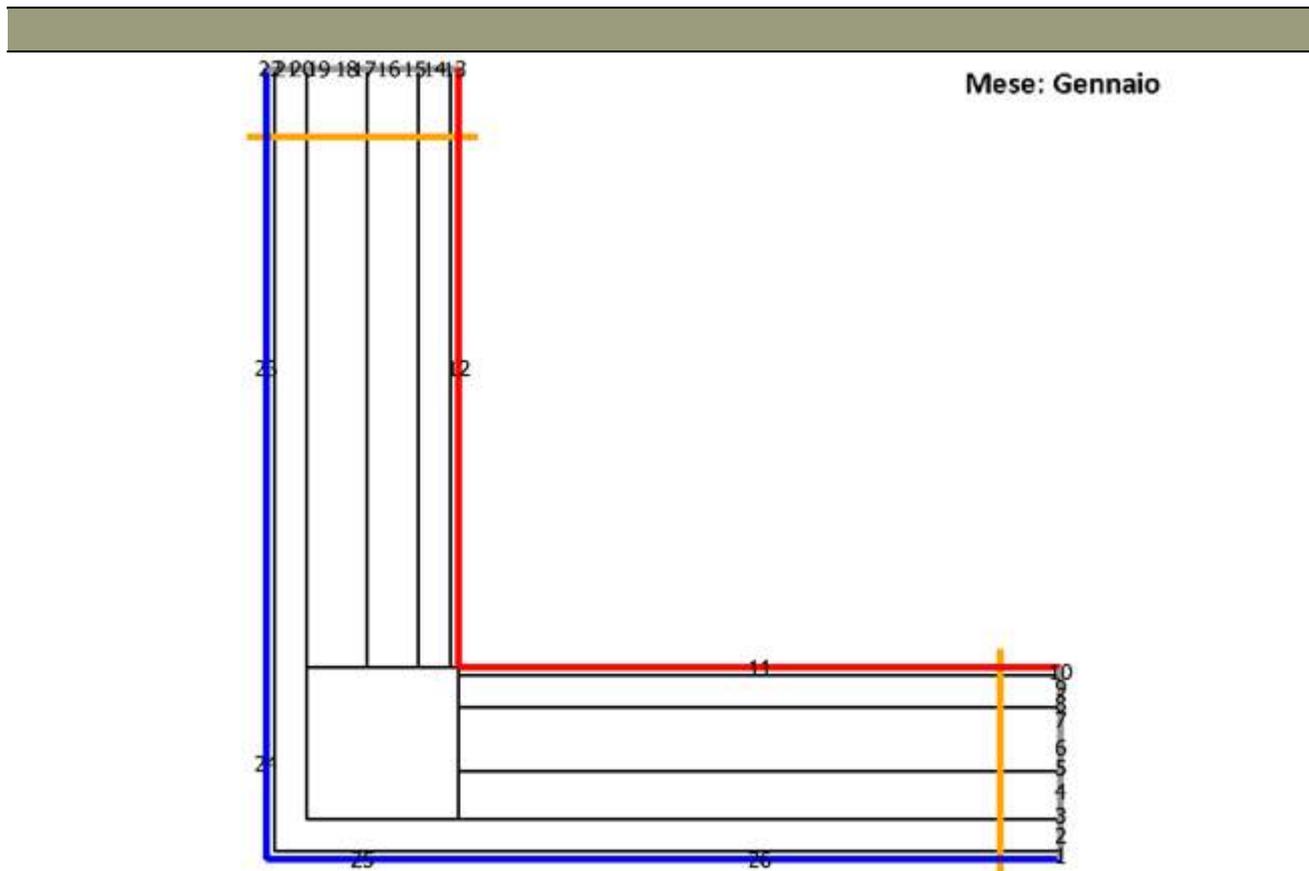
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Interna	0.13	
12		Interna	0.13	
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Adiabatica		
19		Adiabatica		
20		Adiabatica		
21		Adiabatica		
22		Adiabatica		
23		Esterna	0.04	20.0
24		Esterna	0.04	20.0
25		Esterna	0.04	20.0
26		Esterna	0.04	20.0



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>9.643</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>1.005</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.075</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.199</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.96</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>3.00</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>10.466</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>7.929</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>17.74</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.765
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.50	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	17.84	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.74	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.39	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.72	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7649</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: BAL003

Categoria	Balconi, poggioli
-----------	-------------------

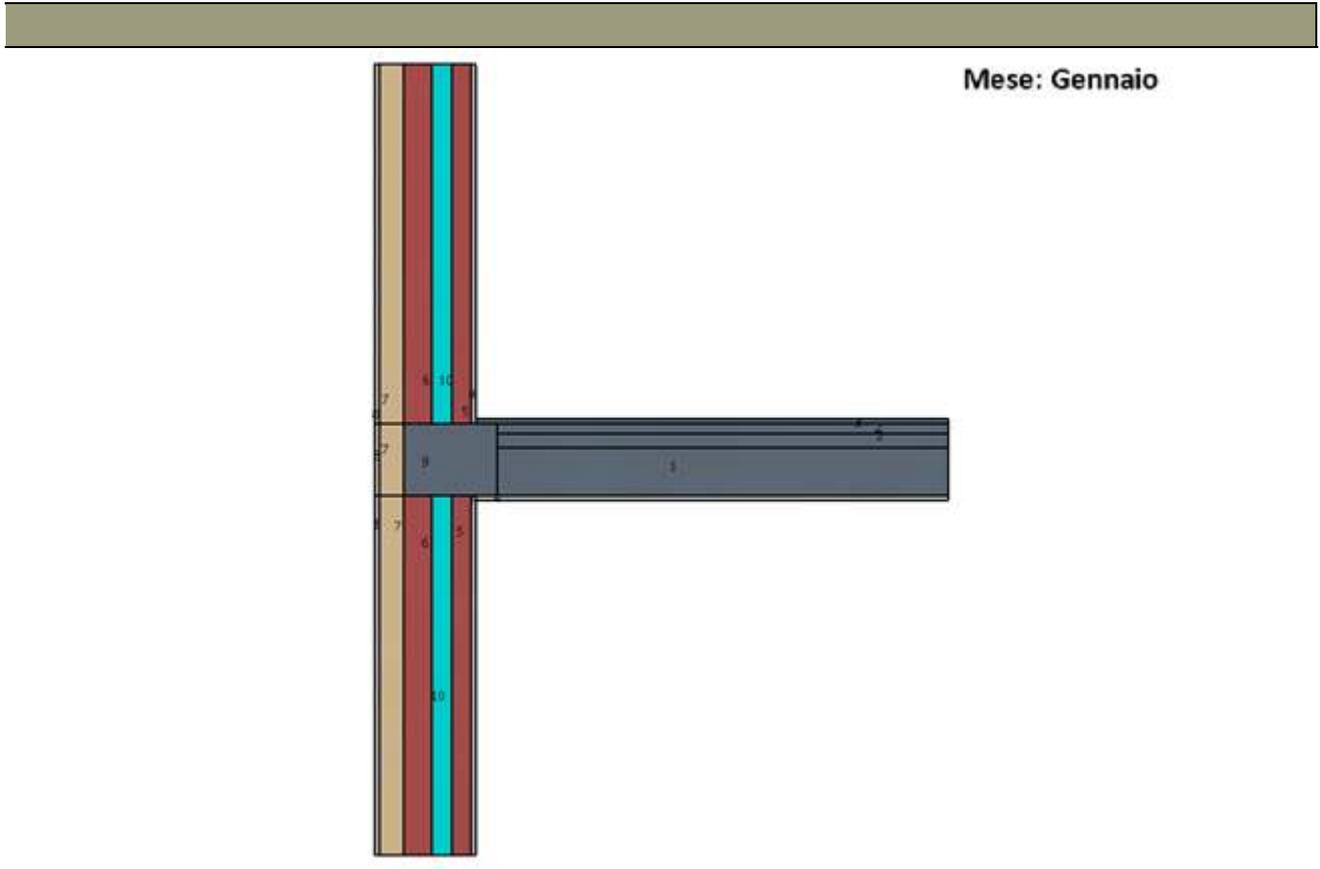
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Sol bi polistire 2.4.01i/2 200	0.454
2		Sottofondo in cls magro	0.930
3		Pavimentazione	1.470
4		Intonaco interno	0.700
5		Mattoni forati 8	0.400
6		Mattoni forati 12	0.387
7		Isolante15	0.034
8		Intonaco esterno	0.900
9		Calcestruzzo armato	1.910
10		Intercapedine aria ver. 70 mm	0.455

## SCHEMA GEOMETRICO

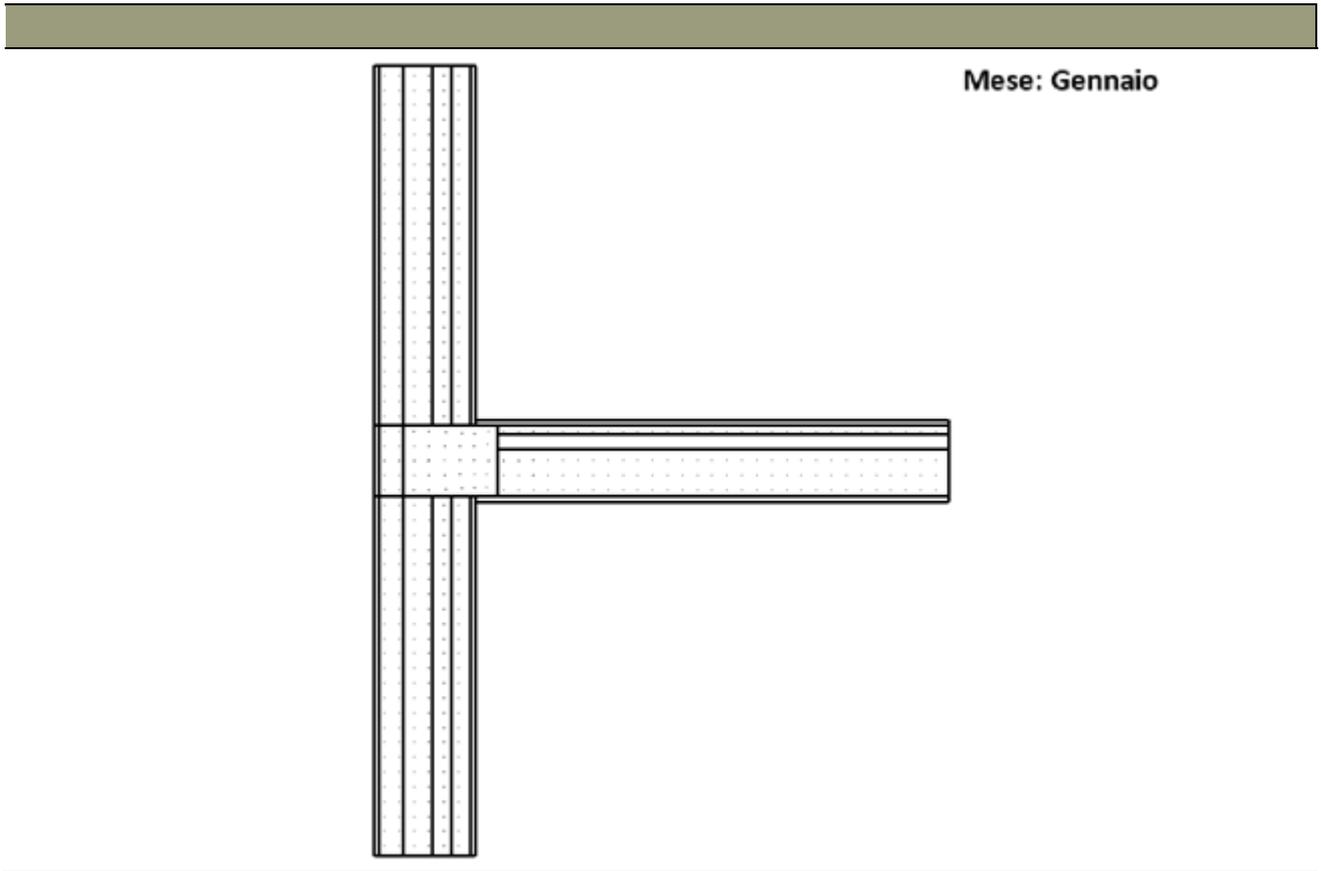
Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



