



PROVINCIA DI FERMO
SERVIZIO GENIO CIVILE E PROTEZIONE CIVILE



COMUNE DI RAPAGNANO

**REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO
"DON BOSCO" IN ZONA S. TIBURZIO A RAPAGNANO (FM)
2° STRALCIO di COMPLETAMENTO**

CUP: B87B12000020002 - CIG: 642057279F

CONVENZIONE DI AVVALIMENTO n. 1019 del 18/03/2015 TRA IL COMUNE DI RAPAGNANO ED IL GENIO CIVILE DI FERMO
PER LE ATTIVITÀ DI RUP, DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA, DI DIREZIONE LAVORI, DI APPALTO E DI COLLAUDO

PROGETTO ESECUTIVO

IMPORTO COMPLESSIVO €. 900.000,00

ELABORATO

N. ELAB.

RELAZIONE EX LEGGE 10

B3



PROGETTISTI

DATA

Ing. Giuseppe Laureti
Ing. Marco Trovarelli
Geom. Simone Albertini
Geom. Andrea Ciccolini

Ing. Fabio Pagliarini



INGEGNERE CAPO
(Stefano Babini)

OTTOBRE 2015

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRIGENTE Ing. Stefano BABINI**

Relazione Tecnica attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici

art. 28 Legge n. 10 del 09/01/91
D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 - Allegato E
DPR 2 aprile 2009, n. 59

1. Informazioni Generali

Comune di RAPAGNANO

Provincia FERMO

Progetto per la realizzazione di NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "Don Bosco" IN LOCALITA' SAN TIBURZIO.

Classificazione dell'edificio in base alla categoria di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie

E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità abitative: 1
Comitenti: Comune

Progettista impianti termici
Ing. Marco Trovarelli
Geom. Andrea Ciccolini
Geom. Simone Albertini

Progettista isolamento termico
Ing. Marco Trovarelli
Geom. Andrea Ciccolini
Geom. Simone Albertini

Direttore lavori degli impianti termici
Ing. Marco Trovarelli
Geom. Andrea Ciccolini
Geom. Simone Albertini

Direttore lavori isolamento termico
Ing. Marco Trovarelli
Geom. Andrea Ciccolini
Geom. Simone Albertini

2. Fattori tipologici dell'edificio (o del complesso di edifici)

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

Costruzione in c.a. con piano seminterrato e piano terra, a pianta rettangolare e copertura piana.

3. Parametri climatici della località

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93): 2007

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti): -3 °C

4. Dati tecnici e costruttivi dell'edificio (o del complesso di edifici) e delle relative strutture

Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano	8568,05	m ³
Superficie esterna che delimita il volume	3787,59	m ²
Rapporto S/V	0,442	1/m
Superficie utile dell'edificio	1510,84	m ²
Valore di progetto della temperatura interna	20	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna	65	%

5. Dati relativi all'impianto termico

5.1 Impianti Termici

a) Descrizione impianto

Tipologia:

Circuito di riscaldamento per aule e spogliatoi della palestra del tipo a radiatori in ghisa suddivisi in due zone ciascuna dotata di propria termoregolazione.

Circuito di riscaldamento per palestra del tipo ad aerotermini.

Produzione di acqua calda sanitaria con due scaldabagni termomisti (termici + elettrici) da 100 lt.

Centrale termica a gas metano con generatore di calore ad elevato rendimento a temperatura scorrevole come sotto specificato.

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata a 350 kW: 0 °Francesi

b) Specifiche dei generatori di energia

Uso	Riscaldamento
Fluido termovettore	Acqua
Combustibile utilizzato	Metano
Tipo	da rete comunale
Descrizione	Generatore a condensazione
Valore nominale della potenza termica utile	150 kW
Rendimento termico utile al 100% della potenza	
Valore di progetto	97 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 90 + (2 * Log 150) %	94 %
Verifica:	Non richiesta
Rendimento termico utile al 30% della potenza	
Valore di progetto	108 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 85 + (3 * Log 150) %	92 %
Verifica:	Non richiesta
Uso	Acqua Calda Sanitaria (area didattica)
Fluido termovettore	Acqua
Combustibile utilizzato	Energia elettrica + Metano
Tipo	da rete comunale
Descrizione	Scaldabagno termomisto
Valore nominale della potenza termica utile	12 kW
Rendimento termico utile al 100% della potenza	
Valore di progetto	77 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 90 + (2 * Log 0) %	87 %
Verifica:	Non richiesta
Rendimento termico utile al 30% della potenza	
Valore di progetto	77 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 85 + (3 * Log 0) %	80 %
Verifica:	Non richiesta

Uso	Acqua Calda Sanitaria (spogliatoi)
Fluido termovettore	Acqua
Combustibile utilizzato	Metano
Tipo	Da rete comunale
Descrizione	Scaldabagno termomisto
Valore nominale della potenza termica utile	12 kW

Rendimento termico utile al 100% della potenza	
Valore di progetto	77 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 90 + (2 * Log 0) %	87 %
Verifica:	Non richiesta

Rendimento termico utile al 30% della potenza	
Valore di progetto	77 %
Valore minimo prescritto dal regolamento 85 + (3 * Log 0) %	80 %
Verifica:	Non richiesta

(*) Nel caso di generatori ad aria calda indicare il rendimento di combustione per il solo 100% Pn
 Nel caso di pompe di calore i rendimenti utili al 100%Pn ed al 30%Pn non sono richiesti

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

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

Tipo di conduzione prevista: Funzionamento Continuo nell'orario didattico.

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

d) Terminali di erogazione dell'energia termica

Radiatori in ghisa ed aerotermi.

e) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Canna fumaria con coibentazione.

f) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Coppelle in materiale sintetico.

g) Specifiche delle pompe di circolazione

portata 7000 lt/h.
 prevalenza 8 mt. c.a,

h) Impianti solari termici

installazione prevista in successivo stralcio dei lavori

6. Principali risultati dei calcoli dell'edificio

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Verifica trasmittanza termica delle strutture opache verticali

Codice	Descrizione	U W/m²K	U _{media} W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
_STR151a	Parete esterna da cm. 36	0,34	0,34	-	NR
_STR1512	Parete esterna da cm. 40	0,35	0,35	-	NR

Verifica trasmittanza termica delle strutture opache fra U.I. o edifici confinanti mantenuti a temperatura controllata

Codice	Descrizione	U W/m²K	U _{media} W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
_STR151234	Parete vano riscaldato cm. 30	0,28	0,28	0,80	Positiva

Verifica trasmittanza termica dei solai verso locali non riscaldati o esterno

Codice	Descrizione	U W/m²K	U _{media} W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
_STR1123	Pavimento su terreno 35 cm (scuola)	0,31	0,31	-	NR
_STR11914	Solaio 37 cm verso garage (scuola)	0,30	0,30	-	NR

Verifica trasmittanza termica delle coperture

Codice	Descrizione	U W/m²K	U _{media} W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
TET012	Tetto piano coibentato sp 31 (scuola)	0,26	0,26	-	NR

Verifica trasmittanza termica dei componenti finestrati

Codice	Descrizione	U W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
1,40 x 0,6	Finestra 1,40 x 0.6 (scuola)	2,10	-	NR
4,90 x 1.3	Finestra 4,90 x 1.30 (Scuola palestra)	2,14	-	NR
1,40x1.85	Finestra 1,40x1.85(scuola)	1,95	-	NR
1,00x1.85	Finestra 1,00x1.85(scuola)	1,95	-	NR
1,00x0.6	Finestra 1,00x0.6 (scuola)	1,95	-	NR

Verifica trasmittanza termica dei vetri

Descrizione	U W/m²K	U _{limite} W/m²K	Verifica
Finestra 1,40 x 0.6 (scuola)	1,50	-	NR
Finestra 4,90 x 1.30 (Scuola palestra)	1,90	-	NR
Fimestra 1,40x1.85(scuola)	1,80	-	NR
Fimestra 1,00x1.85(scuola)	1,90	-	NR
Finestra 1,00x0.6 (scuola)	1,90	-	NR

b) Valori dei rendimenti medi stagionali di progetto

Zona: Zona Spogliatoio Piano Interrato

Fabbisogno ideale per riscaldamento Qh

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
kWh	1349	1073	801	134	0	0	0	0	0	0	626	1161	5144

Fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'h

kWh	1349	1073	801	134	0	0	0	0	0	0	626	1161	5144
-----	------	------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	-----	------	------

Energia termica richiesta dal sistema di emissione Qhe,in

kWh	1420	1130	843	141	0	0	0	0	0	0	658	1222	5414
-----	------	------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	-----	------	------

Energia termica richiesta dal sistema di regolazione Qhr

kWh	1527	1215	907	152	0	0	0	0	0	0	708	1314	5822
-----	------	------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	-----	------	------

Energia termica richiesta alla generazione Qgn,h

kWh	1530	1217	908	152	0	0	0	0	0	0	709	1316	5833
-----	------	------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	-----	------	------

Energia termica primaria per riscaldamento Qph

kWh	1428	1139	859	152	0	0	0	0	0	0	672	1231	5480
-----	------	------	-----	-----	---	---	---	---	---	---	-----	------	------

Zona: Zona Palestra

Fabbisogno ideale per riscaldamento Qh

kWh	5268	4061	2964	592	0	0	0	0	0	0	2603	4678	20167
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'h

kWh	5268	4061	2964	592	0	0	0	0	0	0	2603	4678	20167
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di emissione Qhe,in

kWh	5546	4275	3120	623	0	0	0	0	0	0	2740	4924	21229
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di regolazione Qhr

kWh	5963	4597	3355	670	0	0	0	0	0	0	2946	5295	22827
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta alla generazione Qgn,h

kWh	5975	4606	3362	671	0	0	0	0	0	0	2952	5306	22872
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica primaria per riscaldamento Qph

kWh	5576	4310	3178	671	0	0	0	0	0	0	2796	4960	21491
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Zona: Zona Scolastica

Fabbisogno ideale per riscaldamento Qh

kWh	8284	6062	3755	427	0	0	0	0	0	0	3622	7244	29395
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'h

kWh	8284	6062	3755	427	0	0	0	0	0	0	3622	7244	29395
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di emissione Qhe,in

kWh	8720	6382	3952	449	0	0	0	0	0	0	3813	7626	30942
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di regolazione Qhr

kWh	9376	6862	4250	483	0	0	0	0	0	0	4100	8200	33271
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica richiesta alla generazione Qgn,h

kWh	9395	6876	4259	484	0	0	0	0	0	0	4108	8216	33337
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Energia termica primaria per riscaldamento Qph

kWh	8767	6433	4026	484	0	0	0	0	0	0	3891	7681	31282
-----	------	------	------	-----	---	---	---	---	---	---	------	------	-------

Riepilogo zone

Fabbisogno ideale per riscaldamento Qh

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
kWh	14901	11197	7520	1153	0	0	0	0	0	0	6851	13083	54706

Fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'h

kWh	14901	11197	7520	1153	0	0	0	0	0	0	6851	13083	54706
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di emissione Qhe,in

kWh	15686	11786	7916	1214	0	0	0	0	0	0	7212	13772	57585
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	-------

Energia termica richiesta dal sistema di regolazione Qhr

kWh	16866	12674	8512	1305	0	0	0	0	0	0	7754	14809	61919
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	-------

Energia termica richiesta alla generazione Qgn,h

kWh	16900	12699	8529	1308	0	0	0	0	0	0	7770	14838	62043
<i>Energia termica primaria per riscaldamento Q_{ph}</i>													
kWh	15770	11882	8063	1306	0	0	0	0	0	0	7358	13872	58252

Riepilogo per centrale termica

Fabbisogno ideale per riscaldamento Q_h

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	TOT
kWh	14901	11197	7520	1153	0	0	0	0	0	0	6851	13083	54706

Fabbisogno ideale netto per riscaldamento Q'_h

kWh	14901	11197	7520	1153	0	0	0	0	0	0	6851	13083	54706
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	--------------

Energia termica richiesta dal sistema di emissione Q_{he,in}

kWh	15686	11786	7916	1214	0	0	0	0	0	0	7212	13772	57585
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	--------------

Energia termica richiesta dal sistema di regolazione Q_{hr}

kWh	16866	12674	8512	1305	0	0	0	0	0	0	7754	14809	61919
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	--------------

Energia termica richiesta alla generazione Q_{gn,h}

kWh	16900	12699	8529	1308	0	0	0	0	0	0	7770	14838	62043
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	--------------

Energia termica primaria per riscaldamento Q_{ph}

kWh	15770	11882	8063	1306	0	0	0	0	0	0	7358	13872	58252
-----	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---	---	------	-------	--------------

Descrizione	Progetto %	Minimo %	Verifica
Rendimento di produzione	106,5	-	
Rendimento di emissione	95,0	-	
Rendimento di regolazione	93,0	-	
Rendimento di distribuzione(*)	99,8	-	
Rendimento globale medio stagionale	93,9	81,5	Positiva

Descrizione simboli

Q _h	Fabbisogno ideale per riscaldamento	η_e	Rendimento di emissione	Q' _h / Q _{he,in}
Q' _h	Fabbisogno ideale netto per riscaldamento	η_c	Rendimento di regolazione	Q _{he,in} / Q _{hr}
Q _{he,in}	Energia termica richiesta dal sistema di emissione	η_d (*)	Rendimento di distribuzione	Q _{hr} / Q _{gn,H}
Q _{hr}	Energia termica richiesta dal sistema di regolazione	η_g	Rendimento globale medio stagionale	Q _h / Q _{p,H}
Q _{gn,H}	Energia termica richiesta alla generazione			
Q _{p,H}	Energia primaria			

(*) comprende eventuali perdite di accumulo

c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Metodo di calcolo utilizzato:	UNI/TS 11300-1/2
Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano	8568,05 m ³
Superficie utile dell'edificio	1510,84 m ²
Fabbisogno di energia primaria annuale	58252 kWh
Valore di progetto (EP _i):	6,80 kWh/m ³ a
Valore limite (EP _{lim}):	13,51 kWh/m ³ a
Verifica:	positiva
Fabbisogno di energia elettrica	135 kWh _e
Fabbisogno di Fabbisogno di combustibile: Metano - PCI = 9,94 kWh/Nm ³ :	5831 Nm ³

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva dell'involucro (DPR 59/2009)

Metodo di calcolo utilizzato:	UNI/TS 11300-1
Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano:	8568,05 m ³
Superficie utile dell'edificio;	1510,84 m ²

Fabbisogno energetico annuo per raffrescamento	60066 kWh/a
Valore di progetto ($EP_{e,invol}$):	7,01 kWh/m ³ a
Valore limite ($EP_{e,invol,lim}$):	10,00 kWh/m ³ a
Verifica:	positiva

d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	11,70 kJ/(m ³ GG)
--------------------	------------------------------

8. Documentazione allegata

Vedere elaborato grafici progetto esecutivo.

Verifiche termigrometriche delle strutture disperdenti.

Schema APE per previsione classe energetica del fabbricato sulla base delle specifiche di progetto.

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti.

