



CITTA' DI TORINO

DIVISIONE SERVIZI TECNICI - COORDINAMENTO
SERVIZIO EDILIZIA ABITATIVA PUBBLICA E PER IL SOCIALE

INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA IN TORINO - PIAZZA DELLA REPUBBLICA 13 - PER LA REALIZZAZIONE DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA. LOTTO 2

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Carmelo DI VITA

Supporto al R.U.P.: Arch. Lina MUNARI

Progettista opere : Arch. Alessandra CELORIA

Coprogettista opere : Arch. Diego NOVO

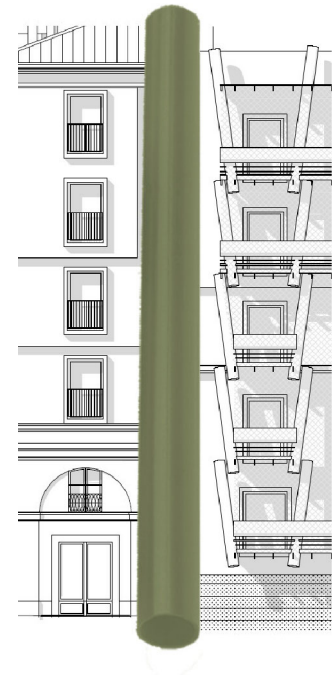
Coordinatrice
delle integrazioni specialistiche: Ing. Lucia REDA

Progettista della bonifica ambientale: Ing. Donato FIERRI

Collaboratori alla progettazione: Arch. Sabina CALI'

Geom. Claudio MASTELLOTTO

Geom. Vincenzo TORTOMANO



Progettista opere strutturali: Studio Ing. G. PATTA

Progettista opere Impiantistiche
e verifiche requisiti acustici : MTE INGEGNERIA s.r.l.

 MTE INGEGNERIA SRL
VIA DEL PERLAR 100
37135 VERONA
T+39 045 891 91 45

 CERVI
E ASSOCIATI
SOCIETA' DI INGEGNERIA
Arch. Cesare CERVI

Coordinatore per al sicurezza
in fase di progettazione: SICURCANTIERI CO. s.r.l.

 SICURCANTIERI CO.
HEALTH & SAFETY MANAGEMENT
Certified 9001 14001 18001 27001

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA AI SENSI DEL D. Lgs 192/2005

NOME-FILE C13.037_VD2_LD_RT_A

SCALA /

ELABORATO

EMISSIONE OTTOBRE 2019

REVISIONE MARZO 2020

RT

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INFORMAZIONI GENERALI.....	4
3.	FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO.....	4
4.	PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ.....	4
5.	DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE.....	5
6.	DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI.....	8
6.1	Impianti termici.....	8
6.2	Impianti fotovoltaici.....	13
6.3	Impianti solari termici.....	13
6.4	Impianti di illuminazione.....	13
6.5	Altri impianti.....	13
7.	PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI.....	14
8.	ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE.....	19
9.	DOCUMENTAZIONE ALLEGATA.....	19
10.	DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA.....	20
11.	ALLEGATO 1.....	21
11.1	CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE.....	21
11.2	CHIUSURE TECNICHE.....	39
11.2.1	Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti.....	39
11.2.2	Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache.....	39
11.2.3	Fattore di trasmissione solare totale.....	39
11.3	VERIFICA TERMOIGROMETRICA.....	40
12.	ALLEGATO 2 – PONTI TERMICI.....	51
13.	ALLEGATO 3 – PLANIMETRIE CON INDIVIDUAZIONE CHIUSURE E PARTIZIONI VERTICALI E ORIZZONTALI.....	58

1. PREMESSA

L'intervento oggetto di analisi riguarda la realizzazione di un nuovo complesso residenziale situato in Piazza della Repubblica, 13 a Torino della capacità complessiva di 37 unità immobiliari.

Il complesso comprende 3 corpi di fabbrica (blocco A, blocco B e blocco C) articolati variamente e aventi differenti altezze fuori terra e da un piano autorimessa (interrato) comune.

L'intero complesso sarà servito da 2 impianti termici distinti, uno dedicato al blocco A, descritto nella seguente relazione tecnica, ed uno dedicato ai blocchi B e C per le cui verifiche si rimanda all'elaborato C13.037_LD_RT_BC.

Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione integrale del decreto legislativo 192/2005 e contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti.

2. INFORMAZIONI GENERALI

- Comune di: Torino (TO);
- Progetto per la realizzazione di: edificio di nuova costruzione
- Edificio pubblico sì no
- Edificio a uso pubblico sì no
- Sito in: Piazza della Repubblica, 13 - Torino (TO)
- Richiesta Permesso di Costruire: Progetto di fattibilità tecnica economica - Delibera della Giunta Comunale del 19/06/2018 n. mecc. 2018 02401/047 esecutiva dal 05/07/2018;
- Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie):
E.1 (1) - Edificio adibito a residenza con carattere continuativo;
- Numero delle unità immobiliari: 19;
- Committente: Comune di Torino
- Progettista degli impianti di climatizzazione, dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: MTE Ingegneria S.r.l.
- Direttore dei lavori degli impianti di climatizzazione, dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio: attualmente non nominato
- Progettista dei sistemi di illuminazione: MTE Ingegneria S.r.l.
- Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio: attualmente non nominato
- Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE): attualmente non nominato.

3. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono costituiti dagli allegati di cui al punto 8 della presente relazione.

4. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR n. 412/93) 2617 GG

Temperatura minima invernale di progetto (dell'aria esterna secondo la norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti, o equivalenti) -8 °C

Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna secondo la norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti) 30,7 °C

5. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	4.676,55	m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato/condizionato (S)	2.607,68	m ²
Rapporto S/V	0,56	m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	966,71	m ²

Climatizzazione invernale

Valore di progetto della temperatura interna invernale	20	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50	%
Presenza sistema di contabilizzazione diretta del calore	<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no

Climatizzazione estiva

Valore di progetto della temperatura interna estiva	26	°C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50	%
Presenza sistema di contabilizzazione diretta del freddo	<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no

Informazioni generali e prescrizioni

- Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m sì no
- Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS).

Trattandosi di un edificio residenziale non rientra tra le tipologie soggette ad obbligo di un livello minimo di automazione.

- Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture sì no
La copertura è essenzialmente costituita dalle stratigrafie S3 – tetto verde, S2.1 – pannello flottante in PVC e S2.2 – finitura a piastrelle. Questi ultimi presentano caratteristiche di riflettanza pari ad almeno 0,65, trattandosi di coperture piane.
- Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture sì no
L'intervento prevede la realizzazione di coperture inclinate e piane. Le coperture piane

sono utilizzate per il posizionamento di pannelli solari e di generatori termici, ma sono presenti porzioni di tetti verdi.

- Adozione di misuratori di energia (Energy Meter) ■ sì no
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ■ sì no
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ■ sì no
- Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ■ sì no
- **Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili** per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Produzione di energia termica

Di seguito si esplicita la percentuale di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 81,10;
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 62,70.

Produzione di energia elettrica

Potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 326
- potenza elettrica minima:

$$P=(1/K) * S * 0,5 = (1/0,5) * 326 * 0,5 = 6,52 \text{ (kWp)}$$

Considerando che si tratta di un edificio pubblico, come indicazione D.lgs. 28/11, la potenza minima deve essere aumentata di un ulteriore 10%, per un totale di 7,17 kWp.

In accordo a quanto previsto dal D.M. dell'11 ottobre 2017 punto 2.3.3 (CAM criteri ambientali minimi), l'energia prodotta è stata aumentata di un ulteriore 10%, per un totale complessivo di 7,89 kWp

- potenza elettrica installata: P= 11,88 kWp.

- Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale
 - sì □ no

- Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale
 - sì □ no

- Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Le superfici vetrate dei singoli alloggi presentano un fattore solare (g) pari a 0,35 e sono contestualmente dotate di tenda alla veneziana posta nella vetrocamera, di colore bianco, con lamelle orientabili.

- Verifiche di cui al punto 1.3.10 della D.G.R. 46/2009 relative al valore del modulo della trasmittanza termica periodica. Si veda allegato 1 alla presente relazione.

Tutte le strutture opache verticali che separano un ambiente climatizzato dall'esterno, ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

 - Valore del modulo della trasmittanza termica periodica $YIE < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tutte le strutture opache orizzontali ed inclinate che separano un ambiente climatizzato dall'esterno:

 - Valore del modulo della trasmittanza termica periodica $YIE < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

COD. STRUTTURA	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA [W/M ² K]	TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA LIMITE [W/M ² K]	VERIFICA
M1	0,010	0,12	POSITIVA
M1.1	0,000	0,12	POSITIVA
M1.2	0,007	0,12	POSITIVA
S2.1	0,019	0,12	POSITIVA
S2.2	0,024	0,12	POSITIVA
S2.3	0,019	0,12	POSITIVA
S3	0,002	0,12	POSITIVA
S4.1	0,000	0,12	POSITIVA
S4.2	0,000	0,12	POSITIVA
S4.3	0,001	0,12	POSITIVA

6. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

6.1 Impianti termici

Gli impianti di riscaldamento, raffrescamento, di ventilazione e di produzione di acqua calda sanitaria a servizio dell'edificio sono di tipo centralizzato.

a) Descrizione impianto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto ad alta efficienza costituito da un sistema in pompa di calore, da pannelli solari termici e fotovoltaici.

La centrale termofrigorifera è stata dimensionata in base alle logiche di seguito descritte:

- Riscaldamento e produzione di a.c.s. (funzionamento invernale normale) – In questa modalità la PDC sarà privilegiata come fonte primaria e sarà in grado di “coprire” la maggior parte delle esigenze di riscaldamento fino ad una temperatura esterna di circa -7 °C (valore in cui il COP della PDC con acqua calda prodotta a 45°C risulta circa pari a 2.57 e quindi inizia ad essere confrontabile con l'analogo rendimento del generatore a condensazione). A partire dalla temperatura di circa -8°C la PDC sarà comunque integrata nella produzione di acqua calda dal generatore GEN01 secondo potenze progressivamente crescenti.

