

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

REVISION DE L'AVANT PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO  
CUP J11J05000030001

OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI DELLA DELIBERA CIPE 57/2011

*Prescrizione n.196*

*Infopoint Caserma Clemente Henry - Susa*

**PROGETTO DEFINITIVO**

*Impianti*

**Fase 1 - Relazione tecnica Legge 10**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	Dicembre 2012	Emissione	Luciano Laffranchini	Enzio Bestazzi	Adriano Venturini
A	Febbraio 2013	Emissione allo stato AP	Luciano Laffranchini	Enzio Bestazzi	Adriano Venturini
B	Marzo 2013	Emissione Fase 1 - AP	Luciano Laffranchini	Enzio Bestazzi	Adriano Venturini

CODE	P	D	2	H	E	N	G	I	A	0	5	0	2	B	A	P	N	O	T
DOC	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo			

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	6PR	//	//	01	97	05	10	02



**I contenuti del presente documento sono da intendersi unicamente per gli interventi di fase 1 così come indicati nella planimetria "Fasi di realizzazione"**

# Progetto per la realizzazione di:

INFOPOINT

CASERMA CLEMENTE HENRY – SUSAS

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

Applicazione del Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192 con aggiornamenti al:

Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311

Decreto Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59

Decreto Legislativo 03 Marzo 2011, n. 28

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

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

OPERE RELATIVE A RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI DI SUPERFICIE UTILE SUPERIORE A 1000 m<sup>2</sup>

Comune	SUSA
Indirizzo	Piazza della Repubblica
Committente	LTF-Lyon Turin Ferroviarie
Progettista	Ing. Adriano Venturini

### ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

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

Timbro

Data

Firma del funzionario

## 1 – INFORMAZIONI GENERALI

Comune di	SUSA
Provincia	TORINO
Progetto per la realizzazione di	Infopoint Caserma Clemente Henry
Sito in	Piazza della Repubblica, Susa
Committente	LTF-Lyon Turin Ferroviarie
Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Adriano Venturini
Direttore(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio	-

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

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

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

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

## 3 – PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno	3108 [GG]
Temperatura minima di progetto	-9 [°C]

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

Unità immobiliari centralizzate	T. Int.	U. Int.	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Centrale: <b>Centrale 1</b>	20,00	61,79	6.476,85	3.330,98	0,51	1.195,32
Unità immobiliare: <b>ex foresteria</b>			941,45	778,56	0,83	160,94
Unità immobiliare: <b>caserma_spazio_espositivo</b>			4.880,02	2.137,23	0,44	908,63
Unità immobiliare: <b>Locali GdF</b>			655,39	415,19	0,63	125,76

## 5 – DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

### 5.1 – Impianti termici

#### a) Descrizione impianto

- **Climatizzazione a pannelli radianti sotto pavimento e ventilconvettori a due tubi per le seguenti zone:**  
piano primo\_uffici, Alloggio P1  
**Impianti a ventilconvettori a due tubi per le seguenti zone:**  
ex foresteria, piano terra espositivo  
**Impianto di riscaldamento a radiatori per le seguenti zone:**  
WC ex foresteria, WC caserma
- **Sistemi di generazione**  
Centrale termofrigorifera a pompa di calore (PdC) del tipo acqua-acqua ad inversione di ciclo sul lato refrigerante che utilizzerà come fonte primaria di energia l'acqua di falda e come refrigerante il fluido R410A
- **Sistemi di termoregolazione**  
La regolazione dei ventilconvettori sarà effettuata con valvole a tre vie, mentre il controllo locale della temperatura sarà regolabile dal potenziometro del termostato di ogni singolo ambiente.  
I radiatori saranno completi di valvola termostatica.  
Ogni zona servita dai pannelli radianti a pavimento farà capo a un gruppo di regolazione termica.

#### **Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica**

L'impianto di riscaldamento dell'alloggio sarà dotato in ingresso di satellite d'utenza per la contabilizzazione dei consumi (riscaldamento ed idrico sanitari)

#### **Sistemi di distribuzione del vettore termico**

Le reti di collegamento tra centrale e fabbricato principale (ex-caserma) saranno realizzate per la parte interrata mediante utilizzo di tubazioni preisolate tipo da teleriscaldamento, per minimizzare le perdite di calore durante il percorso.

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

- Sono previsti pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria ad integrazione della produzione da parte caldaia murale alimentata a gas naturale. La distribuzione sarà fatta con tubazioni preisolate tipo da teleriscaldamento (reti interrate).

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

Specifiche del generatore: Caldaia Riello Residence Condens 20is	
Tipo	Generatori di calore a gas a condensazione ****
Fluido termovettore	Acqua
Valore nominale della potenza termica utile Pn	19,60 [kW]
Combustibile utilizzato	Metano
<b>Rendimento termico utile a Pn:</b>	
– valore di progetto	97,90 [%]
<b>Rendimento termico utile al 30 % Pn:</b>	
– valore di progetto	102,60 [%]

Specifiche del generatore: NECS_WN_B0302	
Tipo	Pompa di calore a ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico
Fluido termovettore	Acqua40

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

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

**Sistema di telegestione dell'impianto termico**

Non prevista

**Sistema di regolazione climatica in centrale termica**

Non prevista

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

Si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

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

Si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

**d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari****Numero di apparecchi**

1

**Descrizione sintetica del dispositivo**

Modulo di contabilizzazione costituito da: cassetta ad incasso per modulo d'utenza con collettore di distribuzione; 2 coppie di valvole a sfera; 2 tubi di flussaggio per il lavaggio iniziale d'impianto; agganci di posizionamento delle funzioni acqua sanitaria; 2 collettori semplici; modulo idraulico.

**e) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Ventilconvettori per installazione alta a parete, nelle taglie e con le prestazioni indicate sugli elaborati grafici.

Pannelli radianti sotto pavimento per la climatizzazione radiativa dei locali degli ambienti del primo piano dell'edificio principale.

Impianto di riscaldamento a radiatori per i servizi igienici.

**f) Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione**

Canna fumaria in acciaio inox a doppia parete per la caldaia murale a gas naturale a condensazione.

**g) Sistemi di trattamento dell'acqua**

La centrale sarà dotata di regolazione automatica a microprocessore dei componenti principali e di impianto di trattamento acqua (addolcimento e dosaggio prodotti filmanti protettivi).

**h) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione**

Coibentazione tubazioni acqua calda/refrigerata, con guaina flessibile sp. 19mm, avente conduttività termica utile  $\leq 0.04 \text{ W/mK}$  a  $40^\circ\text{C}$  e resistenza alla diffusione del vapore  $\geq 7000$ .

**i) Specifiche della/e pompa/e di circolazione**

si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

**j) Impianti solari termici**

Si veda la relazione di calcolo allegata

**k) Schemi funzionali degli impianti termici**

Si vedano le tavole " Centrale termofrigorifera – Schema funzionale"

## 5.2 – Impianti fotovoltaici

È prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza 13,44kW.

Per maggiori dettagli si veda la relazione:

" Impianti elettrotecnici e a correnti deboli – Relazione tecnica"

## 5.3 – Altri impianti

Non presenti

## 6 – PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

### a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

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

*Vedi allegati alla presente relazione*

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

*Vedi allegati alla presente relazione*

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti

- Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate

- Attenuazione dei ponti termici

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

*Vedi allegati alla presente relazione*

- Verifica termo igrometrica

*Vedi allegati alla presente relazione*

## Calcoli relativi alla centrale: Centrale 1

Valori di ventilazione		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
<b>Unità immobiliare</b>	<b>ex foresteria</b>	
<b>Zona</b>	<b>piano terra_ex foresteria</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	549,34	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>WC_ex foresteria</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	70,27	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Unità immobiliare</b>	<b>caserma_spazio_espositivo</b>	
<b>Zona</b>	<b>piano terra_espositivo</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	1.939,67	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>piano primo_uffici</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	0,425	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	483,77	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>WC_caserma</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	233,55	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Unità immobiliare</b>	<b>Locali GdF</b>	
<b>Zona</b>	<b>Alloggio P1</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	0,3	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	126,39	[m <sup>3</sup> /h]

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Rendimento di produzione	188,44	[%]
Rendimento di regolazione	96,00	[%]
Rendimento di distribuzione	96,00	[%]
Rendimento di emissione	95,35	[%]

## Verifica dei consumi previsti

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
<b>Metodo di calcolo utilizzato</b>	<b>UNI EN ISO 13790</b>	
<b>Valore di progetto</b>	<b>10,85</b>	<b>[kWh/m³anno]</b>
<b>Valore limite riportato nell'allegato C del D.lgs 311/06</b>	<b>21,58</b>	<b>[kWh/m³anno]</b>
Fabbisogno di combustibile:		
NECS_WN_B0302	0	[Nm³/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	32.313,69	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	7.991,04	[kWh/anno]

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
<b>Metodo di calcolo utilizzato</b>	<b>UNI EN ISO 13790</b>	
<b>Valore di progetto</b>	<b>2,86</b>	<b>[kWh/m³anno]</b>
<b>Valore limite riportato nell' art. 4 del D.P.R. 59/09</b>	<b>10,00</b>	<b>[kWh/m³anno]</b>

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Valore di progetto	12,56	[kJ/(m³ GG)]

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria		
DESCRIZIONE	VALORE	U.M
Fabbisogno di combustibile:		
Caldaia Riello Residence Condens 20is	197,0952	[Nm³/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	59,65	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	6.191,31	[kWh/anno]

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

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

Le prescrizioni all'allegato 3 del decreto legislativo 3 marzo 2011 n. 28 sono atte a garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e del 20% della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento. Tali obblighi sono incrementati del 10% nel caso di edifici pubblici.

**Fabbisogno annuale di energia termica, frigorifera e per la produzione di acqua calda sanitaria:**

totale: 180.080 kWh

**Energia termica per climatizzazione invernale da fonte rinnovabile e per la produzione di acqua calda sanitaria:**

totale: 103.610 kWh

**Copertura percentuale della somma dei consumi previsti per acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento:**

58% > 22% in ottemperanza del D.Lgs 28/11.

## 9 – DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- **Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.**
- **Tabella con indicazione delle caratteristiche termiche, igrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.**
- **Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.**

## 10 – DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto, iscritto all'albo degli ingegneri della Provincia di Aosta dal 07/02/1975 al n° 187 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15 commi 1 e 2 del decreto legislativo del 19 Agosto 2005 n. 192 di attuazione della direttiva 2002/91CE, modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 29 Dicembre 2006, n. 311 G.U. Serie Generale n. 26 del 01/02/07 e aggiornato dal Decreto del Presidente della Repubblica 2 Aprile 2009 n. 59 G.U. Serie Generale n. 132 del 10/06/09.

### **dichiara**

sotto la propria personale responsabilità che:

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

Data: 05/03/2013

Il progettista

## Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.  
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06  
Calcolo della trasmittanza corretta delle strutture opache che presentano ponti termici
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.  
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06  
Calcolo della trasmittanza corretta delle strutture opache che presentano ponti termici
3. Trasmittanza termica delle degli **elementi divisorii** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio.  
Confronto con i valori limite di cui all' allegato C al d.lgs. n. 311/06
5. Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio
6. Giustificativo Art.4, Comma 8, DPR 59/09 (Verifica rapporto superfici Vetrate – superfici utili del fabbricato/unità immobiliare).

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

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

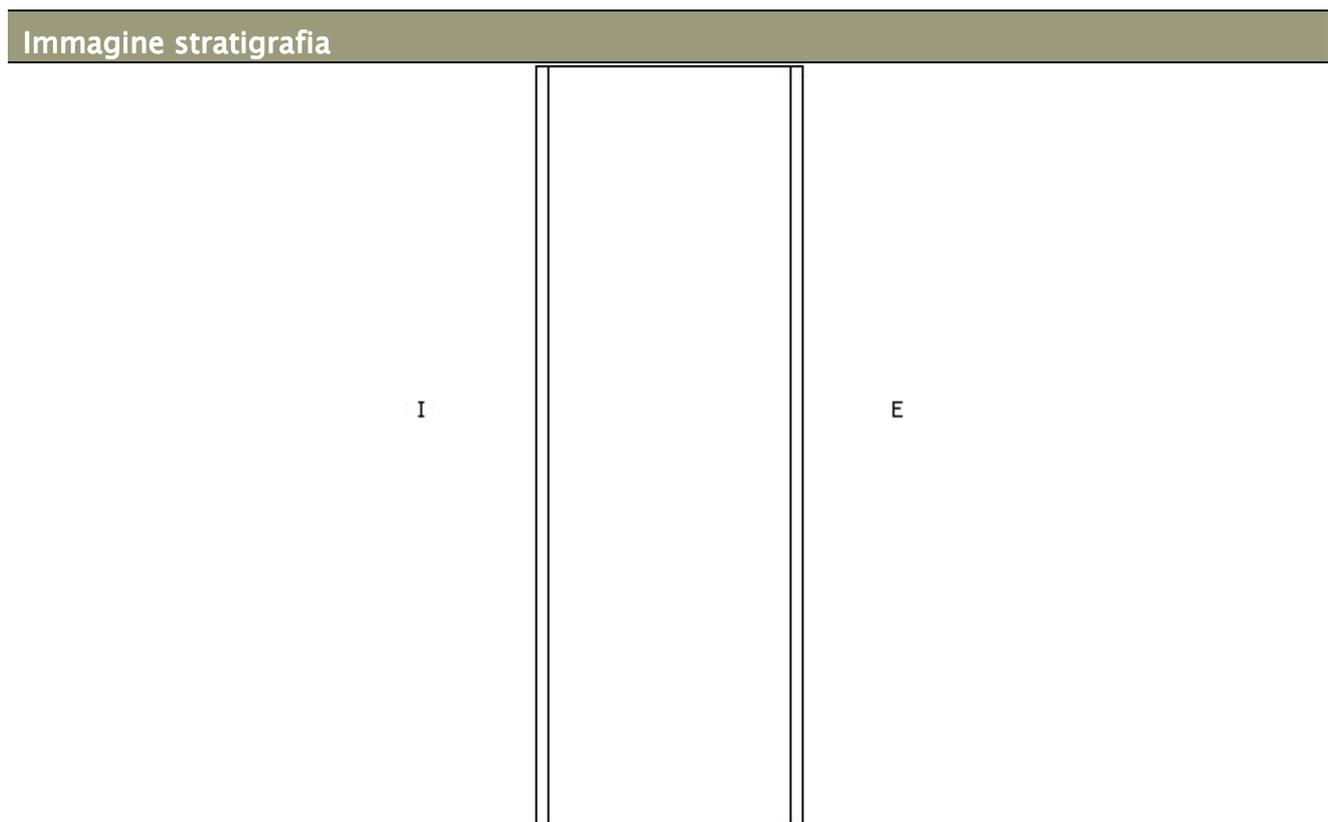
## LEGENDA

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

<b>M1 - M1-Parete ex foresteria</b>			
Spessore totale [cm]:	44,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	1.000,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	2,49	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,40
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	2,49	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,40

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03
2601	Muratura in pietra naturale	40,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,17
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

<b>Trasmittanza termica parete opaca</b>		
La struttura opaca è del tipo		<b>Verticale</b>
Trasmittanza della struttura calcolata	<b>2,493</b>	<b>[W/(m<sup>2</sup>·K)]</b>

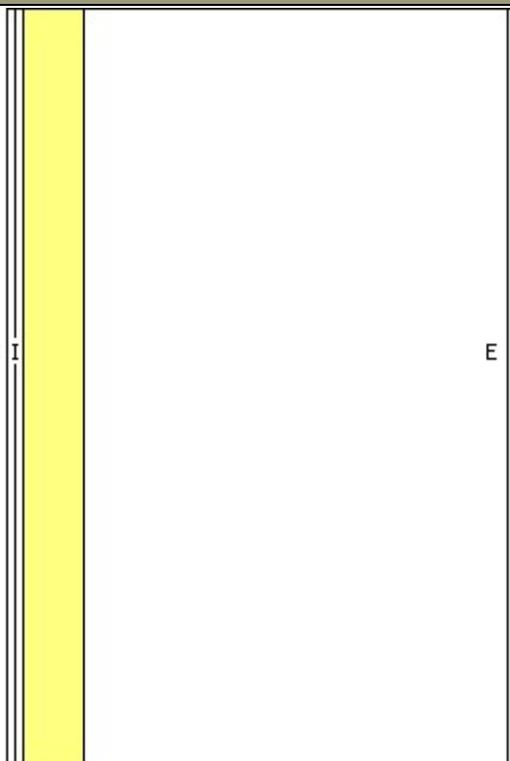


M2 - M2-Parete caserma vs EXT			
Spessore totale [cm]:	84,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	1.753,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,29	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,46
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,64

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	70,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,30
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,289	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

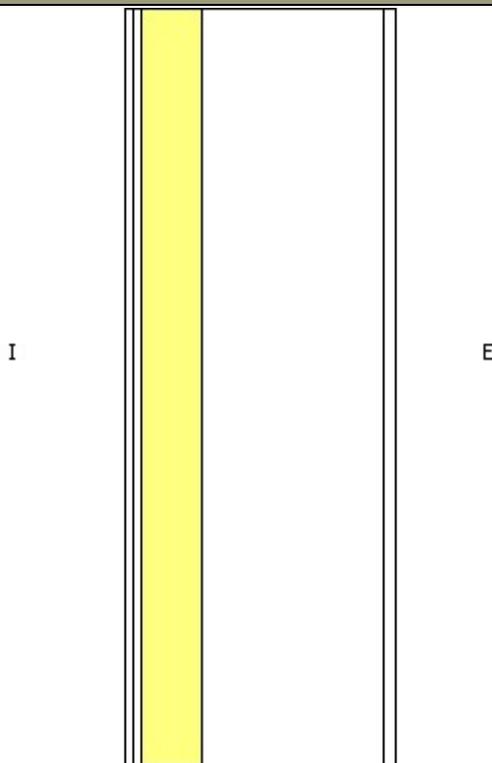


M3 – M3–Parete caserma vs LocNonRisc			
Spessore totale [cm]:	44,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	753,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,34	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,96
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,55

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	30,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,13
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,338	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

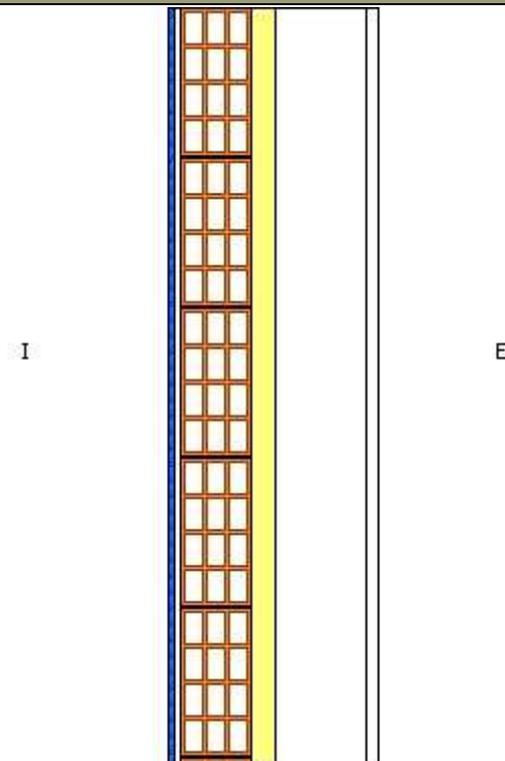


M4 - M4_Parete WC vs GdF			
Spessore totale [cm]:	34,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	485,24
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,63	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,58
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,53	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,89

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
9	Malta di cemento (rinzaffo)	0,50	1,400		2.000,00	6,43	7,08	0,00
2929	Mattone forato 1.1.21 120	12,00		3,22	717,00	21,44	23,59	0,31
XL K	Pannello ISOVER XL K	4,00	0,033		30,00	0,06	0,07	1,21
2601	Muratura in pietra naturale	15,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,07
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza della struttura calcolata	<b>0,635</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