Documentazione relativa al rendimento utile dei generatori di calore

Calcolo delle potenze di progetto dei locali

Calcolo di H_t , H_v , H_u , H

Calcolo di Q_l (perdite), Q_s (apporti solari), Q_i (apporti interni): mensili

Calcolo di Q_h (energia utile), mensile - stagionale

Calcolo dei rendimenti: emissione, regolazione, distribuzione, produzione

Calcolo di Q (energia primaria), mensile - stagionale secondo UNI/TS 11300-2

Calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria di progetto

Calcolo del fabbisogno di energia primaria limite

9. Dichiarazione di rispondenza

I sottoscritti dichiarano che:

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

Data,

Timbro e firma

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

EDIFICI NON RESIDENZIALI (SCOLASTICO)

Il presente attestato è riferito ad un edificio scolastico da realizzare, ed è stato pertanto predisposto al fine di prevedere la classe energetica del fabbricato sulla base delle specifiche di progetto

1. INFORMAZIONI GENERALI ⁽¹⁾

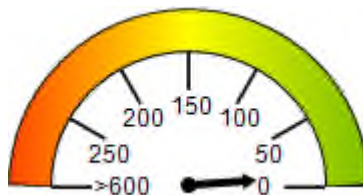
Codice Certificato	n.a.	Validità	10 anni dal completamento dell'opera
Riferimenti catastali	n.a.		
Indirizzo edificio	Comune di Rapagnano Zona S. Tiburzio - RAPAGNANO (FERMO)		
Nuova costruzione	<input checked="" type="checkbox"/>	Passaggio di proprietà	<input type="checkbox"/>
		Riqualificazione energetica	<input type="checkbox"/>
Proprietà	Comune di Rapagnano	Telefono	
Indirizzo		E-mail	

2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

Edificio di classe: A

3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALE E PARZIALI⁽²⁾

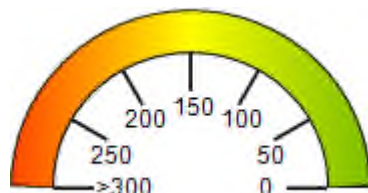
EMISSIONI DI CO₂
7,7 kg·CO₂/m³·anno



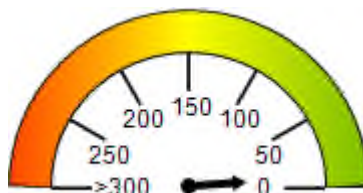
PRESTAZIONE
ENERGETICA GLOBALE

6,8 kWh/m³·anno

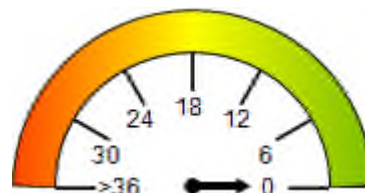
PRESTAZIONE ENERGETICA
RAGGIUNGIBILE



RAFFRESCAMENTO
kWh/m³·anno



PRESTAZIONE
RISCALDAMENTO
6,8 kWh/m³·anno



ACQUA CALDA
(non valutato ai fini APE)

4. Qualità involucro (Raffrescamento)⁽³⁾

I

II

III

IV

V

5. Metodologie di calcolo adottate⁽⁴⁾

UNI/TS 11300-1/2 - DM 26 GIUGNO 2009
E_{Pe,inv},cert = 39,76 kWh/m²a

6. RACCOMANDAZIONI ⁽⁵⁾		
Interventi	Prestazione Energetica / Classe a valle del singolo intervento	Tempo di Ritorno (anni)
1)		
2)		
3)		
4)		
5)		

PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE ⁽²⁾kWh/m ³ ·anno(>10 anni)
---	-------------------------------	-----------------

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO ⁽⁶⁾			
SERVIZI ENERGETICI INCLUSI NELLA CERTIFICAZIONE	Riscaldamento <input checked="" type="checkbox"/>	Raffrescamento <input type="checkbox"/>	Acqua Calda Sanitaria <input checked="" type="checkbox"/>

A+ < 4,96 kWh/m³ · anno

A < 8,34 kWh/m³ · anno

6,80 kWh/m³

B < 12,25 kWh/m³ · anno

C < 16,68 kWh/m³ · anno

Rif. legislativo

D < 20,59 kWh/m³ · anno

16,68 kWh/m³ · anno

E < 27,87 kWh/m³ · anno

F < 39,06 kWh/m³ · anno

G ≥ 39,06 kWh/m³ · anno

8. DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI							
8.1 RAFFRESCAMENTO(*)		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA		8.4 ILLUMINAZIONE	
Indice energia primaria (EPe)		Indice energia primaria (EPi)	6,8	Indice energia primaria (EPacs)	0,0	Indice energia primaria (EPill)	
Indice energia primaria limite di legge		Indice en. primaria limite di legge (d.lgs. 192/05)	13,5			Indice en. primaria limite di legge	
Indice involucro (EPe,invol)	7,0	Indice involucro (EPi,invol)	6,4	Fonti rinnovabili	{EP_R EN_D HW}	Fonti rinnovabili	
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto (h _g)	93,9				
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	0,0				

9. NOTE

(interventi di manutenzione edile ed impiantistica, energeticamente significativi, realizzati nella vita dell'edificio, sistemi gestionali in essere,.....)

10. EDIFICIO

Indirizzo	Comune di Rapagnano Zona S. Tiburzio - RAPAGNANO (FERMO)			Foto dell'edificio (n.a.)
Tipologia edilizia	Edificio scolastico			
Tipologia costruttiva	Struttura intelaiata in c.a. con tamponamenti in laterizio			
Anno di costruzione	Presumibilmente 2016	Numero di appartamenti	n.a.	
Volume lordo riscaldato V (m³)	8568,05	Superficie utile (m²)	1510,84	
Superficie disperdente S (m²)	3787,59	Zona climatica / GG	D / 2007	
Rapporto S/V	0,44	Destinazione d'uso	Edificio Scolastico "Don Bosco"	

11. IMPIANTI ⁽⁷⁾

Riscaldamento	Anno di installazione	Presumibilmente 2016	Tipologia	Generatore cond.
	Potenza nominale (kW)	150	Combustibile	Metano
Acqua Calda Sanitaria	Anno di installazione	Presumibilmente 2016	Tipologia	Boiler termomisto
	Potenza nominale (kW)	12	Combustibile	Metano/elettricità
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustibile	
Illuminazione	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)			
Fonte Rinnovabili	Anno di installazione		Tipologia	
	Energia annuale prodotta (kWh / kWh)			

12. PROGETTAZIONE

Progettista/i architettonico	Gruppo progettazione Comune Rapagnano - Genio Civile Fermo		
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Progettista/i impianti	Genio Civile Fermo		
Indirizzo		Telefono/e-mail	

13. COSTRUZIONE

Costruttore	n.a.		
Indirizzo		Telefono/e-mail	
Direttore/i lavori	n.a.		
Indirizzo		Telefono/e-mail	

14. SOGGETTO CERTIFICATORE			
Ente/Organismo pubblico <input type="checkbox"/>	Tecnico abilitato <input type="checkbox"/>	Energy Manager <input type="checkbox"/>	Organismo/Società <input type="checkbox"/>
Nome e cognome/ Denominazione	n.a.		
Indirizzo		Telefono/email	
Titolo		Ordine/iscrizione	
Dichiarazione di indipendenza (8)			
Informazioni aggiuntive			

15. SOPRALLUOGHI	
1)	
2)	
3)	

16. DATI IN INGRESSO			
Progetto Energetico		Rilievo sull'edificio	
Provenienza e responsabilità			

17. SOFTWARE			
Denominazione	Termo_CE 9.5.0002	Produttore	Tecnobit S.r.l
Dichiarazione di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti inferiore al +/- 5% rispetto ai valori della metodologia di calcolo di riferimento nazionale (UNI/TS 11300) fornito dal C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano).			
Autodichiarazione del produttore dello strumento di calcolo protocollo CTI n. 60			

Data emissione

.....

Firma del Tecnico

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE E LEGENDA

- (1) Eventuali informazioni aggiuntive nelle note.
- (2) **PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE:** energia totale utilizzata dall'edificio per m² di superficie utile climatizzata (Indice prestazione energetica globale).
PRESTAZIONE RISCALDAMENTO: energia utilizzata per riscaldare l'edificio per m² di superficie utile (Indice prestazione energetica per la climatizzazione invernale).
PRESTAZIONE RAFFRESCAMENTO: energia utilizzata per raffrescare l'edificio per m² di superficie utile (Indice prestazione energetica per la climatizzazione estiva).
PRESTAZIONE ACQUA CALDA: energia utilizzata per la produzione di acqua calda sanitaria per m² di superficie utile (Indice prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria).
PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE: miglioramento della prestazione energetica conseguente alla realizzazione degli interventi di riqualificazione riportati nel paragrafo "Raccomandazioni" che presentano un tempo di ritorno degli investimenti inferiore a 10 anni.
LIMITE DI LEGGE: requisito minimo previsto per un edificio identico, di nuova costruzione, ubicato nella stessa località.
EMISSIONI DI CO₂: emissioni clima alteranti derivanti dall'attuale efficienza energetica dell'edificio.
- (3) La qualità prestazionale dell'involucro ai fini di contenere il fabbisogno di energia per il raffrescamento è determinata conformemente ai criteri del paragrafo 6 delle presenti Linee guida.
- (4) Metodologie utilizzate per il calcolo delle prestazioni energetiche globali e parziali, di cui al punto 2, e per la determinazione della qualità dell'involucro di cui al punto 3.
- (5) Indicare eventuali allegati descrittivi dell'intervento.
- (6) La classe energetica complessiva dell'edificio è determinata conformemente ai criteri del paragrafo 7 delle Linee guida (vedi esempio a pagina 5).
- (7) I dati di potenza relativi agli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria sono riferiti alla potenza termica al focolare.
- (8) Dichiarazione di indipendenza e di imparzialità di giudizio del soggetto certificatore resa ai sensi degli articoli 359 e 481 C.P..
- (*) **Al momento non operativo**

Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351 , UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

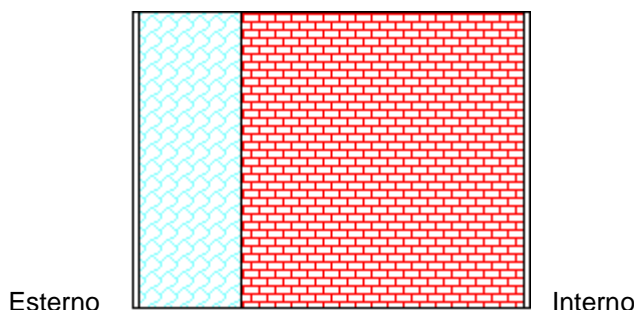
Codice struttura: TET012 **Nome:** Tetto piano coibentato sp 31 (scuola)

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m ² ·K/W	ρ kg/m ³	C J/K	μ	d m
Impermeabilizzazione con guaina finit. in ardesia	0,230	0,022	1.200,0	920	50000,0	0,005
Poliuretano espanso in fabbrica fra lamie 40 kg/mc	0,024	3,333	40,0	1300	140,0	0,080
Blocco da solaio cm 22	0,000	0,330	1.800,0	840	9,0	0,220
Intonaco di calce e gesso (interno)	0,700	0,007	1.400,0	840	11,0	0,005
Totale resistenze materiali		3,692				

	R_{si} m ² ·K/W	R m ² ·K/W	R_{se} m ² ·K/W	R_{tot} m ² ·K/W	U W/(m ² ·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	3,692	0,040	3,982	0,251
Trasmittanza U Termica	0,130	3,692	0,040	3,862	0,259



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,937$

Verifica della condensa interstiziale: Si verifica condensa interstiziale ma si prevede che tutta l'acqua condensata evapori nei mesi estivi. Struttura verificata.
Mese critico: novembre

Simboli.

λ Conduttività termica

μ Fattore di resistenza igroscopica

R Resistenza termica specifica

d Spessore dello strato di materiale

ρ Massa volumica

C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,038	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,145	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-10,051	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	405	kg/m ²
Massa superficiale	:	412	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	60,75	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	8,47	kJ/m ² K

Categoria Edificio	:	E.7
Zona climatica	:	D
Comune	:	RAPAGNANO

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,00	0,20	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
TET012	Tetto piano coibentato sp 33 (scuola)	230	405	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,937 (UR sup. amm. = 80%)

Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna

φ_e Umidità relativa dell'aria esterna

θ_i Temperatura dell'aria interna

$\theta_{si,min}$ Temperatura

$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in
corrispondenza della superficie interna

p_e Pressione parziale del vapore esterna

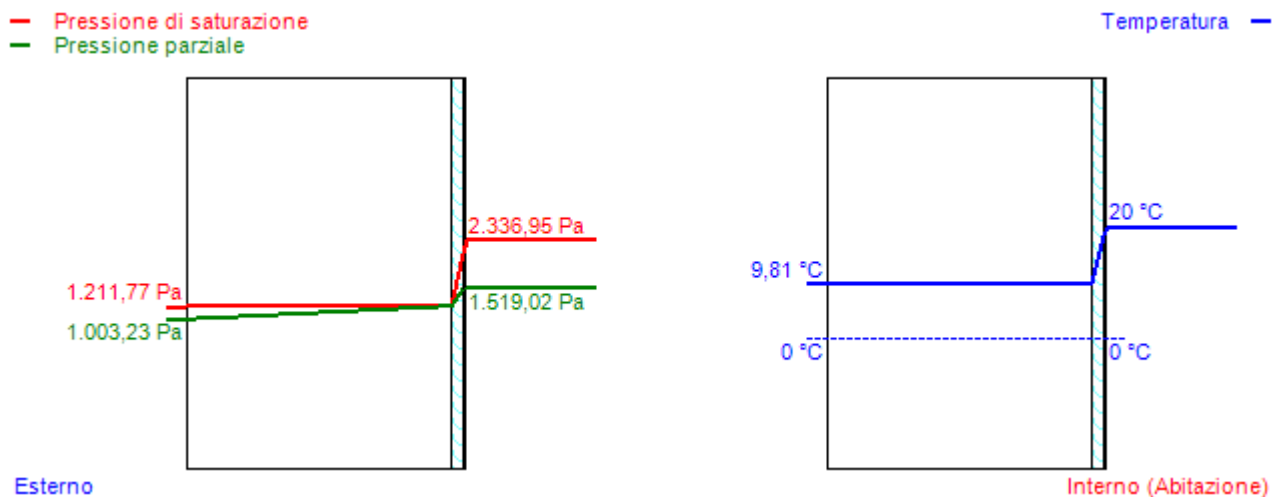
p_i Pressione parziale del vapore interna

Δp Differenza di pressione parziale del vapore

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Impermeabilizzazione con guaina finit. in ardesia	0,00	0,00
3	Impermeabilizzazione con guaina finit. in ardesia - Poliuretano espanso in fabbrica fra lamie 40 kg/mc	250,00	250,00
4	Poliuretano espanso in fabbrica fra lamie 40 kg/mc - Blocco da solaio cm 22	11,20	261,20
5	Blocco da solaio cm 22 - Intonaco di calce e gesso (interno)	1,98	263,18
6	Intonaco di calce e gesso (interno) - Interno (Abitazione)	0,06	263,24
7	Interno (Abitazione)	0,00	263,24

Temperature espressa in °C.

[illegible]

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (P_{sat}) espresse in Pa.

[illegible]

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m^2 .