Per quanto riguarda la produzione di a.c.s., la PDC è in grado di “scaricare” tutta la potenza termica che è in grado di rendere (a seconda della temperatura dell'aria esterna) con temperature dell'acqua calda che possono arrivare anche a 60°C (grazie alla tecnologia ad iniezione di vapore). La PDC quindi può in maniera alternativa al riscaldamento produrre acqua calda ad “alta temperatura” per la produzione di a.c.s. (attraverso l'impiego di puffer di acqua tecnica). È sempre possibile l'integrazione in produzione di a.c.s. tramite il generatore a condensazione GEN01 attraverso un circuito dedicato sempre collegato ai puffer. Si presuppone che durante la fase invernale più rigida il contributo dato dal solare termico (peraltro molto contenuto) sia marginale (anche se non trascurabile);

- Riscaldamento e produzione di a.c.s. (funzionamento invernale in emergenza) – In questa modalità laddove la PDC fosse spenta per manutenzione il GEN01 è in grado di far fronte da solo alla richiesta di potenza termica per riscaldamento ed anche ad una richiesta di produzione di a.c.s. (ovviamente in modo limitato).
- Raffrescamento e produzione di a.c.s. (funzionamento normale) – durante la fase estiva la PDC sarà dedicata alla produzione di sola acqua refrigerata mentre la produzione di a.c.s. sarà espletata con priorità dal solare termico ed eventualmente dal GEN01 attraverso i due puffer di acqua tecnica e dal modulo di produzione di a.c.s. integrato.

L'intero complesso residenziale sarà equipaggiato di un moderno impianto di condizionamento diversificato tra zone comuni (presenti al piano terra) ed appartamenti ed in particolare si prevede essenzialmente:

- Per le zone comuni al piano terra si prevede la realizzazione di un impianto del tipo a ventilconvettori del tipo a 2 tubi alimentati da un circuito idronico dedicato, a partire dalla centrale termofrigorifera del blocco A ubicata al piano interrato;
- Per gli appartamenti è prevista a progetto l'implementazione di un impianto di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo del tipo a pannelli radianti a pavimento (per il raffrescamento è previsto a progetto anche l'impiego di deumidificatori del tipo a parete per ciascun appartamento). Anche questo impianto sarà alimentato da un circuito idronico dedicato in partenza dalla centrale termofrigorifera.

La funzione di rinnovo dell'aria ambiente per gli appartamenti del blocco A sarà affidata ad un idoneo impianto di ventilazione meccanica controllata costituito essenzialmente da una centrale a doppio flusso con recupero di calore a flussi incrociati ad elevato rendimento collocata sulla copertura all'esterno, e da una capillare rete di distribuzione dell'aria.

La portata di aria complessiva che deve essere inviata (e ripresa) alle utenze come visto è di 1790 mc/h ed è il risultato della somma delle portate aerauliche da garantire per ciascun appartamento (c.f.r. sezione precedente). La modalità di funzionamento della macchina sarà del tipo "a portata costante".

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) sì no

Filtro di sicurezza sì no

All'interno della centrale idrica è previsto n. 1 Filtro micrometrico \varnothing 2'' autopulente manuale per eliminare dall'acqua sabbia e corpi estranei fino ad una granulometria di 90 micron montato a monte di tutte le apparecchiature sulla linea di adduzione idrica principale;

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria sì no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto sì no

PDC: pompa di calore reversibile ubicata all'esterno completa di gruppo idronico

- Elettrica
- Aria/acqua

- Lato esterno: aria
- Fluido lato utenze: acqua
- Resa termica con A7°/W35°C: 72,8 kW
- COP con A7°/W35°C: 4,27
- Resa termica con A-7°/W45°C: 53,7 kW
- COP con A-7°/W45°C: 2,57
- Resa frigorifera con A35°/W7°C: 62,8 kW
- EER con A35°/W7°C: 3,05

Gruppo termico da esterno:

- Combustibile utilizzato: Metano
- Fluido termovettore: Acqua
- Sistema di emissione: pannelli radianti a pavimento e scaldasalviette nei bagni
- Potenza termica 80/60°C min/max: 15,6/65,5 kW
- Potenza termica 50/30°C min/max: 17,2/70 kW
- Rendimento utile a Qmax (80/60°C): 98 %
- Rendimento utile a Qmax (40/30°C): 104,8 %

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

Il sistema di termoregolazione dell'**unità abitativa** sarà gestito attraverso le seguenti componenti/apparecchiature (c.f.r. schemi funzionali meccanici e schemi di collegamento centraline elementi in campo contenuto nel progetto elettrico):

- N. 1 centralina di termoregolazione ubicata entro quadro elettrico di appartamento;
- N. 1 sonda combinata temperatura/U.R.% ubicata nel locale soggiorno - cucina dotata di display di settaggio;
- Sonde di temperatura dotate di display a servizio dei diversi locali/ambienti.

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

Tutti gli appartamenti saranno dotati di moduli di contabilizzazione denominati "moduli satelliti", ubicati esternamente alle unità stesse (corridoi - giro scala), dotati di dispositivi contacalorie/conta-frigorie del tipo compatto ad ultrasuoni.

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

All'interno degli appartamenti sono previsti pannelli radianti a pavimento, radiatori idronici a servizio dei bagni e deumidificatori in fase estiva.

TIPO DI TERMINALI	N. APPARECCHI	POTENZA	SERVIZIO
Pannelli radianti a pavimento	-	47,87 kW	Riscaldamento
Pannelli radianti a pavimento	-	36,31 kW	Raffrescamento
Radiatori idronici del tipo scalda-salviette	12	403 W	Riscaldamento
Radiatori idronici del tipo scalda-salviette	7	224 W	Riscaldamento
Ventilconvettori parti comuni	8	22,8 W	Riscaldamento
Ventilconvettori parti comuni	8	23,36 W	Raffrescamento

f) Sistemi di trattamento dell'acqua

All'interno della centrale idrica sono previsti:

- N. 1 addolcitore del tipo a resine scambiatrici di ioni di adeguata capacità ciclica e capacità di portata necessario per abbattere la durezza dell'acqua in ingresso (stimata in circa 27 °Fr come evincibile dalla tabella "qualità dell'acqua" dal sito SMAT acquedotto di Torino). Il complesso di addolcimento sarà previsto equipaggiato di circuitazioni idrauliche e di valvole miscelatrici di precisione configurate in modo da diversificare la durezza dell'acqua a seconda degli utilizzi come sotto elencato:
 - a) Circuito caricamento impianti tecnologici con durezza acqua di 8 °Fr e con punto di dosaggio manuale di prodotto chimico condizionante specifico per impianti di riscaldamento a pannelli radianti;
 - b) Circuito di produzione acqua calda sanitaria con durezza acqua di 15 °Fr su cui poi sono previsti i dosaggi di prodotti chimici ed in particolare Polifosfati alimentari e perossido di idrogeno (anti-legionella).
- N. 1 complesso di dosaggio di prodotto chimico (polifosfati alimentari) composto da serbatoio di dosaggio della capacità di 120 Lt, da contatore lancia-impulsi (munito di sdoppiatore di segnale al fine di gestire n. 2 pompe dosatrici), da una pompa dosatrice di prodotto chimico e da una sonda di livello che fermi la pompa in caso di assenza di prodotto.
- N. 1 complesso di dosaggio di prodotto chimico (perossido di idrogeno) composto da serbatoio di dosaggio della capacità di 120 Lt, da una pompa dosatrice di prodotto chimico e da una sonda di livello che fermi la pompa in caso di assenza di prodotto.

g) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

CIRCUITO	INSTALLAZIONE	TIPOLOGIA DI TUBAZIONE	TIPOLOGIA DI ISOLANTE	SPESSORE ISOLANTE	FINITURA ESTERNA
Acqua calda e refrigerata	Locali tecnici n.r., esterno	Acciaio nero UNI-EN 10255	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 1/2" a Ø 3/4": sp. 30 mm da Ø 1" a Ø 1"1/2 : sp. 50 mm da Ø 2" a Ø 3": sp. 60 mm	Lamierino in alluminio sp. 6/10 mm
Acqua calda e refrigerata	Cavedio tecnico non riscaldato	Acciaio nero UNI-EN 10255	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 1/2" a Ø 3/4": sp. 30 mm da Ø 1" a Ø 1"1/2 : sp. 50 mm da Ø 2" a Ø 3": sp. 60 mm	PVC
Acqua calda e refrigerata	Distribuzione orizzontale esterna all'appartamento	Acciaio nero UNI-EN 10255	Guaina in elastomero espanso	da Ø 1/2" a Ø 3/4": sp. 19 mm da Ø 1" a Ø 1"1/2 : sp. 25 mm da Ø 2" a Ø 3": sp. 32 mm	-
Acqua calda e refrigerata	Distribuzione interna all'appartamento	Multistrato	Guaina in elastomero espanso	da Ø 14 a Ø 20: sp. 13 mm da Ø 26 a Ø 32 : sp. 19 mm	-
Acqua calda sanitaria e ricircolo	Locali tecnici n.r., esterno	Acciaio zincato UNI-EN 10255	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 1/2" a Ø 3/4": sp. 30 mm da Ø 1" a Ø 1"1/2 : sp. 50 mm da Ø 2" a Ø 3": sp. 60 mm	Lamierino in alluminio sp. 6/10 mm
Acqua calda sanitaria e ricircolo	Cavedio tecnico non riscaldato	Acciaio zincato UNI-EN 10255	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 1/2" a Ø 3/4": sp. 30 mm da Ø 1" a Ø 1"1/2 : sp. 50 mm da Ø 2" a Ø 3": sp. 60 mm	PVC
Acqua calda sanitaria e ricircolo	Distribuzione orizzontale esterna all'appartamento	Multistrato	Guaina in elastomero espanso	da Ø 14 a Ø 20: sp. 19 mm da Ø 26 a Ø 32 : sp. 25 mm da Ø 50 a Ø 63 : sp. 32 mm	-
Acqua calda sanitaria e ricircolo	Distribuzione interna	Multistrato	Guaina in elastomero espanso	da Ø 14 a Ø 20: sp. 13 mm da Ø 26 a Ø 32 : sp. 19 mm	-
Circuito solare termico	Locali tecnici n.r. esterno	Rame a norma UNI 1057	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 14 a Ø 16: sp. 30 mm da Ø 18 a Ø 28 : sp. 40 mm	Lamierino in alluminio sp. 6/10 mm
Circuito solare termico	Cavedio tecnico non riscaldato	Rame a norma UNI 1057	Coppelle lana di vetro e barriera al vapore	da Ø 14 a Ø 16: sp. 30 mm da Ø 18 a Ø 28 : sp. 40 mm	PVC

h) Schemi funzionali degli impianti termici

Per l'individuazione dei sistemi di generazione, distribuzione, regolazione ed erogazione, si vedano i seguenti elaborati di progetto:

- SM-05_Schema funzionale centrale termofrigorifera;
- SPC-01_Schema punti controllati centrale termofrigorifera;
- SM-07, SM-08, SM-09_Schema funzionale impianto riscaldamento e condizionamento tipologico appartamenti.