## STRATIGRAFIE

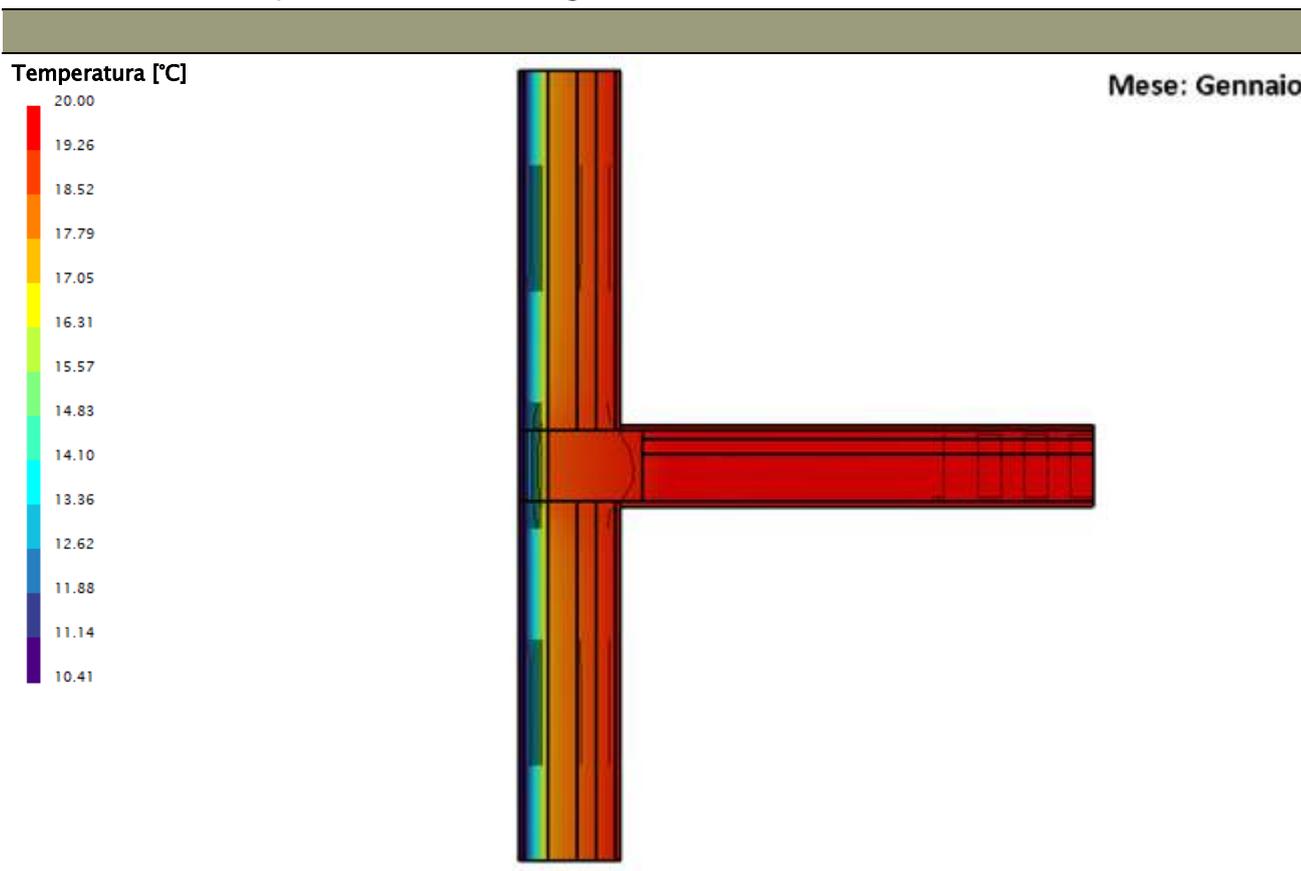
BAL003 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
4		Intonaco interno	2.00
5		Mattoni forati 8	8.00
10		Intercapedine aria ver. 70 mm	8.00
6		Mattoni forati 12	12.00
7		Isolante15	10.00
8		Intonaco esterno	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



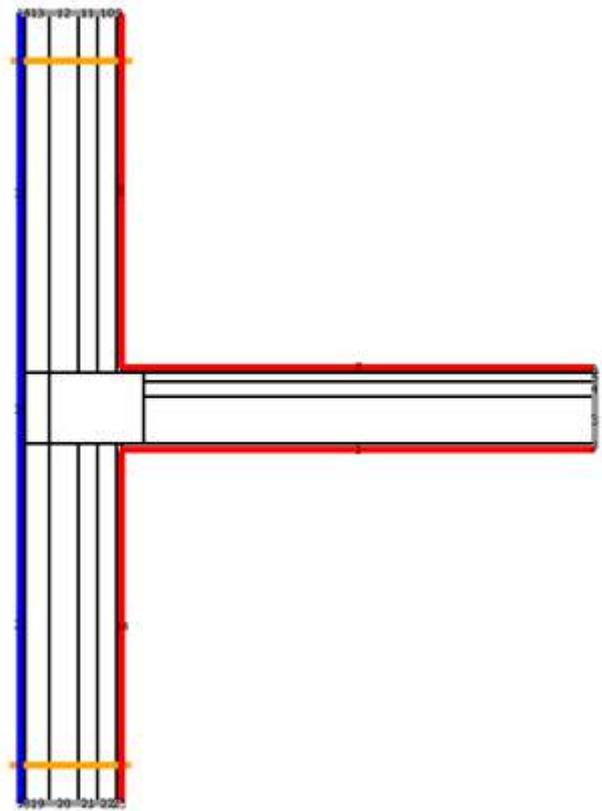
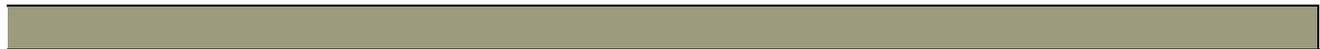
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1	Red	Interna	0.10	20.0
2	Grey	Adiabatica		
3	Grey	Adiabatica		
4	Grey	Adiabatica		
5	Grey	Adiabatica		
6	Grey	Adiabatica		
7	Red	Interna	0.17	20.0
8	Red	Interna	0.13	
9	Grey	Adiabatica		
10	Grey	Adiabatica		
11	Grey	Adiabatica		
12	Grey	Adiabatica		
13	Grey	Adiabatica		
14	Grey	Adiabatica		
15	Blue	Esterna	0.04	20.0
16	Blue	Esterna	0.04	20.0
17	Blue	Esterna	0.04	20.0
18	Grey	Adiabatica		
19	Grey	Adiabatica		
20	Grey	Adiabatica		
21	Grey	Adiabatica		
22	Grey	Adiabatica		
23	Grey	Adiabatica		
24	Red	Interna	0.13	



Mese: Gennaio

Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>8.154</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.850</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.112</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.106</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.80</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>2.96</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>9.184</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>7.152</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>19.33</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>4.661</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.930
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	19.55	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	19.36	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	19.33	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	19.22	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	19.32	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.9300</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: COP003

Categoria	Solaio esterno/parete esterna
-----------	-------------------------------

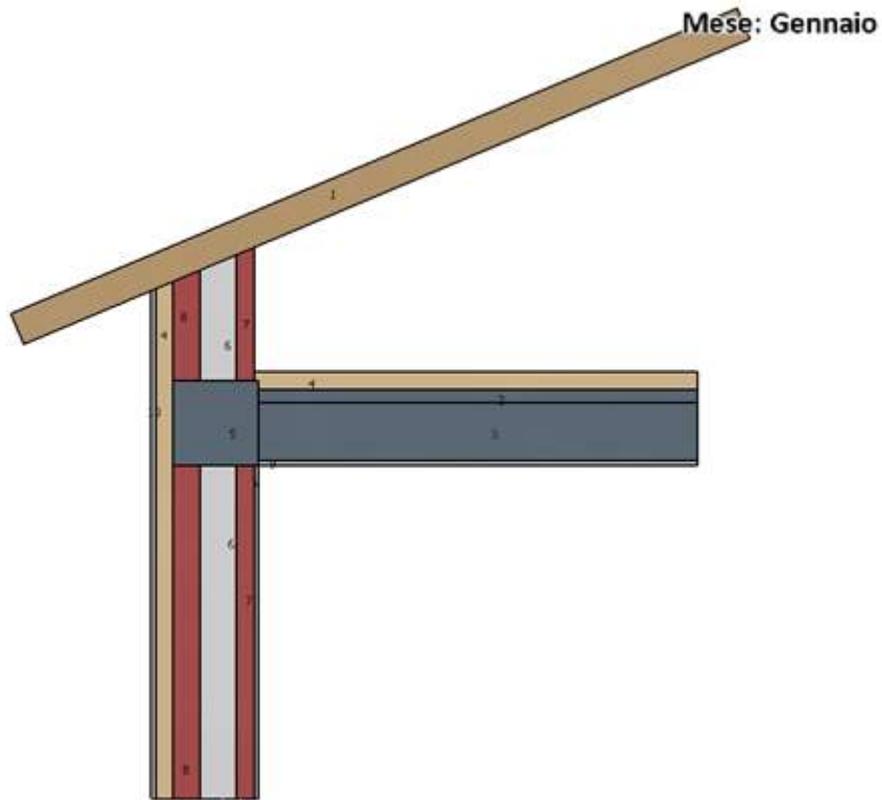
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Quercia-flusso parallelo	0.320
2		Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.150
3		Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	0.666
4		Isolante 15	0.034
5		Calcestruzzo armato	1.910
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
7		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
8		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
9		Intonaco di calce e gesso	0.700
10		Malta di calce o calce cemento	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

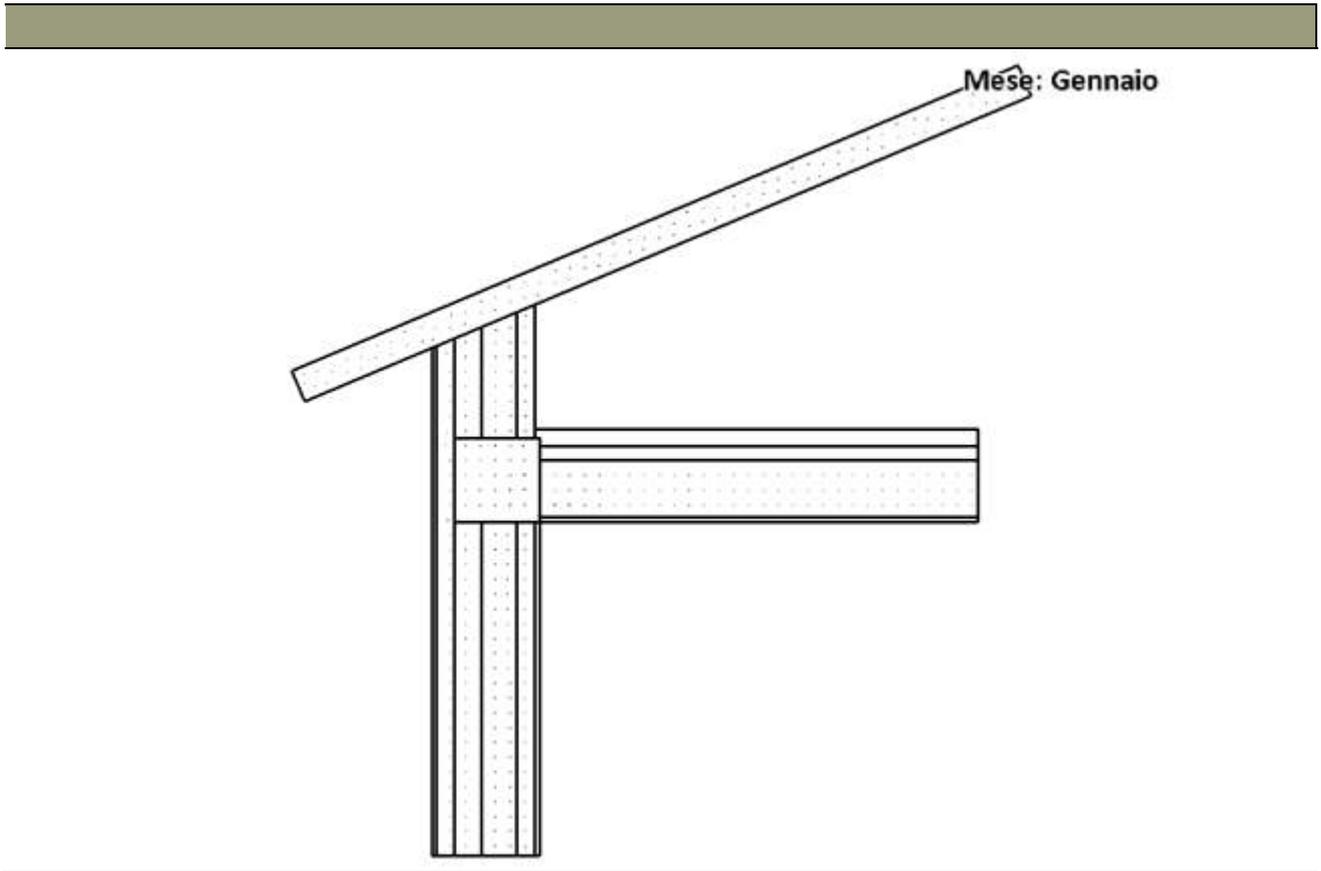


## STRATIGRAFIE

COP003 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
9		Intonaco di calce e gesso	2.00
7		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	16.00
8		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
4		Isolante15	8.00
10		Malta di calce o calce cemento	2.00