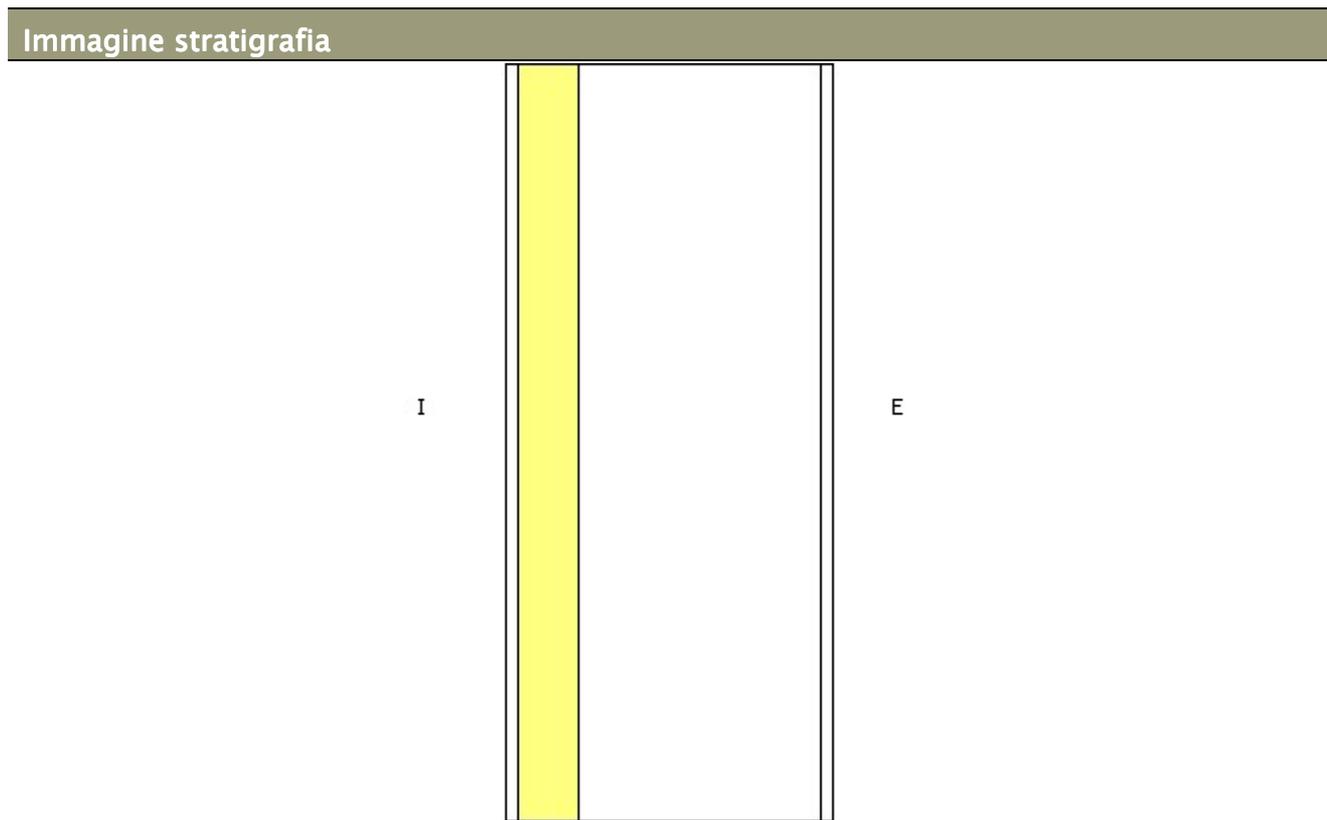
### Immagine stratigrafia



M9 - M9_Parete WC ex foresteria			
Spessore totale [cm]:	54,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	1.003,00
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,29	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,44
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,29	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,44

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	40,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,17
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Verticale	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,291	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]



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

### LEGENDA

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

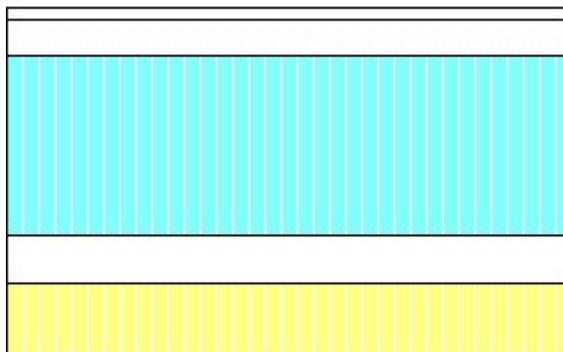
S2 - S2-Copertura caserma			
Spessore totale [cm]:	56,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	316,70
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	cls armato	8,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,05
241	Intercap. aria orizz.asc.100 mm	30,00	0,700		1,00	193,00	212,30	0,43
21	cls armato	6,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,04
273	Bitume	0,40	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,26	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

E



I

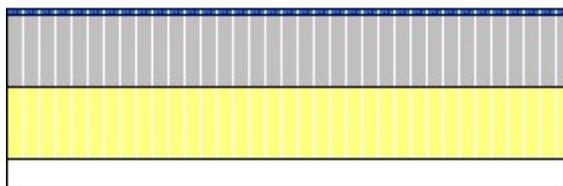
P1 - P1-Pavimento su igloo			
Spessore totale [cm]:	30,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	352,60
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,62
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,62

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
1201	Sottofondo in cls magro	12,00	0,930		1.800,00	2,76	3,03	0,13
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	cls armato	5,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,03

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,28	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

I



E

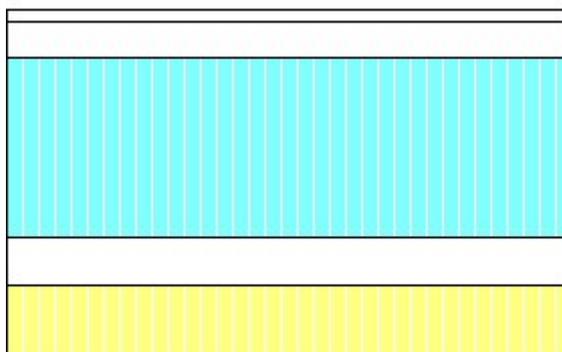
S1 - S1_Copertura ex foresteria			
Spessore totale [cm]:	56,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	316,70
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	cls armato	8,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,05
241	Intercap. aria orizz.asc.100 mm	30,00	0,700		1,00	193,00	212,30	0,43
21	cls armato	6,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,04
273	Bitume	0,40	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,26	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

E



I

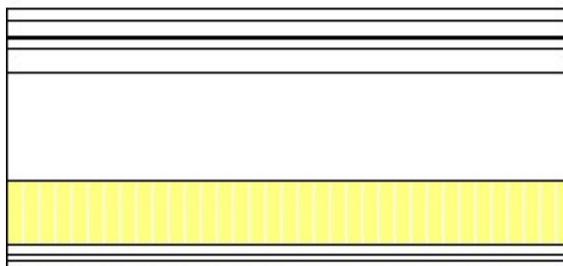
S4 - S4-Copertura spazio esposizione			
Spessore totale [cm]:	43,20	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:	413,30
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,24	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	4,20
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,24	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	4,20

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
280	Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	0,10	220,000		2.700,00	0,00	0,00	0,00
XL K	Pannello ISOVER XL K	12,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,64
2304	Soletta later. sp.18-inter.50	18,00	0,660		1.100,00	27,57	30,33	0,27
16	cls armato	4,00	1,480		2.200,00	2,76	3,03	0,03
273	Bitume	0,30	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02
273	Bitume	0,30	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02
1332	C.l.s. in genere - dens.1800	4,10	0,940		1.800,00	193,00	212,30	0,04
2407	Piastrelle in cemento e ghiaia	2,00	1,400		2.000,00	1,93	2,12	0,01

Trasmittanza termica parete opaca		
La struttura opaca è del tipo	Orizzontale/Inclinata	
Trasmittanza della struttura calcolata	0,24	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]

### Immagine stratigrafia

E



I

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

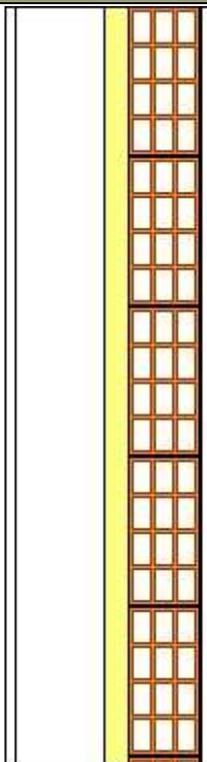
#### LEGENDA

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

M7 – M7-Parete divisoria Unità abitativa											
Spessore totale [cm]:			34,00			Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]:			462,24		
CONDUTTANZA UNITARIA					RESISTENZA UNITARIA						
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			7,69			Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:			0,13		
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			7,69			Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:			0,13		
TRASMITTANZA					RESISTENZA TERMICA						
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			0,56			Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:			1,80		
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:			0,53			Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:			1,89		
Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [cm]	λ [W/m°C]	C [W/m <sup>2</sup> C]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup> [kg/msPa]	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup> [kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> C/W]			
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02			
2601	Muratura in pietra naturale	15,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,07			
XL K	Pannello ISOVER XL K	4,00	0,033		30,00	0,06	0,07	1,21			
2929	Mattone forato 1.1.21 120	12,00		3,22	717,00	21,44	23,59	0,31			
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02			

Trasmittanza termica del divisorio		
La struttura divisoria è del tipo	Verticale	
Trasmittanza termica U	0,555	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09	0,800	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Confronto con i valori limite – La struttura è verificata	Sì	

### Immagine stratigrafia



### S3 - S3-Solaio interpiano

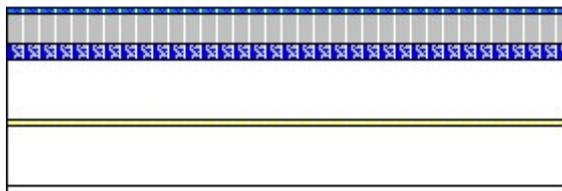
Spessore totale [cm]:	31,10	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	377,18
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**)[W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,55	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,81
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,55	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,81

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02
16	cls armato	10,00	1,480		2.200,00	2,76	3,03	0,07
Fonas M	Feltro ISOVER FONAS M	1,00	0,047		340,00	0,06	0,07	0,21
1318	C.l.s. in genere - dens.400	10,00	0,190		400,00	193,00	212,30	0,53
175	Polistirene estruso con pelle	2,60	0,036		30,00	1,07	1,18	0,72
1201	Sottofondo in cls magro	5,00	0,930		1.800,00	2,76	3,03	0,05
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01

La struttura opaca è del tipo	<b>Orizzontale/Inclinata</b>	
Trasmittanza della struttura calcolata	<b>0,55</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Valore limite della trasmittanza U limite, di cui all' Articolo 4, comma 16, D.P.R. 59/09	<b>0,800</b>	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Confronto con i valori limite - La struttura è verificata	<b>Sì</b>	

### Immagine stratigrafia

E



I

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

### LEGENDA

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

<b>F1 - F1-serramento</b>							
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>				<b>RESISTENZA UNITARIA</b>			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 8,14				Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,12			
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 23,26				Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,04			
<b>TRASMITTANZA</b>				<b>RESISTENZA TERMICA</b>			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,95				Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,51			
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,12	0,57	10,48	1,30	3,80	0,08	1,95

<b>Trasmittanza termica del componente trasparente</b>	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	<b>1,945</b>
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	<b>1,300</b>

<b>F5 - F5-VETRATA_NORD</b>							
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>				<b>RESISTENZA UNITARIA</b>			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 8,14				Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,12			
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 23,26				Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,04			
<b>TRASMITTANZA</b>				<b>RESISTENZA TERMICA</b>			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]: 1,47				Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]: 0,68			
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	87,66	5,27	99,50	1,30	3,80	0,08	1,58

<b>Trasmittanza termica del componente trasparente</b>	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	<b>1,580</b>
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	<b>1,300</b>

F2 – F2-serramento							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 8,14				Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,12			
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 23,26				Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,04			
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 1,84				Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,54			
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Uf	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,63	0,57	10,32	1,30	3,80	0,03	1,84

Trasmittanza termica del componente trasparente	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,841</b>
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,300</b>

F3 – F3-serramento							
CONDUTTANZA UNITARIA				RESISTENZA UNITARIA			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 8,14				Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,12			
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 23,26				Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,04			
TRASMITTANZA				RESISTENZA TERMICA			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]: 1,95				Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,51			
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Uf	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,92	0,52	9,56	1,30	3,80	0,03	1,95

Trasmittanza termica del componente trasparente	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,953</b>
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,300</b>

<b>F4 - F4-serramento</b>							
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>				<b>RESISTENZA UNITARIA</b>			
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:		8,14		Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]:		0,12	
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:		23,26		Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]:		0,04	
<b>TRASMITTANZA</b>				<b>RESISTENZA TERMICA</b>			
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:		1,95		Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]:		0,51	
TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	U <sub>I</sub>	U <sub>w</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,12	0,57	10,48	1,30	3,80	0,03	1,95

<b>Trasmittanza termica del componente trasparente</b>	
Trasmittanza della chiusura trasparente, comprensiva dell'infisso [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,945</b>
Trasmittanza centrale del vetro [W/(m <sup>2</sup> · K)]	<b>1,300</b>

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

### GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

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

P1 - Pavimento su igloo			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Piastrelle in ceramica	200	0,01	1
Sottofondo in cls magro	70	0,129	12
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
Parete esterna cls armato	70	0,03	5
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9320</b>		<b>3,702</b>	<b>30</b>

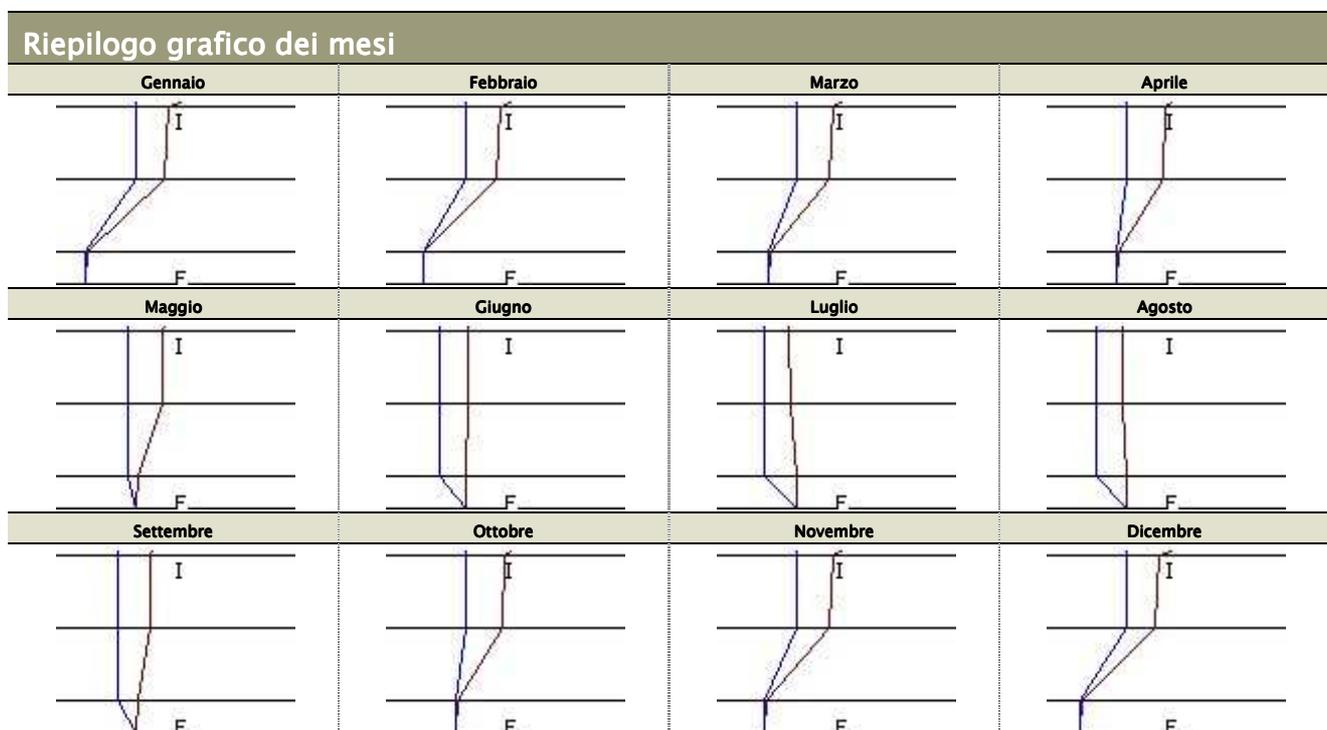
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	100	20	65	0,55	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	100	20	65	0,69	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	100	20	65	0,97	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	100	20	65	1,32	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	100	20	65	1,72	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	100	20	65	2,27	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	100	20	65	2,6	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	100	20	65	2,49	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	100	20	65	1,96	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	100	20	65	1,31	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	100	20	65	0,88	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	100	20	65	0,63	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



M5-Parete locali Gdf			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Muratura in pietra naturale	100	0,304	70
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,6160		0,651	74

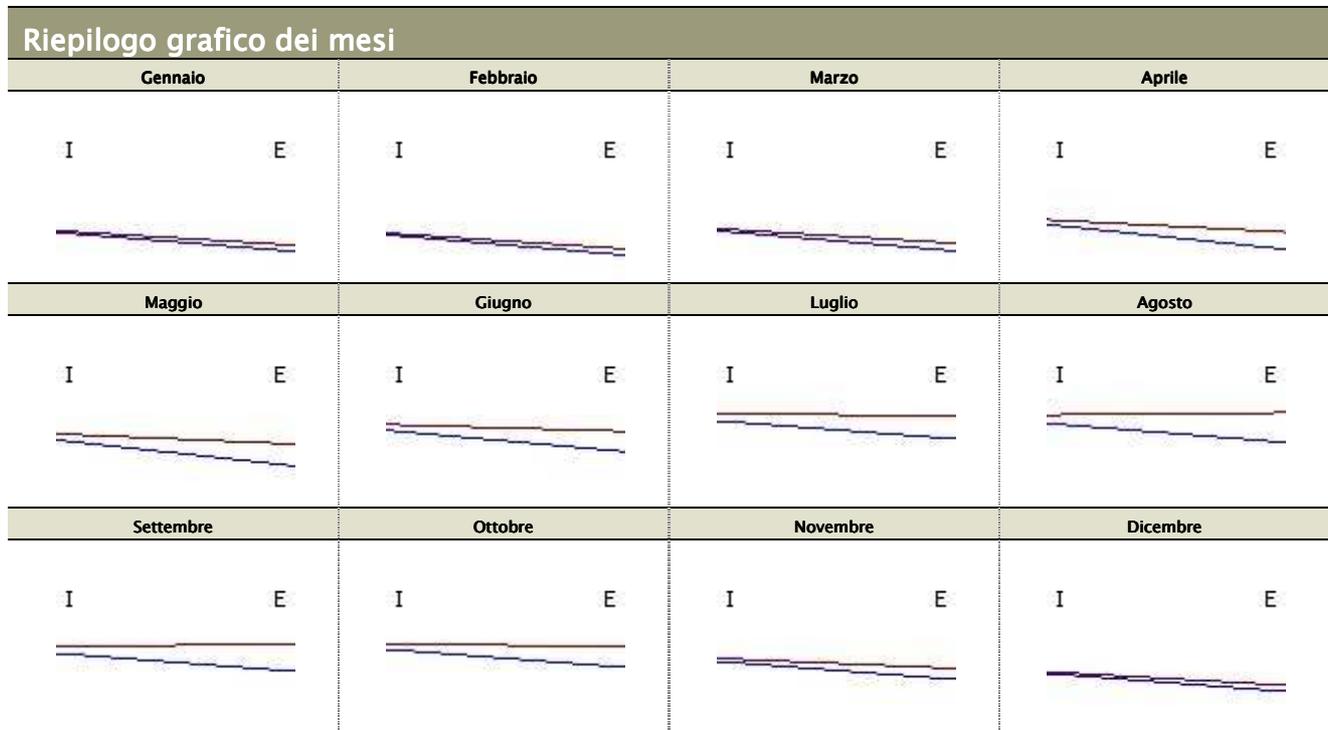
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0,379	0,379
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0,545	0,924
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0,233	1,158
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	-0,008	1,149
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	-0,008	1,141
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	-0,007	1,134
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	-0,005	1,129
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	-0,006	1,123
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	-0,005	1,118
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	-0,006	1,113
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	-0,006	1,107
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	-0,006	1,101