6.2 Impianti fotovoltaici

È prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico così suddiviso:

- N. 17 pannelli su apposita struttura sopraelevata posizionata sulla copertura del piano 5° della palazzina A;
- N. 7 pannelli su apposita struttura verticale al piano 4° della palazzina B;
- N. 9 pannelli su apposita struttura sopraelevata posizionata sulla copertura del vano scala della palazzina B.

L'impianto fotovoltaico è stato dimensionato per una potenza pari a 11,88 kW_p ed è composto da n. 33 pannelli monocristallini da 360 W_p.

Dei pannelli installati, tutti orientati a sud, 26 saranno inclinati di 30° rispetto all'orizzontale, mentre 7 saranno posizionati a parete (in verticale).

6.3 Impianti solari termici

È prevista l'installazione di:

- N. 1 complesso di captazione energia solare termica composto da n. 4 collettori a tubi sottovuoto ciascuno avente una superficie lorda di circa 4,44 mq per una superficie totale captante netta di circa 17,8 mq ubicati al livello della copertura del vano scale (orientamento S inclinati di circa 30 °C), n. 1 gruppo pompa solare completo di accessori (Q= 750 lt /h) ed infine circuiti idronici in rame di collegamento tra collettori e puffer di acqua tecnica.
- N. 2 puffer di acqua tecnica (ACC02/03) a servizio del produttore istantaneo di a.c.s. della capacità cadauno di 1500 Lt in acciaio al carbonio di elevata qualità e dotati di serpentino a sviluppo verticale per impianti solari.

6.4 Impianti di illuminazione

Saranno installati apparecchi a led ad alta efficienza.

6.5 Altri impianti

Non sono presenti altri tipi di impianti legati all'aspetto energetico.

7. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito **“edificio ad energia quasi zero”** in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

- I. Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

COD. STRUTTURA	TRASMITTANZA [W/M ² K]	TRASMITTANZA LIMITE [W/M ² K]	VERIFICA
M2	0,259	0,8	POSITIVA
M2.1	0,146	0,8	POSITIVA
M5	0,213	0,8	POSITIVA
S1.1	0,297	0,8	POSITIVA
S1.2	0,355	0,8	POSITIVA

- II. Trasmittanza termica (U) (tabella 5 dell'Allegato 3 alla D.G.R. 46/2009):
- pareti verticali opache < 0,33 W/m²K
 - pareti orizzontali opache < 0,30 W/m²K
 - chiusure trasparenti (valore medio vetro-telaio) < 2,00 W/m²K
 - chiusure trasparenti fronte strada (valore medio vetro-telaio) < 2,80 W/m²K
- Si veda Allegato 1 alla presente relazione.

- III. Verifica termigrometrica: Si veda Allegato 1 alla presente relazione.

- IV. N° ricambi d'aria ed efficienza del recuperatore:

APPARTAMENTI	NUMERI DI RICAMBI D'ARIA (MEDIA NELLE 24 ORE)	PORTATA D'ARIA DI RICAMBIO (G)	PORTATA DELL'ARIA CIRCOLANTE ATTRAVERSO APPARECCHIATUR E DI RECUPERO DEL CALORE DISPERSO (SOLO SE PREVISTE DAL PROGETTO)	EFFICIENZA DELLE APPARECCHIATUR E DI RECUPERO DEL CALORE DISPERSO (SOLO SE PREVISTE DAL PROGETTO)
PARTI COMUNI	0.72 (h ⁻¹)	-	-	-
A201	0.95 (h ⁻¹)	99.35 (m ³ /h)	94.78 (m ³ /h)	95.4 (%)
A202	0.95 (h ⁻¹)	59.77 (m ³ /h)	57.02 (m ³ /h)	95.4 (%)

APPARTAMENTI	NUMERI DI RICAMBI D'ARIA (MEDIA NELLE 24 ORE)	PORTATA D'ARIA DI RICAMBIO (G)	PORTATA DELL'ARIA CIRCOLANTE ATTRAVERSO APPARECCHIATURE E DI RECUPERO DEL CALORE DISPERSO (SOLO SE PREVISTE DAL PROGETTO)	EFFICIENZA DELLE APPARECCHIATURE E DI RECUPERO DEL CALORE DISPERSO (SOLO SE PREVISTE DAL PROGETTO)
A203	1.01 (h ⁻¹)	51.71 (m ³ /h)	50.88 (m ³ /h)	98.4 (%)
A301	0.98 (h ⁻¹)	113.39 (m ³ /h)	108.18 (m ³ /h)	95.4 (%)
A302	1.04 (h ⁻¹)	66.57 (m ³ /h)	63.51 (m ³ /h)	95.4 (%)
A303	0.98 (h ⁻¹)	56.38 (m ³ /h)	53.79 (m ³ /h)	95.4 (%)
A304	1.05 (h ⁻¹)	50.49 (m ³ /h)	48.17 (m ³ /h)	95.4 (%)
A401	0.99 (h ⁻¹)	126.00(m ³ /h)	120.20 (m ³ /h)	95.4 (%)
A402	1.06 (h ⁻¹)	72.69 (m ³ /h)	69.34 (m ³ /h)	95.4 (%)
A403	0.94 (h ⁻¹)	59.84 (m ³ /h)	57.09 (m ³ /h)	95.4 (%)
A404	1.02 (h ⁻¹)	52.54 (m ³ /h)	50.13 (m ³ /h)	95.4 (%)
A501	0.73 (h ⁻¹)	65.44 (m ³ /h)	62.43 (m ³ /h)	95.4 (%)
A502	0.79 (h ⁻¹)	55.98 (m ³ /h)	53.41 (m ³ /h)	95.4 (%)
A503	0.63(h ⁻¹)	43.28 (m ³ /h)	41.29 (m ³ /h)	95.4 (%)
A504	0.71 (h ⁻¹)	39.07 (m ³ /h)	37.28 (m ³ /h)	95.4 (%)
A601	0.95 (h ⁻¹)	84.60 (m ³ /h)	80.71 (m ³ /h)	95.4 (%)
A602	0.94 (h ⁻¹)	66.34 (m ³ /h)	63.29 (m ³ /h)	95.4 (%)
A603	0.94 (h ⁻¹)	62.57 (m ³ /h)	59.70 (m ³ /h)	95.4 (%)
A604	1.01 (h ⁻¹)	54.89 (m ³ /h)	52.37 (m ³ /h)	95.4 (%)

V. Attenuazione dei ponti termici: Cfr. Allegato 2 verifiche analitiche.

VI. Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento, relativo all'involucro edilizio (secondo definizione L.R. 13/07):

- Fabbisogno energetico annuo per riscaldamento: 40,321 kWh/m² anno

Fabbisogno energetico annuo limite per riscaldamento (Tabella 2 Allegato 3 alla D.G.R. 46-11968/2009): 48,309 kWh/m² anno

VERIFICA FABBISOGNO < FABBISOGNO LIMITE POSITIVA

VII. Prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio

- E_{pe,inv,ol}: prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio
13,848 kWh/m² anno

E_{pe,inv,ol,L}: prestazione energetica limite per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (punto 1.3.11 della D.G.R. 46-11968/2009): 30,000 kWh/m² anno

VERIFICA $E_{p,e,invol} < E_{p,e,invol,L}$ POSITIVA

b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definiti al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): 0,25 W/m²K
- $H'_{T,L}$: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): 0,55 W/m²K

VERIFICA $H'_T < H'_{T,L}$ POSITIVA

- $A_{sol,est}/A_{sup\ utile} = 0,009$
($A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$)_{LIMITE} = 0,030 (Tabella 11 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005):

VERIFICA ($A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$) < ($A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$)_{LIMITE} POSITIVA

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: 40,320 kWh/m²
 $EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: 54,830 kWh/m²

VERIFICA $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ POSITIVA

- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): 13,850 kWh/m²
 $EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): 13,980 kWh/m²

Verifica $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ POSITIVA

- $EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_I$: indice della prestazione energetica globale

dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale ($EP_{gl,tot}$) e in energia primaria non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$)

$EP_{gl,tot}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale):

78,900 kWh/m²

$EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale):

119,890 kWh/m²

Verifica $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ POSITIVA

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: 1,1668

$\eta_{H,limite}$ efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: 0,8640

Verifica $\eta_H > \eta_{H,limite}$ POSITIVA

- η_C : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): 4,0671

$\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): 1,4062

Verifica $\eta_C > \eta_{C,limite}$ POSITIVA

- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: 0,5580

$\eta_{W,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: 0,4424

Verifica $\eta_W > \eta_{W,limite}$ POSITIVA

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

- tipo collettore: sottovuoto
- tipo installazione: non integrati
- tipo supporto: altro
- inclinazione (°) e orientamento: 30° SUD;

Capacità accumulo/scambiatore: 3.000 l

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 57,49 %

d) Impianti fotovoltaici

Pannelli in copertura sulla palazzina A:

- Connessione impianto: grid connected
- Tipo moduli: silicio monocristallino
- Tipo installazione: non integrati
- Tipo supporto: supporto metallico
- Inclinazione (°) e orientamento: 30° SUD
- Potenza installata: 6,12 kWp

Pannelli a parete sulla palazzina B:

- Connessione impianto: grid connected
- Tipo moduli: silicio monocristallino
- Tipo installazione: non integrati
- Tipo supporto: supporto metallico
- Inclinazione (°) e orientamento: 90° SUD
- Potenza installata: 2,52 kWp

Pannelli in copertura sulla palazzina B:

- Connessione impianto: grid connected
- Tipo moduli: silicio monocristallino
- Tipo installazione: non integrati
- Tipo supporto: supporto metallico
- Inclinazione (°) e orientamento: 30° SUD
- Potenza installata: 3,24 kWp

Complessivamente:

- Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: 52,82%.

e) Consuntivo energia

- Energia consegnata o fornita ($E_{P,del}$): 21.220 kWh
- Energia rinnovabile ($E_{Pgl,ren}$): 55.030 kWh
- Energia esportata ($E_{P,exp}$): 1.418 kWh
- Energia rinnovabile in situ: 50.074 kWh
- Fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{Pgl,tot}$): 76.250 kWh.

f) Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza

L'intervento prevede l'installazione di pompe di calore sia per la climatizzazione ambiente che per la produzione di acqua calda sanitaria, aventi elevati valori di COP ed EER.

8. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Non sono richieste deroghe alla normativa vigente.

9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

Di seguito la documentazione allegata alla presente relazione:

- indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche dei componenti opachi e trasparenti dell'involucro edilizio (Allegato 1 alla presente relazione)
- ponti termici (Allegato 2 alla presente relazione)
- planimetrie dell'edificio con individuazione componenti opachi e trasparenti (Allegato 3 alla presente relazione).

Inoltre si riportano i riferimenti dei pertinenti elaborati del progetto definitivo:

- SM-05_Schema funzionale centrale termofrigorifera;
- SPC-01_Schema punti controllati centrale termofrigorifera;
- SM-07, SM-08, SM-09_Schema funzionale impianto riscaldamento e condizionamento tipologico appartamenti;
- TM-301, TM-302, TM-303, TM-304, TM-305, TM-306, TM-307_Impianto idrico sanitario-flussaggio W.C. e irrigazione;
- TM-401, TM-402, TM-403, TM-404, TM-405, TM-406, TM-407, TM-48_Impianto di Condizionamento - Distribuzione termofluidica principale;
- TM-501, TM-502, TM-503, TM-504, TM-505_Impianto pannelli radianti a pavimento;
- TM-601, TM-602, TM-603, TM604, TM-605, TM-606_Impianto di ventilazione meccanica controllata.

10. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto Ing. Umberto Genchi, iscritto all'Ordine degli ingegneri di Verona al numero A2700 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28;
- i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Il progettista

Ing. Umberto Genchi

11. ALLEGATO 1

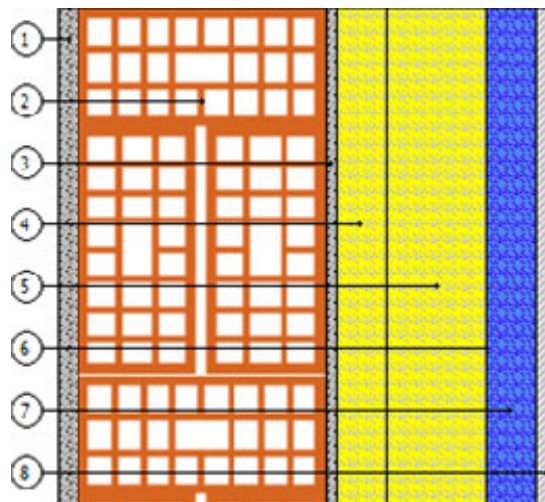
11.1 CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

M1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]	
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029	
2	Poroton P800	25,0	0,220		800	19,3	1,136	
3	Malta di cemento	1,0	1,400		2.000	8,773	0,007	
4	Lana 0,034	5,0	0,034		75	193	1,471	
5	Lana 0,034	10,0	0,034		75	193	2,941	
6	Acquapanel Water Resistive Barrier	0,1	0,350		260	3,217	0,001	
7	Aria intercapedine flusso orizzontale 50 mm	5,0		5,423	1	193	0,184	
8	Aquapanel Outdoor	2,0	0,350		1.150	2,924	0,057	
Spessore totale		50,1						

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,167	Resistenza termica totale	5,997
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,010		
Sfasamento [h]	16,61		
Smorzamento	0,059		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	46,206		

Massa superficiale: 234,442 kg/m²

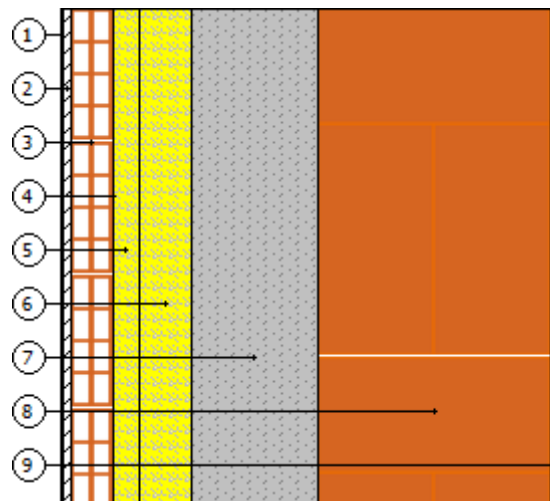


M1.1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	0,5	0,700		1.400	19,3	0,007
2	Rinzafo	1,5	0,700		1.800	19,3	0,021
3	Tramezze tipo poroton	8,0	0,240		700	19,3	0,333
4	Foglio di Alluminio (barriera al vapore)	0,0	220,000		2.700	0,004	0,000
5	Pannello rigido lana di roccia	5,0	0,034		80	193	1,471
6	Pannello rigido lana di roccia	10,0	0,034		80	193	2,941
7	Calcestruzzo (2400 kg/m ³) - Alta densità	24,0	2,000		2.400	1,485	0,120
8	Mattoni pieni	44,5	0,720		1.800	27,571	0,618
9	Malta di cemento	2,0	1,400		2.000	8,773	0,014
Spessore totale		95,5					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,790	Resistenza termica totale	5,696
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,000		
Sfasamento [h]	30,97		
Smorzamento	0,002		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	53,382		

Massa superficiale: 1445,270 kg/m²



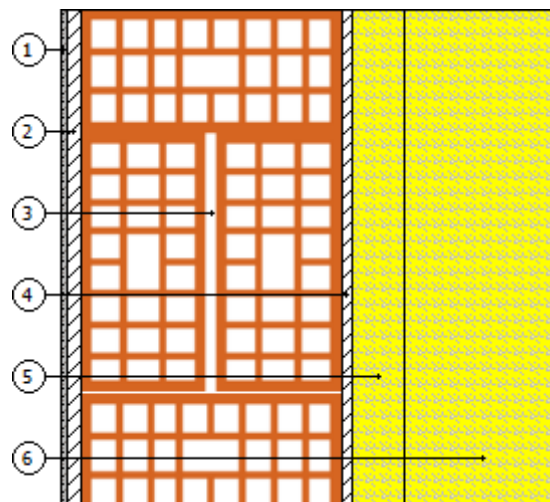
M1.2

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	0,5	0,700		1.400	19	0,007
2	Rinzafo	1,5	0,700		1.800	19	0,021
3	Poroton P800	25,0	0,220		800	19	1,136
4	Rinzafo	1,0	0,700		1.800	19	0,014
5	Lana 0,034	5,0	0,034		75	193	1,471
6	Lana 0,034	15,0	0,034		75	193	4,412
Spessore totale		48,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,138	Resistenza termica totale	7,232

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,152
Valore limite [W/m ² K]	0,330
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,007
Valore limite [W/m ² K]	0,120
Sfasamento [h]	17,621
Smorzamento	0,050
Capacità termica [kJ/m ² K]	48,757

Massa superficiale: 215,00 kg/m²



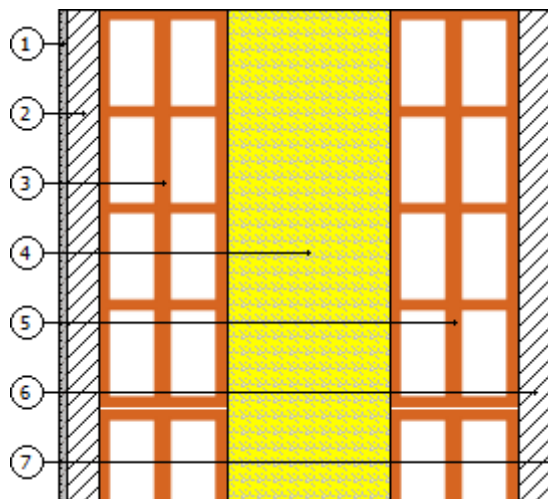
M2

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	0,5	0,700		1.400	19	0,007
2	Rinzafo	2,0	0,700		1.800	19	0,029
3	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
4	Lana minerale	10,0	0,032		40	193	3,125
5	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
6	Rinzafo	2,0	0,700		1.800	19	0,029
7	Intonaco di calce e gesso	0,5	0,700		1.400	19	0,007
Spessore totale		31,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,259	Resistenza termica totale	3,856

Divisorio	
Trasmittanza [W/m ² K]	0,259
Valore limite [W/m ² K]	0,800
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,092
Valore limite [W/m ² K]	---
Sfasamento [h]	9,571
Smorzamento	0,355
Capacità termica [kJ/m ² K]	61,692

Massa superficiale: 128,00 kg/m²

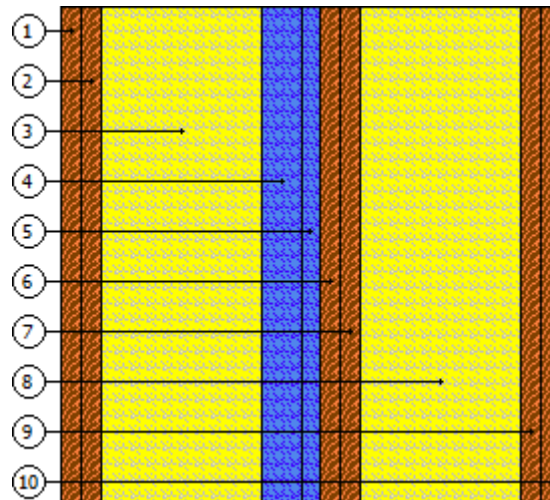


M2.1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
2	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
3	Lana 0,034	10,0	0,034		75	193	2,941
4	Aria intercapedine flusso orizzontale 25 mm	2,5		5,423	1	193	0,184
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
6	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
7	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
8	Lana 0,034	10,0	0,034		75	193	2,941
9	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
10	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		31,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,146	Resistenza termica totale	6,834
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,036		
Sfasamento [h]	9,76		
Smorzamento	0,246		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	23,799		