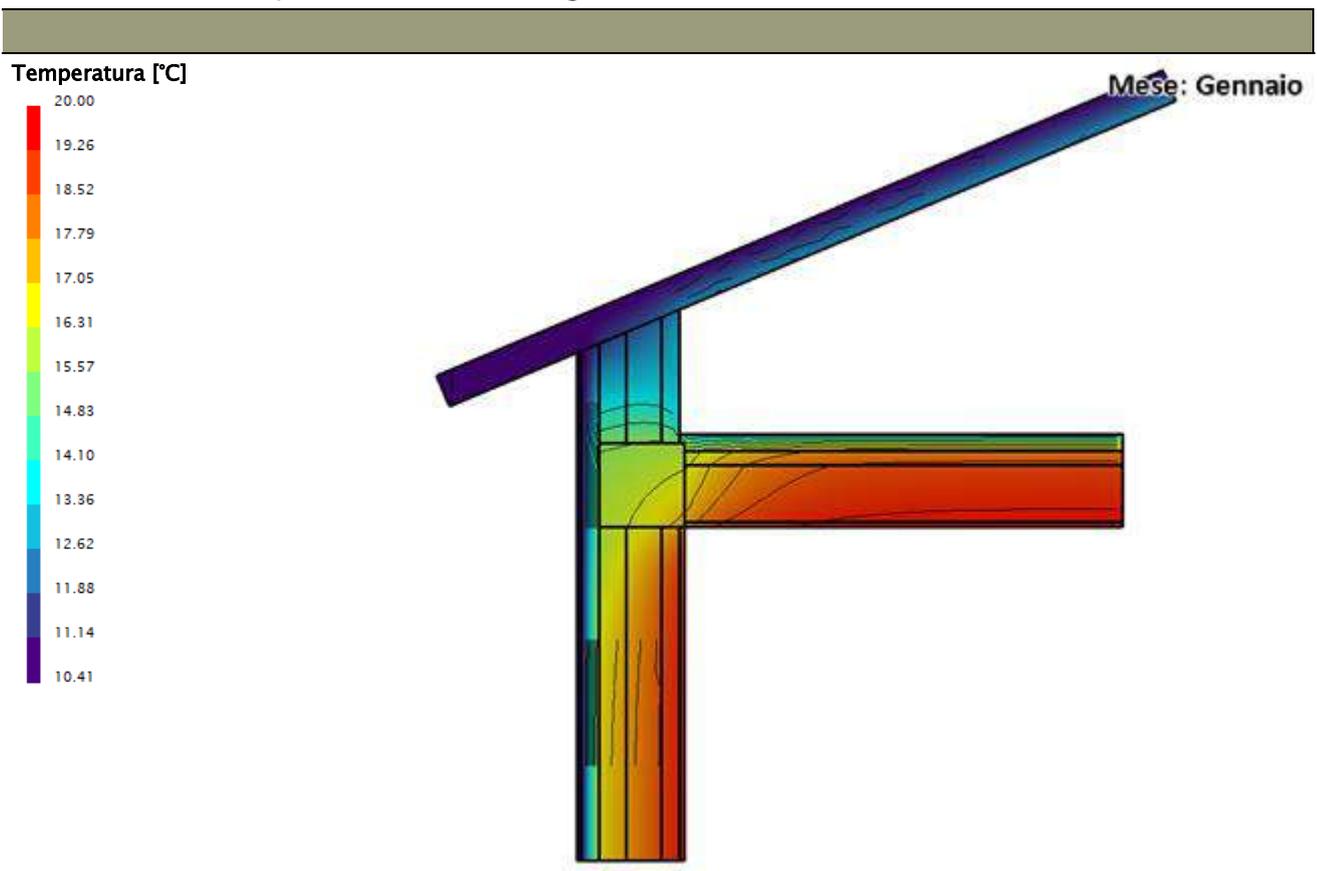
COP003 - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
9		Intonaco di calce e gesso	2.20
3		Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	25.80
2		Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	6.00
4		Isolante15	8.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



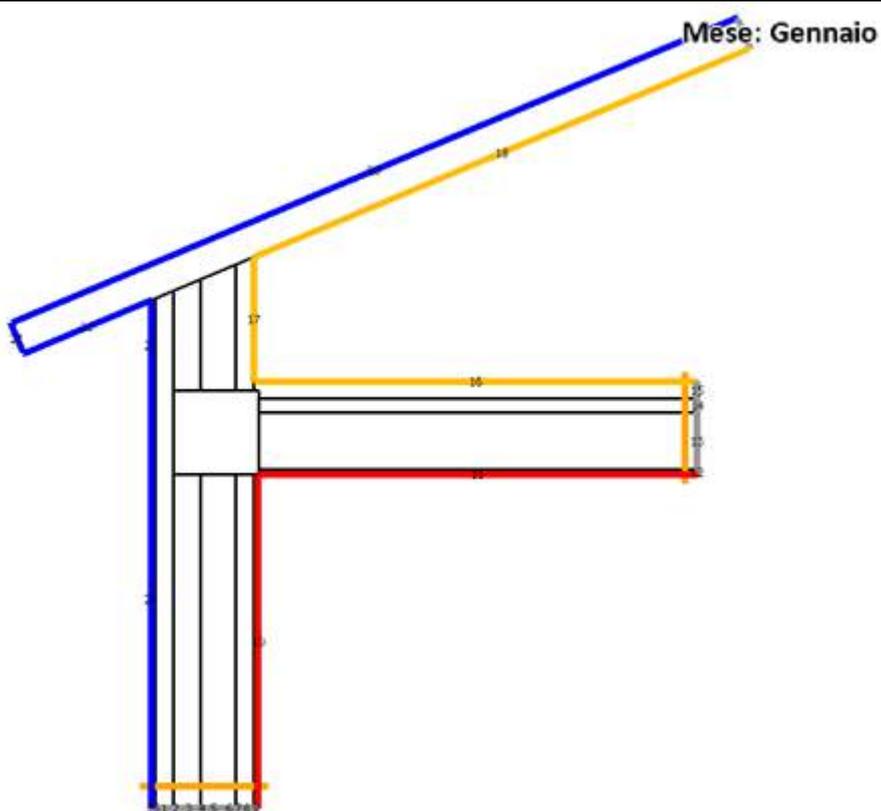
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1	■	Adiabatica		
2	■	Adiabatica		
3	■	Adiabatica		
4	■	Adiabatica		
5	■	Adiabatica		
6	■	Adiabatica		
7	■	Adiabatica		
8	■	Adiabatica		
9	■	Adiabatica		
10	■	Interna	0.13	
11	■	Interna	0.13	
12	■	Adiabatica		
13	■	Adiabatica		
14	■	Adiabatica		
15	■	Adiabatica		
16	■	Da utente	0.13	13.3
17	■	Da utente	0.13	13.3
18	■	Da utente	0.13	13.3
19	■	Adiabatica		
20	■	Esterna	0.04	20.0
21	■	Esterna	0.04	20.0
22	■	Esterna	0.04	20.0
23	■	Esterna	0.04	20.0
24	■	Esterna	0.04	20.0
25	■	Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
R <sub>si</sub>	0,10	0,13	0,17
R <sub>se</sub>	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>10.238</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>1.067</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.086</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.304</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>4.36</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>3.46</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>9.694</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>7.676</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>17.60</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.750
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.40	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	17.70	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.60	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.23	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.58	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7503</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: PIL004

Categoria	Pilastrì
-----------	----------

### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

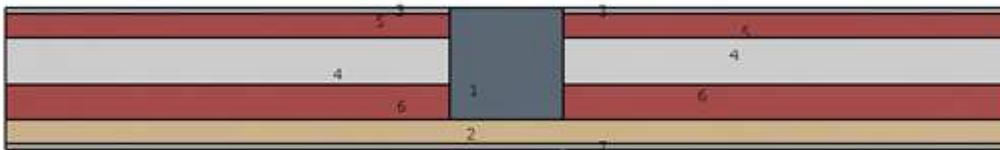
CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Calcestruzzo armato	1.910
2		Isolante15	0.034
3		Intonaco di calce e gesso	0.700
4		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
5		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
6		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
7		Malta di calce o calce cemento	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



**Mese: Gennaio**



## STRATIGRAFIE

PIL004 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
3		Intonaco di calce e gesso	2.00
5		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
4		Intercapedine aria PAR. 50mm	16.00
6		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
2		Isolante15	8.00
7		Malta di calce o calce cemento	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

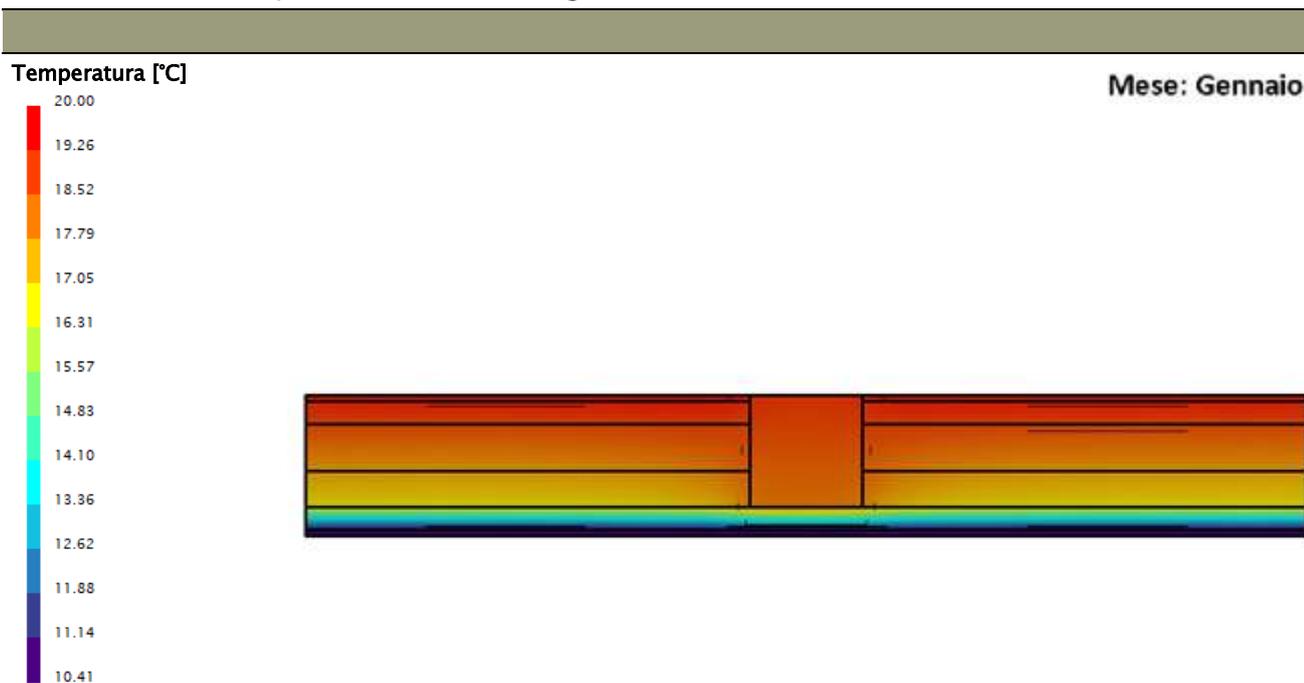


**Mese: Gennaio**



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

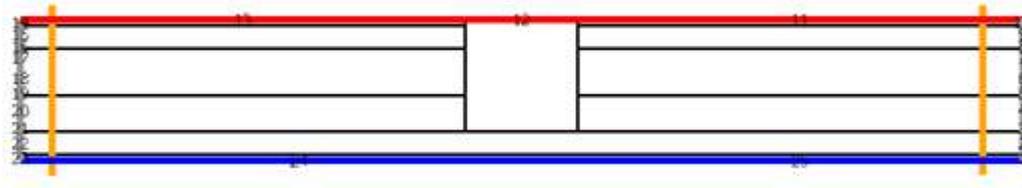


## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Interna	0.13	
12		Interna	0.13	
13		Interna	0.13	
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Adiabatica		
18		Adiabatica		
19		Adiabatica		
20		Adiabatica		
21		Adiabatica		
22		Adiabatica		
23		Adiabatica		
24		Esterna	0.04	20.0
25		Esterna	0.04	20.0