**Verifiche normative**

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

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

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



M3-Parete caserma vs LocNonRisc			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,13	30
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,579</b>	<b>44,5</b>

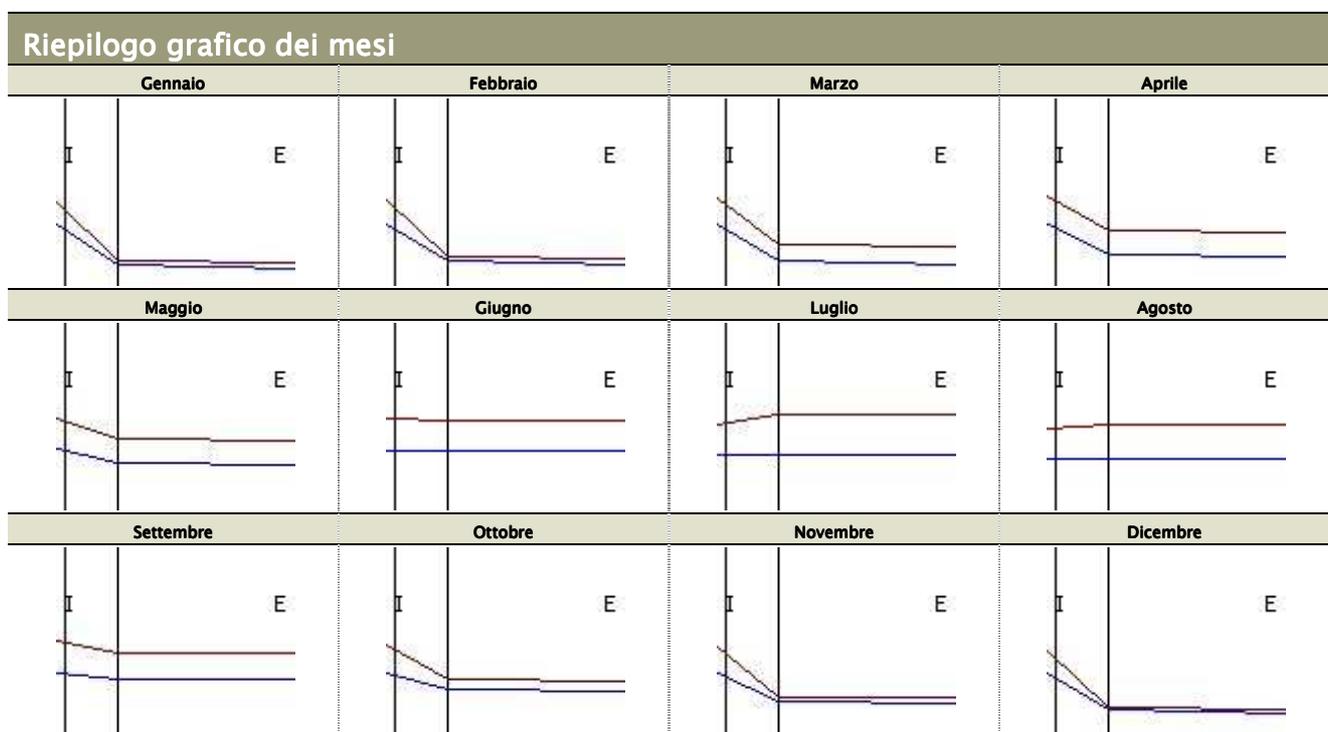
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	65	20	65	0,36	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	65	20	65	0,45	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	65	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	65	20	65	0,86	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	65	20	65	1,47	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,69	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	65	20	65	1,62	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	65	20	65	1,28	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	65	20	65	0,85	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	65	20	65	0,58	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	65	20	65	0,41	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



M2-Parete caserma vs EXT			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,304	70
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9330</b>		<b>3,753</b>	<b>84,5</b>

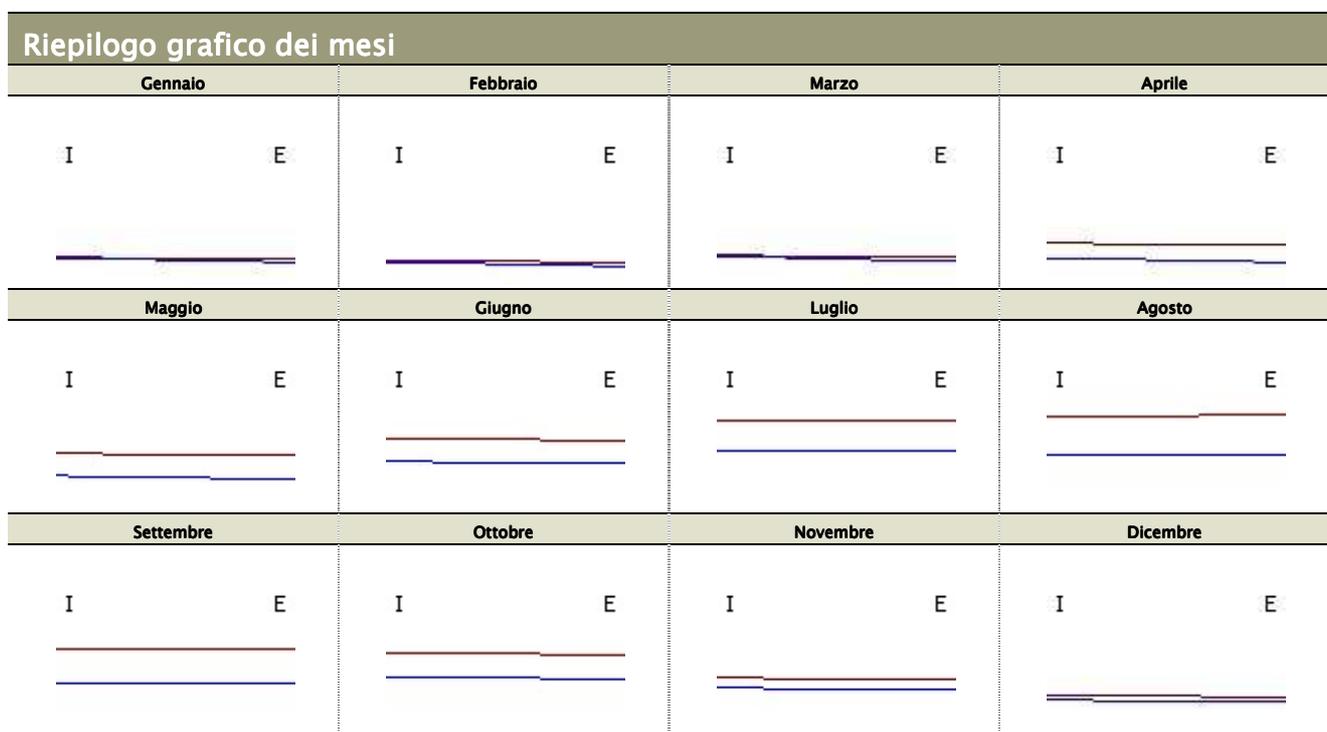
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



M9_Parete WC ex foresteria			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,174	40
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,551</b>	<b>54</b>

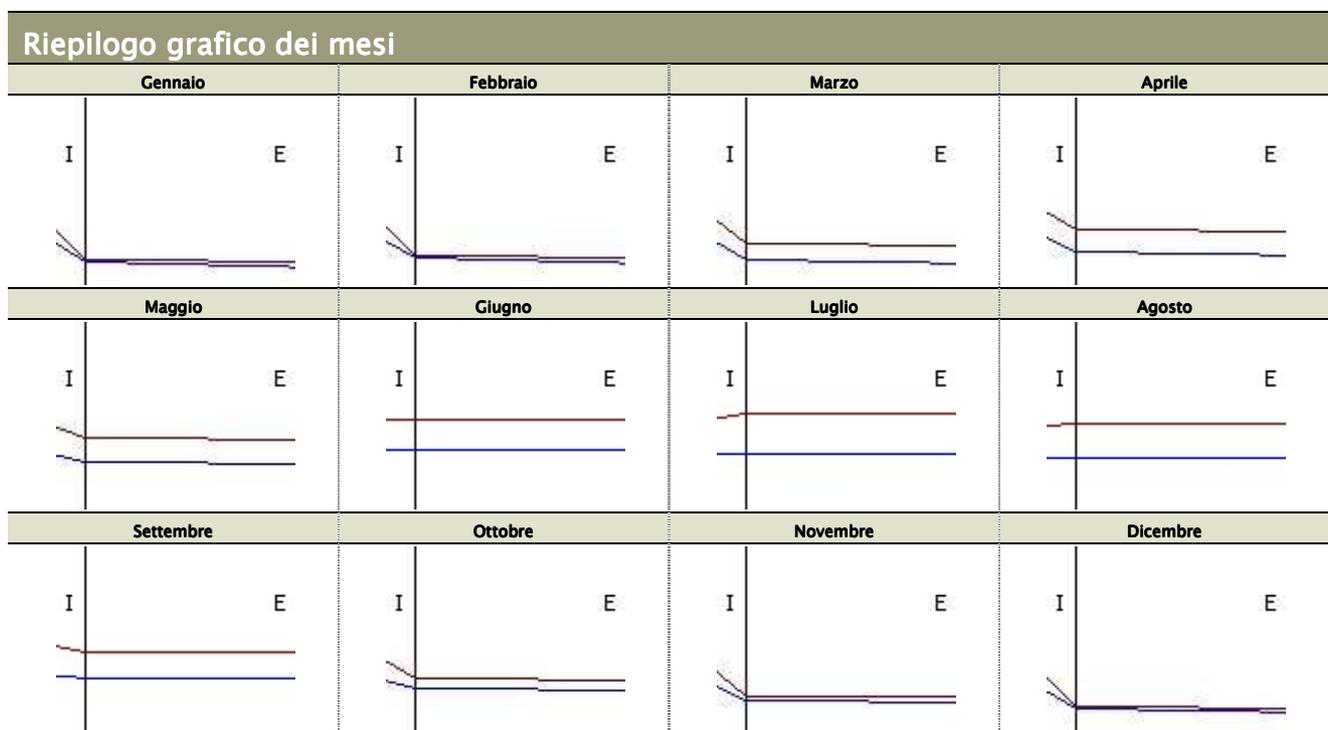
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	TI	Uri	Pe	PI	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



M1 - Parete ex foresteria			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Muratura in pietra naturale	100	0,174	40
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,5200</b>		<b>0,521</b>	<b>44</b>

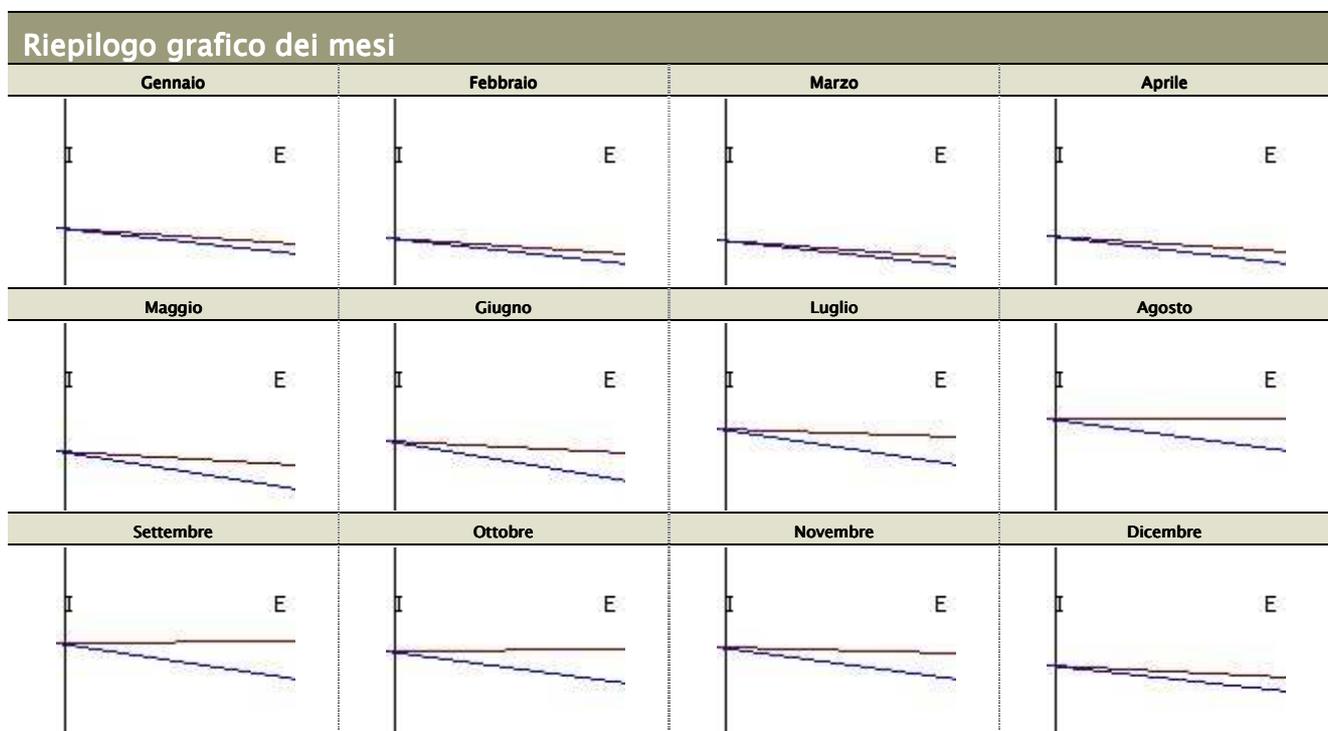
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0,272	0,272
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0,856	1,128
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	1,044	2,172
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0,654	2,826
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0,073	2,899
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	-0,013	2,886
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	-0,011	2,875
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	-0,01	2,865
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	-0,011	2,855
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	-0,008	2,846
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	-0,01	2,836
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	-0,009	2,828

**Verifiche normative**

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

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

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



S1_Copertura ex foresteria			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
cls armato	70	0,048	8
Intercap. aria orizz.asc.100 mm	1	0,429	30
cls armato	70	0,036	6
Bitume	20000	0,024	0,4
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9390</b>		<b>4,069</b>	<b>56,4</b>

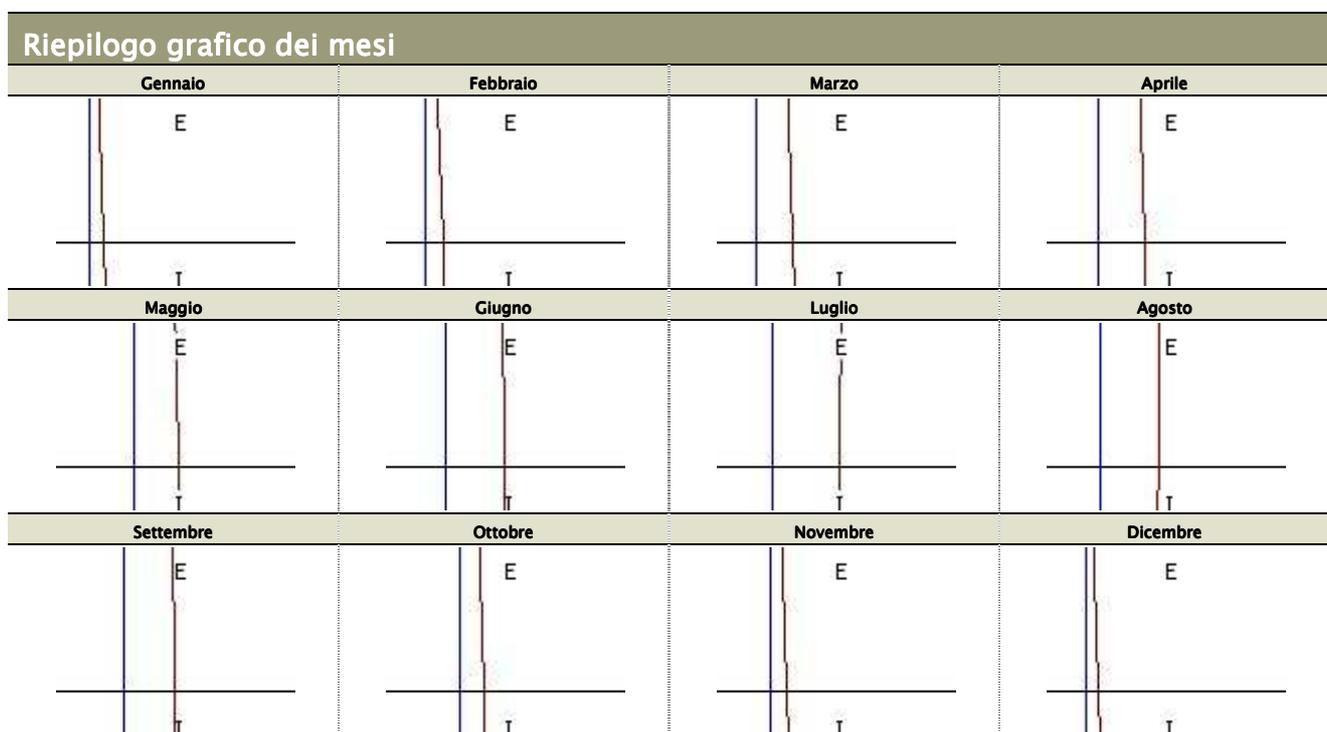
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>3</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	50	0,46	1,16	12,5	0,6460	0	0
Febbraio	1,7	79	20	50	0,54	1,16	12,5	0,5920	0	0
Marzo	6,7	54	20	50	0,53	1,16	12,5	0,4390	0	0
Aprile	11,2	55	20	50	0,73	1,16	12,5	0,1520	0	0
Maggio	15,2	65	20	50	1,12	1,16	12,5	0,0000	0	0
Giugno	19,6	68	20	50	1,55	1,16	12,5	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	50	1,68	1,16	12,5	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	50	1,78	1,16	12,5	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	50	1,37	1,16	12,5	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	50	1,07	1,16	12,5	0,1610	0	0
Novembre	5,3	86	20	50	0,76	1,16	12,5	0,4920	0	0
Dicembre	0,5	86	20	50	0,54	1,16	12,5	0,6170	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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