Massa superficiale: 82,543 kg/m²



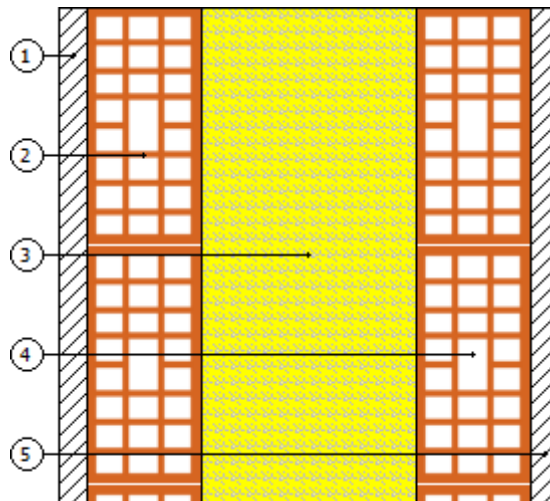
M3

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Rinzafo	2,0	0,700		1.800	19	0,029
2	Mattoni forati (800 kg/m ³) spessore 80	8,0		5,000	800	28	0,200
3	Lana minerale con carta kraft	15,0	0,032		40	0	4,688
4	Mattoni forati (800 kg/m ³) spessore 80	8,0		5,000	800	28	0,200
5	Rinzafo	2,0	0,700		1.800	19	0,029
Spessore totale		35,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,185	Resistenza termica totale	5,405

Struttura verticale interna		
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]		0,194
Valore limite [W/m ² K]		0,800
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]		0,066
Valore limite [W/m ² K]		---
Sfasamento [h]		10,008
Smorzamento		0,358
Capacità termica [kJ/m ² K]		60,515

Massa superficiale: 134,00 kg/m²

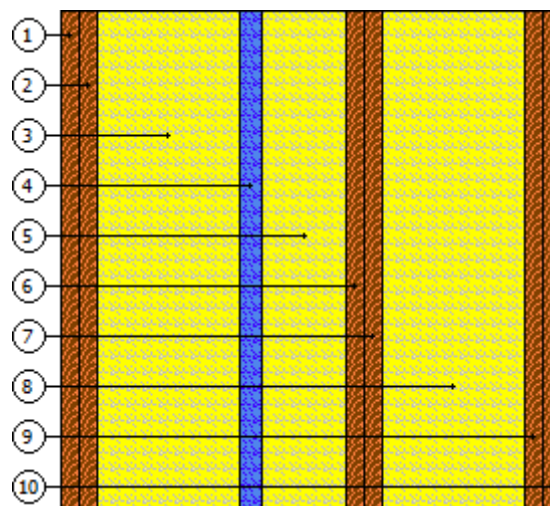


M3.1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
2	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
3	Lana 0,034	10,0	0,034		75	193	2,941
4	Aria intercapedine flusso orizzontale 15 mm	1,5		5,839	1	193	0,171
5	Lana 0,034	6,0	0,034		75	193	1,765
6	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
7	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
8	Lana 0,034	10,0	0,034		75	193	2,941
9	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
10	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		35,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,119	Resistenza termica totale	8,435
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,022		
Sfasamento [h]	11,37		
Smorzamento	0,183		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	24,061		

Massa superficiale: 87,018 kg/m²

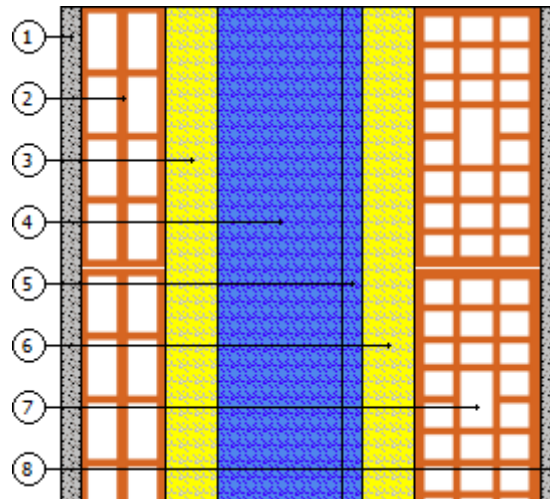


M5

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
2	Poroton tramezza P800	8,0	0,191		800	19,3	0,419
3	Lana minerale	5,0	0,032		40	193	1,563
4	Aria intercapedine flusso orizzontale 120 mm	12,0		5,423	1	193	0,184
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 20 mm	2,0		5,423	1	193	0,184
6	Lana minerale	5,0	0,032		40	193	1,563
7	Doppio UNI [r]	12,0	0,262		1.167	38,6	0,458
8	Intonaco di calce e gesso	2,0	0,700		1.400	19,3	0,029
Spessore totale		48,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,213	Resistenza termica totale	4,688
Trasmittanza termica periodica [W/m²K]	0,032		
Sfasamento [h]	13,48		
Smorzamento	0,151		
Capacità termica interna [kJ/m²K]	49,812		

Massa superficiale: 208,212 kg/m²



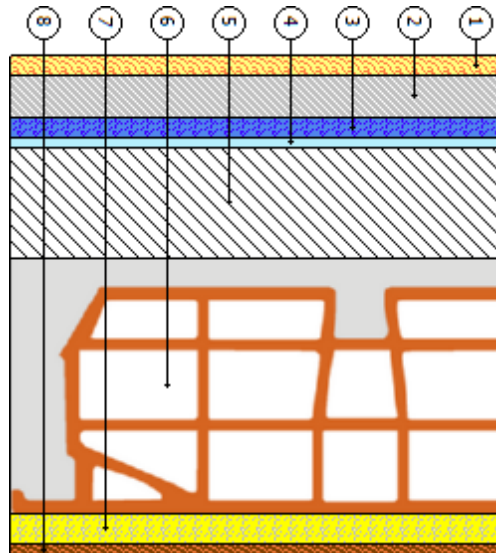
S1.1

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	4,2	1,000		1.800	193	0,042
3	Polistirene espanso estruso	2,0	0,035		40	193	0,571
4	Isogomma G8	0,8	0,074		350	19	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	11,0	0,097		400	32	1,134
6	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21	0,266
7	Lana di roccia Fibrangeo B-001	3,0	0,033		100	193	0,909
8	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24	0,060
Spessore totale		49,3					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,297	Resistenza termica totale	3,367

Divisorio	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,297
Valore limite [W/m ² K]	0,800
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,006
Valore limite [W/m ² K]	---
Sfasamento [h]	17,715
Smorzamento	0,019
Capacità termica [kJ/m ² K]	69,677

Massa superficiale: 633,45 kg/m²

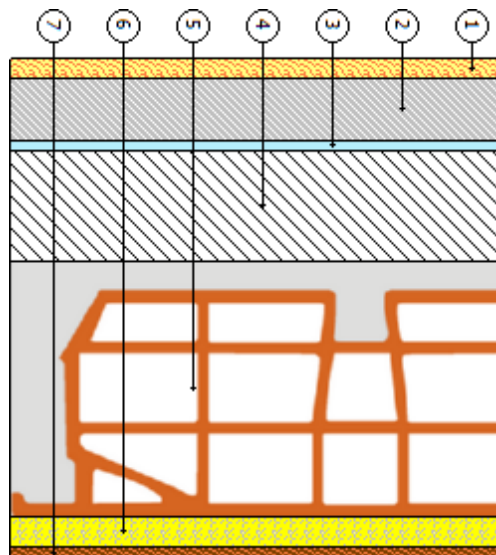


S1.2

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1,027	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	6,2	1,000		1.800	193	0,062
3	Isogomma G8	0,8	0,074		350	19,3	0,108
4	CLS cellulare (foacem) 0,097	11,0	0,097		400	32,167	1,134
5	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21,444	0,266
6	Lana di roccia Fibrangeo B-001	3,0	0,033		100	193	0,909
7	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		49,3					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,355	Resistenza termica totale	2,816
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,007		
Sfasamento [h]	17,32		
Smorzamento	0,020		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	73,996		

Massa superficiale: 668,650 kg/m²



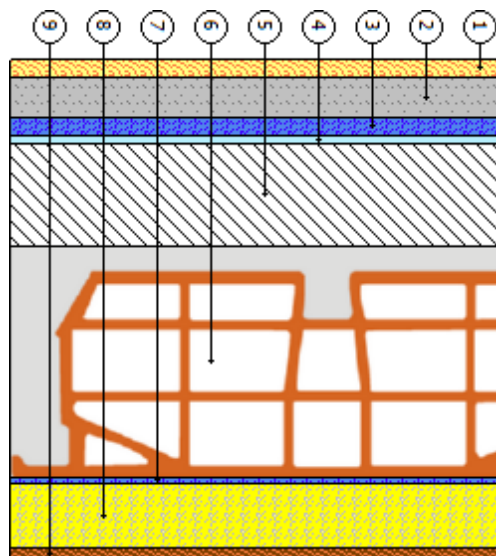
S1.3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1	0,017
2	Sottofondo sabbia-cemento	4,2	1,100		1.800	193	0,038
3	Polistirene espanso estruso	2,0	0,035		40	193	0,571
4	Isogomma G8	0,8	0,074		350	19	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	11,0	0,097		400	32	1,134
6	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21	0,266
7	Aria intercapedine flusso ascendente 5 mm	0,5		9,173	1	193	0,109
8	Lana minerale	7,0	0,032		40	193	2,188
9	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24	0,060
Spessore totale		53,8					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,170
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,207	Resistenza termica totale	4,831

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,080
Valore limite [W/m ² K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,002
Valore limite [W/m ² K]	---
Sfasamento [h]	18,237
Smorzamento	0,011
Capacità termica [kJ/m ² K]	57,779