**Mese: Gennaio**



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>9.301</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.969</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.043</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.043</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>3.38</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>3.38</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>8.930</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>8.930</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>18.98</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.894
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	19.32	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	19.02	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.98	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	18.82	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	18.97	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.8936</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: SER005

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

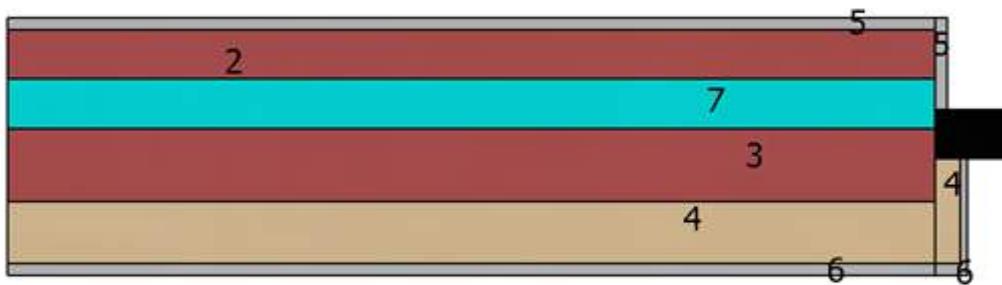
CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Serramento Alluminio 2T_perf.	0.088
2		Mattoni forati 8	0.400
3		Mattoni forati 12	0.387
4		Isolante 15	0.034
5		Intonaco interno	0.700
6		Intonaco esterno	0.900
7		Intercapedine aria ver. 70 mm	0.455

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



Mese: Gennaio



## STRATIGRAFIE

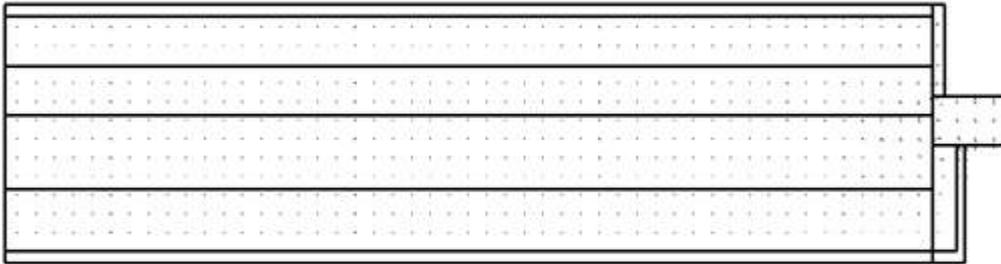
SER005 - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Serramento Alluminio 2T_perf.	8.00

SER005 - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
5		Intonaco interno	2.00
2		Mattoni forati 8	8.00
7		Intercapedine aria ver. 70 mm	8.00
3		Mattoni forati 12	12.00
4		Isolante 15	10.00
6		Intonaco esterno	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

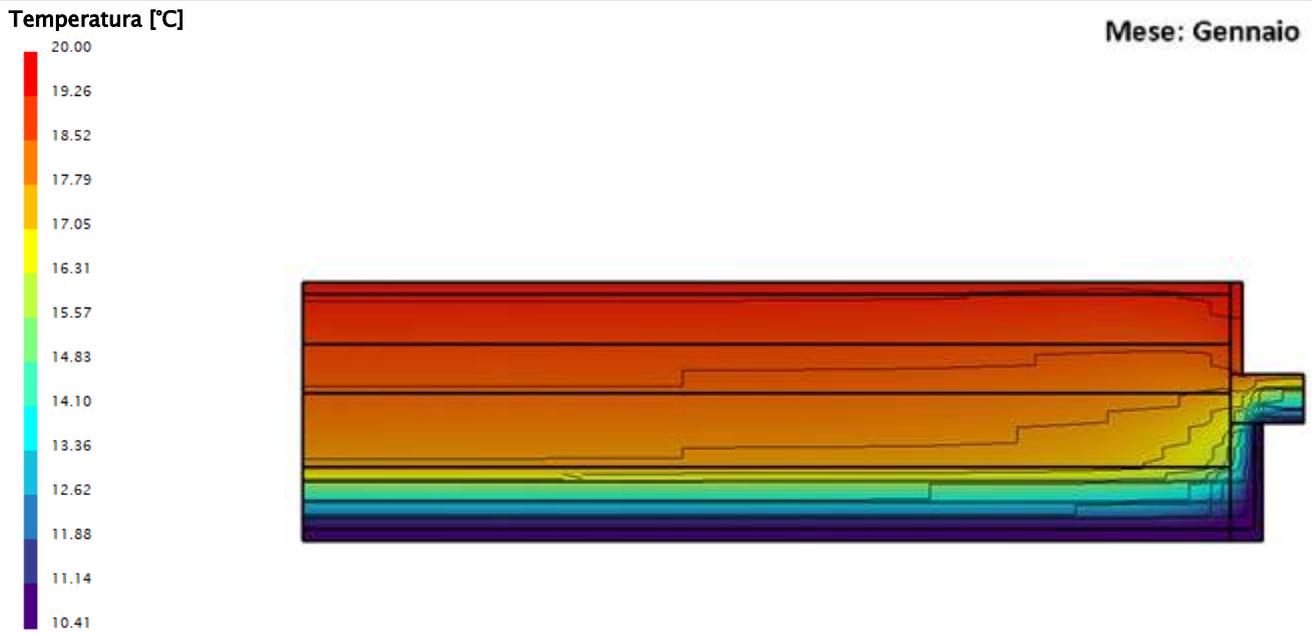


**Mese: Gennaio**



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

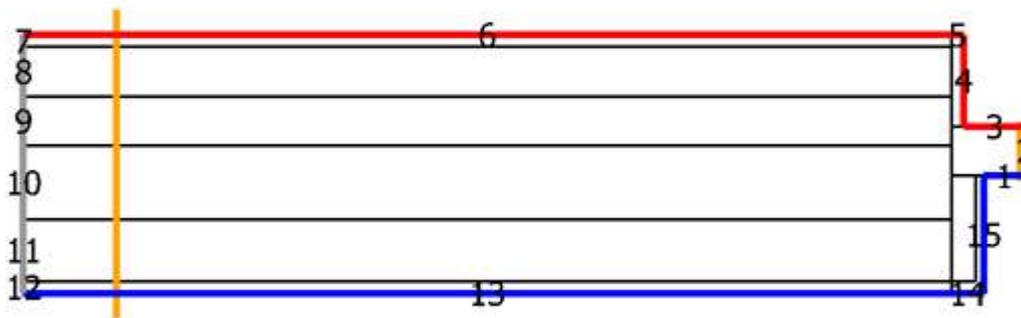


## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Esterna	0.04	20.0
2		Adiabatica		
3		Interna	0.13	
4		Interna	0.13	
5		Interna	0.13	
6		Interna	0.13	
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Esterna	0.04	20.0
14		Esterna	0.04	20.0
15		Esterna	0.04	20.0



Mese: Gennaio



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	4.994
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0.521
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0.329
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0.060
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	2.02
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	1.60
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	7.788
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	4.427
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	18.12
U critica	U	[W/m²K]	3.589

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.804
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.75	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.20	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.12	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.83	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	18.10	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.8041</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: SERCASSONNETTO

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

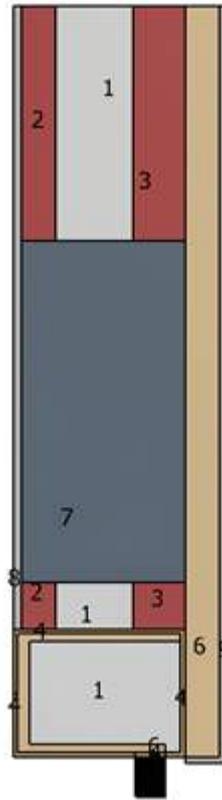
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
2		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
3		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
4		Compensato 1000	0.240
5		Serramento Alluminio 2T_perf.	0.088
6		Isolante 15	0.034
7		Calcestruzzo armato	1.910
8		Intonaco interno	0.700
9		Intonaco esterno	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



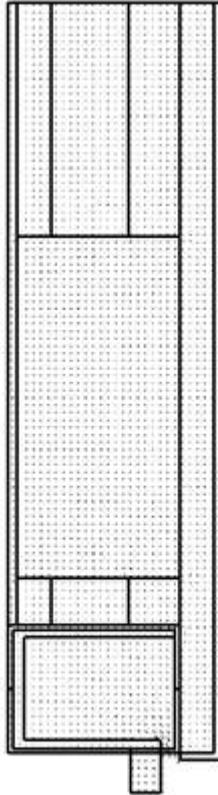
Mese: Gennaio

## STRATIGRAFIE

SERCassonnetto - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
8		Intonaco interno	2.00
7		Calcestruzzo armato	38.00
6		Isolante15	8.00
9		Intonaco esterno	2.00

SERCassonnetto - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
5		Serramento Alluminio 2T_perf.	7.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

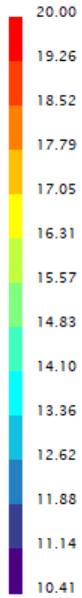


**Mese: Gennaio**

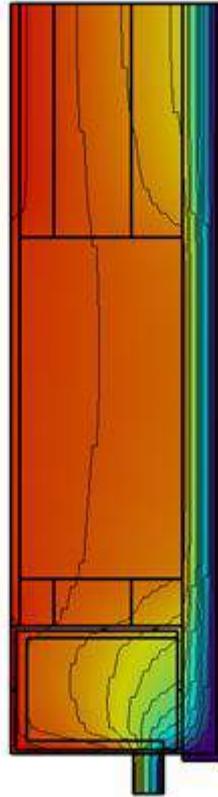
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]

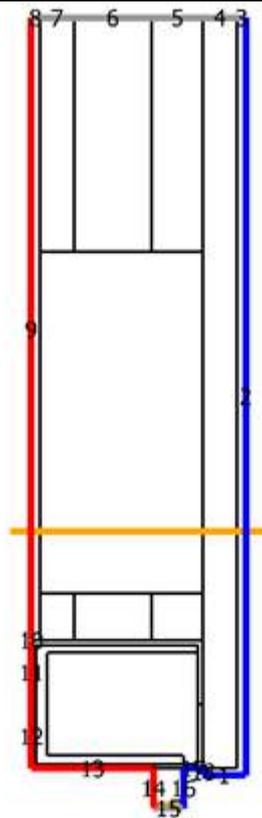
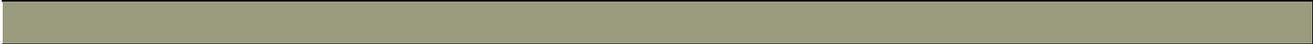


Mese: Gennaio



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1	■	Esterna	0.04	20.0
2	■	Esterna	0.04	20.0
3	■	Adiabatica		
4	■	Adiabatica		
5	■	Adiabatica		
6	■	Adiabatica		
7	■	Adiabatica		
8	■	Adiabatica		
9	■	Interna	0.13	
10	■	Adiabatica		
11	■	Interna	0.13	
12	■	Interna	0.13	
13	■	Interna	0.13	
14	■	Interna	0.13	
15	■	Adiabatica		
16	■	Esterna	0.04	20.0
17	■	Esterna	0.04	20.0
18	■	Esterna	0.04	20.0



Mese: Gennaio

Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

**Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni**

RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
R <sub>si</sub>	0,10	0,13	0,17
R <sub>se</sub>	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>6.889</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.718</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.022</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.135</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>1.87</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>1.55</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>6.708</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>5.663</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>17.44</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.734
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.30	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	17.55	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.44	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.04	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.42	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7336</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: SERDAVANZALE