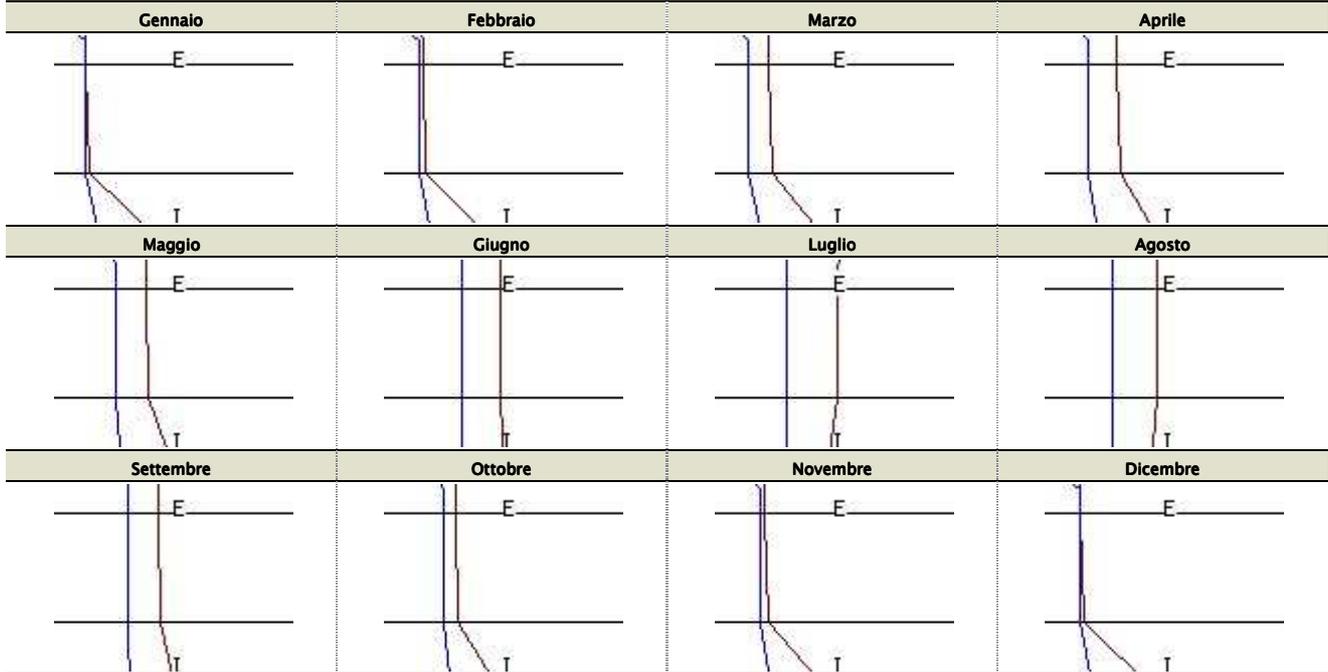


S4-Copertura spazio esposizione			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	700000	0	0,1
Pannello ISOVER XL K	3000	3,636	12
Soletta later. sp.18-inter.50	7	0,273	18
cls armato	70	0,027	4
Bitume	20000	0,018	0,3
Bitume	20000	0,018	0,3
C.I.s. in genere - dens.1800	1	0,044	4,1
Piastrelle in cemento e ghiaia	100	0,014	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9430</b>		<b>4,359</b>	<b>43,2</b>

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	65	20	65	0,36	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	65	20	65	0,45	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	65	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	65	20	65	0,86	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	65	20	65	1,47	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,69	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	65	20	65	1,62	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	65	20	65	1,28	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	65	20	65	0,85	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	65	20	65	0,58	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	65	20	65	0,41	1,51	16,6	0,8250	0	0

Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup>
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale

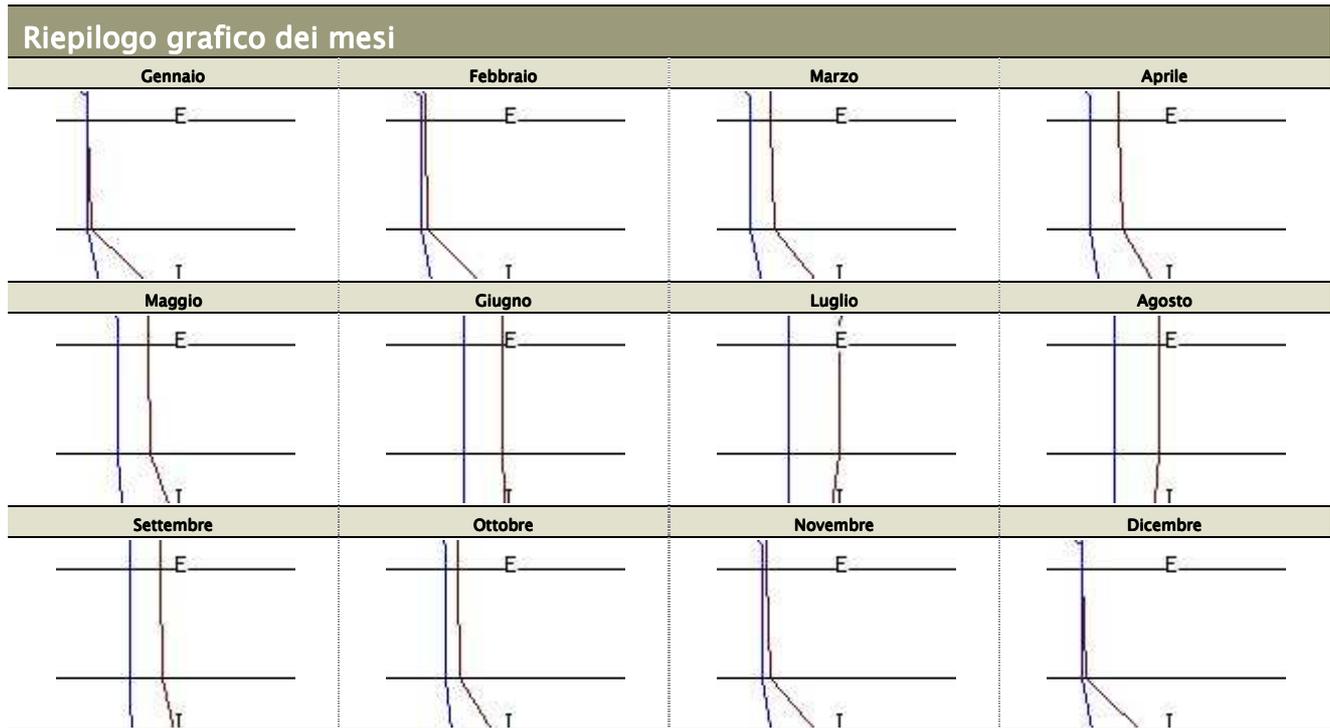
## Riepilogo grafico dei mesi



S4-Copertura spazio esposizione			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	700000	0	0,1
Pannello ISOVER XL K	3000	3,636	12
Soletta later. sp.18-inter.50	7	0,273	18
cls armato	70	0,027	4
Bitume	20000	0,018	0,3
Bitume	20000	0,018	0,3
C.l.s. in genere - dens.1800	1	0,044	4,1
Piastrelle in cemento e ghiaia	100	0,014	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9430</b>		<b>4,359</b>	<b>43,2</b>

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup>
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale



M3-Parete caserma vs LocNonRisc			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,13	30
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,579</b>	<b>44,5</b>

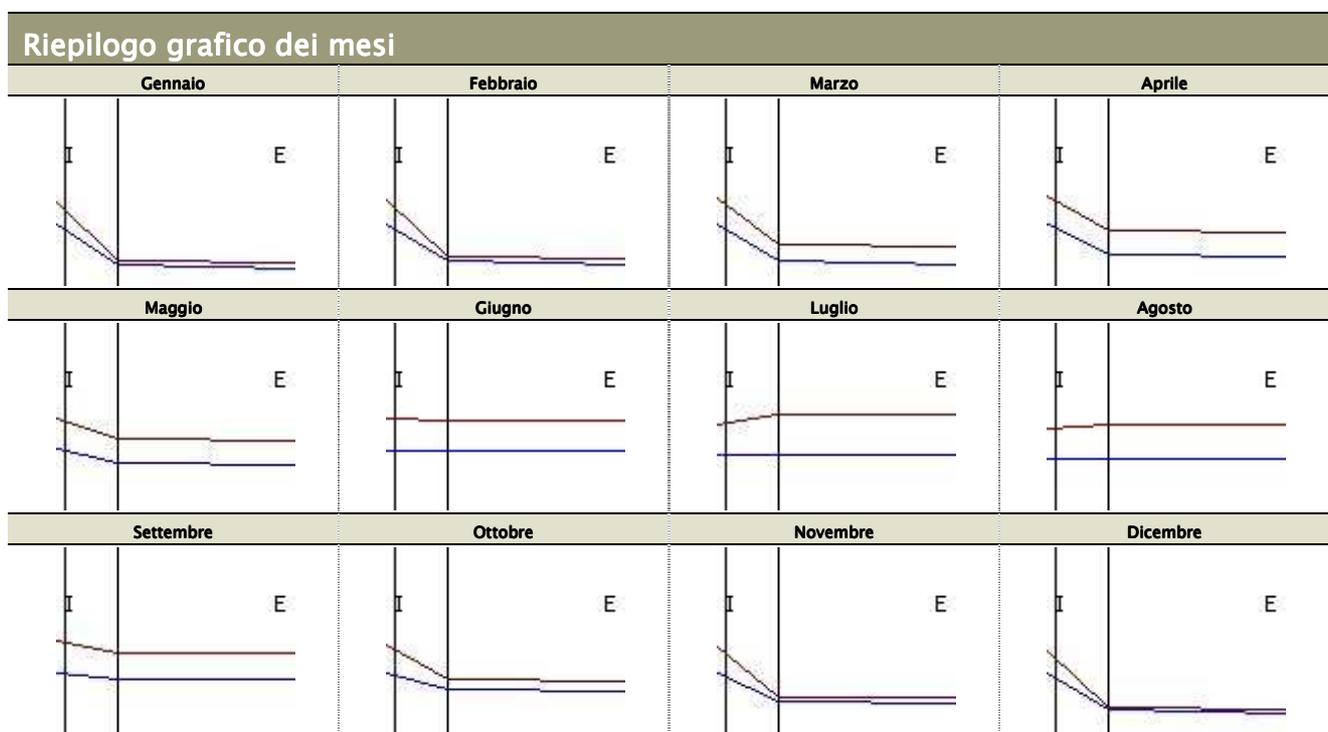
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



S2-Copertura caserma			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
cls armato	70	0,048	8
Intercap. aria orizz.asc.100 mm	1	0,429	30
cls armato	70	0,036	6
Bitume	20000	0,024	0,4
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9390</b>		<b>4,069</b>	<b>56,4</b>

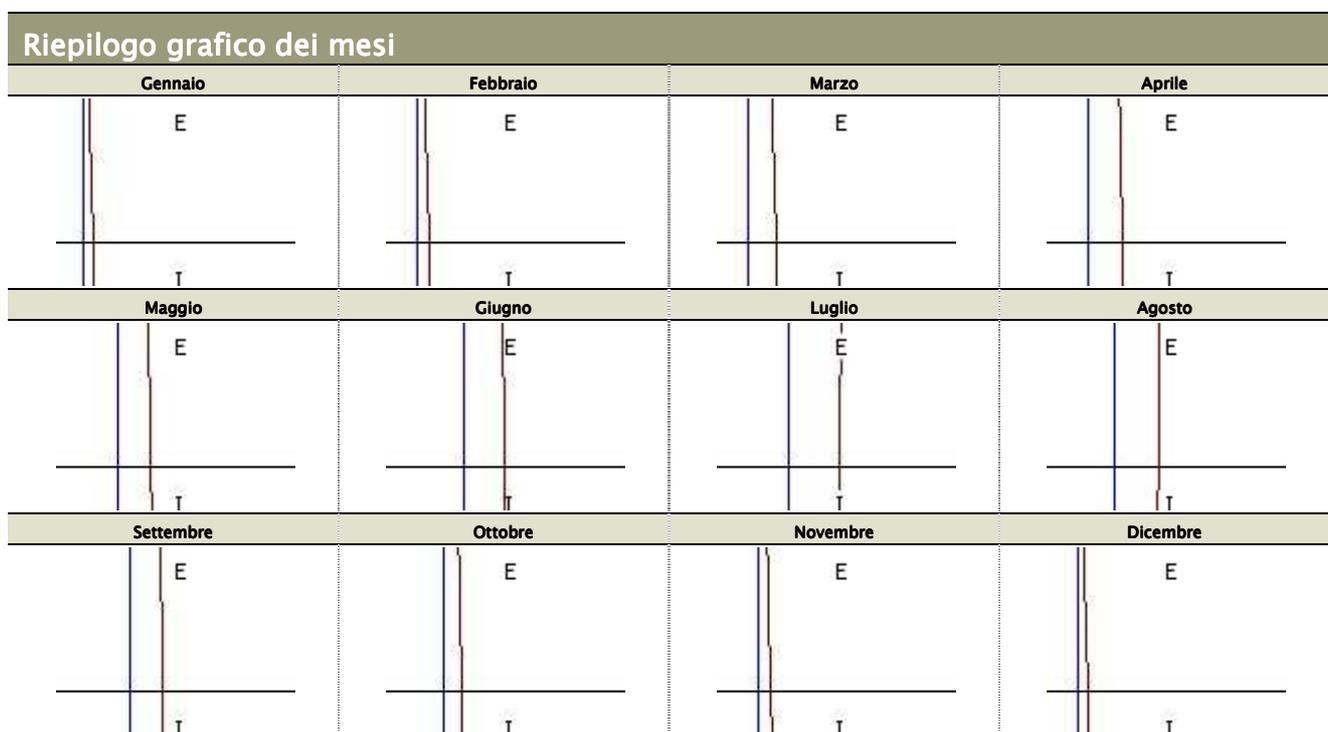
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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

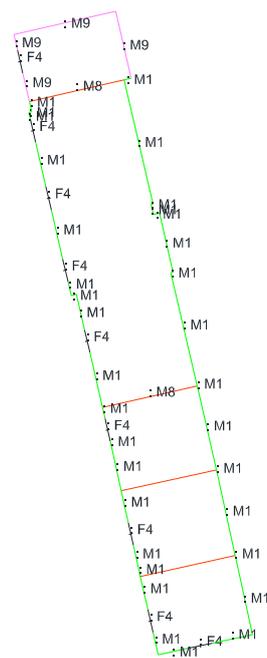
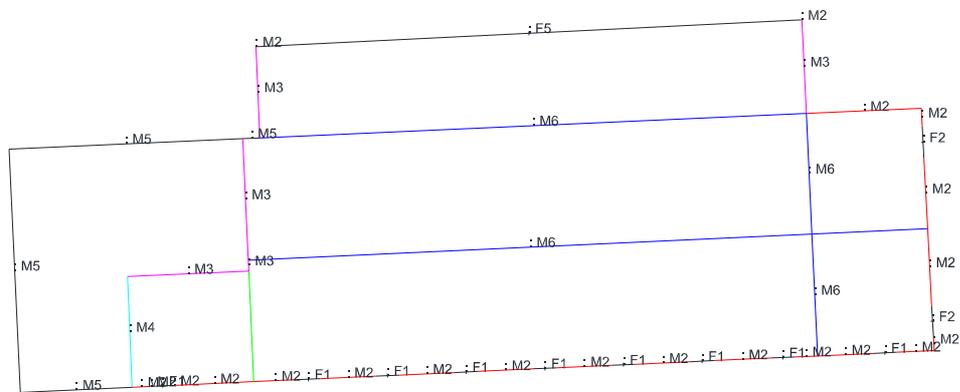


## 5) Giustificativo Art.4, Comma 8, DPR 59/09

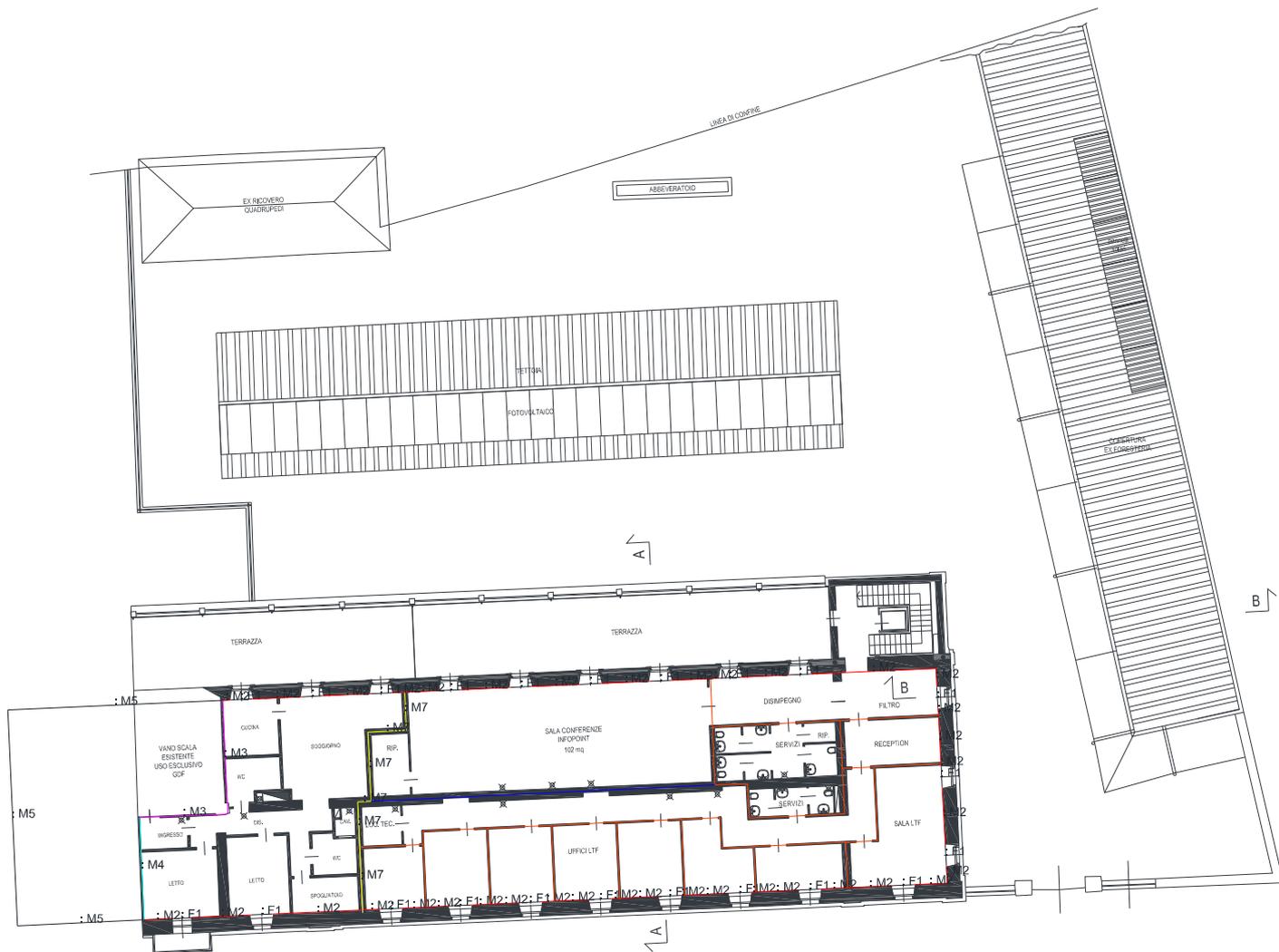
(Verifica rapporto superfici Vetrata – superfici utili del fabbricato/unità immobiliare).

Descrizione	Superficie Utile	Superficie Vetrata	Rapporto	Eccede il limite
	A	A <sub>g</sub>	A <sub>g</sub> /A	(0,18)
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	-	Si/No
<b>Centrale 1</b>	1.195,32	206,34	0,173	<b>No</b>

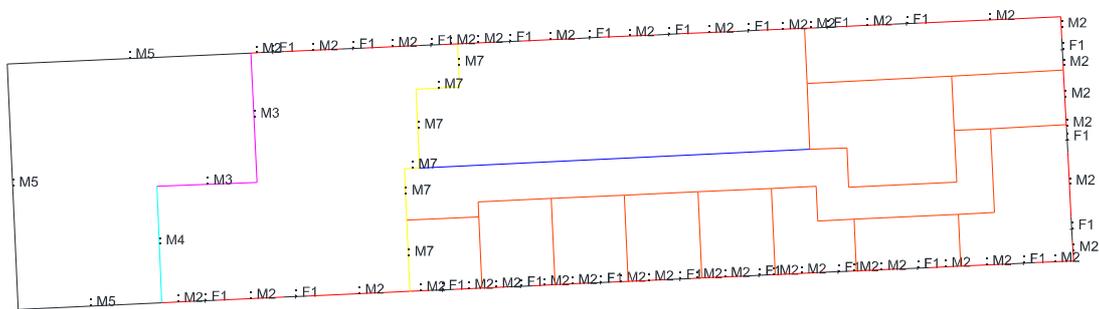




Pianta piano terra: schematizzazione modello



Pianta piano primo: sovrapposizione modello – disegno architettonico



Pianta piano primo: schematizzazione modello

# Progetto per la realizzazione di

## INFOPOINT

### CASERMA CLEMENTE HENRY – SUSAS

#### RELAZIONE TECNICA AI SENSI DELL'ART. 7, COMMA 1, DELLA LEGGE REGIONALE 28 MAGGIO 2007, N.13



Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968: Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia".

Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 45-11967: Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia". Disposizioni attuative in materia di impianti solari termici, impianti da fonti rinnovabili e serre solari ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere g) e p).

Comune	<b>SUSA</b>
Indirizzo	
Zona di appartenenza	<b>Comune in zona di piano</b>
Classificazione intervento	<b>Ristrutturazione edifici di superficie utile &gt; 1000 m<sup>2</sup></b>
Progetto	INFOPOINT CASERMA CLEMENTE HENRY – SUSAS
Committente	<b>LTF-Lyon Turin Ferroviarie</b>
Progettista impianti termici	<b>Ing. Adriano Venturini</b>

**Relazione di riferimento ex art. 28, Legge n.10/91 depositata presso il Comune di SUSAS**  
in data \_\_\_\_\_ al n° \_\_\_\_\_

#### ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

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

Timbro

Data

Firma del funzionario

# 1 Premessa

La presente relazione tecnica, relativa all'intervento descritto in copertina, è da intendersi integrativa e complementare alla relazione tecnica ex art. 28, Legge n. 10/91, presentata per il medesimo intervento ed attestante il rispetto delle prescrizioni nazionali in vigore, in materia di contenimento dei consumi energetici. Il documento è finalizzato ad evidenziare il rispetto delle prescrizioni di cui allo Stralcio di Piano e riporta esclusivamente dati e risultati rilevanti per le verifiche da quest'ultimo richieste.

Pertanto, per le informazioni non desumibili direttamente dal presente documento, si rimanda alla sopraccitata relazione tecnica ex art. 28, Legge n.10/91, i cui estremi di deposito sono richiamati in copertina a codesta relazione tecnica integrativa.

## 2 Informazioni generali

Comune di	SUSA
Provincia	TORINO
Progetto per la realizzazione di	INFOPOINT CASERMA CLEMENTE HENRY – SUSA
Sito in	
Committente	LTF–Lyon Turin Ferroviarie
Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio	Ing. Adriano Venturini
Direttore(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio	

## 3 Classificazione dell'edificio o del complesso di edifici

Denominazione edificio /complesso di edifici	Classificazione
ex foresteria	E.4 (1) – Cinema, Teatri, sale per congressi
caserma_spazio_espositivo	E.4(2)A – Mostre, Musei e biblioteche
Locali GdF	E.1 (1) – Collegi, conventi, case di pena, caserme

## 4 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:

Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali

Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali dei sistemi di protezione Solare

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

## 5 Parametri climatici della località

Gradi giorno	3108 [GG]
Temperatura minima di progetto	-9 [°C]

## 6 Dati plano-volumetrici e di progetto interni dell'edificio o del complesso di edifici

Denominazione edificio /complesso edifici		Classificazione	V <sub>lordo</sub> [m <sup>3</sup> ]	S <sub>utile</sub> [m <sup>2</sup> ]	T. Int. [°C]	U.R. Int. [%]
Centrale	Unità immobiliare					
Centrale 1	ex foresteria	E.4 (1) – Cinema, Teatri, sale per congressi	941,45	160,94	20,00	61,79
Centrale 1	caserma_spazio_espositivo	E.4(2)A – Mostre, Musei e biblioteche	4.880,02	908,63	20,00	61,79
Centrale 1	Locali GdF	E.1 (1) – Collegi, conventi, case di pena, caserme	655,39	125,76	20,00	61,79

## 7 Dati relativi agli impianti

### 7.1 Impianti termici

#### l) Descrizione impianto

- **Climatizzazione a pannelli radianti sotto pavimento e ventilconvettori a due tubi per le seguenti zone:**  
piano primo\_uffici, Alloggio P1  
**Impianti a ventilconvettori a due tubi per le seguenti zone:**  
ex foresteria, piano terra espositivo  
**Impianto di riscaldamento a radiatori per le seguenti zone:**  
WC ex foresteria, WC caserma
  
- **Sistemi di generazione**  
Centrale termofrigorifera a pompa di calore (PdC) del tipo acqua-acqua ad inversione di ciclo sul lato refrigerante che utilizzerà come fonte primaria di energia l'acqua di falda e come refrigerante il fluido R410A
  
- **Sistemi di termoregolazione**  
La regolazione dei ventilconvettori sarà effettuata con valvole a tre vie, mentre il controllo locale della temperatura sarà regolabile dal potenziometro del termostato di ogni singolo ambiente.  
I radiatori saranno completi di valvola termostatica.  
Ogni zona servita dai pannelli radianti a pavimento farà capo a un gruppo di regolazione termica.

#### **Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica**

L'impianto di riscaldamento dell'alloggio sarà dotato in ingresso di satellite d'utenza per la contabilizzazione dei consumi (riscaldamento ed idrico sanitari)

#### **Sistemi di distribuzione del vettore termico**

Le reti di collegamento tra centrale e fabbricato principale (ex-caserma) saranno realizzate per la parte interrata mediante utilizzo di tubazioni preisolate tipo da teleriscaldamento, per minimizzare le perdite di calore durante il percorso.

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

- Sono previsti pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria ad integrazione della produzione da parte caldaia murale alimentata a gas naturale. La distribuzione sarà fatta con tubazioni preisolate tipo da teleriscaldamento (reti interrate).

## m) Specifiche dei generatori di energia

## Pompe di calore

Descrizione	: NECS_WN_B0302
Tipo	: A ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico
Quantità	: 1
Combustibile utilizzato	: Non applicabile
Sorgente esterna (pozzo freddo)	: Acqua di falda
Fluido termovettore (pozzo caldo)	: Acqua40
Potenza nominale in riscaldamento	: 93,4 [kW]
<b>COP:</b>	
- temperatura esterna di riferimento (solo per pozzo freddo costituito da aria atmosferica)	:
- valore di progetto	: 5,7
- valore minimo prescritto dall'allegato 4 allo Stralcio di Piano	: 4

## Generatori di calore a combustione alimentati a combustibile liquido o gassoso

Tipo	: Caldaia Riello Residence Condens 20is
Quantità	: 1
Marcatura, ai sensi D.P.R. n.660/96	: 4 Stelle
Marcatura richiesta o ammessa in deroga dal punto 1.3.1.1 dello Stralcio di Piano	: 4 Stelle
Fluido termovettore	: Acqua
Combustibile utilizzato	: Metano
Valore nominale della potenza termica utile $P_n$	: 19,60 [kW]
<b>Rendimento termico utile a <math>P_n</math> e temperatura media acqua in caldaia di 70°C:</b>	
- valore di progetto	: 97,90 [%]
- valore minimo prescritto dal D.P.R. n.660/96, per la marcatura indicata	: 95,58 [%] ( 93.00 + 2logPn)
<b>Rendimento termico utile al 30 % <math>P_n</math> e temperatura media acqua in caldaia <math>\geq</math> 50°C:</b>	
- valore di progetto	: 102,60 [%]
- valore minimo prescritto dal dal D.P.R. n.660/96, per la marcatura indicata	: 92,88 [%] ( 89.00 + 3logPn)
Motivazione di eventuali deroghe ai requisiti di marcatura e rendimento richiesti dallo Stralcio di Piano	:
<b>Emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>):</b>	
- valore di progetto	: 26 [mg/kWh]
- valore massimo prescritto dal punto 1.3.1.1 dello Stralcio di Piano	: 80 [mg/kWh]
<b>Emissioni di particolato fine (PM<sub>10</sub>):</b>	
- valore di progetto	: 5 [mg/kWh]
- valore massimo prescritto dal punto 1.3.1.1 dello Stralcio di Piano	: 10 [mg/kWh]

**n) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

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

**Sistema di telegestione dell'impianto termico**

Non prevista

**Sistema di regolazione climatica in centrale termica**

Non prevista

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

Si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

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

Si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

**o) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari**

**Numero di apparecchi**

1

**Descrizione sintetica del dispositivo**

Modulo di contabilizzazione costituito da: cassetta ad incasso per modulo d'utenza con collettore di distribuzione; 2 coppie di valvole a sfera; 2 tubi di flussaggio per il lavaggio iniziale d'impianto; agganci di posizionamento delle funzioni acqua sanitaria; 2 collettori semplici; modulo idraulico.

**p) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Ventilconvettori per installazione alta a parete, nelle taglie e con le prestazioni indicate sugli elaborati grafici.

Pannelli radianti sotto pavimento per la climatizzazione radiativa dei locali degli ambienti del primo piano dell'edificio principale.

Impianto di riscaldamento a radiatori per i servizi igienici.

**q) Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione**

Canna fumaria in acciaio inox a doppia parete per la caldaia murale a gas naturale a condensazione.

**r) Sistemi di trattamento dell'acqua**

La centrale sarà dotata di regolazione automatica a microprocessore dei componenti principali e di impianto di trattamento acqua (addolcimento e dosaggio prodotti filmanti protettivi).

**s) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione**

Coibentazione tubazioni acqua calda/refrigerata, con guaina flessibile sp. 19mm, avente conduttività termica utile  $\leq 0.04 \text{ W/mK}$  a  $40^\circ\text{C}$  e resistenza alla diffusione del vapore  $m \geq 7000$ .

**t) Specifiche della/e pompa/e di circolazione**

si rimanda agli elaborati del progetto impiantistico

**u) Impianti solari termici**

Si veda la relazione di calcolo allegata

**v) Schemi funzionali degli impianti termici**

Si vedano le tavole " Centrale termofrigorifera – Schema funzionale"

## **7.2 Impianti fotovoltaici**

È prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza 13,44kW.

Per maggiori dettagli si veda la relazione: " Impianti elettrotecnici e a correnti deboli – Relazione tecnica"

## **7.3 Altri impianti**

Non presenti

## 8 Principali risultati dei calcoli per: Centrale 1

### 8.1 Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento

#### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera a) dello Stralcio di Piano:

#### 1° livello

Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento							
Denominazione		Classificazione	Q <sub>H,nd</sub>	V <sub>lordo</sub>	S <sub>utile</sub>	Q <sub>H,nd</sub> /V <sub>lordo</sub>	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> .anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	ex foresteria	E.4 (1) – Cinema, Teatri, sale per congressi	58.797,40	941,45	160,94	62,45	22,68

#### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera a) dello Stralcio di Piano:

#### 1° livello

Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento							
Denominazione		Classificazione	Q <sub>H,nd</sub>	V <sub>lordo</sub>	S <sub>utile</sub>	Q <sub>H,nd</sub> /V <sub>lordo</sub>	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> .anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	caserma_spazi o_espositivo	E.4(2)A – Mostre, Musei e biblioteche	72.431,85	4.880,02	908,63	14,84	16,70

#### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera a) dello Stralcio di Piano:

#### 1° livello

Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento							
Denominazione		Classificazione	Q <sub>H,nd</sub>	V <sub>lordo</sub>	S <sub>utile</sub>	Q <sub>H,nd</sub> /V <sub>lordo</sub>	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> .anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	Locali GdF	E.1 (1) – Collegi, conventi, case di pena, caserme	9.410,31	655,39	125,76	14,36	23,59

## 8.2 Prestazione energetica per il raffrescamento estivo

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Prestazione energetica per il raffrescamento estivo							
Denominazione		Classificazione	QC,nd	Vlordo	Sutile	QC,nd/Vlordo	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ·anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	ex foresteria	E.4 (1) - Cinema, Teatri, sale per congressi	598,84	941,45	160,94	0,64	10,00

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Prestazione energetica per il raffrescamento estivo							
Denominazione		Classificazione	QC,nd	Vlordo	Sutile	QC,nd/Vlordo	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ·anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	caserma_spazio_espositivo	E.4(2)A - Mostre, Musei e biblioteche	17.029,45	4.880,02	908,63	3,49	10,00

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Prestazione energetica per il raffrescamento estivo							
Denominazione		Classificazione	QC,nd	Vlordo	Sutile	QC,nd/Vlordo	
Centrale	Unita' immobiliare	-	[kWh/anno]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>3</sup> ·anno]	
						Progetto	limite
Centrale 1	Locali GdF	E.1 (1) - Collegi, conventi, case di pena, caserme	877,66	655,39	125,76	1,34	10,00

## 8.3 Verifica termoigrometrica

Vedere Allegato 1, "Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma uni en iso 13788".

## 8.4 Verifica delle pareti opache verticali

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza strutture verticali opache					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
Pareti opache verticali	(B)	0,00	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) *Tipi di calcolo di U:*

(A) *valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;*

(B) *trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;*

(C) *trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.*

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza strutture verticali opache					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
Pareti opache verticali	(B)	0,28	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	
M3-Parete caserma vs LocNonRisc	(A)	0,28	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	
M4-Parete WC vs GdF	(A)	0,53	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) *Tipi di calcolo di U:*

(A) *valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;*

(B) *trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;*

(C) *trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.*

## Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza strutture verticali opache					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
Pareti opache verticali	(B)	0,28	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	
M4_Parete WC vs GdF	(A)	0,53	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	
M3-Parete caserma vs LocNonRisc	(A)	0,28	0,33	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) Tipi di calcolo di U:

(A) valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;

(B) trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;

(C) trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.

## 8.5 Verifica delle pareti opache orizzontali ed inclinate

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza delle strutture opache orizzontali ed inclinate					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
S1_Copertura ex foresteria	(C)	0,26	0,30	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) Tipi di calcolo di U:

(A) valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;

(B) trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;

(C) trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.

## Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza delle strutture opache orizzontali ed inclinate					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
S2-Copertura caserma	(C)	0,26	0,30	<b>Non soggetta a verifica</b>	
S4-Copertura spazio esposizione	(C)	0,24	0,30	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) Tipi di calcolo di U:

(A) valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;

(B) trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;

(C) trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.

## Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Trasmittanza delle strutture opache orizzontali ed inclinate					
Denominazione	Tipo calcolo (*)	Trasmittanza termica		Trasmittanza termica periodica	
		U		YIE	
		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
		Progetto	Limite	Progetto	Limite
S2-Copertura caserma	(C)	0,26	0,30	<b>Non soggetta a verifica</b>	
S3-Solaio interpiano	(A)	0,55	0,80	<b>Non soggetta a verifica</b>	

(\*) Tipi di calcolo di U:

(A) valore medio, pesato rispetto alle superfici lorde, delle trasmittanze dei singoli componenti della struttura posti in parallelo tra di loro, comprese le trasmittanze termiche lineari dei ponti termici ad essa attribuibili, se presenti;

(B) trasmittanza media complessiva di tutte le pareti opache verticali dell'edificio;

(C) trasmittanza calcolata secondo UNI EN ISO 6946.

## 8.6 Verifica delle chiusure trasparenti

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Chiusure trasparenti				
Denominazione	Trasmittanza termica (valore medio vetro/telaio)		Trasmittanza termica del vetro	
	U		Ug	
	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Progetto	Limite	Progetto	Limite
F4-serramento_120x224	1,95	2,00	<b>Non soggetta a verifica</b>	

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Chiusure trasparenti				
Denominazione	Trasmittanza termica (valore medio vetro/telaio)		Trasmittanza termica del vetro	
	U		Ug	
	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Progetto	Limite	Progetto	Limite
F1-serramento_122x200	1,95	2,00	<b>Non soggetta a verifica</b>	
F5-VETRATA_NORD	1,58	2,00	<b>Non soggetta a verifica</b>	
F2-serramento_160x200	1,84	2,00	<b>Non soggetta a verifica</b>	

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Tipo di limiti prestazionali, di cui all'allegato 3, lettera b) dello Stralcio di Piano:  
**1° livello**

Chiusure trasparenti				
Denominazione	Trasmittanza termica (valore medio vetro/telaio)		Trasmittanza termica del vetro	
	U		Ug	
	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]		[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Progetto	Limite	Progetto	Limite
F1-serramento_122x200	1,95	2,00	<b>Non soggetta a verifica</b>	

## 8.7 Ricambi d'aria

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: ex foresteria

Valori di ventilazione		
Descrizione	Valore	U.M
<b>Zona</b>	<b>piano terra_ex foresteria</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	549,34	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>WC_ex foresteria</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	70,27	[m <sup>3</sup> /h]

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: caserma\_spazio\_espositivo

Valori di ventilazione		
Descrizione	Valore	U.M
<b>Zona</b>	<b>piano terra_espositivo</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	1.939,67	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>piano primo_uffici</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	0,425	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	483,77	[m <sup>3</sup> /h]
<b>Zona</b>	<b>WC_caserma</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	1	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	233,55	[m <sup>3</sup> /h]

### Calcoli relativi all' Unità immobiliare: Locali GdF

Valori di ventilazione		
Descrizione	Valore	U.M
<b>Zona</b>	<b>Alloggio P1</b>	
Numero di ricambi medi giornalieri	0,3	[Vol/h]
Portata d'aria di ricambio	126,39	[m <sup>3</sup> /h]

## 8.8 Indici di prestazione energetica

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale		
Descrizione	Valore	U.M
Metodo di calcolo utilizzato	UNI EN ISO 11300-1	
Valore di progetto	10,85	[kWh/m <sup>3</sup> anno]
Fabbisogno di combustibile:		
NECS_WN_B0302	0	
Fabbisogno di energia elettrica da rete	32.313,69	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	7.991,04	[kWh/anno]

Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale		
Descrizione	Valore	U.M
Valore di progetto	12,56	[kJ/(m <sup>3</sup> GG)]

Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria		
Descrizione	Valore	U.M
Fabbisogno di combustibile:		
Caldaia Riello Residence Condens 20is	197,0952	
Fabbisogno di energia elettrica da rete	59,65	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	6.191,31	[kWh/anno]

## Allegati

7. Calcolo della temperatura superficiale e della condensa interstiziale di strutture edilizie secondo la norma uni en iso 13788.
- 7) 8. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
- 8) 9. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle **strutture opache orizzontali ed inclinate** dell'involucro edilizio.
- 9) 10. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle **chiusure trasparenti** dell'involucro edilizio.