Massa superficiale: 633,26 kg/m²

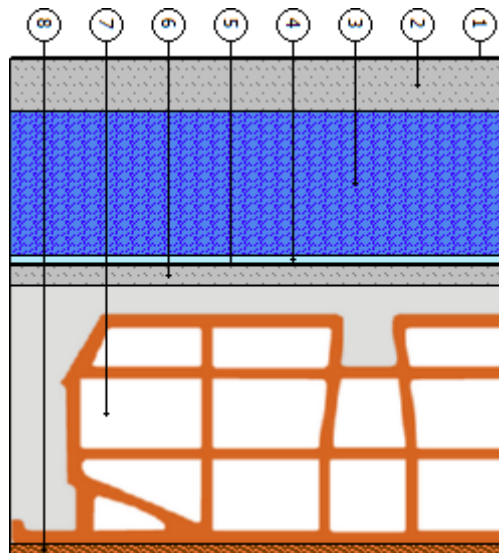


S2.1

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	0,2	0,160		1.400	0,004	0,013
2	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	5,0	1,650		2.200	1,608	0,030
3	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	14,0	0,034		35	1,93	4,118
4	Isogomma G8	0,8	0,074		350	19,3	0,108
5	Bituver aluvapor tender	0,2	1,000		1.250	0	0,002
6	Massetto in cls per formazione pendenze	2,0	1,200		1.800	193	0,017
7	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21,444	0,266
8	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		48,4					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,210	Resistenza termica totale	4,752
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,019		
Sfasamento [h]	13,47		
Smorzamento	0,090		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	59,908		

Massa superficiale: 619,750 kg/m²



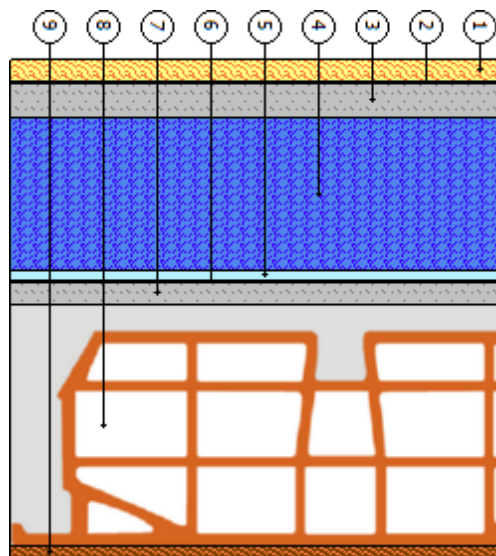
S2.2

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1	0,017
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	0,2	0,160		1.400	0	0,013
3	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	3,0	1,650		2.200	2	0,018
4	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	14,0	0,034		35	2	4,118
5	Isolgomma G8	0,8	0,074		350	19	0,108
6	Bituver aluvapor tender	0,2	1,000		1.250	0	0,002
7	Massetto in cls per formazione pendenze	2,0	1,200		1.800	193	0,017
8	Solaio laterocemento	22,0	0,940		1.800	21	0,234
9	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24	0,060
Spessore totale		45,4					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,212	Resistenza termica totale	4,725

Copertura	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,215
Valore limite [W/m ² K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,024
Valore limite [W/m ² K]	0,120
Sfasamento [h]	12,555
Smorzamento	0,114
Capacità termica [kJ/m ² K]	60,406

Massa superficiale: 567,75 kg/m²

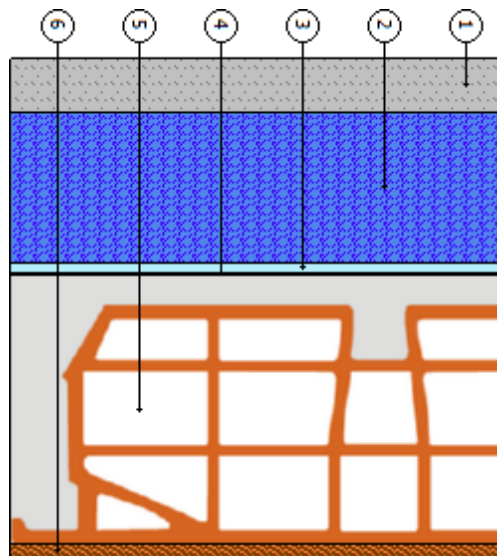


S2.3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	5,0	1,650		2.200	1,608	0,030
2	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	14,0	0,034		35	1,93	4,118
3	Isolgomma G8	0,8	0,074		350	19,3	0,108
4	Bituver aluvapor tender	0,2	1,000		1.250	0	0,002
5	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21,444	0,266
6	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		46,2					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,100
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,209	Resistenza termica totale	4,783
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,019		
Sfasamento [h]	13,77		
Smorzamento	0,090		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	60,188		

Massa superficiale: 580,950 kg/m²

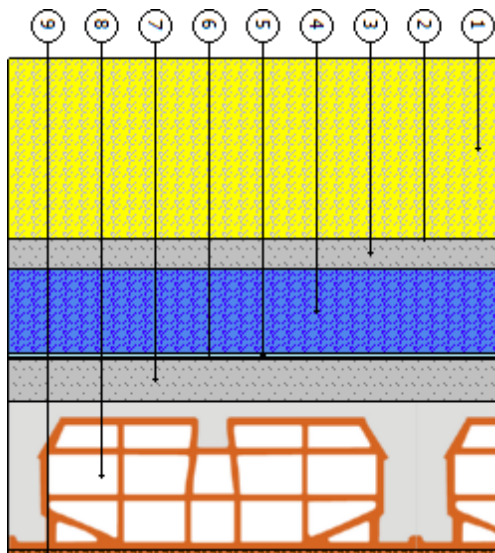


S3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Terreno	30,0	2,000		2.600	3,86	0,150
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	0,2	0,160		1.400	0,004	0,013
3	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	5,0	1,650		2.200	1,608	0,030
4	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	14,0	0,034		35	1,93	4,118
5	Isolgomma G8	0,8	0,074		350	19,3	0,108
6	Bituver aluvapor tender	0,2	1,000		1.250	0	0,002
7	Massetto in cls per formazione pendenze	7,0	1,200		1.800	193	0,058
8	Solaio laterocemento	25,0	0,940		1.800	21,444	0,266
9	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		83,4					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,202	Resistenza termica totale	4,944
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,002		
Sfasamento [h]	23,62		
Smorzamento	0,008		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	59,498		

Massa superficiale: 1489,750 kg/m²



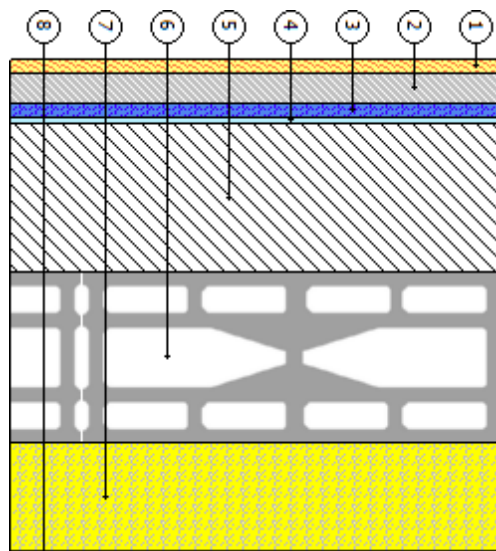
S4.1

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	4,2	1,000		1.800	193	0,042
3	Polistirene espanso estruso	2,0	0,035		40	193	0,571
4	Isolgomma G8	0,8	0,074		350	19	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	21,0	0,097		400	32	2,165
6	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	24,0		2,445	1.400	21	0,409
7	Lana di roccia Fibrangeo B-001	15,0	0,033		100	193	4,545
8	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24	0,060
Spessore totale		70,3					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,123	Resistenza termica totale	8,128

Basamento	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,080
Valore limite [W/m ² K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,000
Valore limite [W/m ² K]	0,120
Sfasamento [h]	26,729
Smorzamento	0,002
Capacità termica [kJ/m ² K]	59,534

Massa superficiale: 571,45 kg/m²

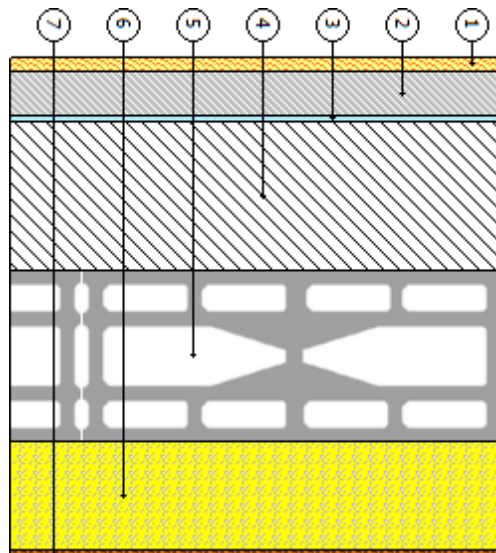


S4.2

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1,027	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	6,2	1,000		1.800	193	0,062
3	Isolgomma G8	0,8	0,074		350	19,3	0,108
4	CLS cellulare (foacem) 0,097	21,0	0,097		400	32,167	2,165
5	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	24,0		2,445	1.400	21,444	0,409
6	Lana di roccia Fibrangeo B-001	15,0	0,033		100	193	4,545
7	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24,125	0,060
Spessore totale		70,3					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
		Resistenza termica totale	7,576
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,132		
Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	0,000		
Sfasamento [h]	26,13		
Smorzamento	0,003		
Capacità termica interna [kJ/m ² K]	61,992		

Massa superficiale: 606,650 kg/m²



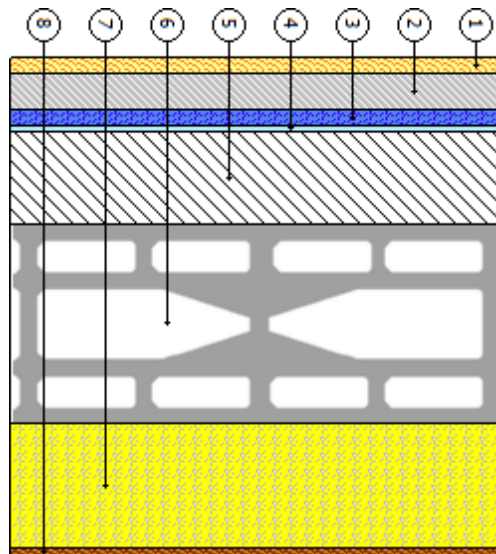
S4.3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m ² K]	δ [kg/m ³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2,0	1,163		2.300	1	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	4,2	1,000		1.800	193	0,042
3	Polistirene espanso estruso	2,0	0,035		40	193	0,571
4	Isogomma G8	0,8	0,074		350	19	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	11,0	0,097		400	32	1,134
6	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	24,0		2,445	1.400	21	0,409
7	Lana di roccia Fibrangeo B-001	15,0	0,033		100	193	4,545
8	Cartongesso in lastre	1,3	0,210		900	24	0,060
Spessore totale		60,3					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m ² K]	0,141	Resistenza termica totale	7,097