Int.	Dato	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott
1	gc												
	Ma												
2	gc												
	Ma												
3	gc	0,0111	0,0222	0,0258	0,0232	0,0151	0,0025	-0,0136	-0,0370	-0,0542			
	Ma	0,0111	0,0333	0,0591	0,0823	0,0974	0,1000	0,0864	0,0494				
4	gc												
	Ma												
5	gc												
	Ma												
6	gc												
	Ma												
7	gc												
	Ma												

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m^2	M_a kg/m^2	Risultato
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0111	0,0111	Condensa
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0222	0,0333	Condensa
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0258	0,0591	Condensa
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0232	0,0823	Condensa
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0151	0,0974	Condensa
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0025	0,1000	Condensa
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	-0,0136	0,0864	Evaporazione
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	-0,0370	0,0494	Evaporazione
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	-0,0542	0,0000	Evaporazione
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

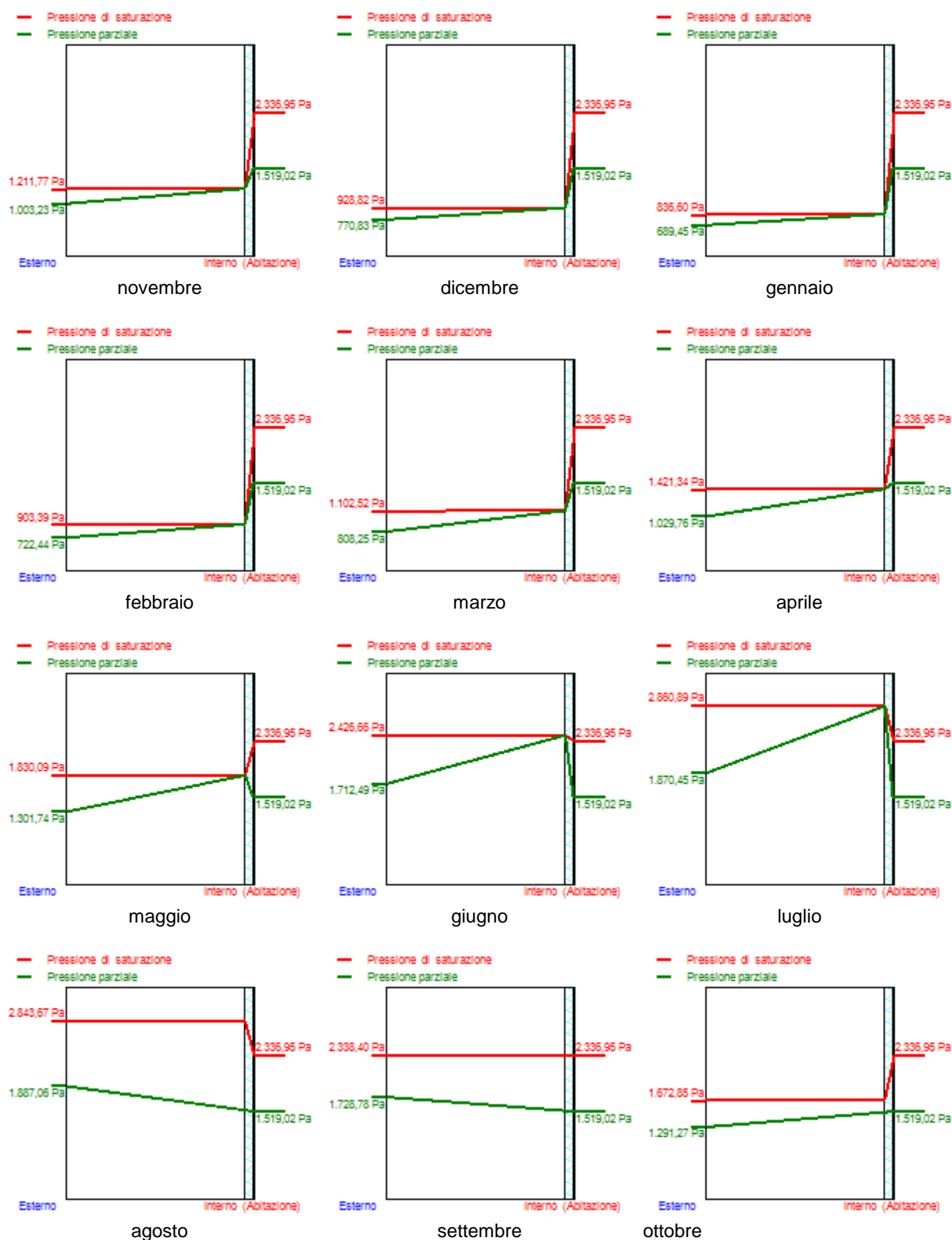
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

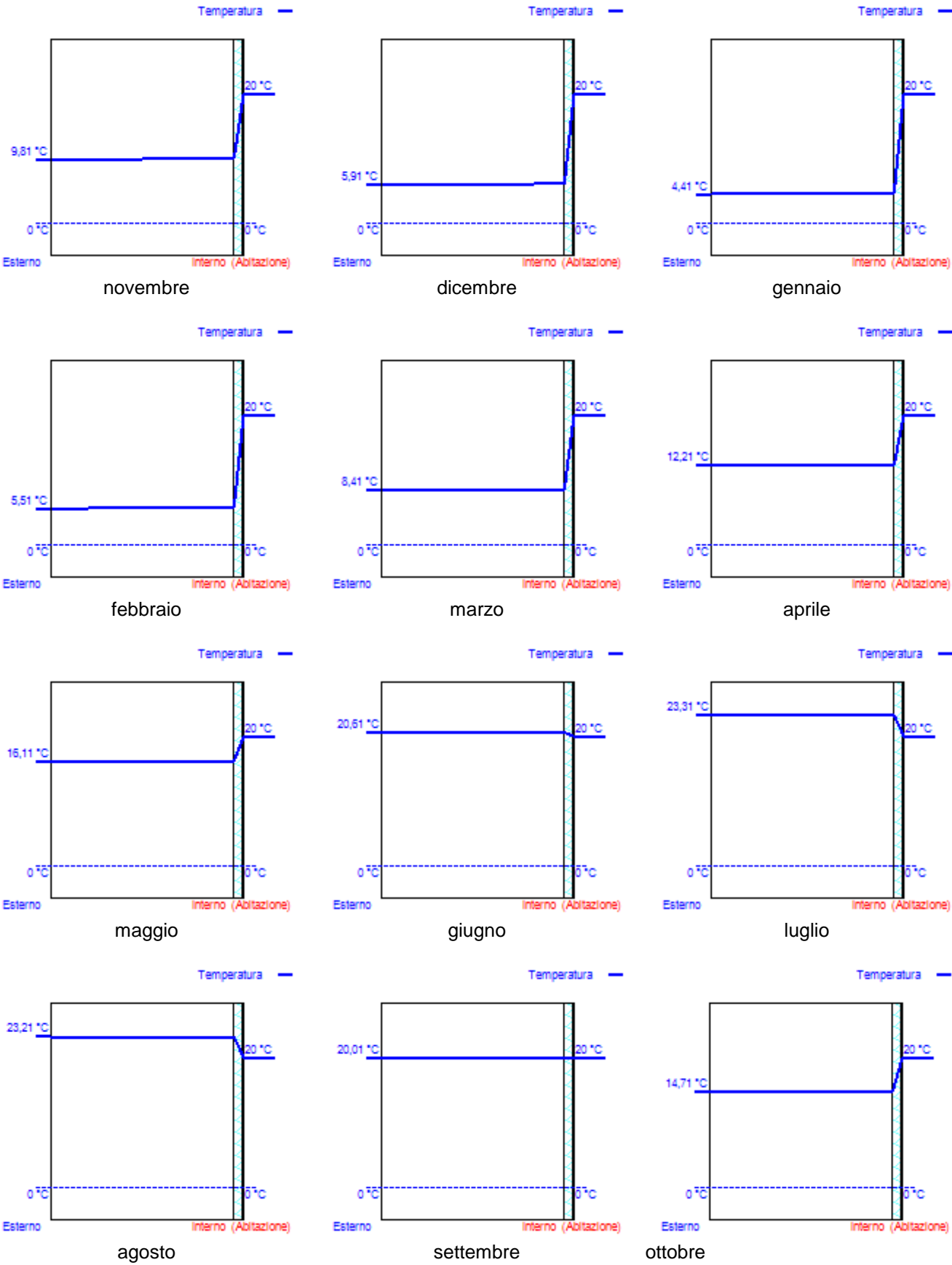
ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



Grafici mensili delle temperature.



Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO (CN).

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351, UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

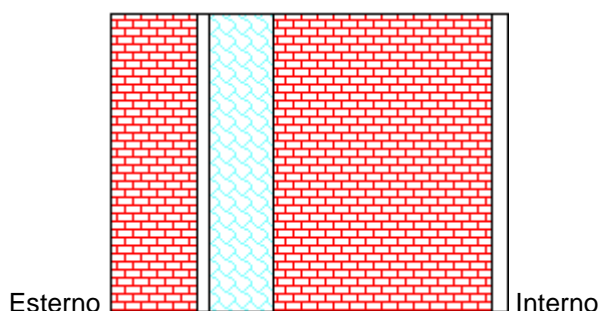
Codice struttura: _STR151a **Nome:** Parete esterna da cm. 36 ;

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m²·K/W	ρ kg/m³	C J/K	μ	d m
Mattone forato cm 8	0,000	0,200	775,0	840	9,0	0,080
Calcestruzzo	1,150	0,009	1.800,0	880	60,0	0,010
Polistirene espanso, estruso con pelle	0,036	1,667	30,0	1250	200,0	0,060
Poroton cm 20	0,200	0,800	660,0	840	10,0	0,200
Intonaco isolante di gesso	0,180	0,083	600,0	1000	6,0	0,015
Totale resistenze materiali		2,759				

	R_{si} m²·K/W	R m²·K/W	R_{se} m²·K/W	R_{tot} m²·K/W	U W/(m²·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	2,759	0,040	3,049	0,328
Trasmittanza U Termica	0,130	2,759	0,040	2,929	0,341



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,918$

Verifica della condensa interstiziale: Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.
Mese critico: gennaio

Simboli.

λ Conduttività termica
 μ Fattore di resistenza igroscopica
R Resistenza termica specifica
d Spessore dello strato di materiale
 ρ Massa volumica
C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,067	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,210	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-11,497	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	214	kg/m ²
Massa superficiale	:	223	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	31,22	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	54,38	kJ/m ² K

Categoria Edificio	:	E.7
Zona climatica	:	D
Comune	:	RAPAGNANO

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,10	0,12	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
_STR151a	Parete esterna da cm. 36 trasmittanza<0,29	230	214	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,918 (UR sup. amm. = 80%)

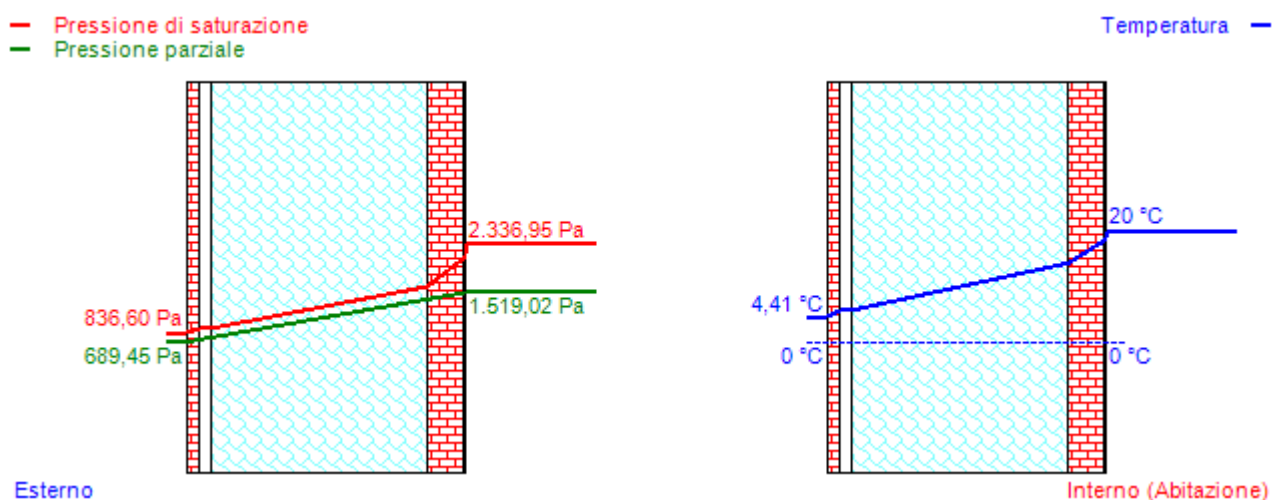
Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna	p_e Pressione parziale del vapore esterna
φ_e Umidità relativa dell'aria esterna	p_i Pressione parziale del vapore interna
θ_i Temperatura dell'aria interna	Δp Differenza di pressione parziale del vapore
$\theta_{si,min}$ Temperatura	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna
$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza della superficie interna	

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Mattone forato cm 8	0,00	0,00
3	Mattone forato cm 8 - Calcestruzzo	0,72	0,72
4	Calcestruzzo - Polistirene espanso, estruso con pelle	0,60	1,32
5	Polistirene espanso, estruso con pelle - Poroton cm 20	12,00	13,32
6	Poroton cm 20 - Intonaco isolante di gesso	2,00	15,32
7	Intonaco isolante di gesso - Interno (Abitazione)	0,09	15,41
8	Interno (Abitazione)	0,00	15,41

Temperature espresse in °C.

Int.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	4,4	5,5	8,4	12,2	16,1	20,6	23,3	23,2	20,0	14,7	9,8	5,9
2	4,6	5,7	8,6	12,3	16,2	20,6	23,3	23,2	20,0	14,8	9,9	6,1
3	5,6	6,7	9,3	12,8	16,4	20,6	23,0	23,0	20,0	15,1	10,6	7,0
4	5,7	6,7	9,4	12,8	16,4	20,6	23,0	22,9	20,0	15,1	10,6	7,1
5	14,2	14,6	15,7	17,1	18,6	20,2	21,2	21,2	20,0	18,0	16,2	14,8
6	18,3	18,4	18,7	19,1	19,6	20,1	20,4	20,4	20,0	19,4	18,9	18,5
7	18,7	18,8	19,0	19,4	19,7	20,1	20,3	20,3	20,0	19,6	19,2	18,8

8	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) espresse in Pa.

Int.	Dato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	837	903	1103	1421	1830	2427	2861	2844	2338	1673	1212	929
2	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	849	915	1114	1431	1836	2425	2853	2836	2338	1680	1223	941
3	P	728	760	841	1053	1312	1703	1854	1870	1719	1302	1027	806
	Psat	911	978	1173	1480	1866	2419	2816	2801	2338	1718	1279	1003
4	P	761	791	869	1072	1320	1696	1840	1856	1711	1311	1047	835
	Psat	914	980	1175	1482	1867	2419	2815	2799	2338	1720	1281	1005
5	P	1407	1411	1423	1453	1490	1545	1567	1569	1547	1488	1449	1418
	Psat	1619	1662	1782	1949	2136	2370	2521	2515	2337	2067	1842	1678
6	P	1514	1514	1515	1516	1518	1520	1521	1521	1520	1518	1516	1515
	Psat	2101	2117	2160	2217	2276	2347	2390	2388	2337	2255	2181	2123
7	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2158	2170	2203	2246	2291	2344	2377	2375	2337	2275	2219	2175
8	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m².

Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	Risultato
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0000	0,0000	
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0000	0,0000	
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0000	0,0000	
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0000	0,0000	
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	0,0000	0,0000	
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	0,0000	0,0000	
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	0,0000	0,0000	
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0000	0,0000	
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

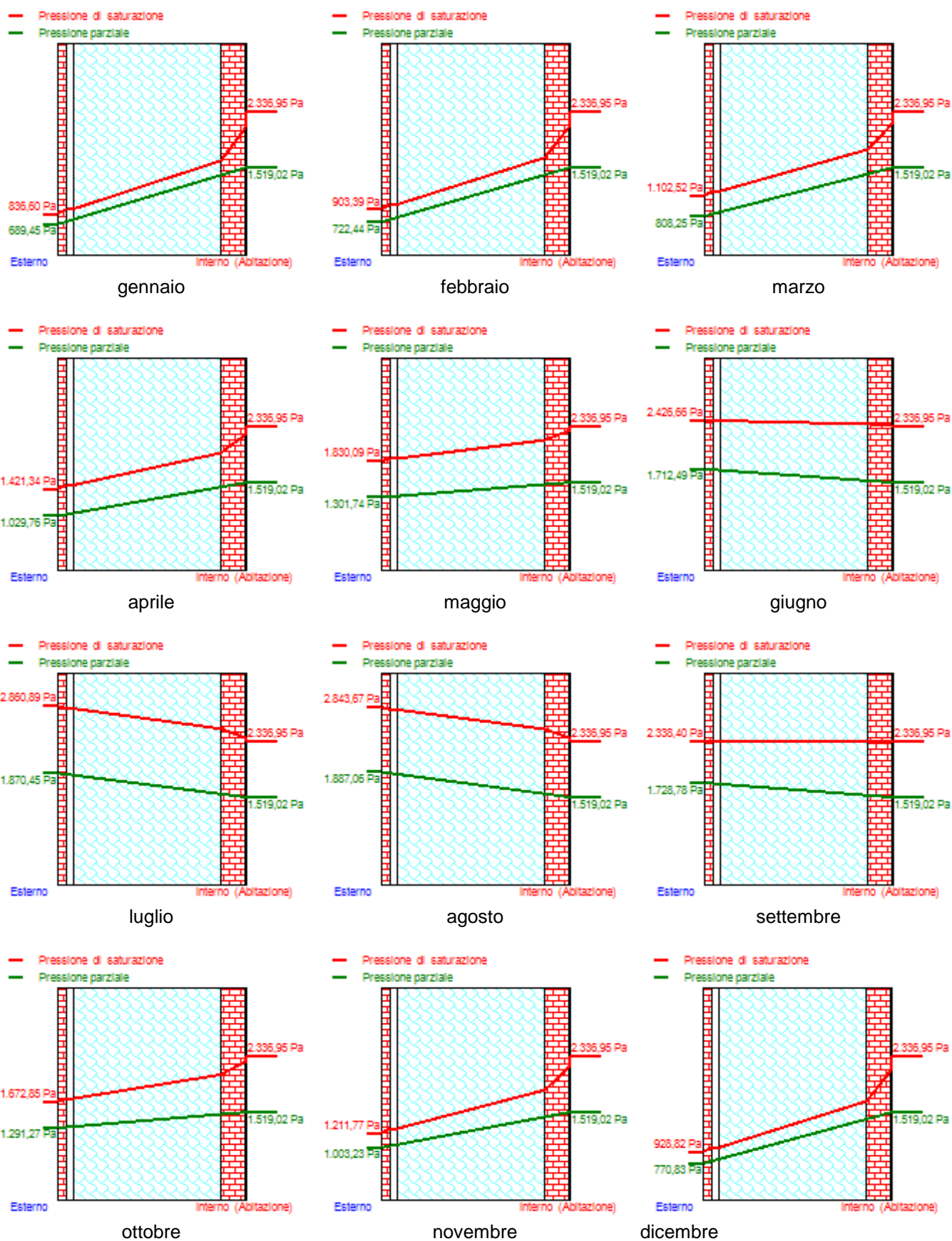
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

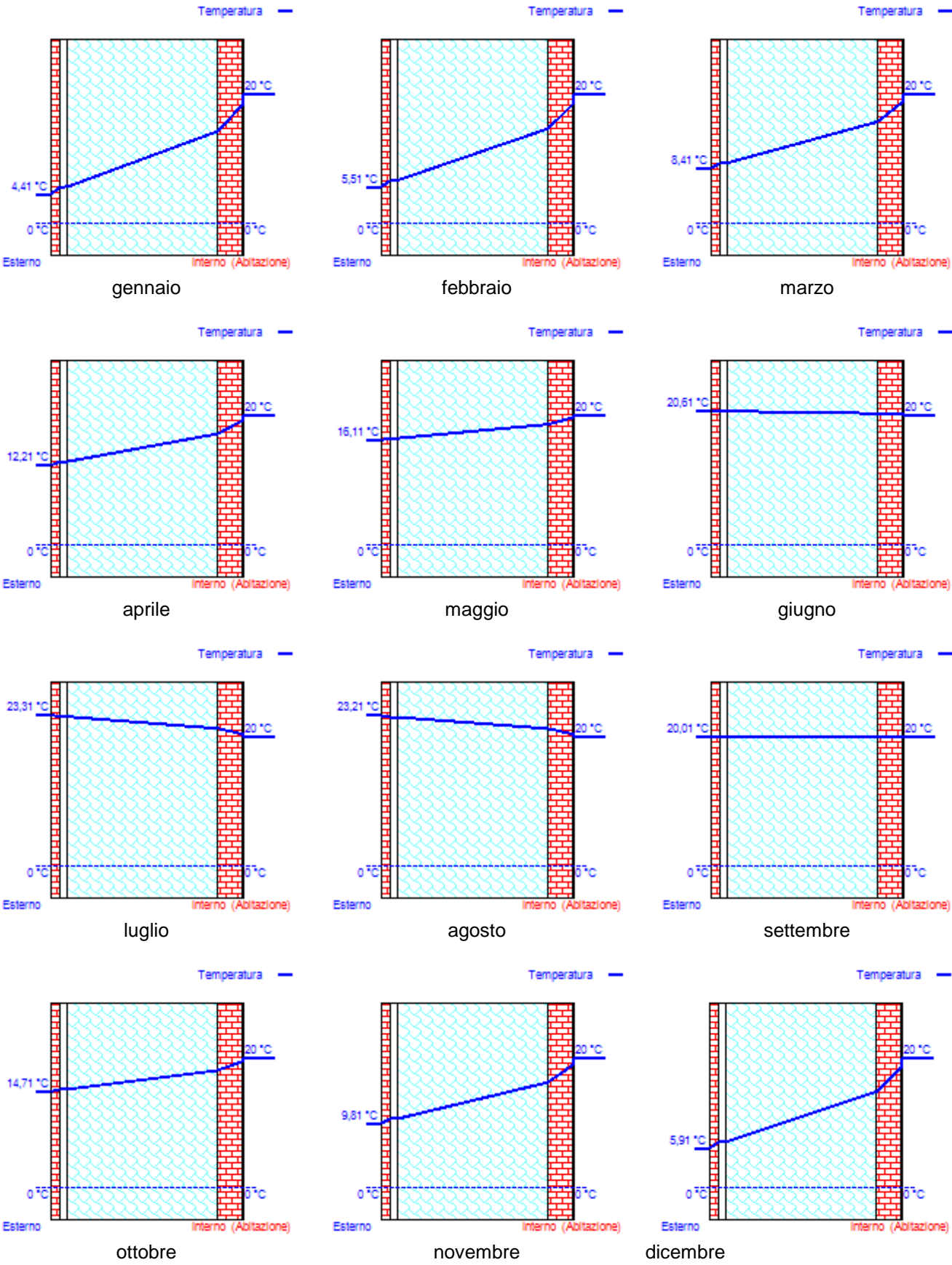
ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



Grafici mensili delle temperature.



Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO (---)

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351 , UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

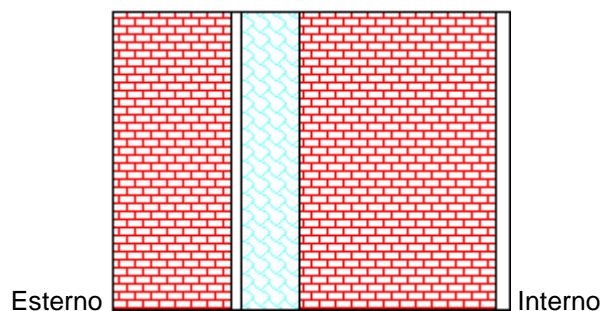
Codice struttura: _STR1512 **Nome:** Parete esterna da cm. 40

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m²·K/W	ρ kg/m³	C J/K	μ	d m
Mattone pieno spess. 12 cm.	0,000	0,150	1.800,0	840	9,0	0,120
Calcestruzzo	1,150	0,009	1.800,0	880	60,0	0,010
Polistirene espanso, estruso con pelle	0,036	1,667	30,0	1250	200,0	0,060
Poroton cm 20	0,200	0,800	660,0	840	10,0	0,200
Intonaco isolante di gesso	0,180	0,083	600,0	1000	6,0	0,015
Totale resistenze materiali		2,709				

	R_{si} m²·K/W	R m²·K/W	R_{se} m²·K/W	R_{tot} m²·K/W	U W/(m²·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	2,709	0,040	2,999	0,333
Trasmittanza U Termica	0,130	2,709	0,040	2,879	0,347



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,917$

Verifica della condensa interstiziale: Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.
Mese critico: gennaio

Simboli.

λ Conduttività termica R Resistenza termica specifica ρ Massa volumica
 μ Fattore di resistenza igroscopica d Spessore dello strato di materiale C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,048	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,148	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-13,515	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	368	kg/m ²
Massa superficiale	:	377	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	30,77	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	111,90	kJ/m ² K

Categoria Edificio	:	E.7
Zona climatica	:	D
Comune	:	RAPAGNANO

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,00	0,12	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
_STR1512	Parete esterna da cm. 40 trasmittanza<0,29	230	368	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,917 (UR sup. amm. = 80%)

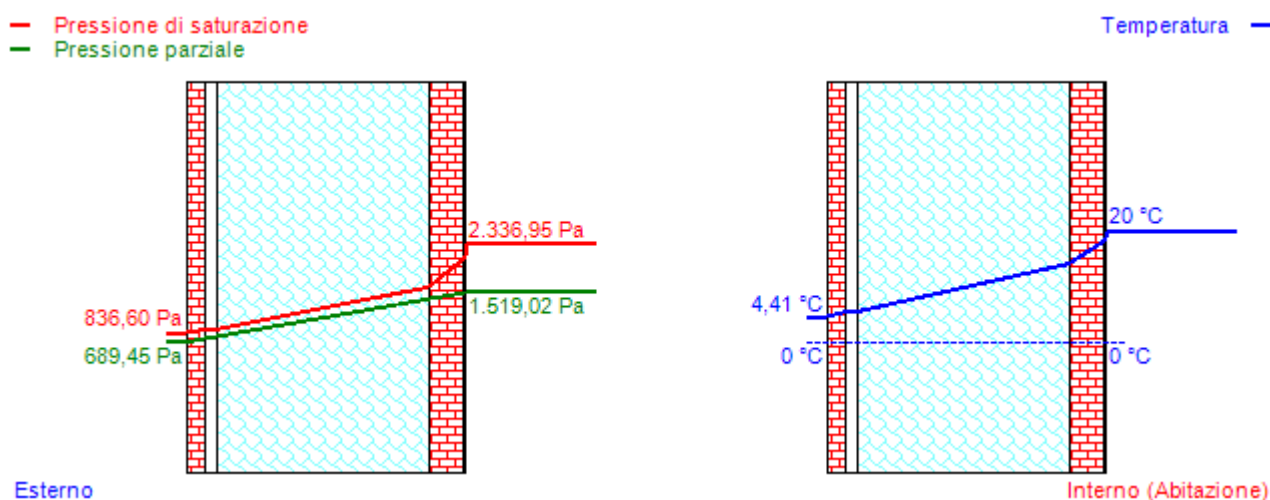
Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna	p_e Pressione parziale del vapore esterna
φ_e Umidità relativa dell'aria esterna	p_i Pressione parziale del vapore interna
θ_i Temperatura dell'aria interna	Δp Differenza di pressione parziale del vapore
$\theta_{si,min}$ Temperatura	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna
$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza della superficie interna	

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Mattone pieno spess. 12 cm.	0,00	0,00
3	Mattone pieno spess. 12 cm. - Calcestruzzo	1,08	1,08
4	Calcestruzzo - Polistirene espanso, estruso con pelle	0,60	1,68
5	Polistirene espanso, estruso con pelle - Poroton cm 20	12,00	13,68
6	Poroton cm 20 - Intonaco isolante di gesso	2,00	15,68
7	Intonaco isolante di gesso - Interno (Abitazione)	0,09	15,77
8	Interno (Abitazione)	0,00	15,77

Temperature espresse in °C.

Int.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	4,4	5,5	8,4	12,2	16,1	20,6	23,3	23,2	20,0	14,7	9,8	5,9
2	4,6	5,7	8,6	12,3	16,2	20,6	23,3	23,2	20,0	14,8	9,9	6,1
3	5,4	6,4	9,1	12,7	16,4	20,6	23,1	23,0	20,0	15,0	10,5	6,8
4	5,4	6,5	9,2	12,7	16,4	20,6	23,1	23,0	20,0	15,1	10,5	6,8
5	14,1	14,5	15,6	17,1	18,5	20,2	21,3	21,2	20,0	18,0	16,1	14,7
6	18,3	18,4	18,7	19,1	19,6	20,1	20,4	20,4	20,0	19,4	18,9	18,4
7	18,7	18,8	19,0	19,4	19,7	20,1	20,3	20,3	20,0	19,6	19,2	18,8

8	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) espresse in Pa.

Int.	Dato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	837	903	1103	1421	1830	2427	2861	2844	2338	1673	1212	929
2	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	849	916	1114	1431	1836	2425	2853	2836	2338	1680	1223	941
3	P	746	777	857	1063	1317	1699	1846	1862	1714	1307	1039	822
	Psat	896	963	1159	1468	1859	2421	2825	2809	2338	1709	1265	988
4	P	778	807	884	1082	1325	1692	1833	1848	1706	1316	1058	851
	Psat	899	965	1161	1470	1860	2421	2823	2807	2338	1711	1268	991
5	P	1409	1413	1425	1454	1490	1545	1566	1568	1547	1489	1451	1420
	Psat	1609	1653	1774	1944	2133	2371	2524	2518	2337	2063	1835	1669
6	P	1514	1514	1515	1516	1518	1520	1521	1521	1520	1518	1516	1515
	Psat	2098	2114	2157	2215	2275	2347	2391	2389	2337	2253	2178	2120
7	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2155	2168	2201	2245	2290	2344	2377	2376	2337	2274	2217	2172
8	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m².

Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	Risultato
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0000	0,0000	
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0000	0,0000	
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0000	0,0000	
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0000	0,0000	
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	0,0000	0,0000	
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	0,0000	0,0000	
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	0,0000	0,0000	
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0000	0,0000	
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

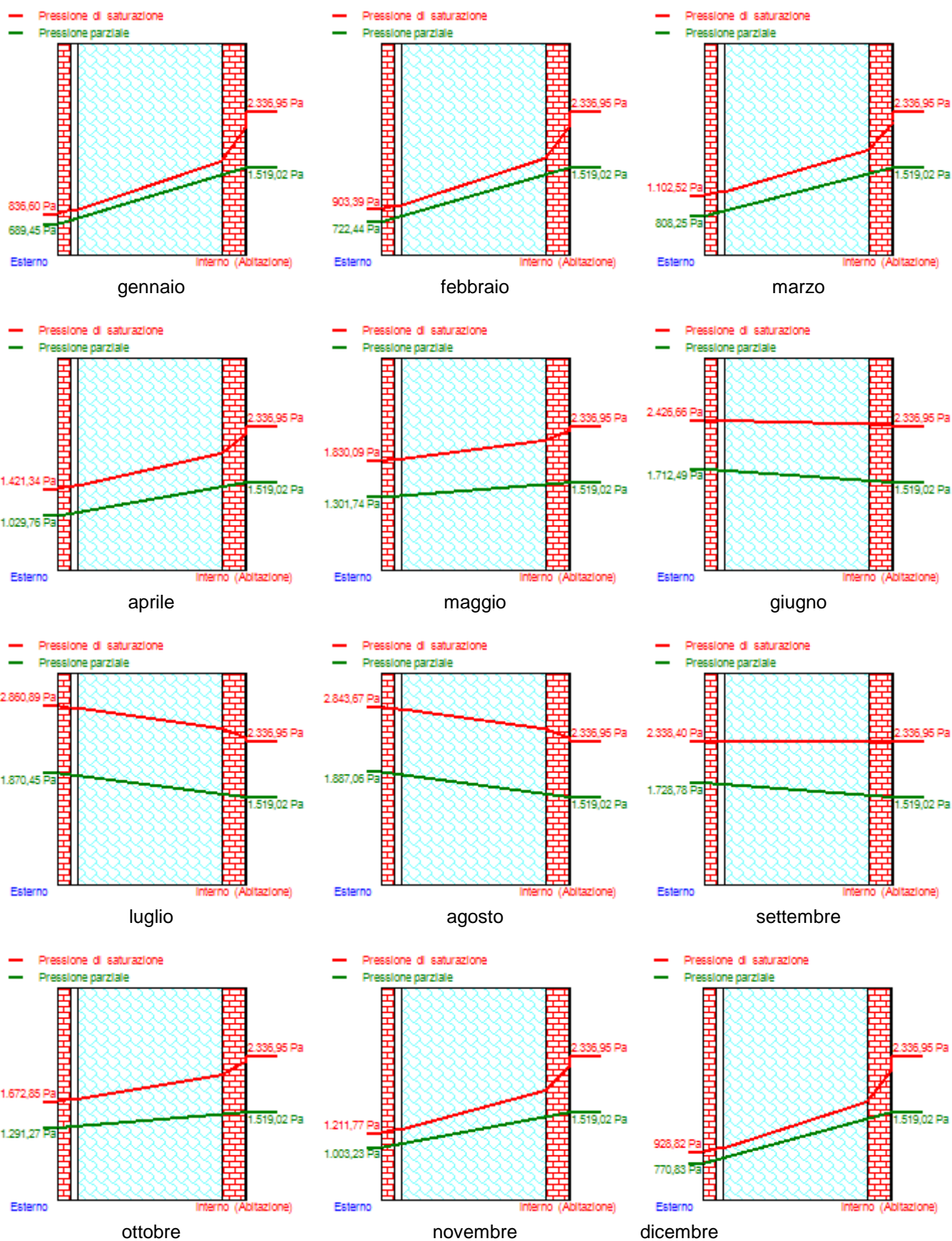
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

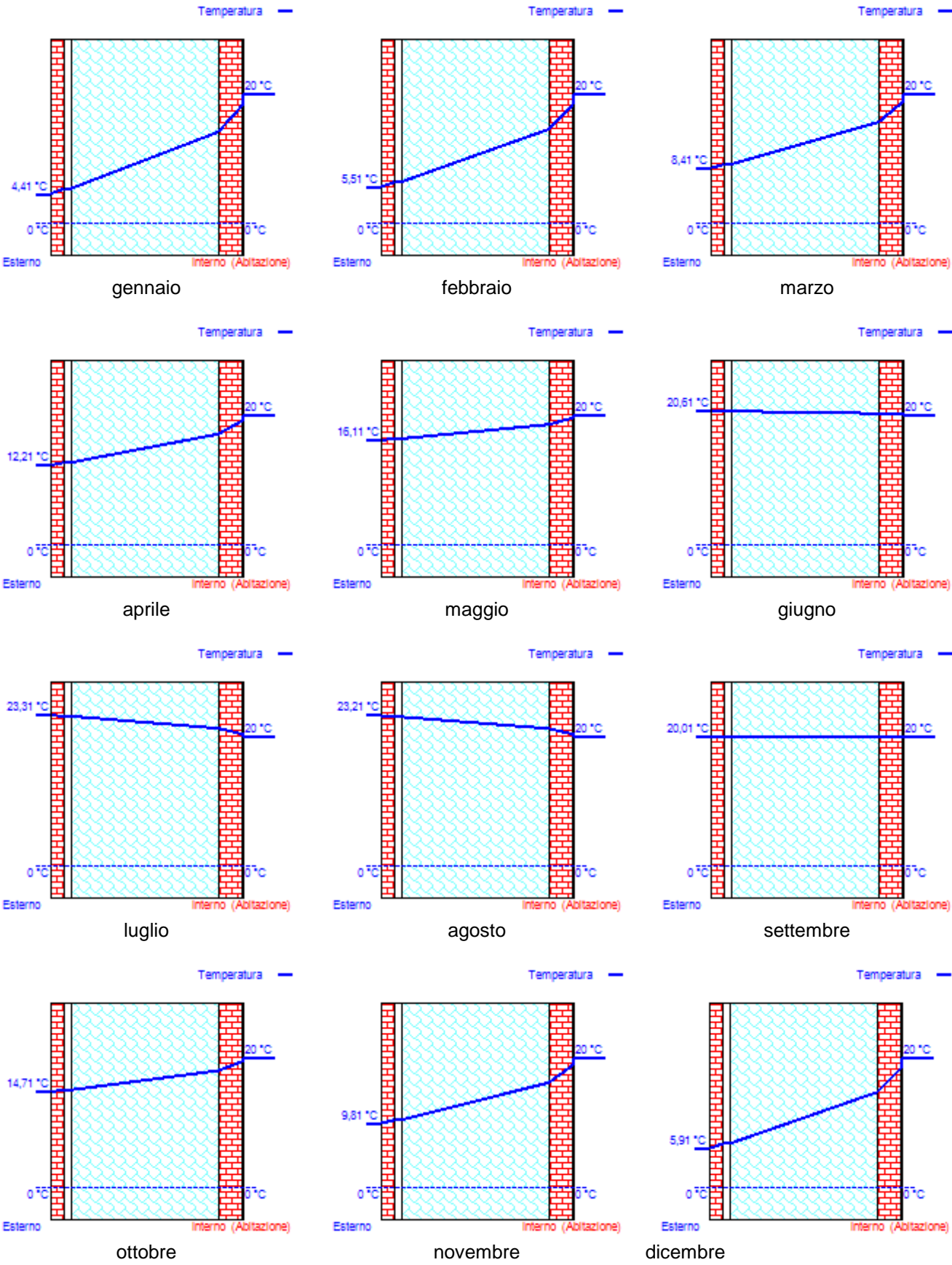
ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



Grafici mensili delle temperature.



Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO (---)

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351 , UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

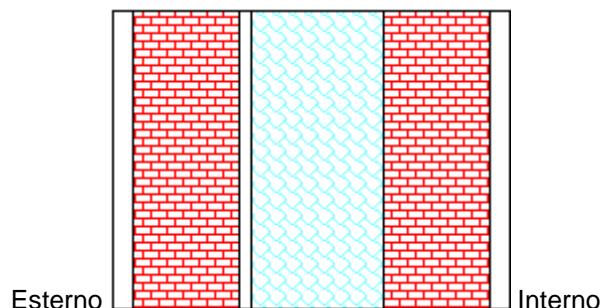
Codice struttura: PAR0123 **Nome:** Parete interna da 30

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m ² ·K/W	ρ kg/m ³	C J/K	μ	d m
Intonaco isolante di gesso	0,180	0,083	600,0	1000	6,0	0,015
Mattone forato cm 8	0,000	0,200	775,0	840	9,0	0,080
Calcestruzzo	1,150	0,009	1.800,0	880	60,0	0,010
Polistirene espanso, estruso con pelle	0,036	2,778	30,0	1250	200,0	0,100
Mattone forato cm 8	0,000	0,200	775,0	840	9,0	0,080
Intonaco isolante di gesso	0,180	0,083	600,0	1000	6,0	0,015
Totale resistenze materiali		3,353				

	R_{si} m ² ·K/W	R m ² ·K/W	R_{se} m ² ·K/W	R_{tot} m ² ·K/W	U W/(m ² ·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	3,353	0,040	3,643	0,274
Trasmittanza U Termica	0,130	3,353	0,040	3,523	0,284



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,931$

Verifica della condensa interstiziale: Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.
Mese critico: gennaio

Simboli.

λ Conduttività termica R Resistenza termica specifica ρ Massa volumica
 μ Fattore di resistenza igroscopica d Spessore dello strato di materiale C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,134	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,472	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-7,928	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	145	kg/m ²
Massa superficiale	:	163	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	40,58	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	52,52	kJ/m ² K

Categoria Edificio	:	E.7
Zona climatica	:	D
Comune	:	RAPAGNANO (-----)

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,10	0,20	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
PAR0123	Parete su archivio muro da 30 (scuola)	230	145	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,931 (UR sup. amm. = 80%)

Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna

p_e Pressione parziale del vapore esterna

p_i Pressione parziale del vapore interna

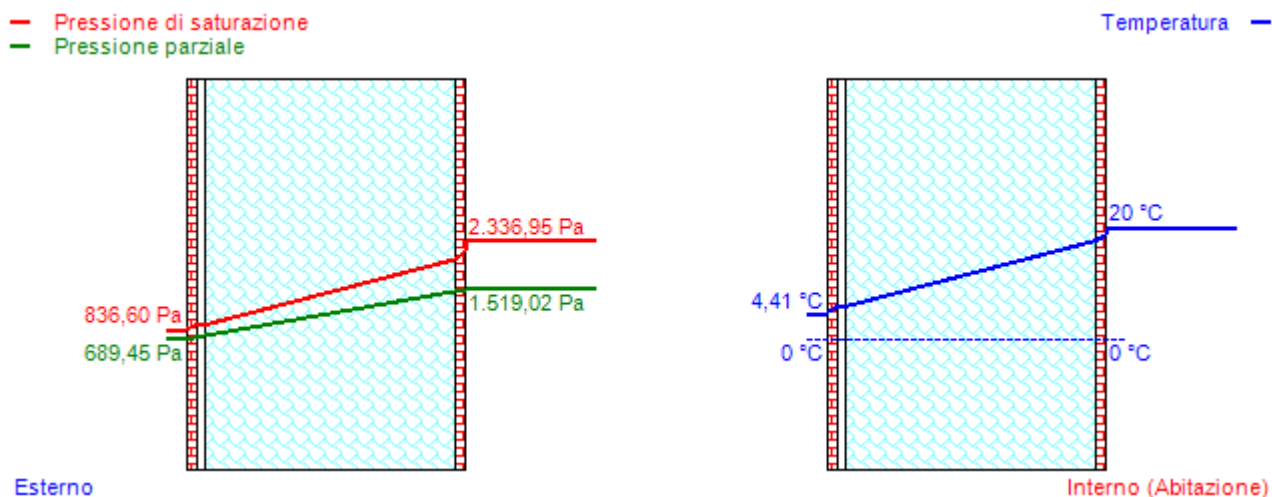
 Δp Differenza di pressione parziale del vapore

$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna

$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza della superficie interna

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Intonaco isolante di gesso	0,00	0,00
3	Intonaco isolante di gesso - Mattone forato cm 8	0,09	0,09
4	Mattone forato cm 8 - Calcestruzzo	0,72	0,81
5	Calcestruzzo - Polistirene espanso, estruso con pelle	0,60	1,41
6	Polistirene espanso, estruso con pelle - Mattone forato cm 8	20,00	21,41
7	Mattone forato cm 8 - Intonaco isolante di gesso	0,72	22,13
8	Intonaco isolante di gesso - Interno (Abitazione)	0,09	22,22
9	Interno (Abitazione)	0,00	22,22

Temperature espressa in °C.

[illegible]

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) espresse in Pa.

Int.	Dato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	837	903	1103	1421	1830	2427	2861	2844	2338	1673	1212	929
2	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	847	913	1112	1429	1835	2426	2855	2838	2338	1679	1221	939
3	P	693	726	811	1032	1303	1712	1869	1886	1728	1292	1005	774
	Psat	868	935	1132	1446	1846	2424	2842	2825	2338	1692	1240	960
4	P	720	751	834	1048	1310	1705	1858	1874	1721	1300	1022	798
	Psat	921	987	1182	1487	1871	2419	2811	2795	2338	1724	1287	1012
5	P	742	773	853	1061	1316	1700	1848	1864	1715	1306	1036	818
	Psat	924	990	1184	1489	1872	2418	2809	2794	2338	1726	1289	1015
6	P	1489	1490	1493	1501	1511	1526	1532	1532	1527	1511	1500	1492
	Psat	2027	2047	2102	2177	2256	2350	2408	2406	2337	2227	2130	2055
7	P	1516	1516	1516	1517	1518	1520	1520	1521	1520	1518	1517	1516
	Psat	2138	2152	2188	2236	2286	2345	2381	2380	2337	2268	2205	2157
8	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2187	2197	2224	2261	2299	2343	2370	2369	2337	2285	2238	2201
9	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m².

Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	Risultato
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0000	0,0000	
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0000	0,0000	
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0000	0,0000	
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0000	0,0000	
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	0,0000	0,0000	
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	0,0000	0,0000	
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	0,0000	0,0000	
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0000	0,0000	
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

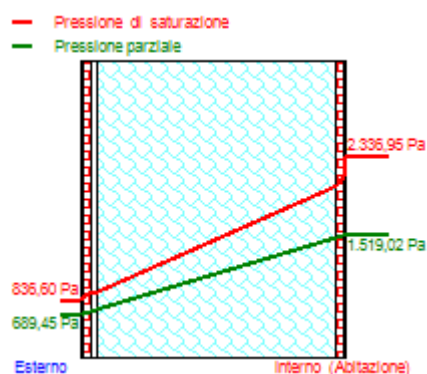
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

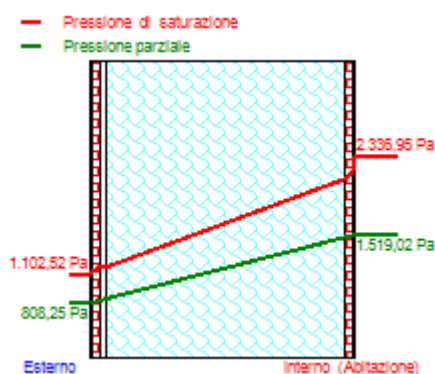
Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