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

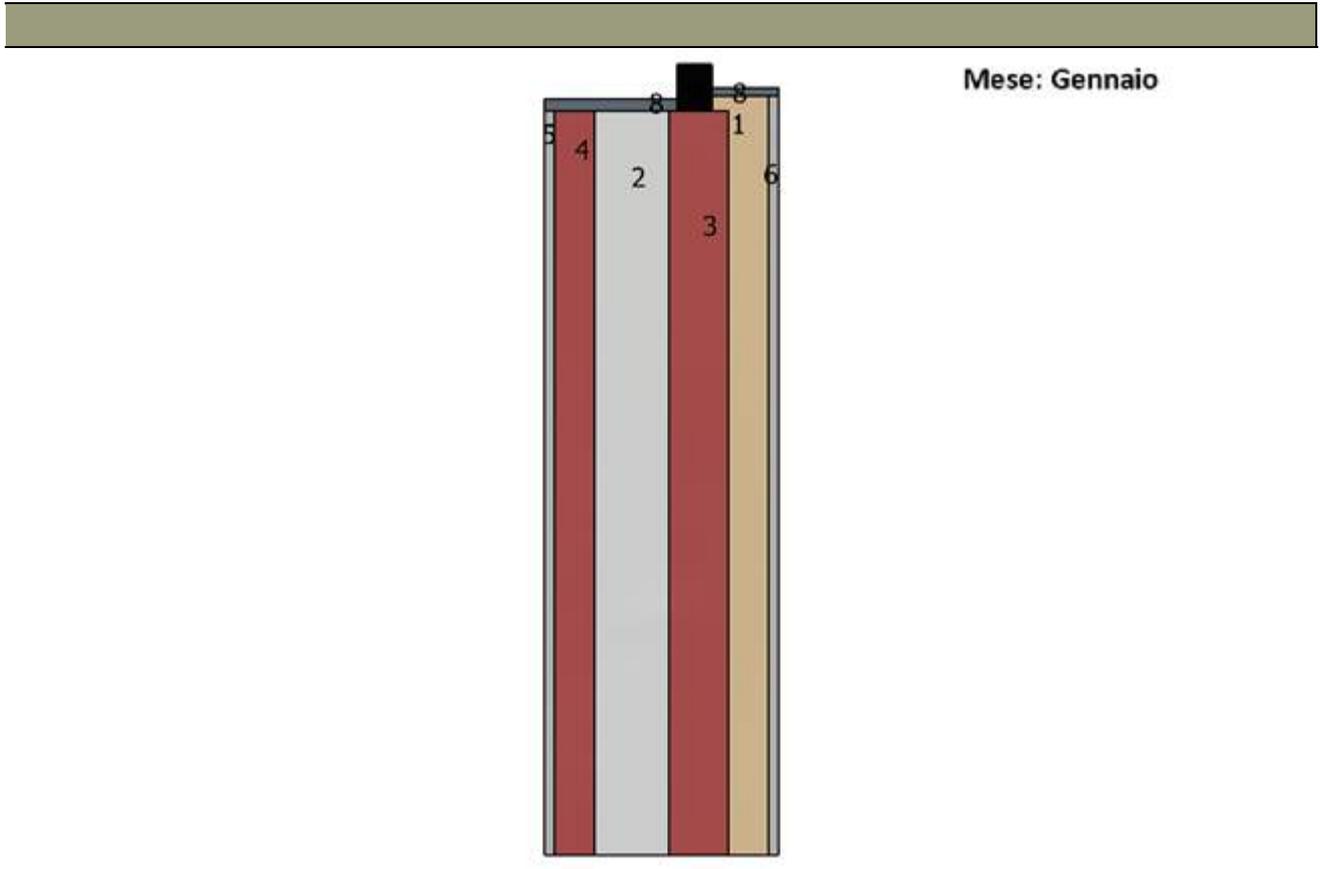
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Isolante15	0.034
2		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
3		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
4		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
5		Malta di gesso per intonaci	0.290
6		Malta di calce o calce cemento	0.900
7		Serramento Alluminio 2T_perf.	0.088
8		Pavimentazione	1.470

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

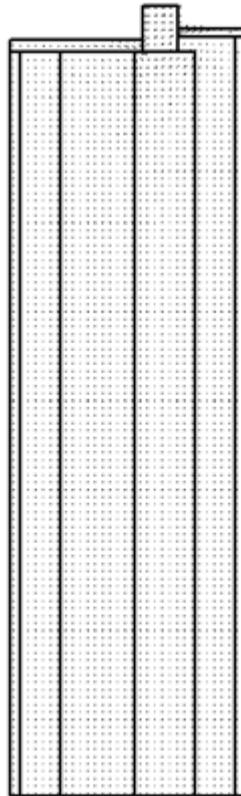


## STRATIGRAFIE

SERDavanzale - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
7		Serramento Alluminio 2T_perf.	7.00

SERDavanzale - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
5		Malta di gesso per intonaci	2.00
4		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
2		Intercapedine aria PAR. 50mm	15.00
3		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
1		Isolante15	8.00
6		Malta di calce o calce cemento	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

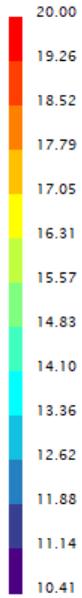


**Mese: Gennaio**

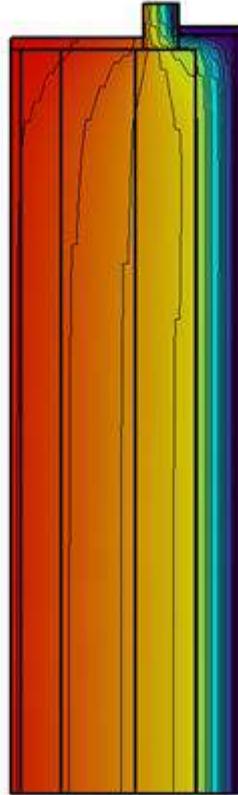
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

Temperatura [°C]

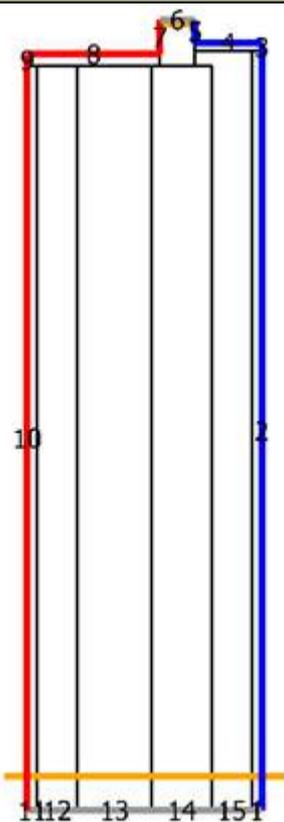


Mese: Gennaio



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Esterna	0.04	20.0
3		Esterna	0.04	20.0
4		Esterna	0.04	20.0
5		Esterna	0.04	20.0
6		Adiabatica		
7		Interna	0.13	
8		Interna	0.13	
9		Interna	0.13	
10		Interna	0.13	
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		



Mese: Gennaio

Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>5.160</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.538</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>-0.436</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.064</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>2.09</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>1.57</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>8.839</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>4.562</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>17.97</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>3.589</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.789
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.65	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.06	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.97	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.65	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.95	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7886</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: SERMONTANTE

Categoria	Serramenti di porte e finestre
-----------	--------------------------------

### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
2		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
3		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
4		Intonaco interno	0.700
5		Serramento Alluminio 2T_perf.	0.088
6		Intonaco esterno	0.900
7		Isolante15	0.034

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



Mese: Gennaio



## STRATIGRAFIE

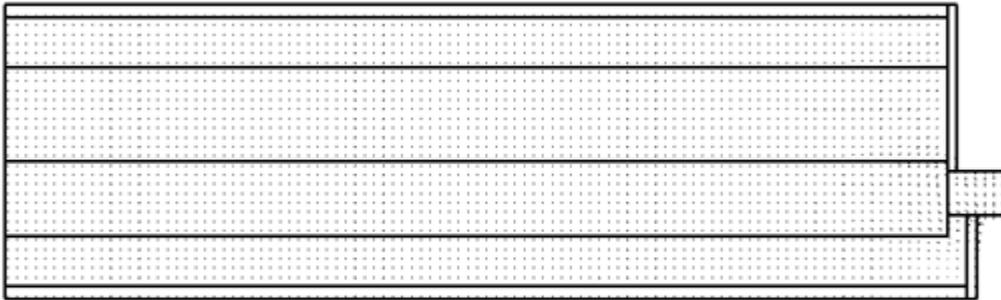
SERmontante - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
5		Serramento Alluminio 2T_perf.	7.00

SERmontante - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
4		Intonaco interno	2.00
2		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
1		Intercapedine aria PAR. 50mm	15.00
3		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
7		Isolante15	8.00
6		Intonaco esterno	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE

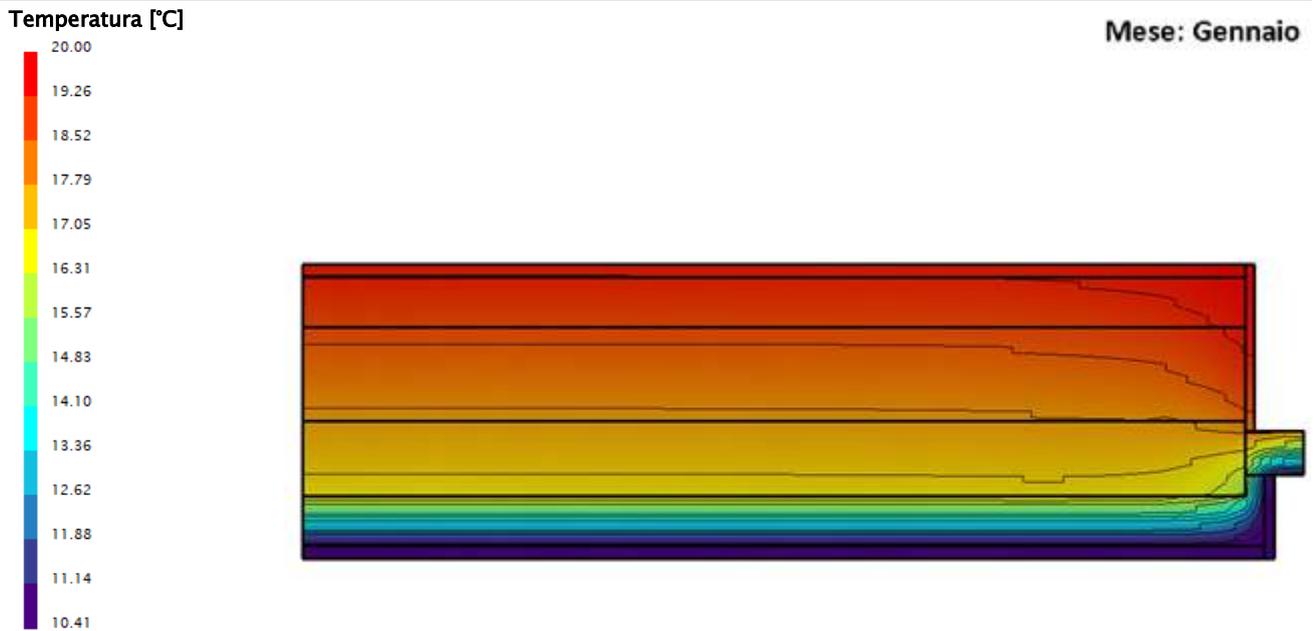


**Mese: Gennaio**



## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono

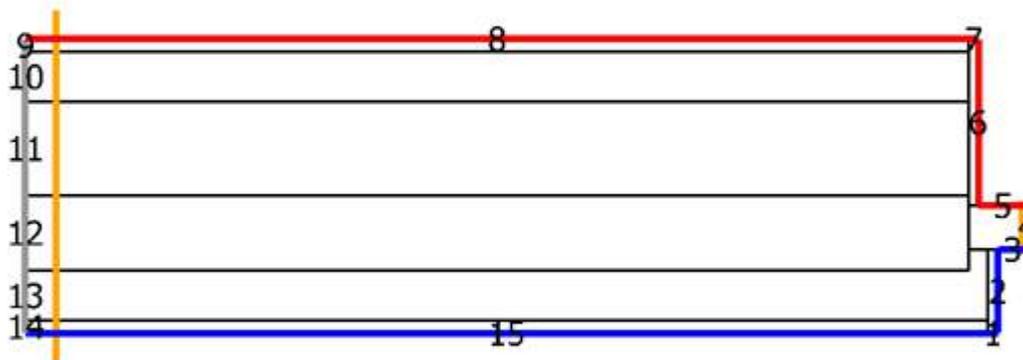


## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1	■	Esterna	0.04	20.0
2	■	Esterna	0.04	20.0
3	■	Esterna	0.04	20.0
4	■	Adiabatica		
5	■	Interna	0.13	
6	■	Interna	0.13	
7	■	Interna	0.13	
8	■	Interna	0.13	
9	■	Adiabatica		
10	■	Adiabatica		
11	■	Adiabatica		
12	■	Adiabatica		
13	■	Adiabatica		
14	■	Adiabatica		
15	■	Esterna	0.04	20.0