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m ² K]	0,119
Valore limite [W/m ² K]	0,800
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m ² K]	0,001
Valore limite [W/m ² K]	---
Sfasamento [h]	22,384
Smorzamento	0,006
Capacità termica [kJ/m ² K]	59,592

Massa superficiale: 531,45 kg/m²



11.2 CHIUSURE TECNICHE

11.2.1 Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A_g m ²	A_f m ²	l_g m	U_g W/m ² K	U_f W/m ² K	Ψ W/mK	U_w W/m ² K	U_{ws} W/m ² K	U_{lim} W/m ² K	Classe perm.
A 120x220	1,80	0,85	9,92	0,80	1,48	0,06	1,24	1,17	1,40	4
B 160x220	2,61	0,91	10,72	0,80	1,48	0,06	1,16	1,10	1,40	4
C 190x280	4,17	1,15	13,72	0,80	1,48	0,06	1,10	1,05	1,40	4
D 120x155	1,22	0,64	7,32	0,80	1,48	0,06	1,27	1,20	1,40	4
E 110x110	0,73	0,48	5,32	0,80	1,48	0,06	1,33	1,25	1,40	4

11.2.2 Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache

Descrizione	U [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]	Classe di permeabilità
P1-portoncino ingresso appartamenti	1,78	---	3

11.2.3 Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [W/m ² K]	$g_{gl+sh,lim}$ [W/m ² K]
A 120x220*	Verticale	0,15	0,35
B 160x220*	Verticale	0,14	0,35
C 190x280*	Verticale	0,15	0,35
D 120x155*	Verticale	0,15	0,35
E 110x110*	Verticale	0,34	0,35

*Il fattore solare g dei vetri, con orientamento da est a ovest, passando per sud, è pari a 0,35.

Legenda

- A_g Area del vetro
- A_f Area del telaio
- l_g Perimetro della superficie vetrata
- U_g Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
- U_f Trasmittanza termica del telaio
- Ψ Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
- U_w Trasmittanza termica totale del serramento
- U_{ws} Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache
- U_{lim} Trasmittanza limite
- g_{gl+sh} Fattore di trasmissione solare totale
- $g_{gl+sh,lim}$ Fattore di trasmissione solare totale limite

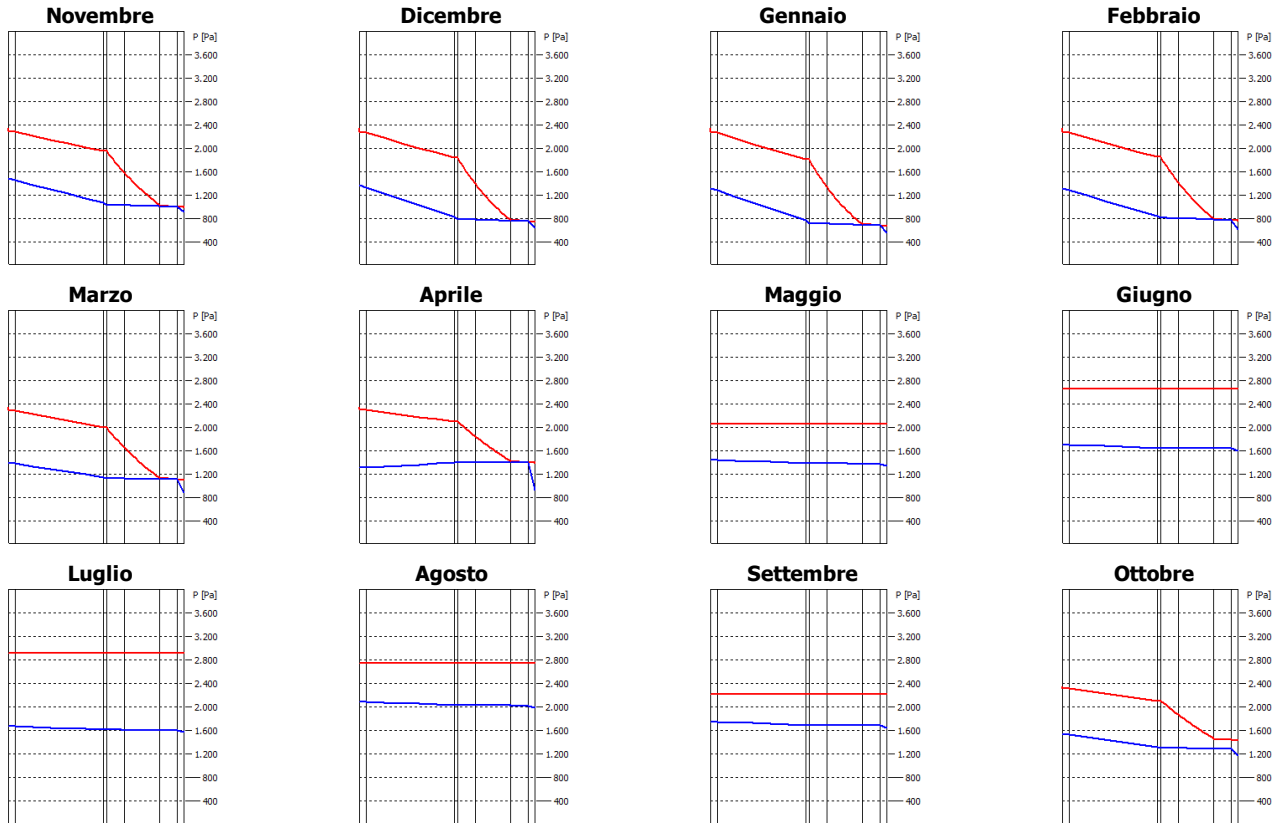
11.3 VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il calcolo delle pressioni parziali di vapore è effettuato secondo il criterio delle classi di concentrazione.

M1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	10	2,0	0,029
2	Poroton P800	10	25,0	1,136
3	Malta di cemento	22	1,0	0,007
4	Lana 0,034	1	5,0	1,471
5	Lana 0,034	1	10,0	2,941
6	Acquapanel Water Reistive Barrier	60	0,1	0,001
7	Aria intercapedine flusso orizzontale 50 mm	1	5,0	0,184
8	Aquapanel Outdoor	66	2,0	0,057
			Resistenza superficiale interna	0,130
			Resistenza superficiale esterna	0,040
			Totale	50,1
				5,997

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Novembre	20,0	1488	6,8	919	19,7	16,4	0,7243	0,04819	0,04819
Dicembre	20,0	1367	2,6	649	19,6	15,0	0,7147	0,06462	0,11281
Gennaio	20,0	1321	1,2	554	19,6	14,5	0,7082	0,05896	0,17177
Febbraio	20,0	1314	3,1	614	19,6	14,4	0,6702	0,02342	0,19519
Marzo	20,0	1397	8,3	882	19,7	15,4	0,6052	-0,04216	0,15303
Aprile	20,0	1316	11,9	928	19,8	14,4	0,3142	-0,15303	0,00000
Maggio	18,0	1447	18,0	1347	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	22,1	1706	22,1	1606	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	23,6	1674	23,6	1574	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	22,6	2091	22,6	1991	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	19,1	1749	19,1	1649	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1545	12,3	1172	19,8	17,0	0,6051	0,00000	0,00000



fRsi Struttura: 0,978

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

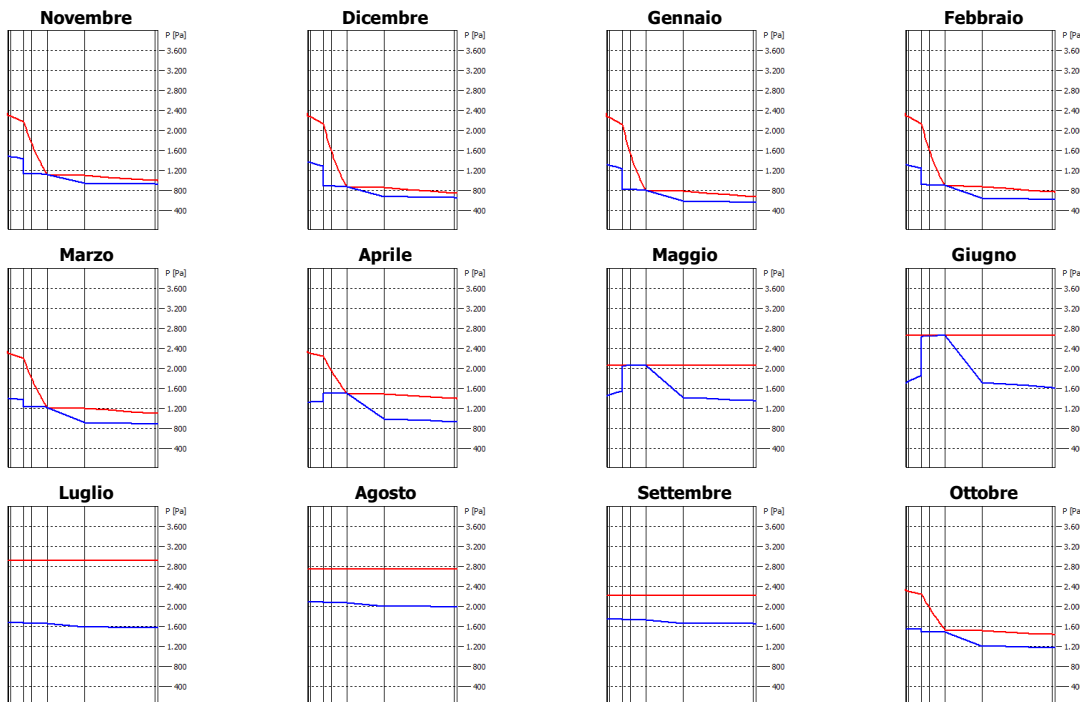
La quantità di condensa massima (a febbraio) è di $0,19519 \text{ kg/m}^2$.