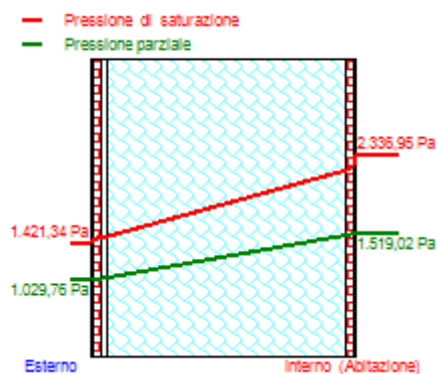
gennaio



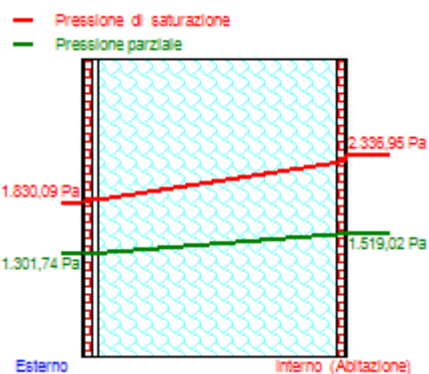
febbraio



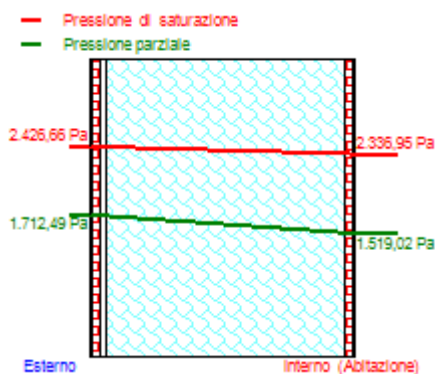
marzo



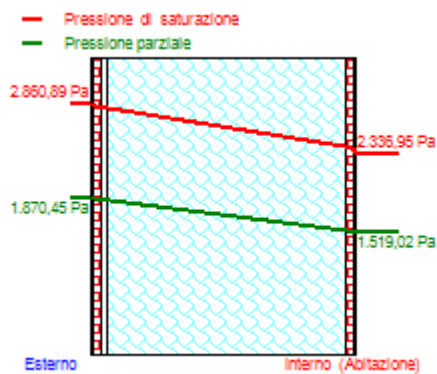
aprile



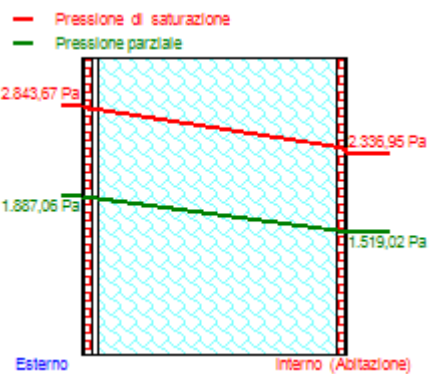
maggio



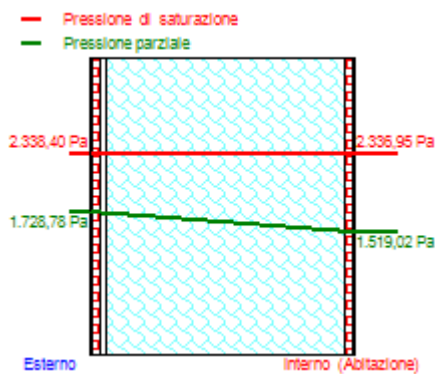
giugno



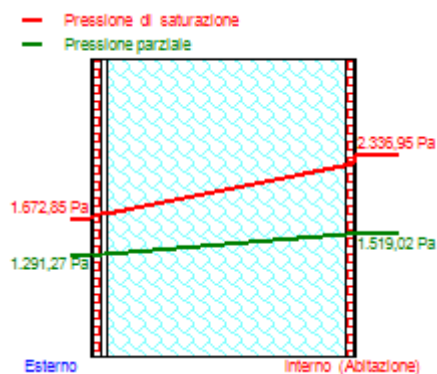
luglio



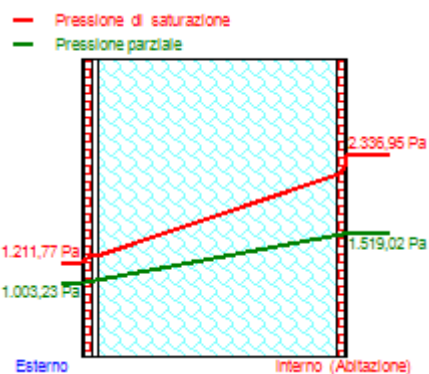
agosto



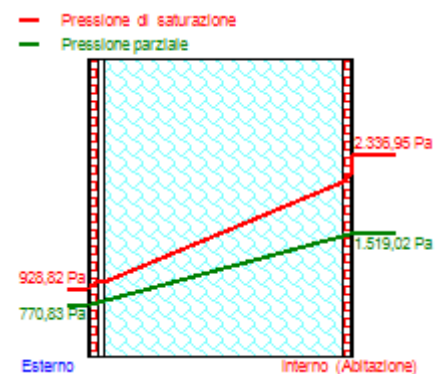
settembre



ottobre

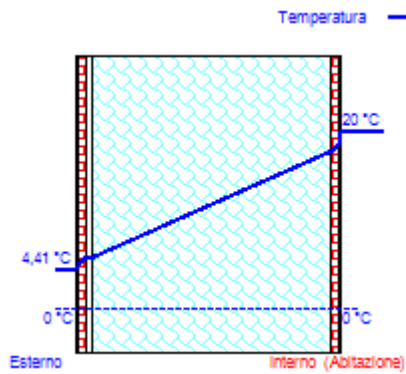


novembre

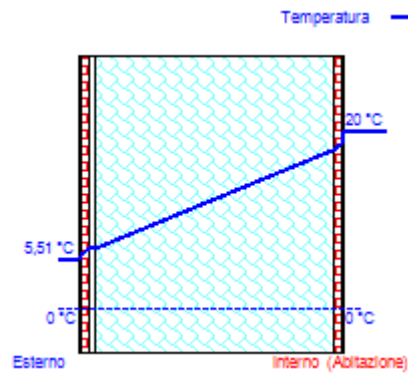


dicembre

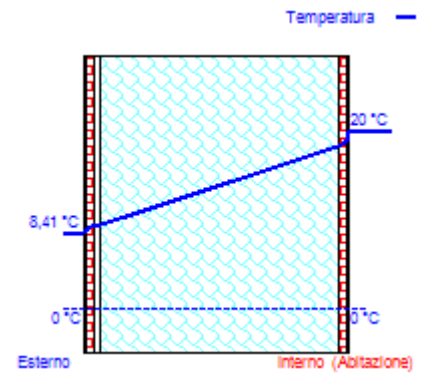
Grafici mensili delle temperature.



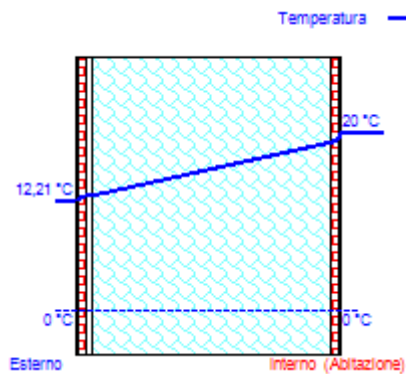
gennaio



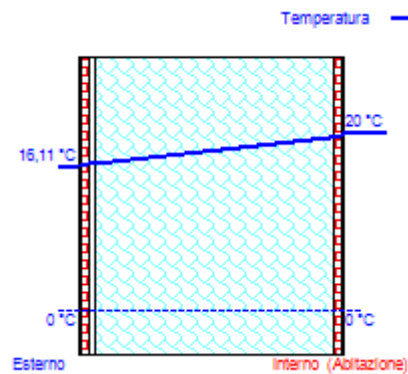
febbraio



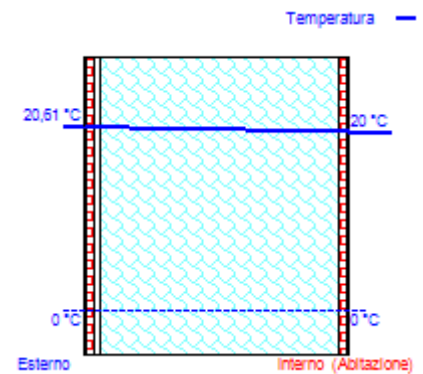
marzo



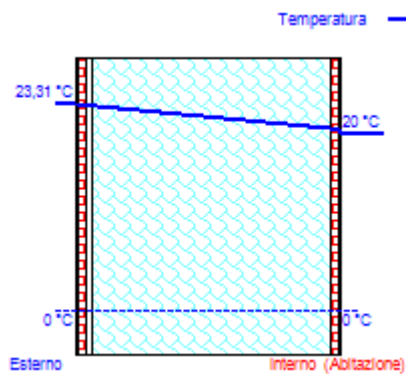
aprile



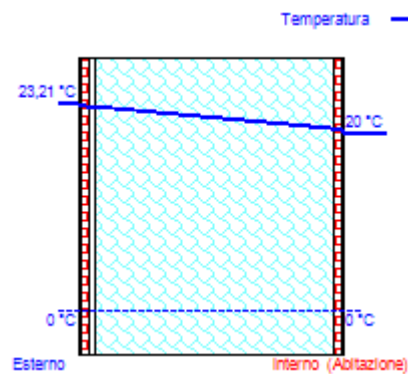
maggio



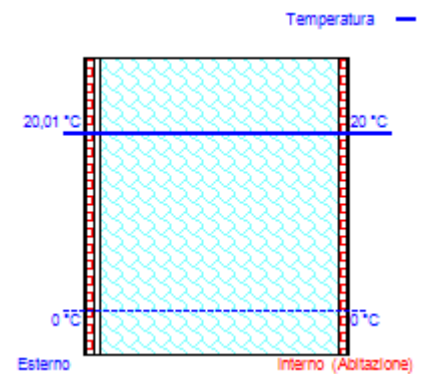
giugno



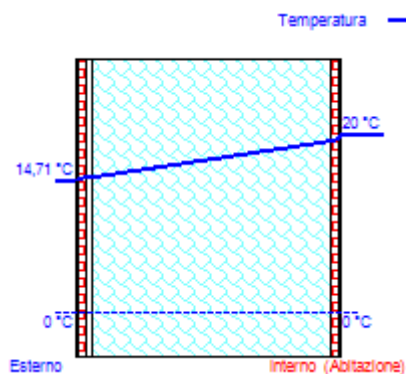
luglio



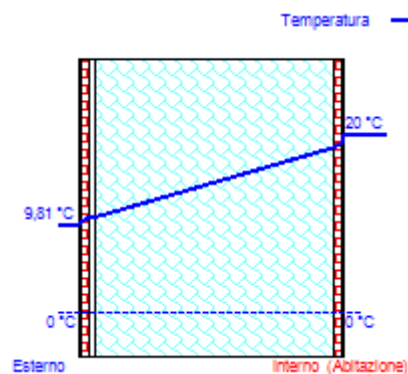
agosto



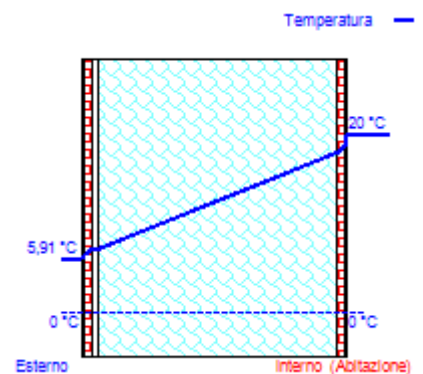
settembre



ottobre



novembre



dicembre

Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351, UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

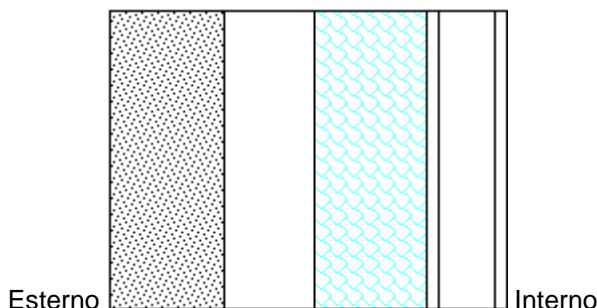
Codice struttura: _STR1123 **Nome:** Pavimento su terreno 35 cm (scuola)

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m²·K/W	ρ kg/m³	C J/K	μ	d m
Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)	1,200	0,083	1.700,0	840	5,0	0,100
Calcestruzzo	1,150	0,070	1.800,0	880	60,0	0,080
Polistirene espanso, estruso con pelle	0,036	2,778	30,0	1250	200,0	0,100
Bitume	0,170	0,059	1.200,0	1000	50000,0	0,010
Calcestruzzo	1,150	0,044	1.800,0	880	60,0	0,050
Piastrelle in ceramica	1,300	0,008	2.300,0	840	200,0	0,010
Totale resistenze materiali		3,041				

	R_{si} m²·K/W	R m²·K/W	R_{se} m²·K/W	R_{tot} m²·K/W	U W/(m²·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	3,041	0,040	3,331	0,300
Trasmittanza U Termica	0,130	3,041	0,040	3,211	0,311



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,925$

Verifica della condensa interstiziale: Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.
Mese critico: gennaio

Simboli.

λ Conduttività termica

μ Fattore di resistenza igroscopica

R Resistenza termica specifica

d Spessore dello strato di materiale

ρ Massa volumica

C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,095	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,305	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-9,648	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	442	kg/m ²
Massa superficiale	:	442	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	70,90	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	127,63	kJ/m ² K

Categoria Edificio	:	E.7
Zona climatica	:	D
Comune	:	RAPAGNANO (---)

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,10	0,20	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
_STR1123	Pavimento su terreno 35 cm (scuola)	230	442	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,925 (UR sup. amm. = 80%)

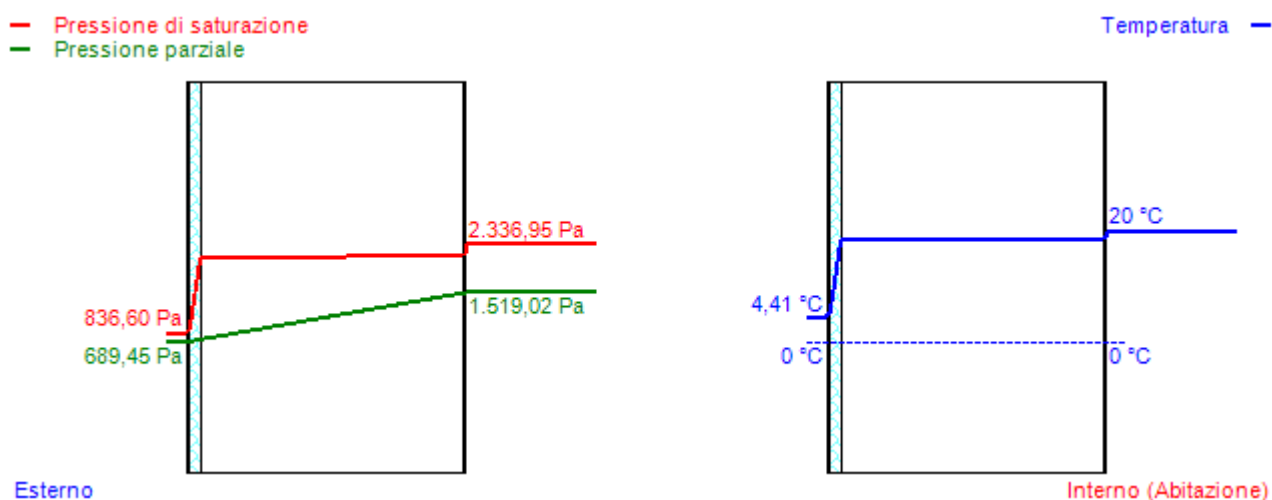
Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna	p_e Pressione parziale del vapore esterna
φ_e Umidità relativa dell'aria esterna	p_i Pressione parziale del vapore interna
θ_i Temperatura dell'aria interna	Δp Differenza di pressione parziale del vapore
$\theta_{si,min}$ Temperatura	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna
$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza della superficie interna	

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%)	0,00	0,00
3	Ghiaia grossa senza argilla (um. 5%) - Calcestruzzo	0,50	0,50
4	Calcestruzzo - Polistirene espanso, estruso con pelle	4,80	5,30
5	Polistirene espanso, estruso con pelle - Bitume	20,00	25,30
6	Bitume - Calcestruzzo	500,00	525,30
7	Calcestruzzo - Piastrelle in ceramica	3,00	528,30
8	Piastrelle in ceramica - Interno (Abitazione)	2,00	530,30
9	Interno (Abitazione)	0,00	530,30

Temperature espresse in °C.

Int.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	4,4	5,5	8,4	12,2	16,1	20,6	23,3	23,2	20,0	14,7	9,8	5,9
2	4,6	5,7	8,5	12,3	16,2	20,6	23,3	23,2	20,0	14,8	9,9	6,1
3	5,0	6,0	8,8	12,5	16,3	20,6	23,2	23,1	20,0	14,9	10,2	6,4
4	5,3	6,3	9,1	12,7	16,3	20,6	23,1	23,0	20,0	15,0	10,4	6,7
5	18,3	18,4	18,7	19,2	19,6	20,1	20,4	20,3	20,0	19,4	18,9	18,5
6	18,6	18,7	19,0	19,3	19,6	20,1	20,3	20,3	20,0	19,5	19,1	18,7

7	18,8	18,9	19,1	19,4	19,7	20,0	20,3	20,2	20,0	19,6	19,2	18,9
8	18,8	18,9	19,1	19,4	19,7	20,0	20,2	20,2	20,0	19,6	19,2	18,9
9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) espresse in Pa.