Mese: Gennaio



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	5.172
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0.539
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0.449
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0.051
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	2.10
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	1.58
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	8.965
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	4.687
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	17.97
U critica	U	[W/m²K]	3.589

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.789
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.65	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.06	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	17.97	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	17.66	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	17.95	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.7887</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: SOLAIOINTERPIANO

Categoria	Solaio interno/parete esterna
-----------	-------------------------------

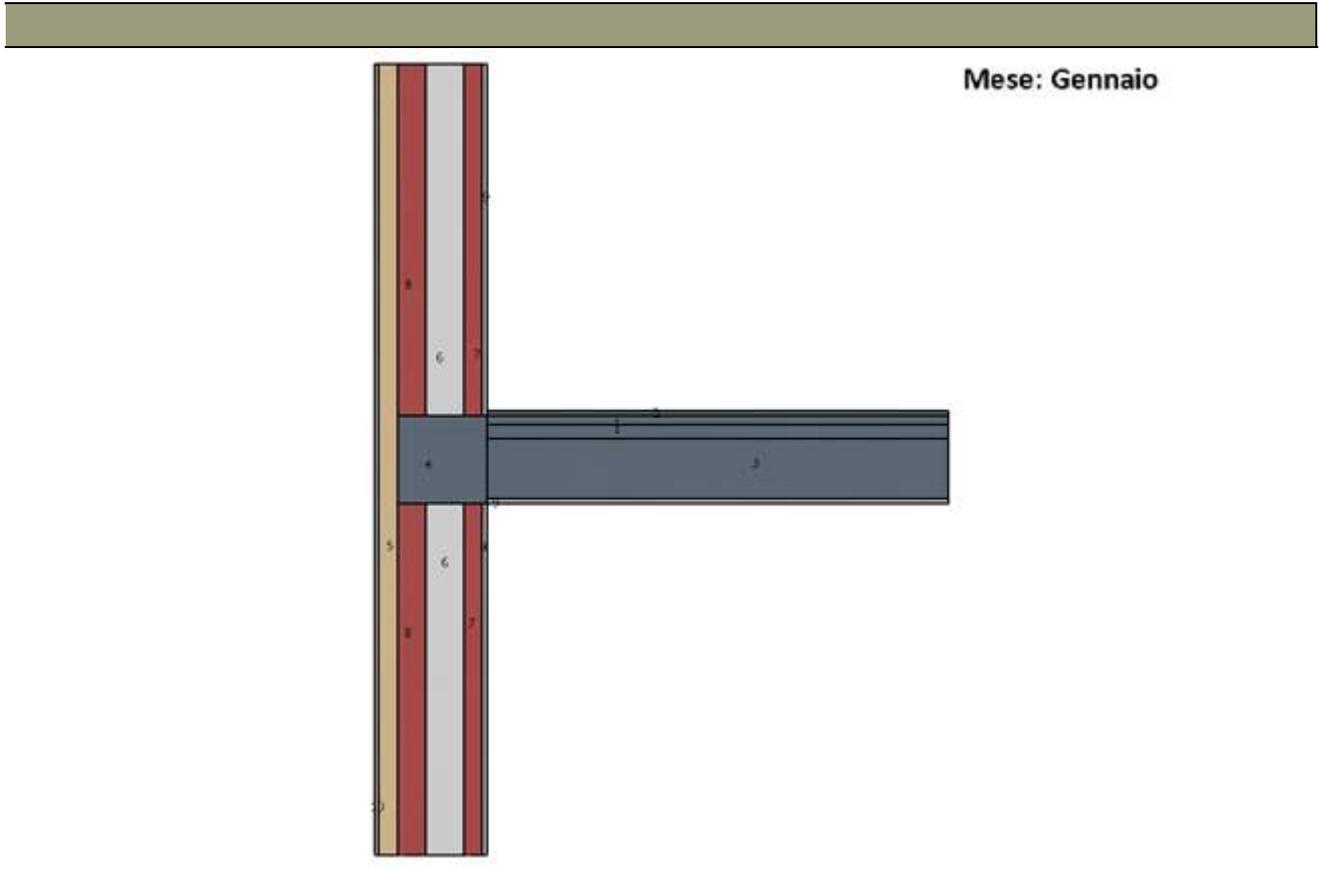
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Calcestruzzo alleggerito (vermiculite)	0.150
2		Piastrelle in ceramica	1.000
3		Blocco da solaio 2.1.05i/1 260	0.666
4		Calcestruzzo armato	1.910
5		Isolante15	0.034
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
7		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
8		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
9		Intonaco di calce e gesso	0.700
10		Malta di calce o calce cemento	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

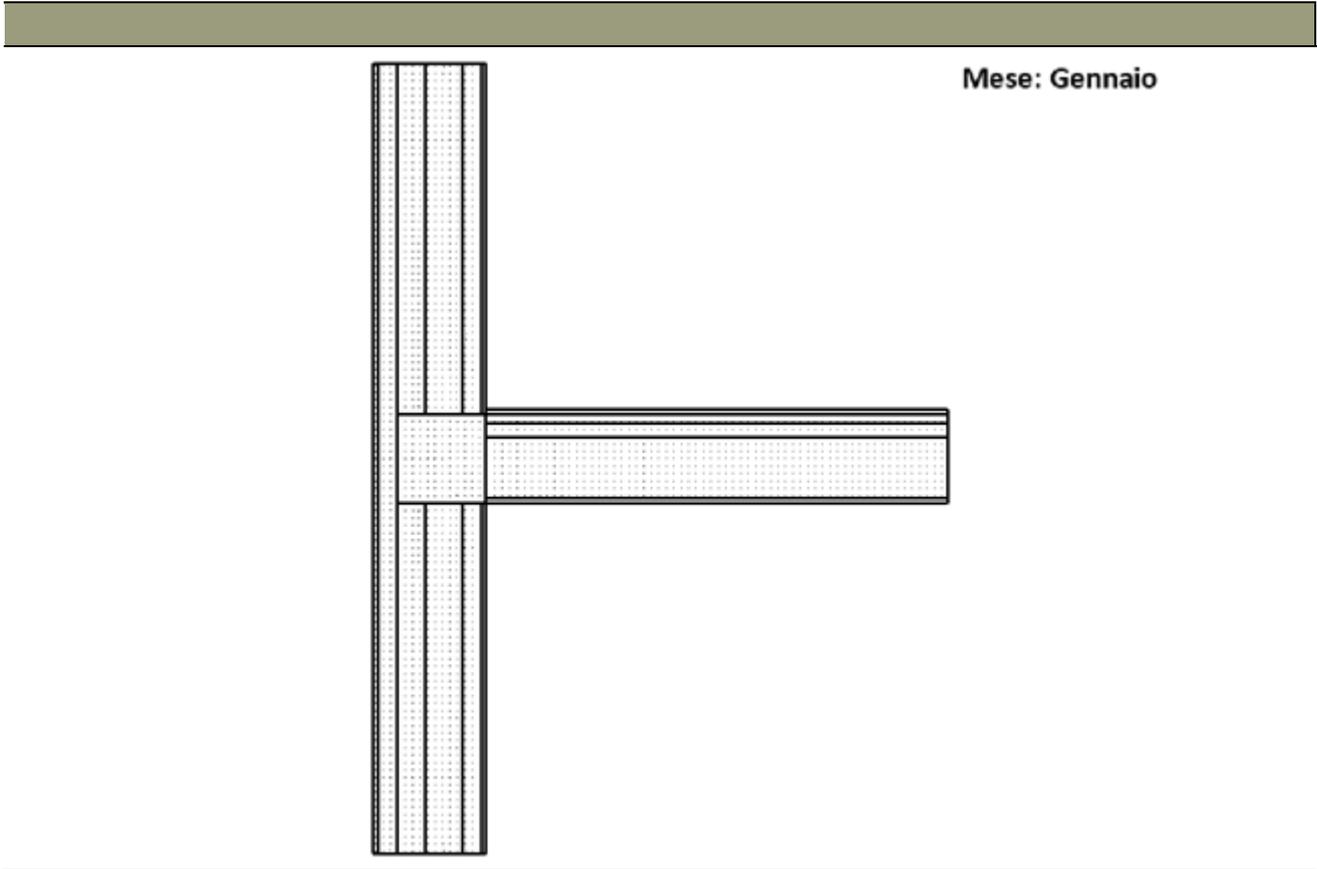
Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.



## STRATIGRAFIE

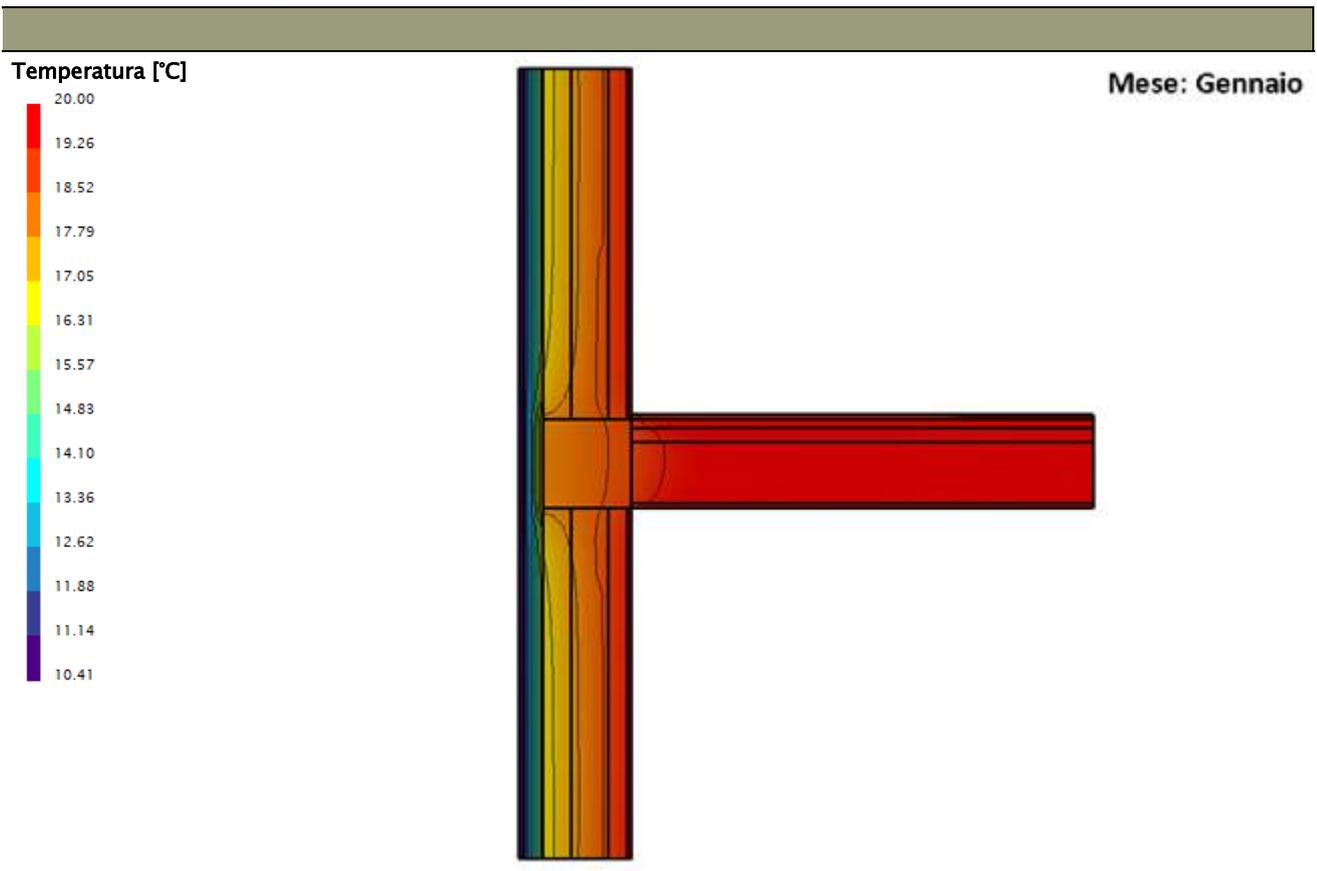
solaiointerpiano - Parete interna [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
9		Intonaco di calce e gesso	2.00
7		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	16.00
8		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
5		Isolante15	8.00
10		Malta di calce o calce cemento	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