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

## GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

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

### Struttura: P1 - Pavimento su igloo

Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Piastrelle in ceramica	200	0,01	1
Sottofondo in cls magro	70	0,129	12
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
cls armato	70	0,03	5
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9320</b>		<b>3,702</b>	<b>30</b>

### Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	100	20	65	0,55	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	100	20	65	0,69	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	100	20	65	0,97	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	100	20	65	1,32	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	100	20	65	1,72	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	100	20	65	2,27	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	100	20	65	2,6	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	100	20	65	2,49	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	100	20	65	1,96	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	100	20	65	1,31	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	100	20	65	0,88	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	100	20	65	0,63	1,51	16,6	0,8250	0	0

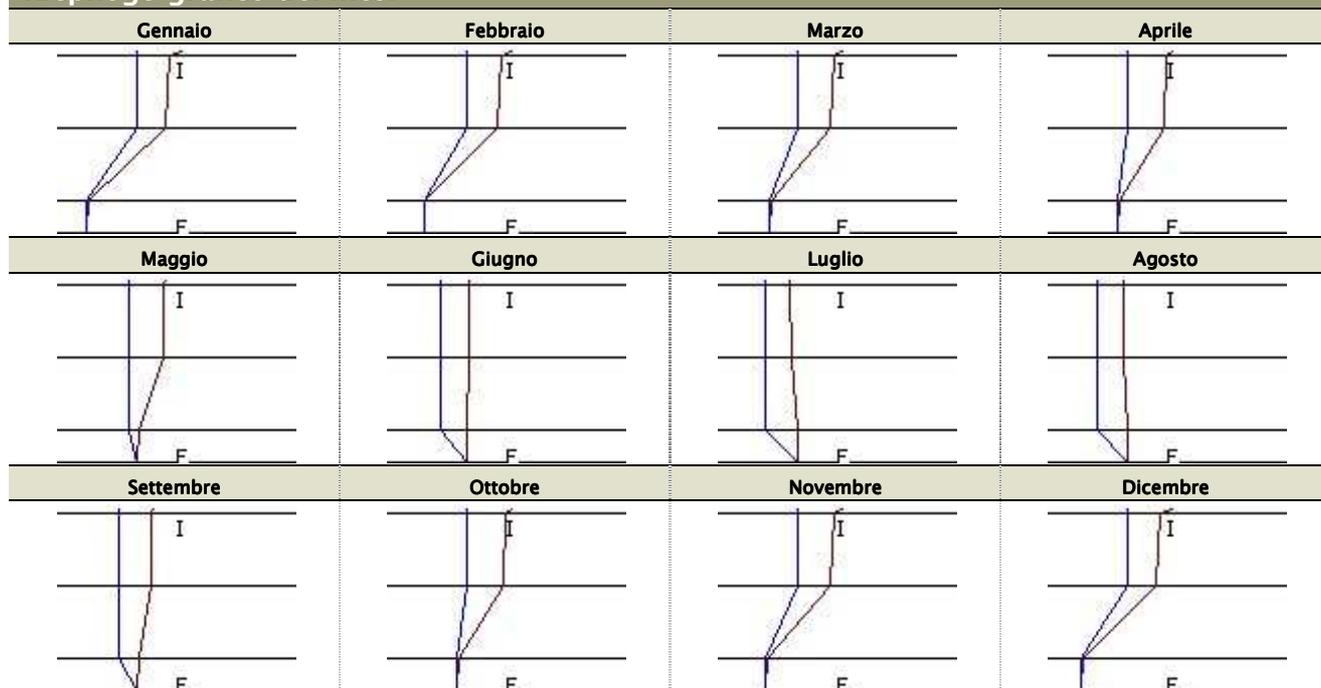
### Verifiche normative

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

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

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

### Riepilogo grafico dei mesi



Struttura: M5-Parete locali Gdf			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Muratura in pietra naturale	100	0,304	70
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,6160</b>		<b>0,651</b>	<b>74</b>

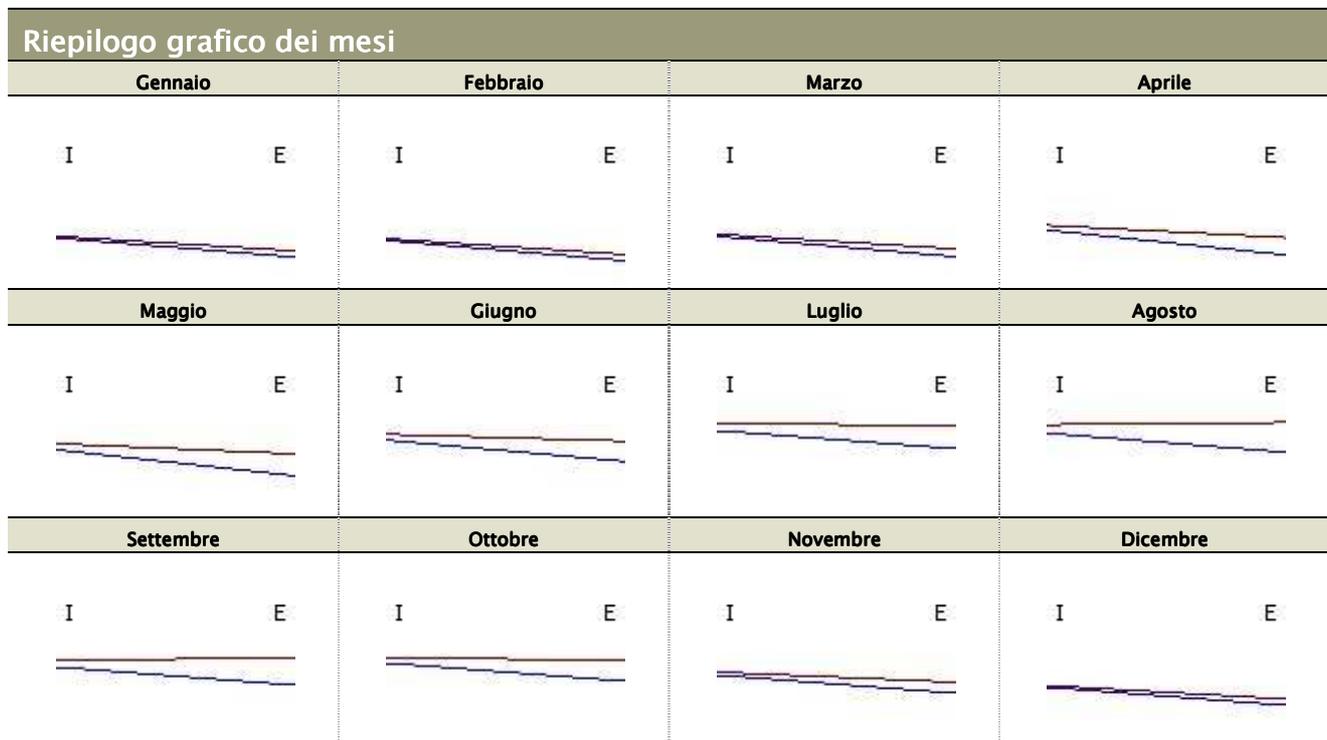
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0,379	0,379
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0,545	0,924
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0,233	1,158
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	-0,008	1,149
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	-0,008	1,141
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	-0,007	1,134
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	-0,005	1,129
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	-0,006	1,123
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	-0,005	1,118
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	-0,006	1,113
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	-0,006	1,107
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	-0,006	1,101

**Verifiche normative**

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

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

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



Struttura: M3-Parete caserma vs LocNonRisc			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,13	30
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,579</b>	<b>44,5</b>

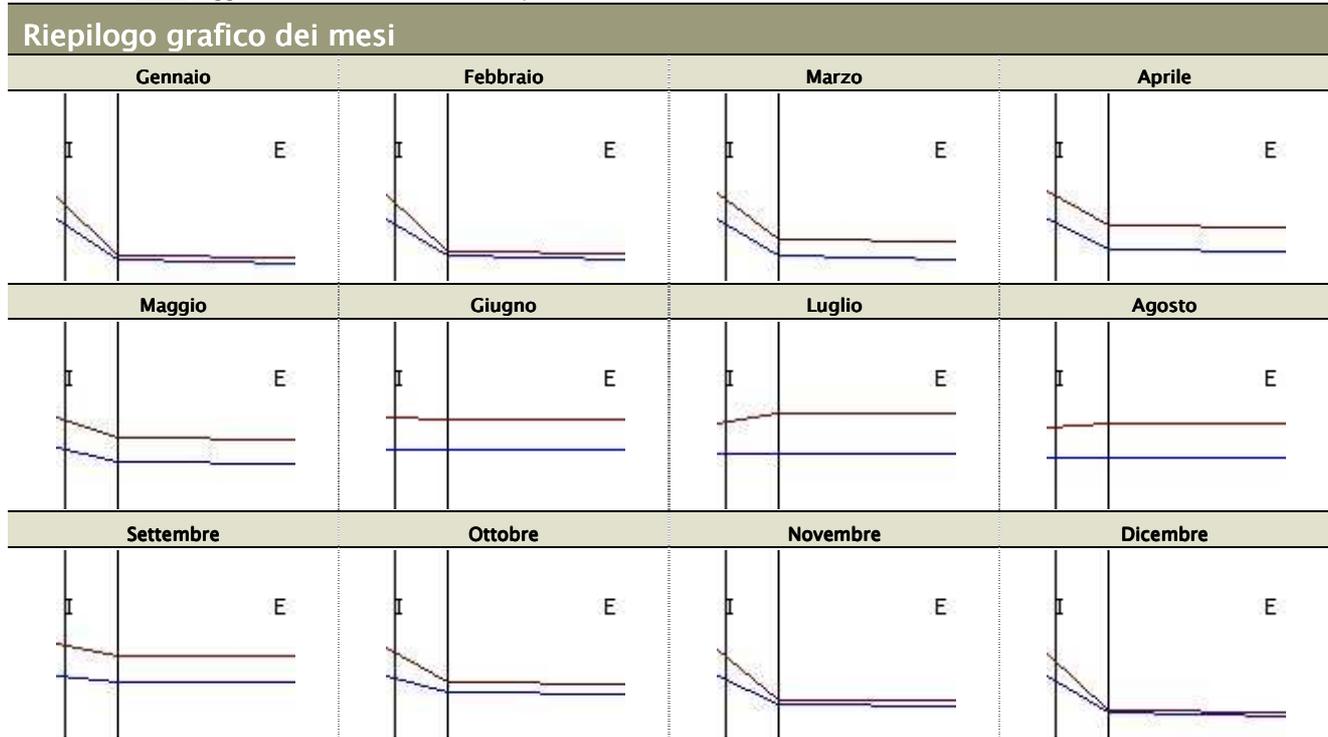
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	65	20	65	0,36	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	65	20	65	0,45	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	65	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	65	20	65	0,86	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	65	20	65	1,47	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,69	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	65	20	65	1,62	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	65	20	65	1,28	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	65	20	65	0,85	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	65	20	65	0,58	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	65	20	65	0,41	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



Struttura: M2-Parete caserma vs EXT			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,304	70
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9330</b>		<b>3,753</b>	<b>84,5</b>

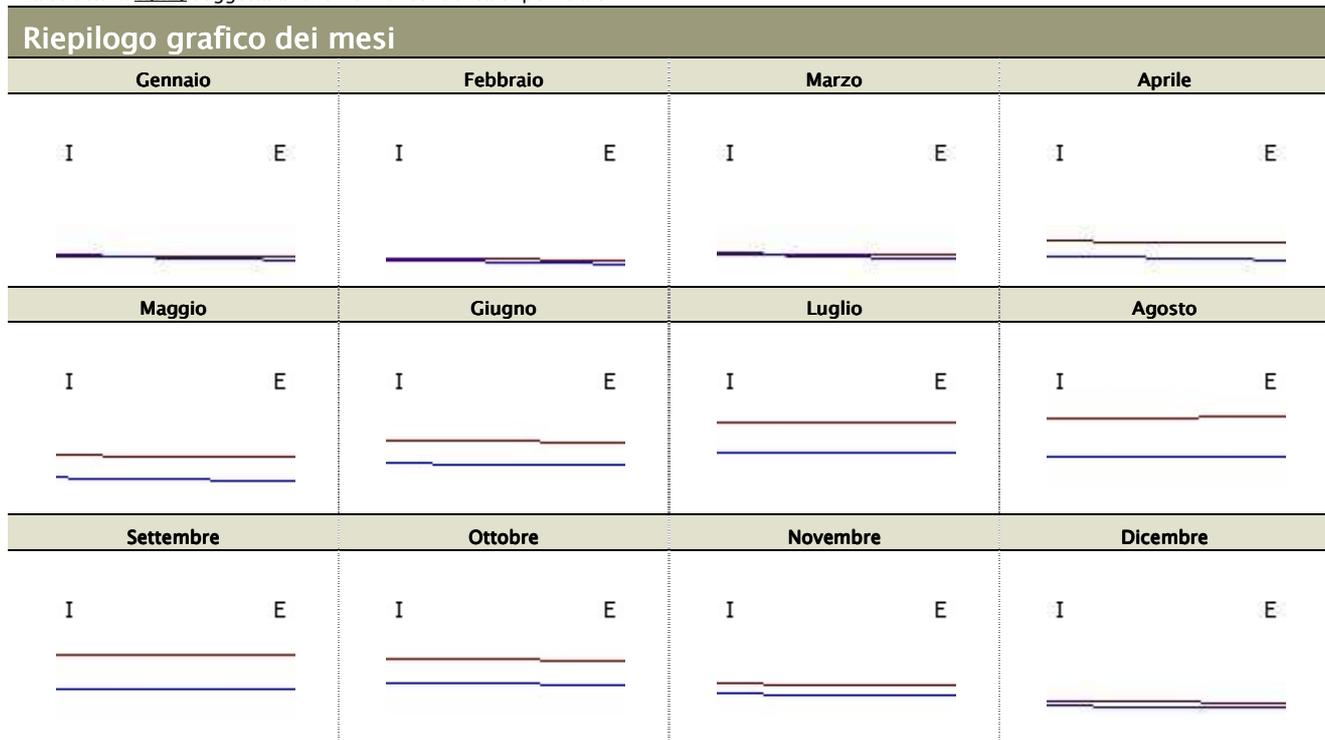
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



### Struttura: M9\_Parete WC ex foresteria

Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,174	40
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,551</b>	<b>54</b>

### Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

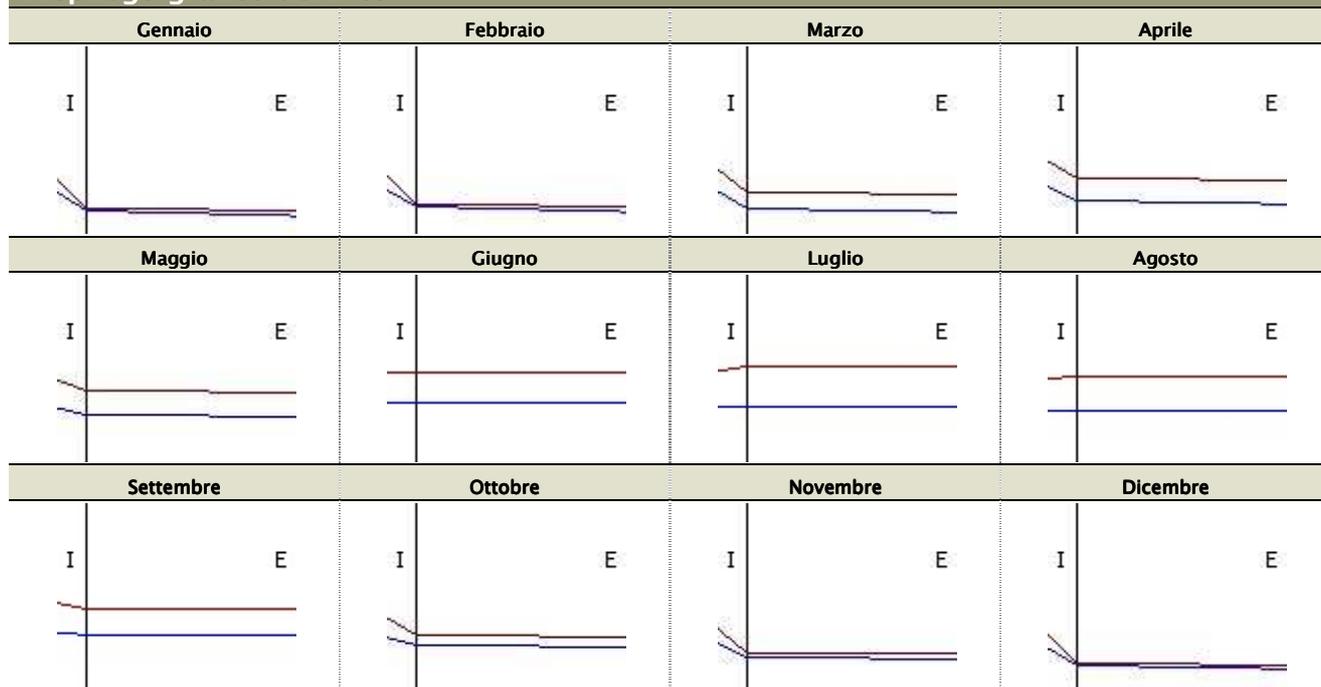
### Verifiche normative

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

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

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

### Riepilogo grafico dei mesi



Struttura: M1-Parete ex foresteria			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
Muratura in pietra naturale	100	0,174	40
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,5200</b>		<b>0,521</b>	<b>44</b>

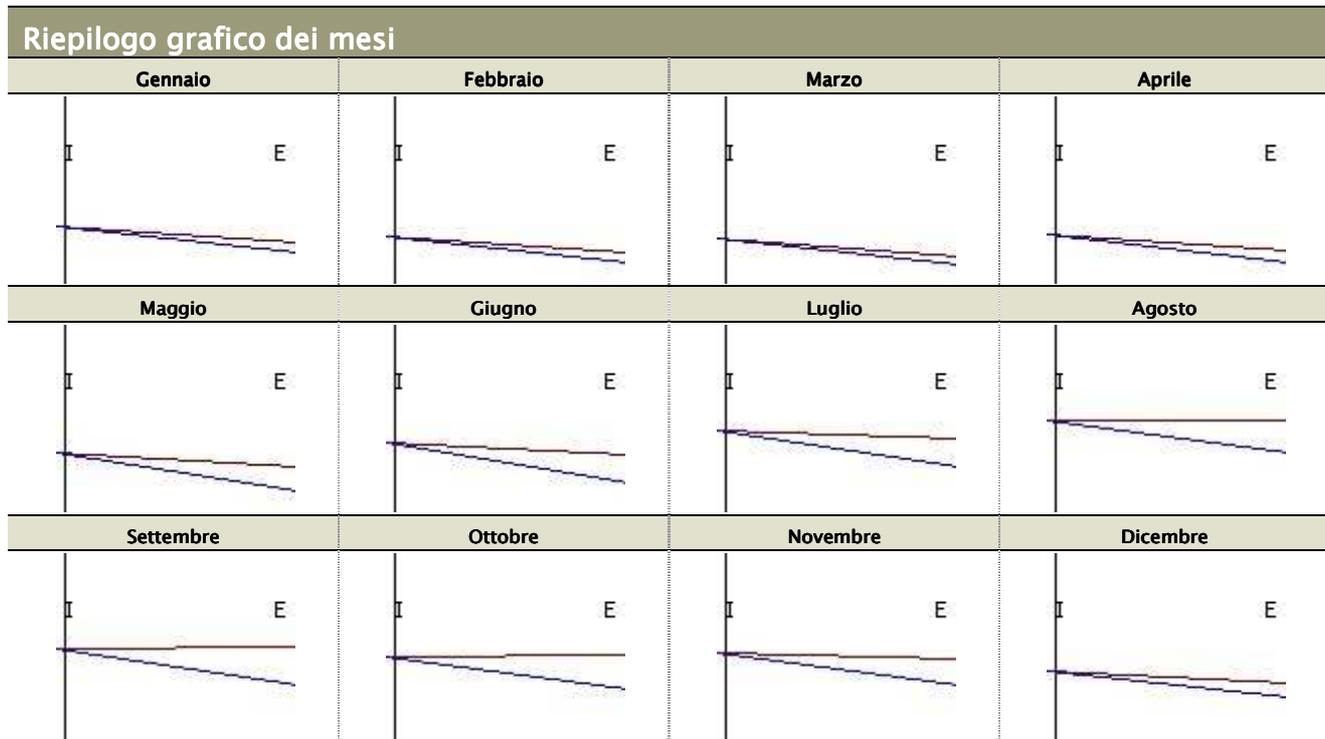
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0,272	0,272
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0,856	1,128
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	1,044	2,172
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0,654	2,826
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0,073	2,899
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	-0,013	2,886
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	-0,011	2,875
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	-0,01	2,865
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	-0,011	2,855
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	-0,008	2,846
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	-0,01	2,836
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	-0,009	2,828

**Verifiche normative**

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

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

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa superficiale



### Struttura: S1\_Copertura ex foresteria

Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
cls armato	70	0,048	8
Intercap. aria orizz. asc. 100 mm	1	0,429	30
cls armato	70	0,036	6
Bitume	20000	0,024	0,4
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9390</b>		<b>4,069</b>	<b>56,4</b>

### Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	50	0,46	1,16	12,5	0,6460	0	0
Febbraio	1,7	79	20	50	0,54	1,16	12,5	0,5920	0	0
Marzo	6,7	54	20	50	0,53	1,16	12,5	0,4390	0	0
Aprile	11,2	55	20	50	0,73	1,16	12,5	0,1520	0	0
Maggio	15,2	65	20	50	1,12	1,16	12,5	0,0000	0	0
Giugno	19,6	68	20	50	1,55	1,16	12,5	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	50	1,68	1,16	12,5	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	50	1,78	1,16	12,5	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	50	1,37	1,16	12,5	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	50	1,07	1,16	12,5	0,1610	0	0
Novembre	5,3	86	20	50	0,76	1,16	12,5	0,4920	0	0
Dicembre	0,5	86	20	50	0,54	1,16	12,5	0,6170	0	0

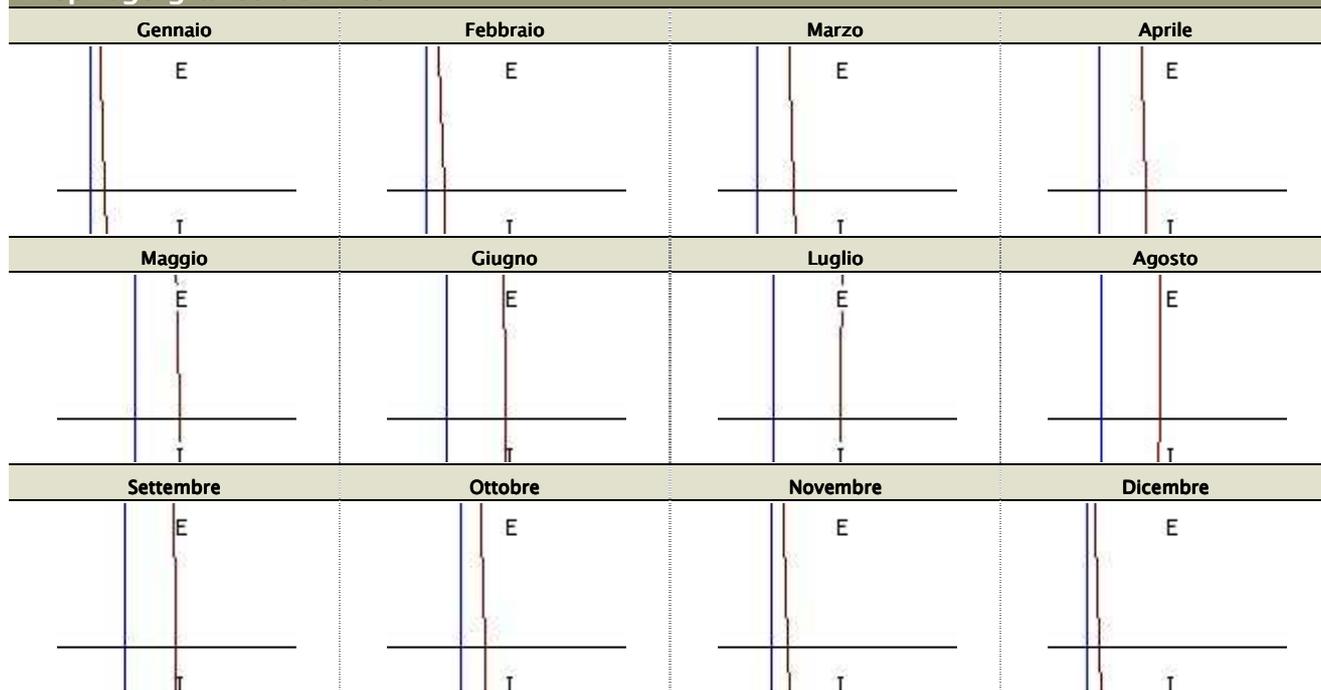
### Verifiche normative

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

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

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

### Riepilogo grafico dei mesi

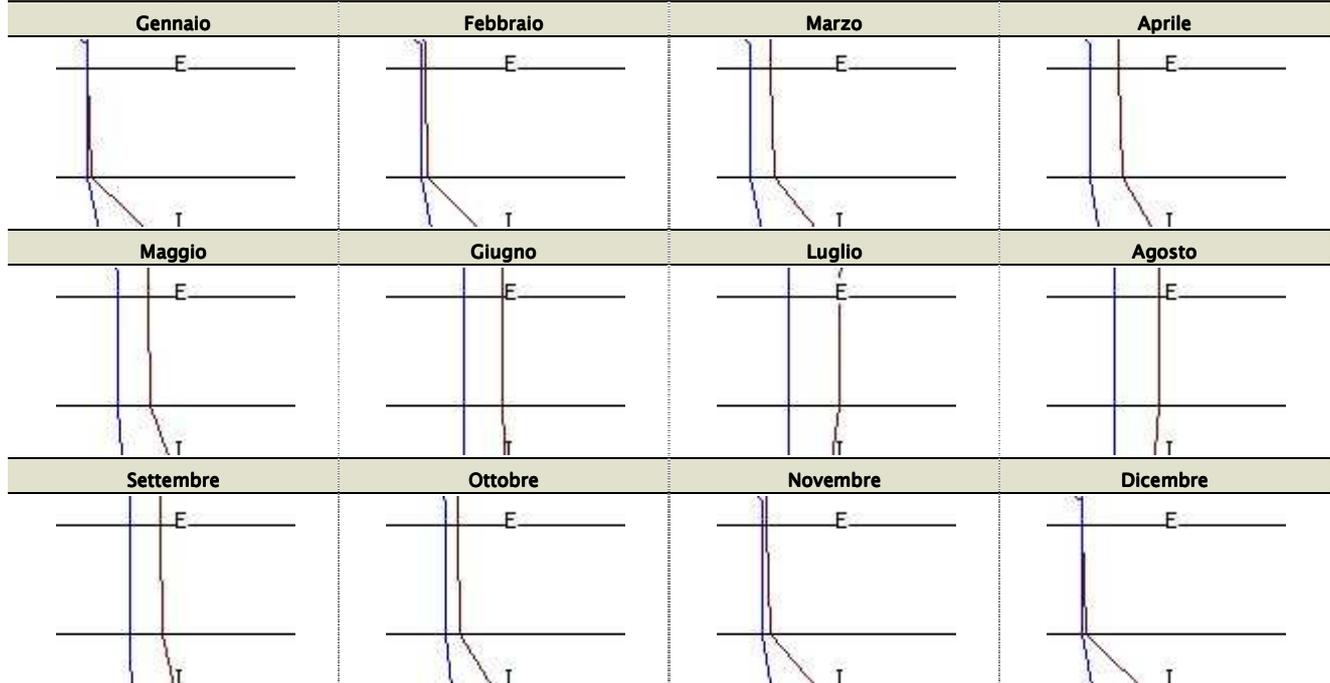


Struttura: S4-Copertura spazio esposizione			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	700000	0	0,1
Pannello ISOVER XL K	3000	3,636	12
Soletta later. sp.18-inter.50	7	0,273	18
cls armato	70	0,027	4
Bitume	20000	0,018	0,3
Bitume	20000	0,018	0,3
C.I.s. in genere - dens.1800	1	0,044	4,1
Piastrelle in cemento e ghiaia	100	0,014	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9430</b>		<b>4,359</b>	<b>43,2</b>

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	65	20	65	0,36	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	65	20	65	0,45	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	65	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	65	20	65	0,86	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	65	20	65	1,47	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,69	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	65	20	65	1,62	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	65	20	65	1,28	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	65	20	65	0,85	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	65	20	65	0,58	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	65	20	65	0,41	1,51	16,6	0,8250	0	0

Verifiche normative
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup>
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale

## Riepilogo grafico dei mesi

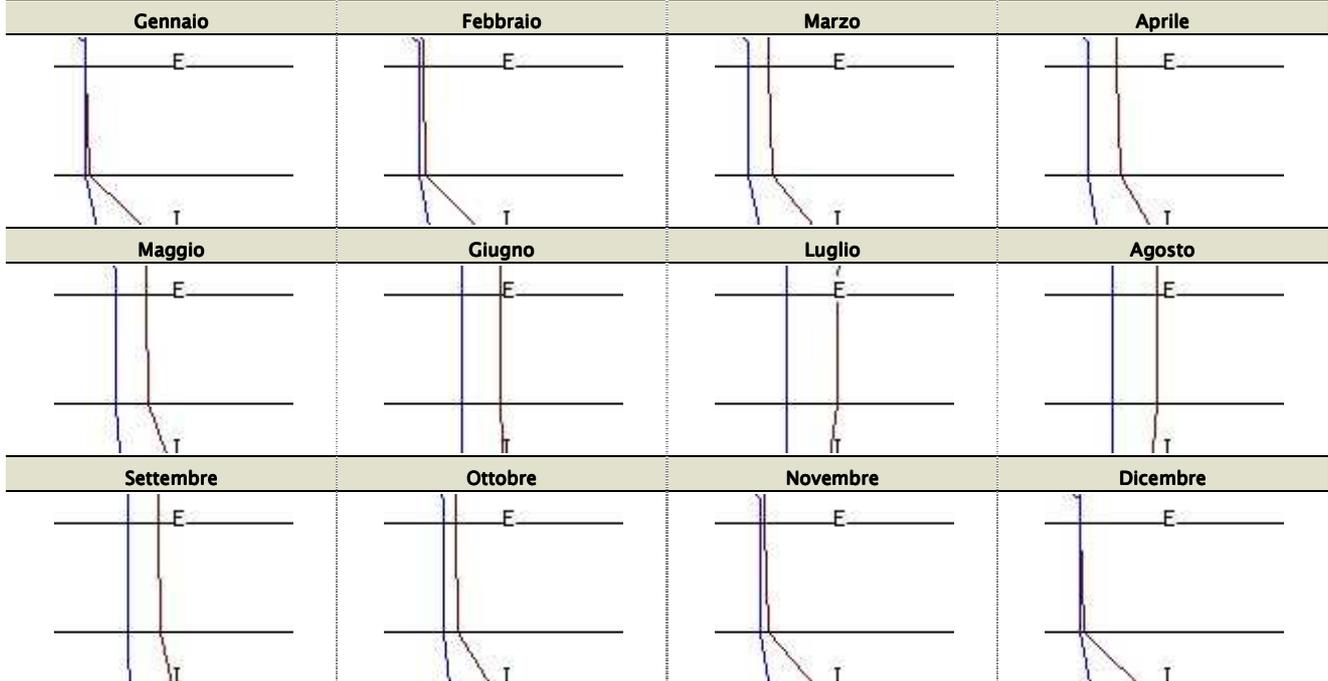


Struttura: S4-Copertura spazio esposizione			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Pannello di cartongesso	8	0,02	1,2
Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	700000	0	0,1
Pannello ISOVER XL K	3000	3,636	12
Soletta later. sp.18-inter.50	7	0,273	18
cls armato	70	0,027	4
Bitume	20000	0,018	0,3
Bitume	20000	0,018	0,3
C.I.s. in genere - dens.1800	1	0,044	4,1
Piastrelle in cemento e ghiaia	100	0,014	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9430</b>		<b>4,359</b>	<b>43,2</b>

Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

Verifiche normative										
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.										
La quantità di condensato <b>non supera</b> i 0.5 kg/m <sup>2</sup>										
La struttura <b>non è</b> soggetta a fenomeni di condensa superficiale										

## Riepilogo grafico dei mesi



Struttura: M3-Parete caserma vs LocNonRisc			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Lastra di gesso rivestito RB 1	10	0,05	1,2
Pannello ISOVER XL K	3000	3,03	10
Muratura in pietra naturale	100	0,13	30
Intonaco di calce e gesso	10	0,029	2
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9300</b>		<b>3,579</b>	<b>44,5</b>

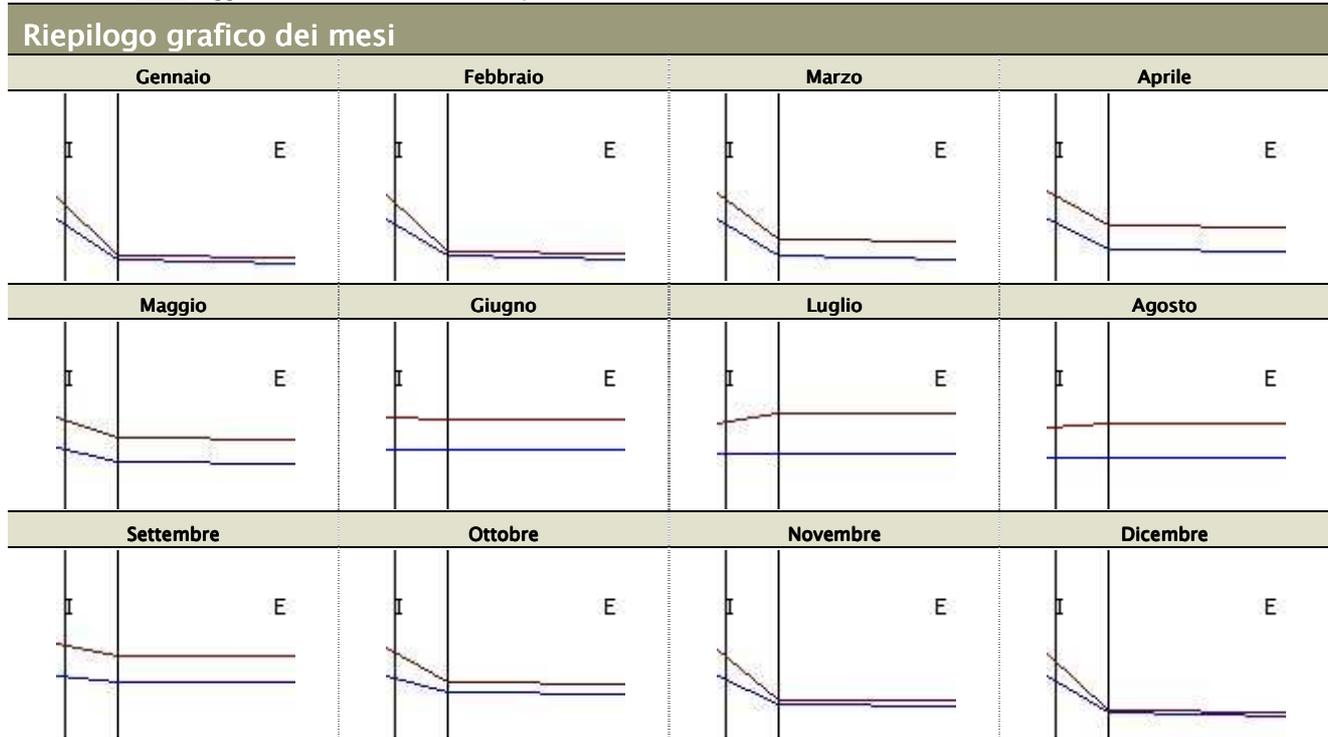
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



Struttura: S2-Copertura caserma			
Materiale	Mu	R	S
		[(m <sup>2</sup> · K)/W]	[cm]
Pannello ISOVER SUPERBAC Roofi	20000	3,243	12
cls armato	70	0,048	8
Intercap. aria orizz. asc. 100 mm	1	0,429	30
cls armato	70	0,036	6
Bitume	20000	0,024	0,4
		Totale	Totale
<b>Fattore di qualità = 0,9390</b>		<b>4,069</b>	<b>56,4</b>

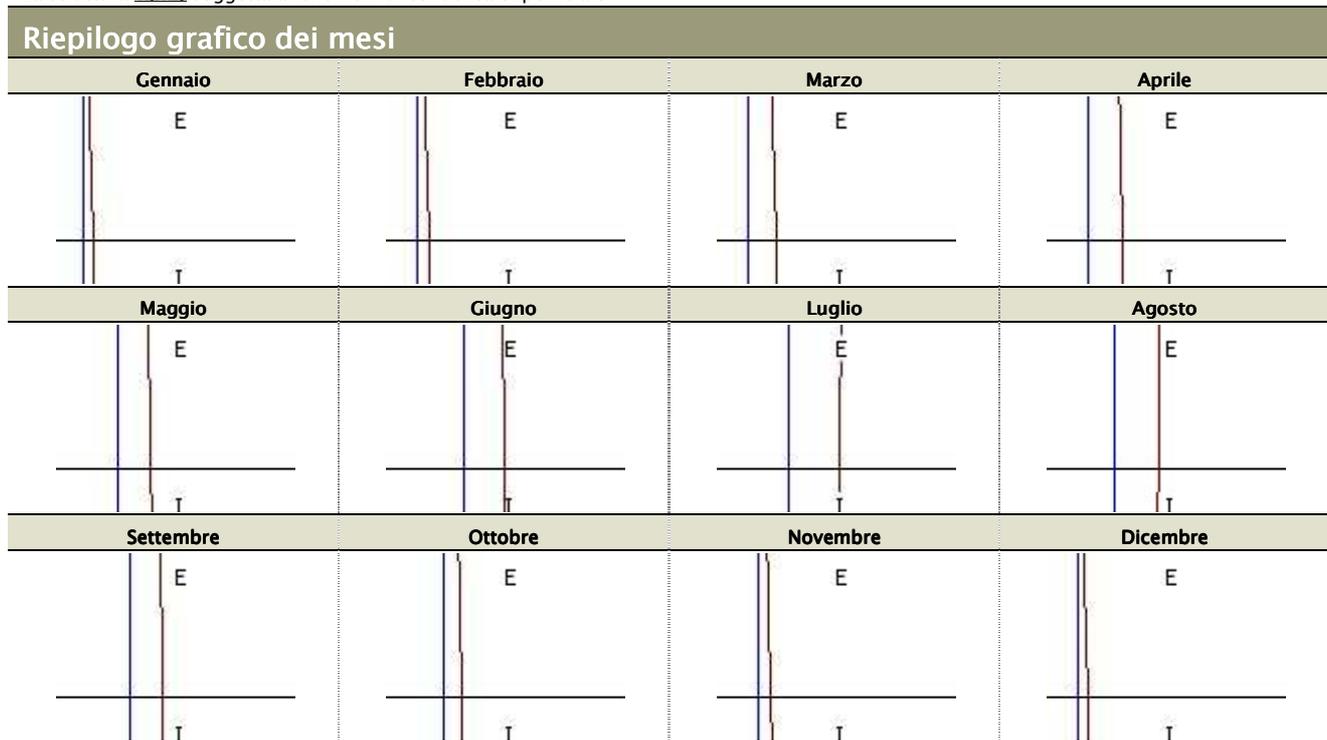
Calcolo della condensa										
Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	-1,1	83	20	65	0,46	1,51	16,6	0,8390	0	0
Febbraio	1,7	79	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8140	0	0
Marzo	6,7	54	20	65	0,53	1,51	16,6	0,7440	0	0
Aprile	11,2	55	20	65	0,73	1,51	16,6	0,6130	0	0
Maggio	15,2	65	20	65	1,12	1,51	16,6	0,2910	0	0
Giugno	19,6	68	20	65	1,55	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,8	65	20	65	1,68	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,1	72	20	65	1,78	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	17,3	70	20	65	1,37	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	11,1	81	20	65	1,07	1,51	16,6	0,6170	0	0
Novembre	5,3	86	20	65	0,76	1,51	16,6	0,7680	0	0
Dicembre	0,5	86	20	65	0,54	1,51	16,6	0,8250	0	0

**Verifiche normative**

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

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

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



## 2. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle strutture opache verticali dell'involucro edilizio

### LEGENDA

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

M1 – M1-Parete ex foresteria		
Spessore totale [cm]:	44,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]: 1.000,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	2,49	Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,40
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	2,49	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,40

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03
2601	Muratura in pietra naturale	40,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,17
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

M2 – M2-Parete caserma vs EXT		
Spessore totale [cm]:	84,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]: 1.753,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	0,29	Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 3,46
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> · K)/W]: 3,64