Int.	Dato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	837	903	1103	1421	1830	2427	2861	2844	2338	1673	1212	929
2	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	848	914	1113	1430	1836	2426	2854	2837	2338	1680	1222	940
3	P	690	723	809	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1004	772
	Psat	871	938	1135	1449	1847	2423	2840	2823	2338	1694	1243	963
4	P	698	730	815	1035	1304	1711	1867	1883	1727	1294	1008	778
	Psat	891	957	1154	1464	1857	2421	2828	2812	2338	1706	1261	983
5	P	729	760	842	1053	1312	1703	1854	1870	1719	1302	1028	807
	Psat	2104	2120	2162	2218	2277	2347	2389	2388	2337	2256	2182	2126
6	P	1511	1512	1512	1514	1517	1521	1522	1522	1521	1517	1514	1512
	Psat	2141	2154	2190	2237	2287	2345	2381	2379	2337	2269	2207	2159
7	P	1516	1516	1516	1517	1518	1520	1520	1520	1520	1518	1517	1516
	Psat	2168	2180	2210	2251	2294	2344	2374	2373	2337	2278	2225	2184
8	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2173	2184	2214	2254	2295	2344	2373	2372	2337	2280	2229	2188
9	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m².

Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	Risultato
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0000	0,0000	
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0000	0,0000	
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0000	0,0000	
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0000	0,0000	
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	0,0000	0,0000	
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	0,0000	0,0000	
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	0,0000	0,0000	
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0000	0,0000	
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

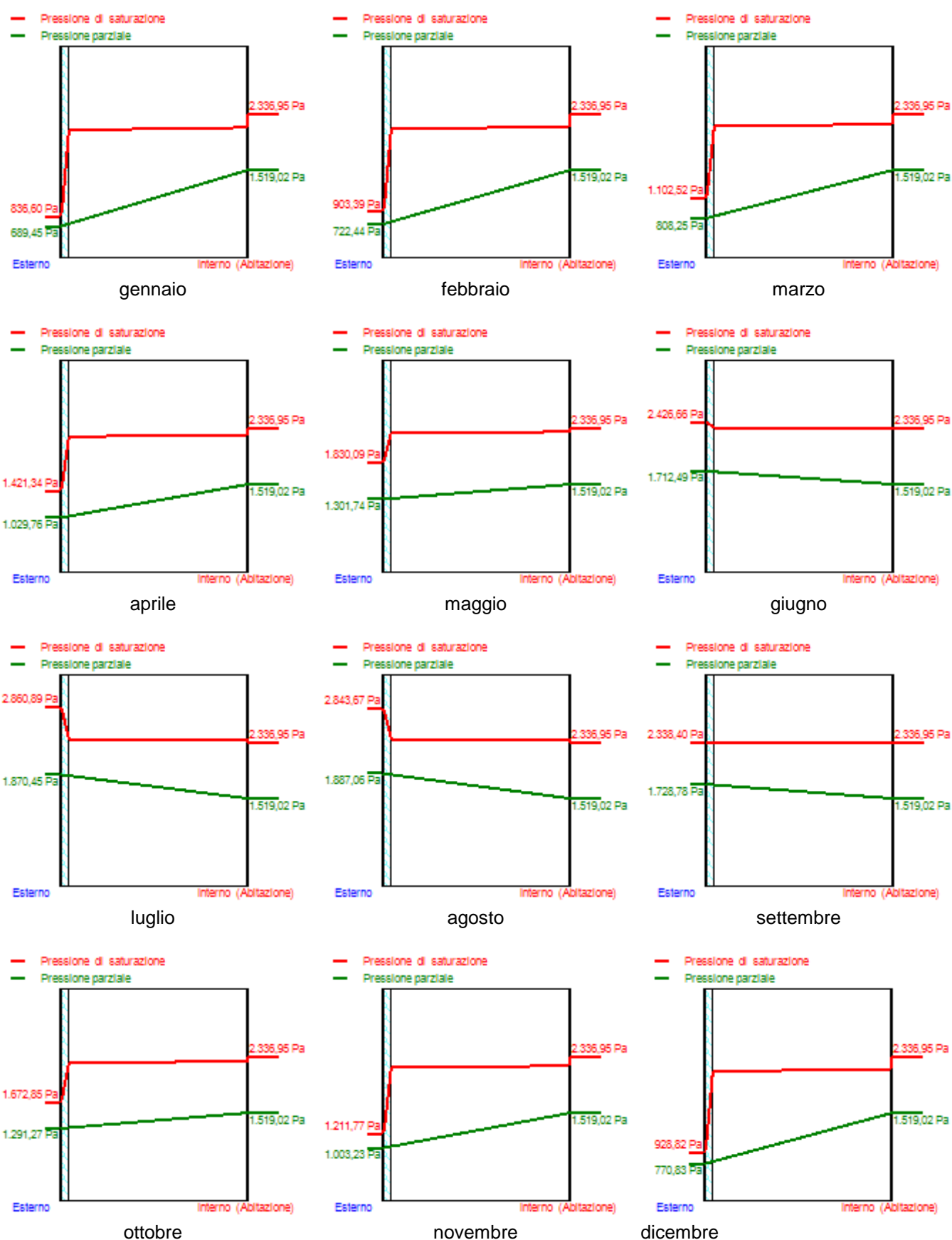
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

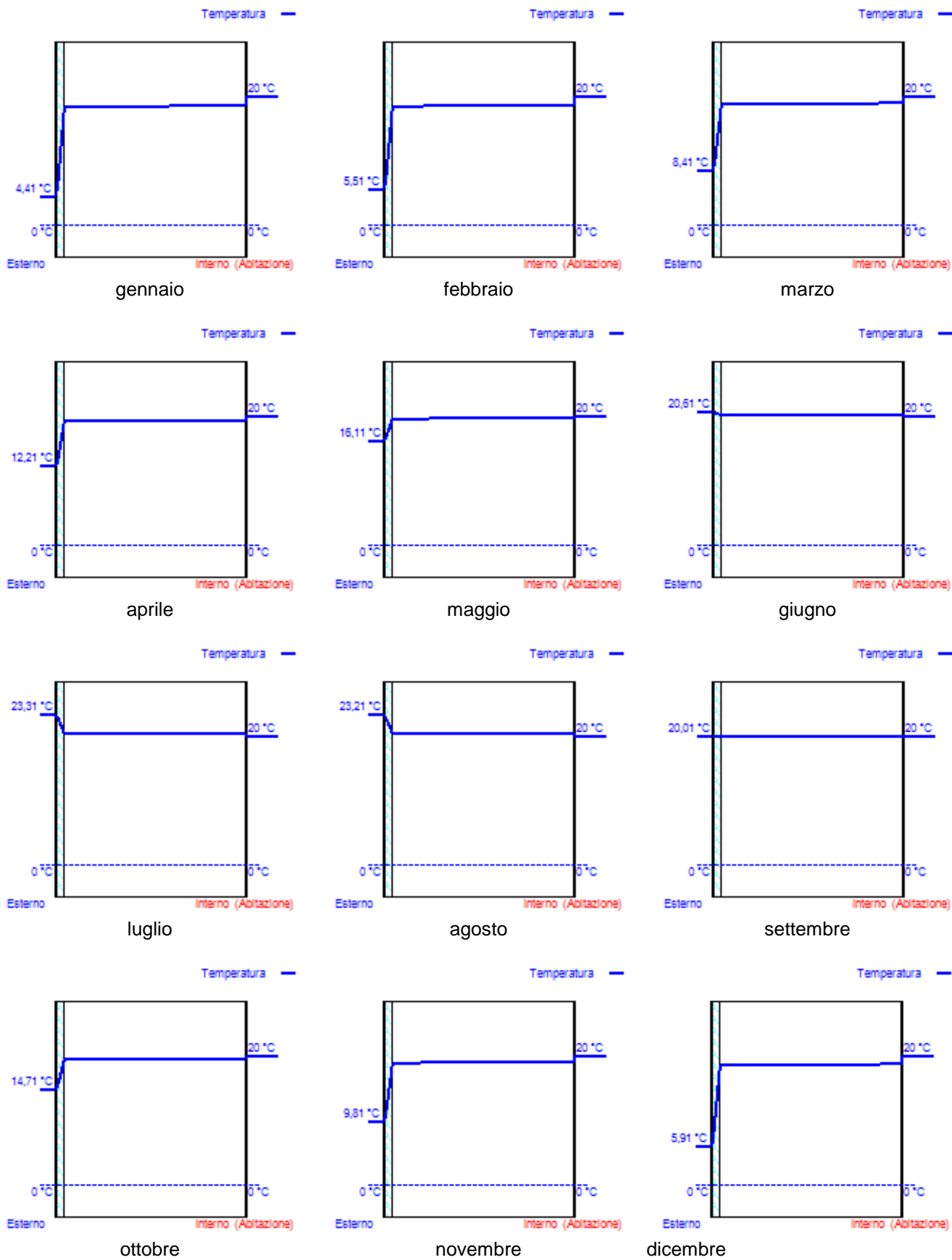
ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



Grafici mensili delle temperature.



Verifica termoigrometrica.

Comune di: RAPAGNANO (---)

Secondo le norme UNI 6946, UNI EN ISO 13788, UNI 10351 , UNI 10355 ed UNI EN ISO 13786

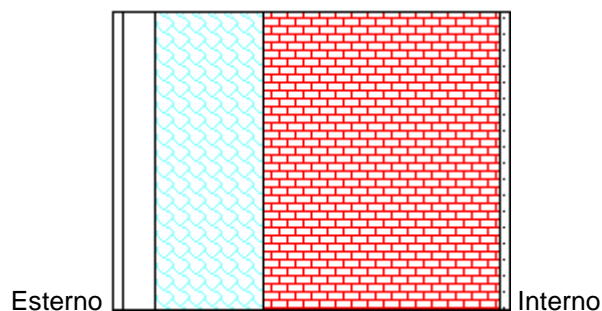
Codice struttura: _STR11913 **Nome:** Solaio 37 cm verso piano sup. (scuola)

Proprietà dei materiali componenti la struttura.

Dall'esterno verso l'interno

Descrizione	λ W/(m·K)	R m ² ·K/W	ρ kg/m ³	C J/K	μ	d m
Piastrelle in ceramica	1,000	0,010	2.300,0	840	200,0	0,010
Calcestruzzo	1,150	0,026	1.800,0	880	60,0	0,030
Polistirene espanso, estruso con pelle	0,036	2,778	30,0	1250	200,0	0,100
Blocco da solaio cm 22	0,000	0,330	1.800,0	840	9,0	0,220
Intonaco di calce e gesso (interno)	0,700	0,014	1.400,0	840	11,0	0,010
Totale resistenze materiali		3,158				

	R_{si} m ² ·K/W	R m ² ·K/W	R_{se} m ² ·K/W	R_{tot} m ² ·K/W	U W/(m ² ·K)
Trasmittanza U (UNI EN ISO 13788)	0,250	3,158	0,040	3,448	0,290
Trasmittanza U Termica	0,130	3,158	0,130	3,418	0,293



Dati climatici e verifica termoigrometrica secondo la UNI EN ISO 13788.

Metodo di calcolo per l'umidità interna: Umidità relativa di progetto pari a 65%.

Verifica della condensa superficiale: Non si verifica condensa superficiale.
Mese critico: gennaio - $f_{Rsi,min} 0,788 \leq f_{Rsi} 0,927$

Verifica della condensa interstiziale: Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.
Mese critico: gennaio

Simboli.

λ Conduttività termica R Resistenza termica specifica ρ Massa volumica
 μ Fattore di resistenza igroscopica d Spessore dello strato di materiale C Capacità termica

Caratteristiche termiche dinamiche del componente

Trasmittanza termica periodica	:	0,035	W/m ² K
Fattore di attenuazione	:	0,118	-
Sfasamento dell'onda termica	:	-12,276	h
Massa superficiale (escluso intonaco)	:	476	kg/m ²
Massa superficiale	:	490	kg/m ²
Capacità termica areica interna	:	60,29	kJ/m ² K
Capacità termica areica esterna	:	54,18	kJ/m ² K
Categoria Edificio	:	E.7	
Zona climatica	:	D	
Comune	:	RAPAGNANO	

Confronto irradianza nel mese di massima insolazione estiva sul piano orizzontale e della trasmittanza termica periodica:

Mese di massima insolazione estiva	$I_{m,s}$ W/m ²	$I_{m,s}$ limite W/m ²	Y_{ie} W/m ² K	Y_{ie} limite W/m ² K	Prescrizione
luglio	295	290	0,00	0,20	Effettuare la verifica di massa superficiale

Verifica massa superficiale struttura

Codice	Nome	M_s Limite kg/m ²	M_s kg/m ²	Verifica
_STR11913	Solaio 37 cm verso piano sup. (scuola)	230	476	Positiva

La struttura ha massa superficiale superiore al limite O trasmittanza periodica inferiore al limite, pertanto soddisfa i requisiti richiesti per il contenimento delle oscillazioni di temperatura all'interno dell'ambiente climatizzato.

Risultati di calcolo della verifica alla formazione di umidità superficiale.

UNI EN ISO 13788

Fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} : 0,927 (UR sup. amm. = 80%)

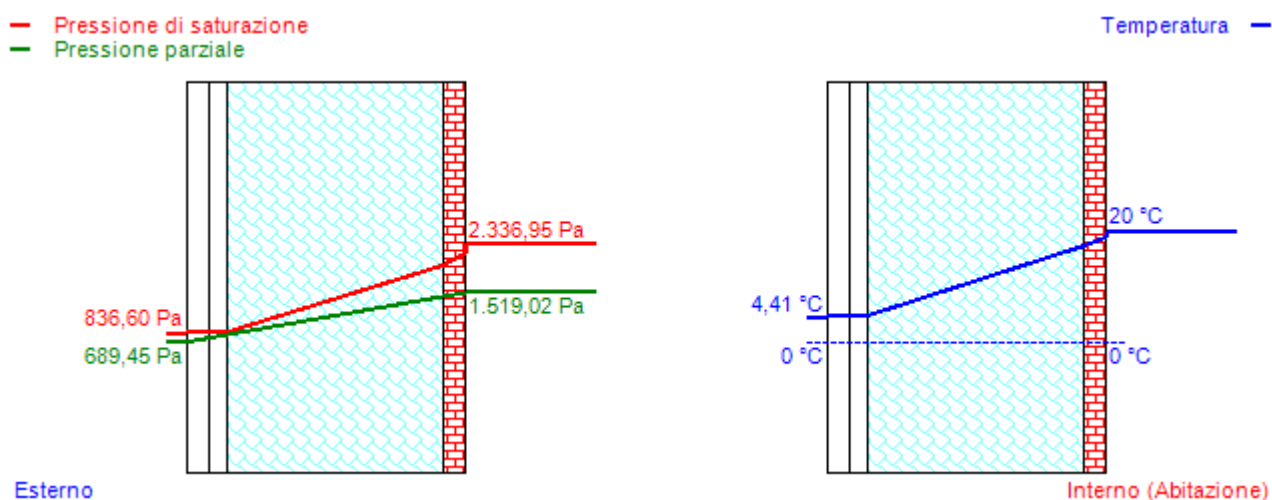
Mese	θ_e °C	ϕ_e %	P_e Pa	Δp Pa	P_i Pa	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pa	$\theta_{si,min}$ °C	θ_i °C	$f R_{si,min}$ °C
gennaio	4,4	82,4	689	830	1519	1899	16,7	20	0,788
febbraio	5,5	80	722	797	1519	1899	16,7	20	0,771
marzo	8,4	73,3	808	711	1519	1899	16,7	20	0,714
aprile	12,2	72,5	1030	489	1519	1899	16,7	20	0,575
maggio	16,1	71,1	1302	217	1519	1899	16,7	20	0,149
giugno	20,6	70,6	1712	-193	1519	1899	16,7	20	6,428
luglio	23,3	65,4	1870	-351	1519	1899	16,7	20	2
agosto	23,2	66,4	1887	-368	1519	1899	16,7	20	2,032
settembre	20	73,9	1729	-210	1519	1899	16,7	20	332,13
ottobre	14,7	77,2	1291	228	1519	1899	16,7	20	0,374
novembre	9,8	82,8	1003	516	1519	1899	16,7	20	0,675
dicembre	5,9	83	771	748	1519	1899	16,7	20	0,765

Simboli.