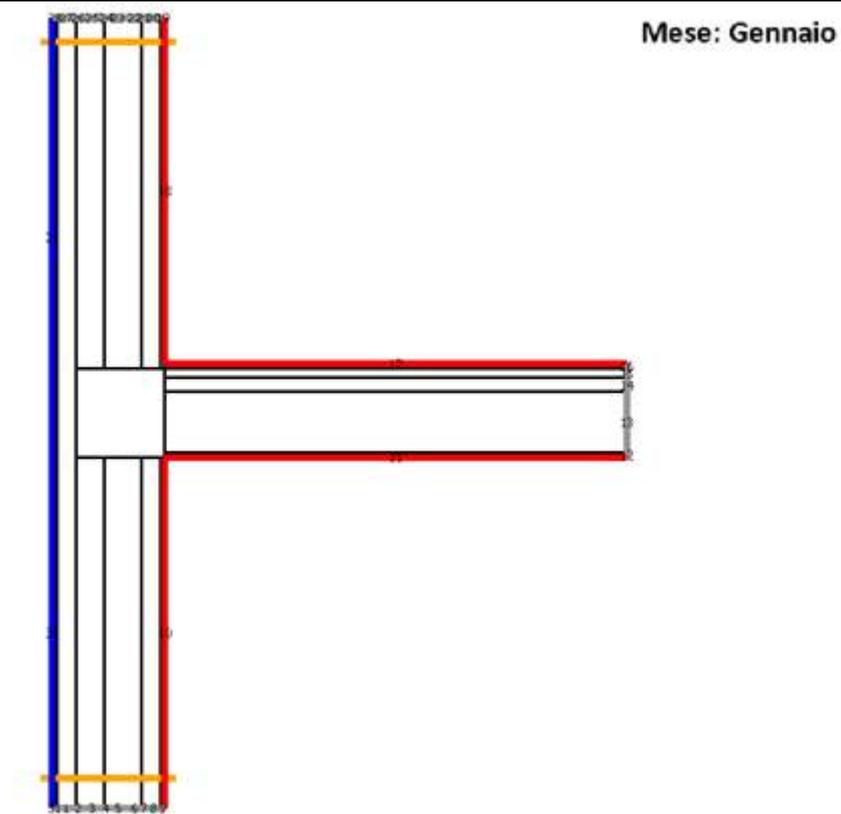
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Adiabatica		
8		Adiabatica		
9		Adiabatica		
10		Interna	0.13	
11		Interna	0.13	
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Adiabatica		
16		Adiabatica		
17		Interna	0.13	
18		Interna	0.13	
19		Adiabatica		
20		Adiabatica		
21		Adiabatica		
22		Adiabatica		
23		Adiabatica		
24		Adiabatica		
25		Adiabatica		
26		Adiabatica		
27		Adiabatica		
28		Adiabatica		
29		Esterna	0.04	20.0
30		Esterna	0.04	20.0
31		Adiabatica		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m²K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
Rsi	0,10	0,13	0,17
Rse	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	9.232
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	0.962
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	-0.128
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	0.146
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	3.94
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	2.98
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	10.410
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	7.873
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	18.96
U critica	U	[W/m²K]	3.589

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.892
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	19.31	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	19.00	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.96	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	18.80	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	18.95	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.8915</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

## PONTE TERMICO: TERRA

Categoria	Pavimenti su terreno
-----------	----------------------

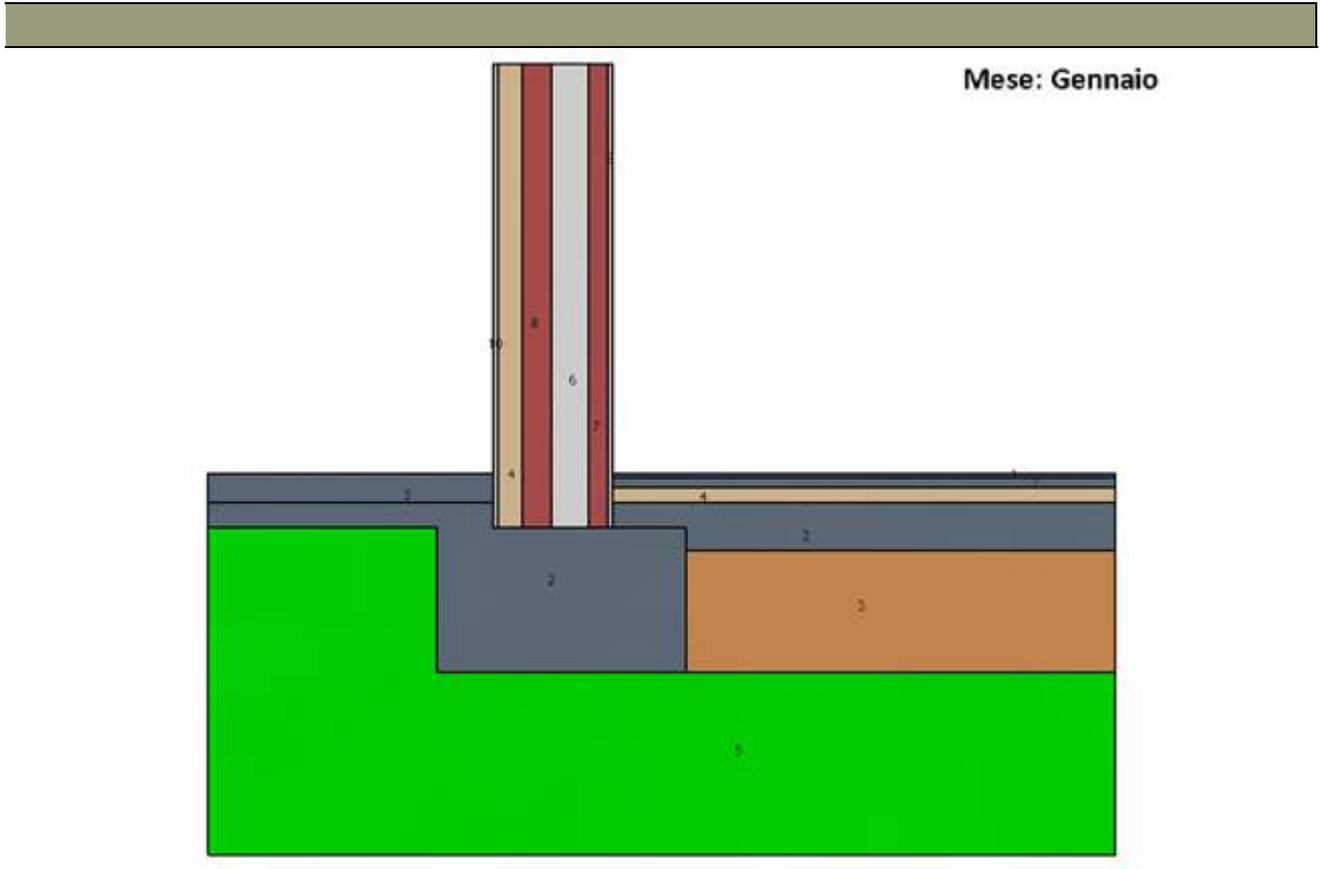
### CARATTERISTICHE TERMOFISICHE DEI MATERIALI

Ad ogni strato che compone il ponte termico deve essere associato un materiale di cui sono state definite le caratteristiche di conducibilità termica in accordo alla norma **UNI EN 6946**.

CODICE	COLORE	MATERIALE	$\lambda$
			[W/(mK)]
1		Piastrelle in ceramica	1.000
2		Calcestruzzo ordinario	1.160
3		Ghiaione-ciottole di fiume	1.200
4		Isolante 15	0.034
5		Terreno	2.000
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	0.375
7		Mattone forato 1.1.19 80	0.400
8		Mattone forato 1.1.21 120	0.386
9		Intonaco di calce e gesso	0.700
10		Malta di calce o calce cemento	0.900

## SCHEMA GEOMETRICO

Si riporta di seguito lo schema geometrico del ponte termico nel quale sono rappresentate la forma e le stratigrafie dei materiali che lo compongono e che saranno interessati dal flusso di calore.

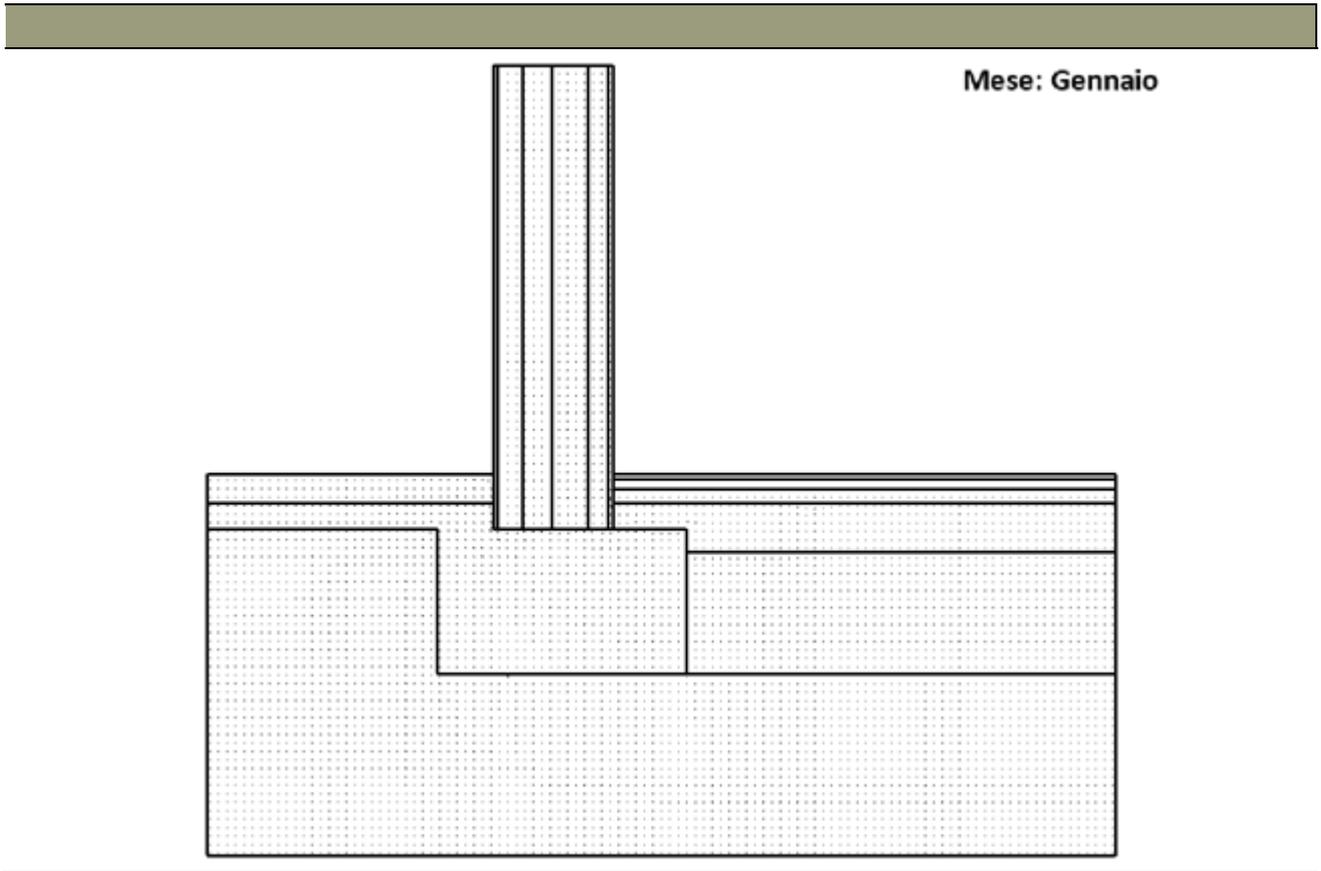


## STRATIGRAFIE

terra - Pavimento interno [1]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
1		Piastrelle in ceramica	2.00
2		Calcestruzzo ordinario	4.00
4		Isolante15	6.00
2		Calcestruzzo ordinario	20.00
3		Ghiaione-ciotoli di fiume	50.00