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	70,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,30
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

M3 – M3-Parete caserma vs LocNonRisc			
Spessore totale [cm]:	44,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	753,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,34	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	2,96
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,55

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> °C/W]
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
Lastra RB13 BA13	Lastra di gesso rivestito RB 13 / BA 13	1,25		20,00	750,00	19,30	21,23	0,05
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	30,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,13
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

M4 – M4_Parete WC vs GdF			
Spessore totale [cm]:	34,50	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	485,24
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,63	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,58
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,53	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,89

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a10-12</sub>	δ <sub>u10-12</sub>	R
		[cm]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[W/m <sup>2</sup> °C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
9	Malta di cemento (rinzaffo)	0,50	1,400		2.000,00	6,43	7,08	0,00
2929	Mattone forato 1.1.21 120	12,00		3,22	717,00	21,44	23,59	0,31
XL K	Pannello ISOVER XL K	4,00	0,033		30,00	0,06	0,07	1,21
2601	Muratura in pietra naturale	15,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,07
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

M5 – M5-Parete locali Gdf			
Spessore totale [cm]:	74,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	1.750,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,98	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,51
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,88	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,53

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03
2601	Muratura in pietra naturale	70,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,30
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

M7 – M7-Parete divisoria Unità abitativa			
Spessore totale [cm]:	34,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	462,24
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,13
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,56	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,80
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,53	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,89

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02
2601	Muratura in pietra naturale	15,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,07
XL K	Pannello ISOVER XL K	4,00	0,033		30,00	0,06	0,07	1,21
2929	Mattone forato 1.1.21 120	12,00		3,22	717,00	21,44	23,59	0,31
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02

M9 – M9_Parete WC ex foresteria			
Spessore totale [cm]:	54,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	1.003,00
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> · K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	0,29	Tot. [(m <sup>2</sup> · K)/W]:	3,44
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> · K)]:	0,29	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> · K)/W]:	3,44

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10 <sup>-12</sup>	δ <sub>u</sub> 10 <sup>-12</sup>	R
		[cm]	[W/m <sup>2</sup> ·C]	[W/m <sup>2</sup> ·C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> ·C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03
XL K	Pannello ISOVER XL K	10,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,03
2601	Muratura in pietra naturale	40,00	2,300		2.500,00	1,93	2,12	0,17
7	Intonaco di calce e gesso	2,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,03

### 3. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle strutture opache orizzontali dell'involucro edilizio

#### LEGENDA

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

<b>S2 - S2-Copertura caserma</b>			
Spessore totale [cm]:	56,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	316,70
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	Parete esterna cls armato	8,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,05
241	Intercap. aria orizz.asc.100 mm	30,00	0,700		1,00	193,00	212,30	0,43
21	Parete esterna cls armato	6,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,04
273	Bitume	0,40	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02

<b>P1 - P1-Pavimento su igloo</b>			
Spessore totale [cm]:	30,00	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	352,60
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,62
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,28	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,62

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01
1201	Sottofondo in cls magro	12,00	0,930		1.800,00	2,76	3,03	0,13
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	Parete esterna cls armato	5,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,03

<b>S3 – S3-Solaio interpiano</b>			
Spessore totale [cm]:	31,10	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	377,18
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,55	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,81
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,55	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	1,81

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,50	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,02
16	Parete interna cls armato	10,00	1,480		2.200,00	2,76	3,03	0,07
Fonas M	Feltro ISOVER FONAS M	1,00	0,047		340,00	0,06	0,07	0,21
1318	C.l.s. in genere - dens.400	10,00	0,190		400,00	193,00	212,30	0,53
175	Polistirene estruso con pelle	2,60	0,036		30,00	1,07	1,18	0,72
1201	Sottofondo in cls magro	5,00	0,930		1.800,00	2,76	3,03	0,05
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,01

<b>S1 – S1_Copertura ex foresteria</b>			
Spessore totale [cm]:	56,40	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	316,70
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,26	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	3,92

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> C/W]
BAC 2000 HP	Pannello ISOVER SUPERBAC Roofine®	12,00	0,037		30,00	0,01	0,01	3,24
21	Parete esterna cls armato	8,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,05
241	Intercap. aria orizz. asc. 100 mm	30,00	0,700		1,00	193,00	212,30	0,43
21	Parete esterna cls armato	6,00	1,670		2.200,00	2,76	3,03	0,04
273	Bitume	0,40	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02

S4 - S4-Copertura spazio esposizione			
Spessore totale [cm]:	43,20	Massa superficiale [kg/m <sup>2</sup> ]	413,30
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,24	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	4,20
Tot. adottata (***) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	0,24	Tot. adottata [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	4,20

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s	λ	C	ρ	δ <sub>a</sub> 10-12	δ <sub>u</sub> 10-12	R
		[cm]	[W/m <sup>2</sup> ·C]	[W/m <sup>2</sup> ·C]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m <sup>2</sup> ·C/W]
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
10	Pannello di cartongesso	1,20	0,600		750,00	24,13	26,54	0,02
280	Foglio di allum. (0,03-0,05mm)	0,10	220,000		2.700,00	0,00	0,00	0,00
XL K	Pannello ISOVER XL K	12,00	0,033		30,00	0,06	0,07	3,64
2304	Soletta later. sp.18-inter.50	18,00	0,660		1.100,00	27,57	30,33	0,27
16	Parete interna cls armato	4,00	1,480		2.200,00	2,76	3,03	0,03
273	Bitume	0,30	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02
273	Bitume	0,30	0,170		1.200,00	0,01	0,01	0,02
1332	C.l.s. in genere - dens.1800	4,10	0,940		1.800,00	193,00	212,30	0,04
2407	Piastrelle in cemento e ghiaia	2,00	1,400		2.000,00	1,93	2,12	0,01

## 4. Caratteristiche termiche ed igrometriche delle chiusure trasparenti dell'involucro edilizio

### LEGENDA

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

<b>F1 - F1-serramento</b>			
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	8,14	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,12
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	23,26	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,95	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,51

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,12	0,57	10,48	1,30	3,80	0,08	1,95

<b>F5 - F5-VETRATA_NORD</b>			
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	8,14	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,12
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	23,26	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,47	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,68

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	87,66	5,27	99,50	1,30	3,80	0,08	1,47

<b>F2 - F2-serramento</b>			
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	8,14	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,12
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	23,26	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,84	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,54

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m°C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,63	0,57	10,32	1,30	3,80	0,03	1,84

<b>F3 - F3-serramento</b>			
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	8,14	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,12
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	23,26	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,95	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,51

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,92	0,52	9,56	1,30	3,80	0,03	1,95

<b>F4 - F4-serramento</b>			
<b>CONDUTTANZA UNITARIA</b>		<b>RESISTENZA UNITARIA</b>	
Superficiale interna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	8,14	Superficiale interna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,12
Superficiale esterna [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	23,26	Superficiale esterna(*) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,04
<b>TRASMITTANZA</b>		<b>RESISTENZA TERMICA</b>	
Tot. (**) [W/(m <sup>2</sup> ·K)]:	1,95	Tot. [(m <sup>2</sup> ·K)/W]:	0,51

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]	[W/m <sup>2</sup> C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,12	0,57	10,48	1,30	3,80	0,03	1,95

## DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto, iscritto all'albo degli ingegneri della Provincia di Aosta dal 07/02/1975 al n° 187,

Dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- (a)** Il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella Deliberazione del Consiglio Regionale Il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nei seguenti provvedimenti:

Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968 (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte n. 31 - Supplemento n. 4 del 7 agosto 2009):

Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia".

Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 45-11967 (Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte - Supplemento n. 4 del 07/08/09 al n. 31 del 06/08/09):

Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia". Disposizioni attuative in materia di impianti solari termici, impianti da fonti rinnovabili e serre solari ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere g) e p).

- (b)** i dati e le informazioni contenuti nella presente relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data

Firma

Timbro

# IMPIANTO SOLARE TERMICO:

## RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

Comune	<b>SUSA</b>
Indirizzo	
Committente	<b>LTF-Lyon Turin Ferroviarie</b>
Progettista	<b>Ing. Adriano Venturini</b>

## INDICE

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

# DATI DI PROGETTO

## LOCALITÀ (UNI 10349)

DATI GEOGRAFICI				
		Alt.	Lat.	Grad
		[m.s.l.]	[Deg]	[°C/m]
Comune	SUSA	503,00	45,08	0,006
Provincia di riferimento	TORINO	239,00	45,07	
2° Prov. per la radiazione solare	AOSTA		45,44	

Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna $T_a$ Irradiazione solare globale giornaliera media mensile sul piano orizzontale H													
DESCRIZIONE	U.M	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura media mensile $T_a$	[°C]	-1,08	1,72	6,72	11,22	15,22	19,62	21,82	21,12	17,32	11,12	5,32	0,52
Irradiazione media mensile H	[MJ/m²]	5,01	7,81	12,20	16,96	19,56	21,46	23,43	18,47	13,49	9,28	5,52	4,70

Valori mensili della temperatura dell'acqua di rete $T_m$ e relativi fattori di correzione per f-chart													
DESCRIZIONE	U.M	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura acqua di rete $T_m$	[°C]	10,33	10,00	10,33	11,25	12,50	13,75	14,67	15,00	14,67	13,75	12,50	11,25
(Xc/X)a.c.s	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Fabbisogni mensili/annui per riscaldamento $Q_{in,d}$ , per produzione a.c.s. $Q_{in,s,w}$ , totale L [MJ]													
Fabbisogno per a.c.s. $Q_{in,s,w}$													
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO	
1.682	1.510	1.612	1.482	1.440	1.301	1.285	1.276	1.282	1.421	1.480	1.628	17.400	

## DATI DELL'IMPIANTO

### DESTINAZIONE DELL'IMPIANTO

x PRODUZIONE A.C.S.	RISCALDAMENTO	PRODUZIONE A.C.S. + RISCALDAMENTO
---------------------	---------------	-----------------------------------

### DATI DEL CAMPO SOLARE

Dati dei collettori solari componenti il campo solare											
Cod.	Prod.	Tipo	Area lorda	Area netta	Inclinaz. $\beta^{(*)}$	Azimuth $\gamma^{(**)}$	Fluido	Portata $\dot{m} _{use}$	$F_R U_L _{use}$	$F_R(\tau\alpha)_n _n$	Q.tà
-	-	-	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[deg]	[deg]	-	[kg/s]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	-	n°
Sonnenkraft SK 500	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	Collettore PIANO	2,57	2,22	5,0	70,0	Acqua	0,07	4,594	0,834	5

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

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

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

Dati globali del campo solare					
Tipo di collegamento	Area lorda $A_c$	Area netta	Portata $\dot{m}$	$F_R U_L$	$F_R(\tau\alpha)_n$
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[kg/s]	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	-
Parallelo	12,84	11,08	0,34	4,59	0,83

## DATI DEGLI SCAMBIATORI E DEGLI ACCUMULI SOLARI

### Dati degli scambiatori tra campo ed accumuli solari

Funzione	Produttore	Tipo	Efficacia $\epsilon$	Fluido lato acc.	Portata lato acc. $\dot{m}$	$F_R'/F_R$
-	-	-	-	-	[kg/s]	-
Acqua calda sanitaria			90,00	Acqua	0,34	1,03700

### Dati degli accumuli solari

Funzione	Produttore	Tipo serbatoio (*)	Volume totale $V_{acc}$	Volume solare $V_{acc,sol}$	Volume specifico $M = V_{acc,sol}/A_c$	$(X_c/X)_{V_{acc,sol}}$
-	-	-	[dm <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> ]	[dm <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> ]	-
Acqua calda sanitaria		Monovalente	500,00	500,00	38,95	0,00

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

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

## DATI DELLA FONTE AUSILIARIA CONVENZIONALE

SPECIFICHE DEL GENERATORE: Caldaia Riello Residence Condens 20is		
Tipo	Generatori di calore a gas a condensazione ****	
Fluido termovettore	Acqua	
Valore nominale della potenza termica utile Pn	19,60 [kW]	
Combustibile utilizzato	Metano	
<b>Rendimento termico utile a Pn:</b>		
- valore di progetto	<b>97,90</b>	<b>[%]</b>
- valore minimo prescritto dal regolamento	<b>95,58</b>	<b>[%]</b> ( 93.00 +2logPn)
<b>Rendimento termico utile al 30 % Pn:</b>		
- valore di progetto	<b>102,6</b>	<b>[%]</b>
	<b>0</b>	
- valore minimo prescritto dal regolamento	<b>88,88</b>	<b>[%]</b> (85+3logPn)

SPECIFICHE DEL GENERATORE: NECS_WN_B0302		
Tipo	A ciclo inverso a compressione di gas, azionata da motore elettrico	
Fluido termovettore		
Valore nominale della potenza termica utile Pn	93,40 [kW]	
Combustibile utilizzato	Non applicabile	
<b>Rendimento termico utile a Pn:</b>		
- valore di progetto	<b>0,00</b>	<b>[%]</b>
- valore minimo prescritto dal regolamento	<b>95,91</b>	<b>[%]</b> (90+3logPn)

# RISULTATI DI CALCOLO

## NORME E TESTI DI RIFERIMENTO

ARGOMENTO	TIPO FONTE	TITOLO
Calcolo della frazione solare	Norma tecnica	UNI/TS 11300-4:2012 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
Calcolo del fabbisogno di energia utile per la produzione di ACS	Norma tecnica	UNI/TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
Calcolo delle perdite del sistema di erogazione, del sistema di distribuzione, del sistema di accumulo e del sistema di generazione	Norma tecnica	UNI/TS 11300-2:2008 Prestazioni energetiche degli edifici Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

## RIEPILOGO DEI PRINCIPALI RISULTATI

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

Descrizione	Grandezza		Simbolo/formula	u.m.	Valore
	Utenza				
	Risc.	a.c.s			
Radiazione globale annua incidente sul campo solare	-	-	$A_c \cdot \sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m$	[MJ / Anno]	62.545,73
Radiazione globale annua areica, incidente sul campo solare	-	-	$\sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m$	[MJ / Anno · m <sup>2</sup> ]	4.872,73
Energia annua fornita dall'impianto solare alle utenze	-	X	$\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}$	[MJ / Anno]	10.474,69
<b>Rendimento dell'impianto solare</b>	-	X	$\left( \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}}{A_c \cdot \sum_{m=1}^{12} H_{T,m} \cdot N_m} \right) \cdot 100$	%	<b>16,66</b>
Fabbisogno annuo di energia delle utenze	-	X	$\sum_{m=1}^{12} Q_{in,s,w,m}$	[MJ / Anno]	17.399,82
<b>Frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze</b>	-	X	$\mathcal{F}_{acs} = \frac{\sum_{m=1}^{12} f_{acs,m} \cdot Q_{in,s,w,m}}{\sum_{m=1}^{12} Q_{in,s,w,m}} \cdot 100$	%	60,02

Eventuale valore minimo di legge, della frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze	-	X	$\mathcal{F}_{acs,min}$	%	60,00
Valore minimo di progetto della frazione solare annua riferita al fabbisogno delle utenze	-	X	$\mathcal{F}_{acs,prog}$	%	60,00
Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in assenza di impianto solare	-	X	$(Q_{w,S})_{fc}$	[MJ / Anno]	14.812,44
Fabbisogno annuo di energia primaria della fonte convenzionale, in presenza di impianto solare	-	X	$(Q_{w,S})_{fc+is}$	[MJ / Anno]	7.665,46
Frazione solare annua riferita al fabbisogno di energia primaria della fonte convenzionale	-	X	$\mathcal{F}_{EPacs} = \frac{(Q_{w,S})_{fc} - (Q_{w,S})_{fc+is}}{(Q_{w,S})_{fc}} \cdot 100$	%	48,25
Eventuale valore minimo di legge, della frazione solare annua, riferita al fabbisogno di energia primaria della fonte convenzionale.	-	X	$\mathcal{F}_{EP,acs,min}$	%	60,00

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

Descrizione	Grandezza		Simbolo/formula	u.m.	Valore
	Utenza				
	Risc.	a.c.s			
Consumo annuo di combustibile, in assenza di impianto solare	-	X	$(F_{comb,w,S})_{fc}$	[kg/anno] oppure [Std m <sup>3</sup> /anno]	412,18
Consumo annuo di combustibile, in presenza di impianto solare	-	X	$(F_{comb,w,S})_{fc+is}$	[kg/anno] oppure [Std m <sup>3</sup> /anno]	201,04
Risparmio annuo di combustibile assoluto	-	X	$(\Delta F_{comb,w,S})_{ass}$	[kg/anno] oppure [Std m <sup>3</sup> /anno]	211,14
Consumo annuo di energia elettrica, in assenza di impianto solare	-	X	$(Q_{e,w,S})_{fc}$	[kWh / Anno]	18,26
Consumo annuo di energia elettrica, in presenza di impianto solare	-	X	$(Q_{e,w,S})_{fc+is}$	[kWh / Anno]	216,65
Risparmio annuo di energia elettrica assoluto	-	X	$(\Delta Q_{e,w,S})_{ass}$	[kWh / Anno]	-198,40

## DETTAGLI DEL CALCOLO DELLA FRAZIONE SOLARE

### LEGENDA

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

**LEGENDA**

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

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

## Risultati parziali

TABELLA (4) – RISULTATI PARZIALI

Funzione: Acqua calda sanitaria

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
$Fr_{UL}$	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	
$Fr' / Fr$	1,0370												
$\overline{T}_a$	-1,08	1,72	6,72	11,22	15,22	19,62	21,82	21,12	17,32	11,12	5,32	0,52	
$\Delta t$	2.678.400	2.419.200	2.678.400	2.592.000	2.678.400	2.592.000	2.678.400	2.678.400	2.592.000	2.678.400	2.592.000	2.678.400	
$Q_{in,s,w}$	1.682	1.510	1.612	1.482	1.440	1.301	1.285	1.276	1.282	1.421	1.480	1.628	17.400
$L$	1.682	1.510	1.612	1.482	1.440	1.301	1.285	1.276	1.282	1.421	1.480	1.628	17.400
$X$	7,17	6,66	6,14	5,93	5,94	5,88	6,01	6,32	6,77	7,22	7,38	7,40	
$(X_c/X)_{vac}$ $c_{sol}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$(X_c/X)_{a.c.}$ $s$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$X_c$	7,17	6,66	6,14	5,93	5,94	5,88	6,01	6,32	6,77	7,22	7,38	7,40	
$Fr(\alpha)_n$	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	
$\frac{(\overline{\alpha})}{(\overline{\alpha})_n}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
$\overline{H}_T$	5,23	8,05	12,43	17,12	19,60	21,44	23,45	18,59	13,69	9,54	5,74	4,95	
$N$	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
$Y$	0,42	0,80	1,42	2,17	2,70	3,00	3,00	2,86	1,95	1,16	0,54	0,38	

## Risultati finali – Frazioni solari riferite al fabbisogno di utenza

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

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
$f_{acs}$	0,02	0,32	0,70	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,52	0,10	0,00	0,61
$f_{acs} \cdot Q_{in,s,w}$	28	487	1.126	1.448	1.440	1.301	1.285	1.276	1.126	745	155	0	10.417
	<b>Facs (%)</b>												59,87

## Risultati finali – Frazioni solari riferite al fabbisogno di energia primaria

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

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
$(Q_{w,s})_{fc,j}$	1.363	1.245	1.361	1.273	1.253	1.158	1.155	1.139	1.117	1.204	1.223	1.322	14.812
$(Q_{w,s})_{fc+is,j}$	1.761	1.126	597	106	0	0	0	0	161	763	1.421	1.730	7.665
$(Q_{w,s})_{fc,j} - (Q_{w,s})_{fc+is,j}$	-398	119	764	1.166	1.253	1.158	1.155	1.139	957	440	-197	-409	7.147
	<b>F<sub>EP,acs</sub> (%)</b>												48,25

### Confronto tra fabbisogni di energia primaria