θ_e Temperatura dell'aria esterna	p_e Pressione parziale del vapore esterna
φ_e Umidità relativa dell'aria esterna	p_i Pressione parziale del vapore interna
θ_i Temperatura dell'aria interna	Δp Differenza di pressione parziale del vapore
$\theta_{si,min}$ Temperatura	$P_{sat}(\theta_{si})$ Pressione di saturazione del vapore interna
$f_{Rsi,min}$ Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza della superficie interna	

Risultati di calcolo della verifica della condensa interstiziale.

UNI EN ISO 13788



Elenco delle interfacce tra i materiali.

N.	Materiali	Sd m	Sd progr. m
1	Esterno	0,00	0,00
2	Esterno - Piastrelle in ceramica	0,00	0,00
3	Piastrelle in ceramica - Calcestruzzo	2,00	2,00
4	Calcestruzzo - Polistirene espanso, estruso con pelle	1,80	3,80
5	Polistirene espanso, estruso con pelle - Blocco da solaio cm 22	20,00	23,80
6	Blocco da solaio cm 22 - Intonaco di calce e gesso (interno)	1,98	25,78
7	Intonaco di calce e gesso (interno) - Interno (Abitazione)	0,11	25,89
8	Interno (Abitazione)	0,00	25,89

Temperature espresse in °C.

Int.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	4,4	5,5	8,4	12,2	16,1	20,6	23,3	23,2	20,0	14,7	9,8	5,9
2	4,6	5,7	8,5	12,3	16,2	20,6	23,3	23,2	20,0	14,8	9,9	6,1
3	4,6	5,7	8,6	12,3	16,2	20,6	23,3	23,2	20,0	14,8	10,0	6,1
4	4,8	5,8	8,7	12,4	16,2	20,6	23,2	23,1	20,0	14,8	10,0	6,2
5	17,3	17,5	18,0	18,7	19,3	20,1	20,6	20,6	20,0	19,1	18,2	17,6
6	18,8	18,9	19,1	19,4	19,7	20,0	20,3	20,2	20,0	19,6	19,2	18,9
7	18,9	18,9	19,2	19,4	19,7	20,0	20,2	20,2	20,0	19,6	19,3	19,0

8	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Pressione parziale del vapore (P) e di saturazione (Psat) espresse in Pa.

Int.	Dato	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
1	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	837	903	1103	1421	1830	2427	2861	2844	2338	1673	1212	929
2	P	689	722	808	1030	1302	1712	1870	1887	1729	1291	1003	771
	Psat	847	914	1113	1430	1835	2426	2854	2837	2338	1679	1221	939
3	P	754	784	863	1068	1319	1698	1843	1859	1713	1309	1043	829
	Psat	850	917	1115	1432	1837	2425	2853	2836	2338	1681	1224	942
4	P	811	839	913	1102	1334	1684	1819	1833	1698	1325	1079	881
	Psat	857	924	1122	1437	1840	2425	2848	2832	2338	1685	1230	949
5	P	1452	1455	1462	1480	1501	1535	1547	1549	1536	1501	1477	1459
	Psat	1975	1999	2063	2150	2242	2352	2421	2418	2337	2208	2095	2008
6	P	1515	1516	1516	1517	1518	1520	1521	1521	1520	1518	1517	1516
	Psat	2170	2181	2211	2252	2294	2344	2374	2373	2337	2279	2226	2185
7	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2178	2189	2218	2256	2296	2343	2372	2371	2337	2282	2232	2193
8	P	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519	1519
	Psat	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337	2337

Condensa (g_c) e Condensa accumulata (M_a) espresse in kg/m².

Non si verifica condensa interstiziale. Struttura verificata.

Risultati della verifica della struttura alla condensa interstiziale.

Mese	θ_i °C	ϕ_i %	θ_e °C	ϕ_e %	g_c kg/m ²	M_a kg/m ²	Risultato
gennaio	20,0	65,0	4,4	82,4	0,0000	0,0000	
febbraio	20,0	65,0	5,5	80,0	0,0000	0,0000	
marzo	20,0	65,0	8,4	73,3	0,0000	0,0000	
aprile	20,0	65,0	12,2	72,5	0,0000	0,0000	
maggio	20,0	65,0	16,1	71,1	0,0000	0,0000	
giugno	20,0	65,0	20,6	70,6	0,0000	0,0000	
luglio	20,0	65,0	23,3	65,4	0,0000	0,0000	
agosto	20,0	65,0	23,2	66,4	0,0000	0,0000	
settembre	20,0	65,0	20,0	73,9	0,0000	0,0000	
ottobre	20,0	65,0	14,7	77,2	0,0000	0,0000	
novembre	20,0	65,0	9,8	82,8	0,0000	0,0000	
dicembre	20,0	65,0	5,9	83,0	0,0000	0,0000	

Simboli.

θ_i Temperatura dell'aria interna

ϕ_i Umidità relativa dell'aria interna

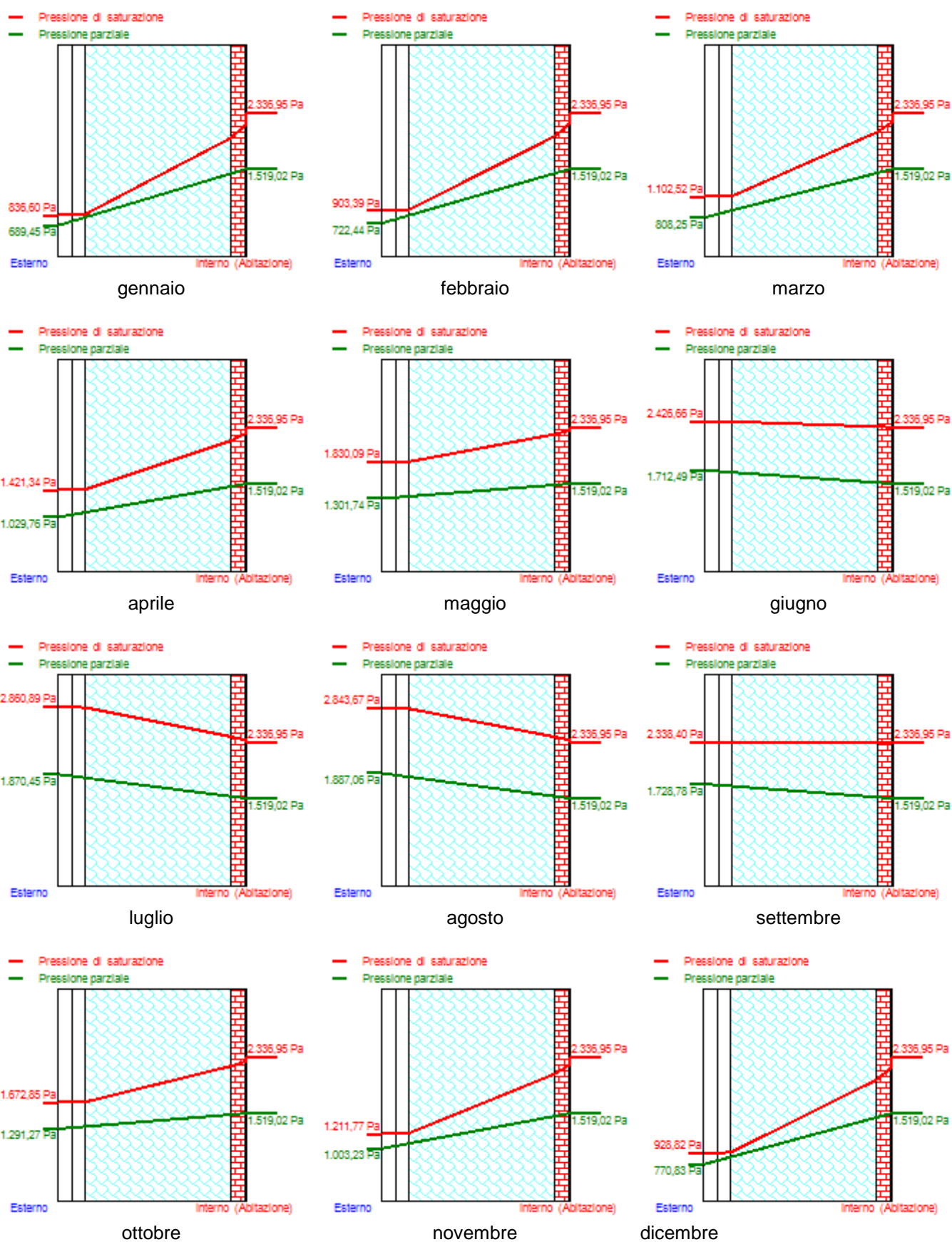
g_c Densità del flusso di vapore condensato

θ_e Temperatura dell'aria esterna

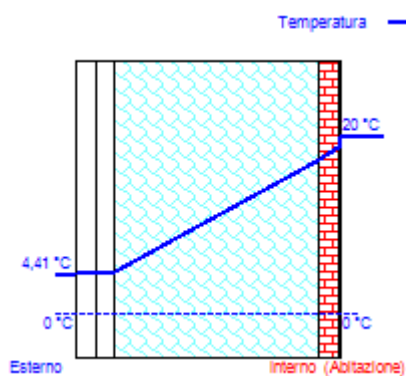
ϕ_e Umidità relativa dell'aria esterna

M_a Condensa accumulata nell'interfaccia

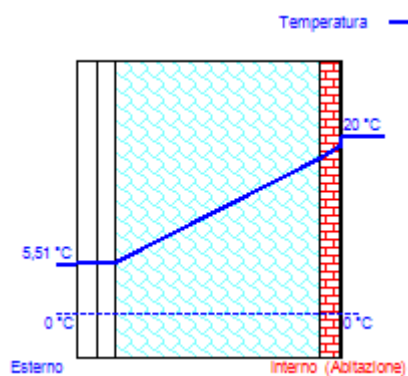
Grafici mensili delle pressioni parziali del vapore e di saturazione.



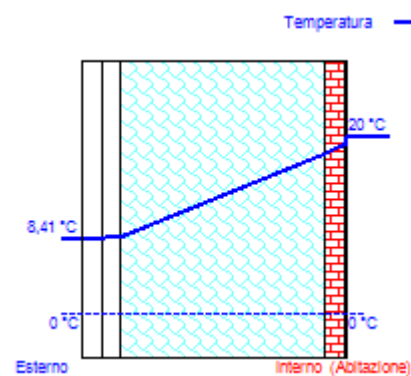
Grafici mensili delle temperature.



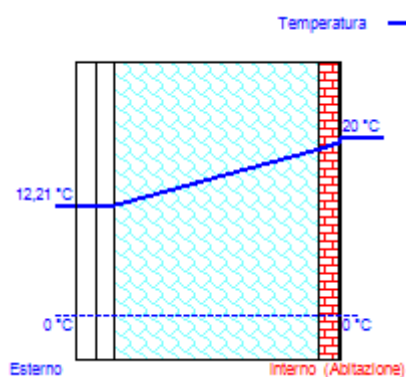
gennaio



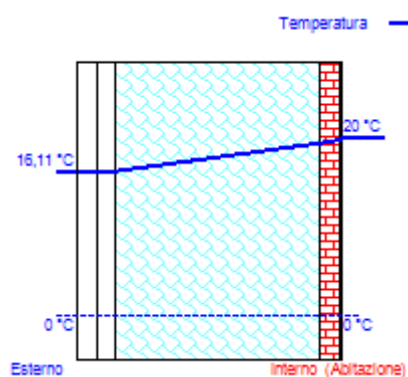
febbraio



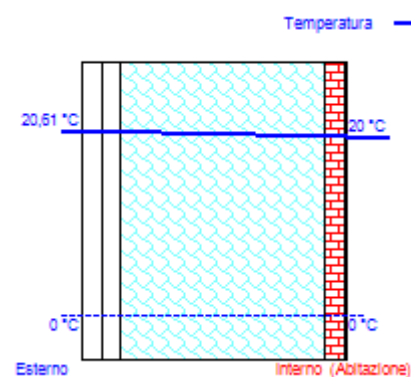
marzo



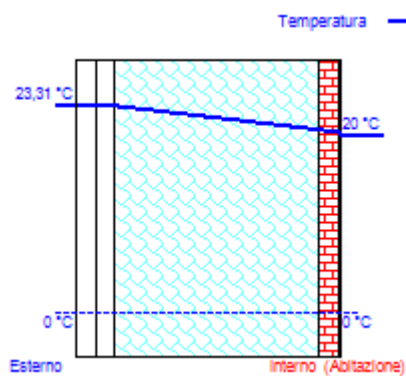
aprile



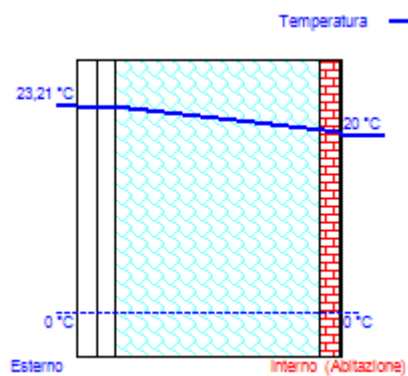
maggio



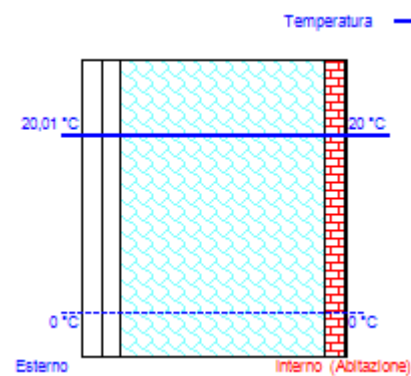
giugno



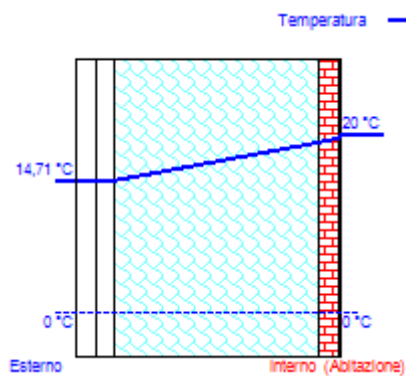
luglio



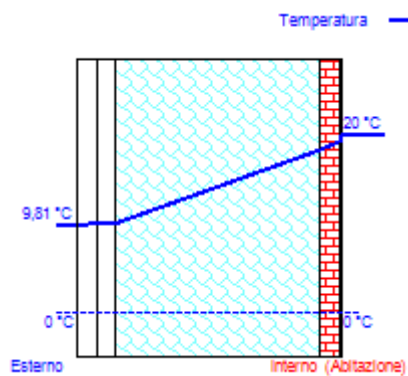
agosto



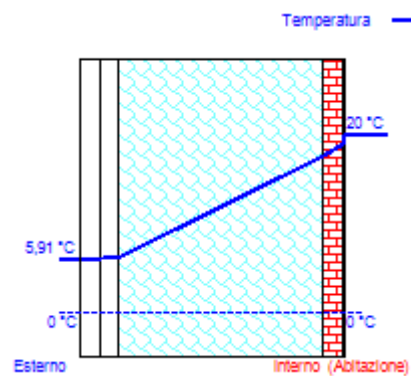
settembre



ottobre



novembre



dicembre