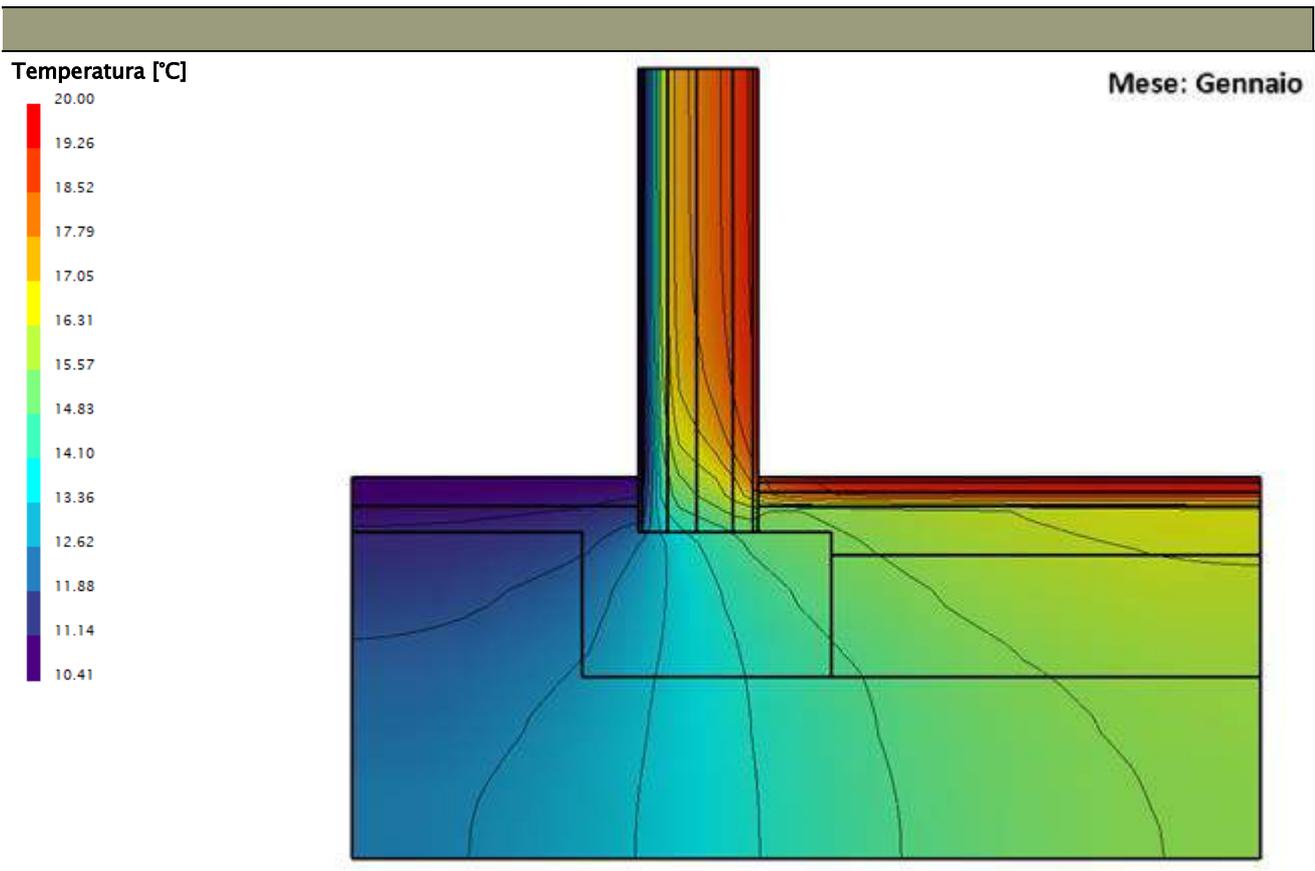
terra - Parete interna [2]			
CODICE	COLORE	MATERIALE	S
			[cm]
9		Intonaco di calce e gesso	2.00
7		Mattone forato 1.1.19 80	8.00
6		Intercapedine aria PAR. 50mm	15.00
8		Mattone forato 1.1.21 120	12.00
4		Isolante15	10.00
10		Malta di calce o calce cemento	2.00

## DIREZIONE DEL FLUSSO DI CALORE



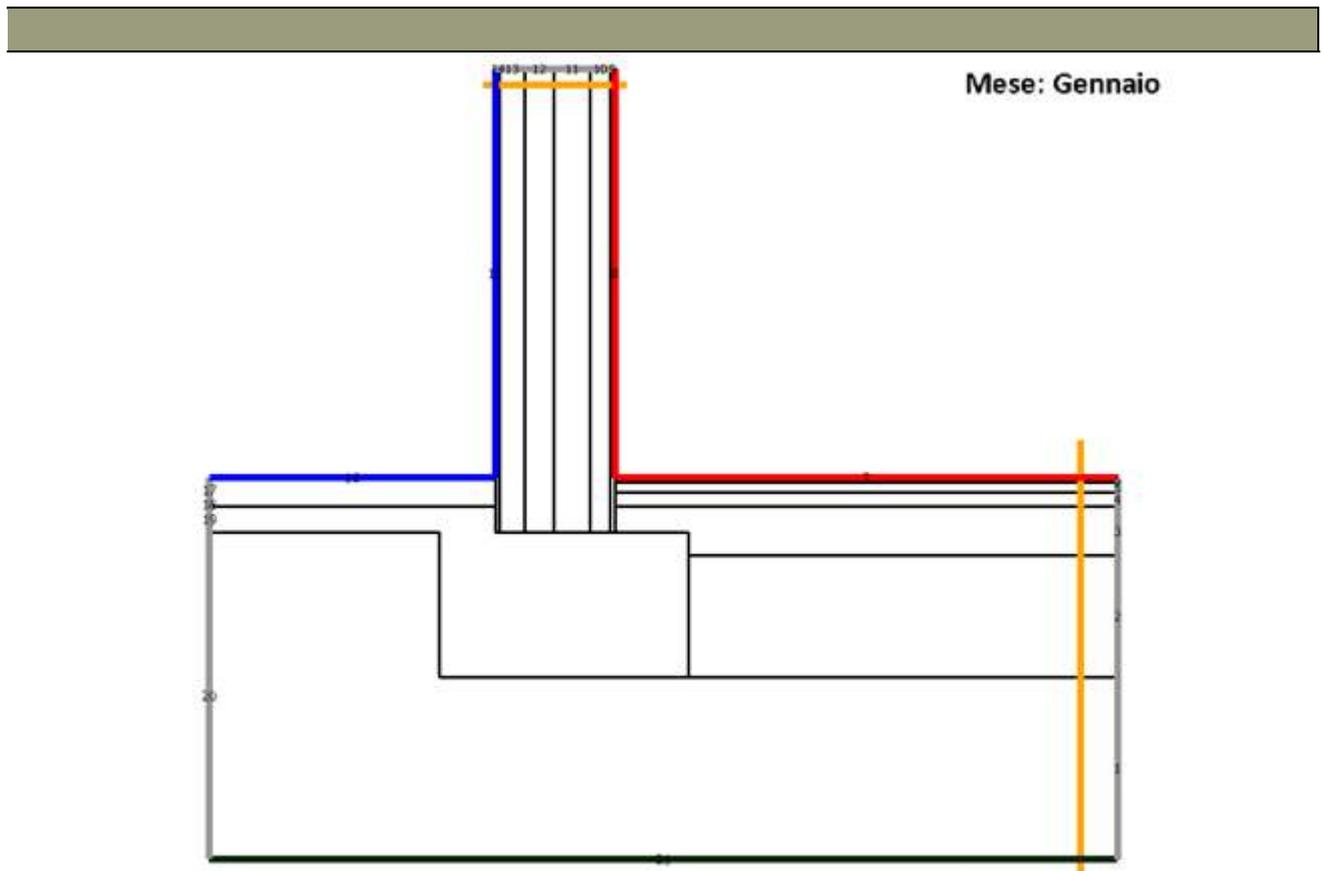
## DISTRIBUZIONE DELLE TEMPERATURE

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi che lo costituiscono



## CONDIZIONI AL CONTORNO INTERNE

Temperature ed adduttanze degli ambienti di confine				
CODICE	COLORE	DESCRIZIONE	R	T
			[(m²K)/W]	[°C]
1		Adiabatica		
2		Adiabatica		
3		Adiabatica		
4		Adiabatica		
5		Adiabatica		
6		Adiabatica		
7		Interna	0.17	20.0
8		Interna	0.13	
9		Adiabatica		
10		Adiabatica		
11		Adiabatica		
12		Adiabatica		
13		Adiabatica		
14		Adiabatica		
15		Esterna	0.04	20.0
16		Esterna	0.04	20.0
17		Adiabatica		
18		Adiabatica		
19		Adiabatica		
20		Adiabatica		
21		Adiabatica terreno orizzontale		



Ove non espressamente indicato dall'utente, l'analisi del ponte termico è eseguita con le resistenze termiche degli strati liminari previste dal Prospetto 2 della UNI EN ISO 13788.

Resistenze termiche superficiali per ambienti interni ed esterni			
RESISTENZA [(m <sup>2</sup> K)/W]	DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
	VERTICALE ASCENDENTE	ORIZZONTALE	VERTICALE DISCENDENTE
R <sub>si</sub>	0,10	0,13	0,17
R <sub>se</sub>	0,04	0,04	0,04

## RISULTATI DI CALCOLO

Attraverso la simulazione numerica ad elementi finiti in accordo alla norma UNI EN ISO 10211 vengono valutati il flusso termico totale  $\Phi$  che attraversa il ponte termico a causa della differenza di temperatura tra interno ed esterno, il coefficiente di accoppiamento  $L_{2D}$ , e la trasmittanza termica lineica  $\Psi$  da utilizzare nel calcolo delle dispersioni dell'edificio.

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Flusso termico totale	$\Phi$	[W]	<b>9.182</b>
Coefficiente di accoppiamento	$L_{2D}$	[W/(mK)]	<b>0.957</b>
Trasmittanza termica lineica esterna	$\Psi_{est}$	[W/(mK)]	<b>0.057</b>
Trasmittanza termica lineica interna	$\Psi_{int}$	[W/(mK)]	<b>0.157</b>
Lunghezza equivalente esterna	$l_{est}$	[m]	<b>4.23</b>
Lunghezza equivalente interna	$l_{int}$	[m]	<b>3.74</b>
Flusso termico esterno in assenza del ponte termico	$\Phi_{est,spt}$	[W]	<b>8.735</b>
Flusso termico interno in assenza del ponte termico	$\Phi_{int,spt}$	[W]	<b>7.796</b>
Temperatura minima	$\theta_{min}$	[°C]	<b>18.28</b>
U critica	U	[W/m²K]	<b>2.750</b>

## VERIFICA FORMAZIONE MUFFE

		Mese critico	Gennaio
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
Fattore di resistenza superficiale	$f_{Rsi}$	[-]	0.821
Fattore di resistenza superficiale ammissibile	$f_{Rsi,max}$	[-]	0.534

Calcolo del fattore di temperatura						
Mese	$T_e$	$\varphi_e$	$p_e$	$T_i$	$T_{min}$	$T_{acc}$
	[°C]	[%]	[Pa]	[°C]	[°C]	[°C]
Novembre	13.61	73.85	1150	20.00	18.86	16.25
Dicembre	10.81	71.81	930	20.00	18.36	14.92
Gennaio	10.41	76.92	970	20.00	18.28	15.53
Febbraio	8.91	66.66	760	20.00	18.02	13.70
Marzo	10.31	65.46	820	20.00	18.27	13.83

### LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA ESTERNA	$T_e$	[°C]
UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA ESTERNA	$\varphi_e$	[%]
PRESSIONE DI VAPORE ESTERNA	$p_e$	[Pa]
TEMPERATURA MEDIA MENSILE DELL'ARIA INTERNA	$T_i$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA CALCOLATA	$T_{min}$	[°C]
TEMPERATURA SUPERFICIALE MINIMA ACCETTABILE	$T_{acc}$	[-]

Verifica formazione muffe						
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE		VALORE DI CONFRONTO	ESITO VERIFICA
MESE CRITICO: <b>Gennaio</b>						
$f_{Rsi}$	Fattore di resistenza superficiale	[-]	<b>0.8211</b>	>	<b>0.5339</b>	✓
<b>Legenda:</b> ✓ = verificato - ✗ = il ponte termico è soggetto al rischio di formazione di muffe						