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

M1.1

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	10	0,5	0,007
2	Rinzafo	10	1,5	0,021
3	Tramezze tipo poroton	10	8,0	0,333
4	Foglio di Alluminio (barriera al vapore)	49.000	0,0	0,000
5	Pannello rigido lana di roccia	1	5,0	1,471
6	Pannello rigido lana di roccia	1	10,0	2,941
7	Calcestruzzo (2400 kg/m ³) - Alta densità	130	24,0	0,120
8	Mattoni pieni	7	44,5	0,618
9	Malta di cemento	22	2,0	0,014
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				5,696

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Novembre	20,0	1488	6,8	919	19,7	16,4	0,7243	0,02855	0,02855
Dicembre	20,0	1367	2,6	649	19,6	15,0	0,7147	0,04025	0,06880
Gennaio	20,0	1321	1,2	554	19,6	14,5	0,7082	0,04213	0,11093
Febbraio	20,0	1314	3,1	614	19,6	14,4	0,6702	0,02915	0,14008
Marzo	20,0	1397	8,3	882	19,7	15,4	0,6052	0,01035	0,15043
Aprile	20,0	1316	11,9	928	19,8	14,4	0,3142	-0,02429	0,12614
Maggio	18,0	1447	18,0	1347	0,0	0,0	0,0000	-0,06556	0,06058
Giugno	22,1	1706	22,1	1606	0,0	0,0	0,0000	-0,06058	0,00000
Luglio	23,6	1674	23,6	1574	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	22,6	2091	22,6	1991	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	19,1	1749	19,1	1649	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1545	12,3	1172	19,8	17,0	0,6051	0,00000	0,00000



f_{rsi} Struttura: 0,977

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a novembre).

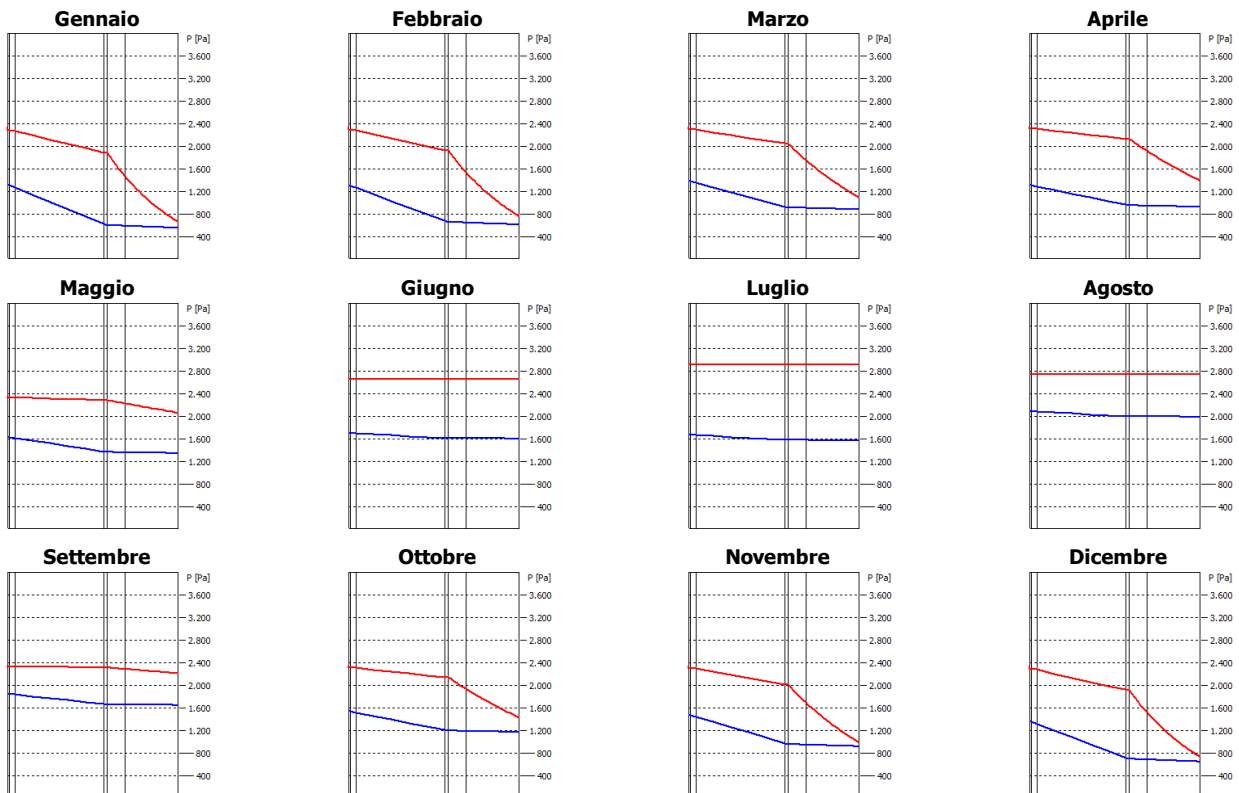
La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0,15043 kg/m².

La condensa evapora completamente nei mesi successivi

M1.2

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Intonaco di calce e gesso	10	0,5	0,007
2	Rinzafo	10	1,5	0,021
3	Poroton P800	10	25,0	1,136
4	Rinzafo	10	1,0	0,014
5	Lana 0,034	1	5,0	1,471
6	Lana 0,034	1	15,0	4,412
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			48,0	7,232

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1.321	1,2	554	19,7	14,5	0,7082	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.314	3,1	614	19,7	14,4	0,6702	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.397	8,3	882	19,8	15,4	0,6052	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.316	11,9	928	19,9	14,4	0,3142	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.447	18,0	1.347	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	22,1	1.706	22,1	1.606	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,6	1.674	23,6	1.574	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,6	2.091	22,6	1.991	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	19,1	1.749	19,1	1.649	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.545	12,3	1.172	19,9	17,0	0,6051	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.488	6,8	919	19,8	16,4	0,7243	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.367	2,6	649	19,7	15,0	0,7147	0,0000	0,0000



f_{rsi} Struttura: 0,9820

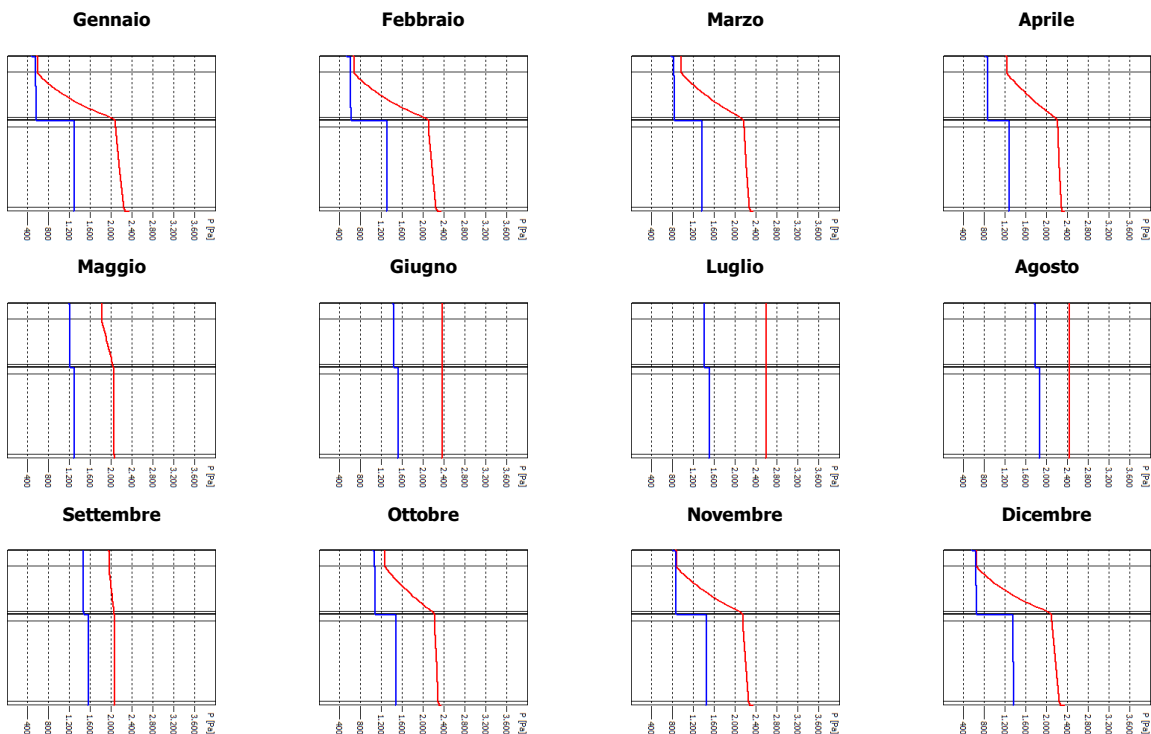
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S2.1

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	50.000	0,2	0,013
2	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	5,0	0,030
3	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	100	14,0	4,118
4	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
5	Bituver aluvapor tender	670.000	0,2	0,002
6	Massetto in cls per formazione pendenze	1	2,0	0,017
7	Solaio laterocemento	9	25,0	0,266
8	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale				48,4

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1285	-0,8	475	19,6	14,1	0,7157	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1303	1,1	532	19,6	14,3	0,6983	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1355	6,3	769	19,7	14,9	0,6283	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1271	9,9	812	19,8	13,9	0,3973	0,00000	0,00000
Maggio	18,0	1287	16,0	1187	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	20,1	1520	20,1	1420	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	21,6	1494	21,6	1394	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	20,6	1862	20,6	1762	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	18,0	1554	17,1	1454	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1471	10,3	1026	19,8	16,2	0,6064	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1440	4,8	800	19,7	15,8	0,7267	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1351	0,6	562	19,6	14,9	0,7348	0,00000	0,00000



f_{rsi} Struttura: 0,979

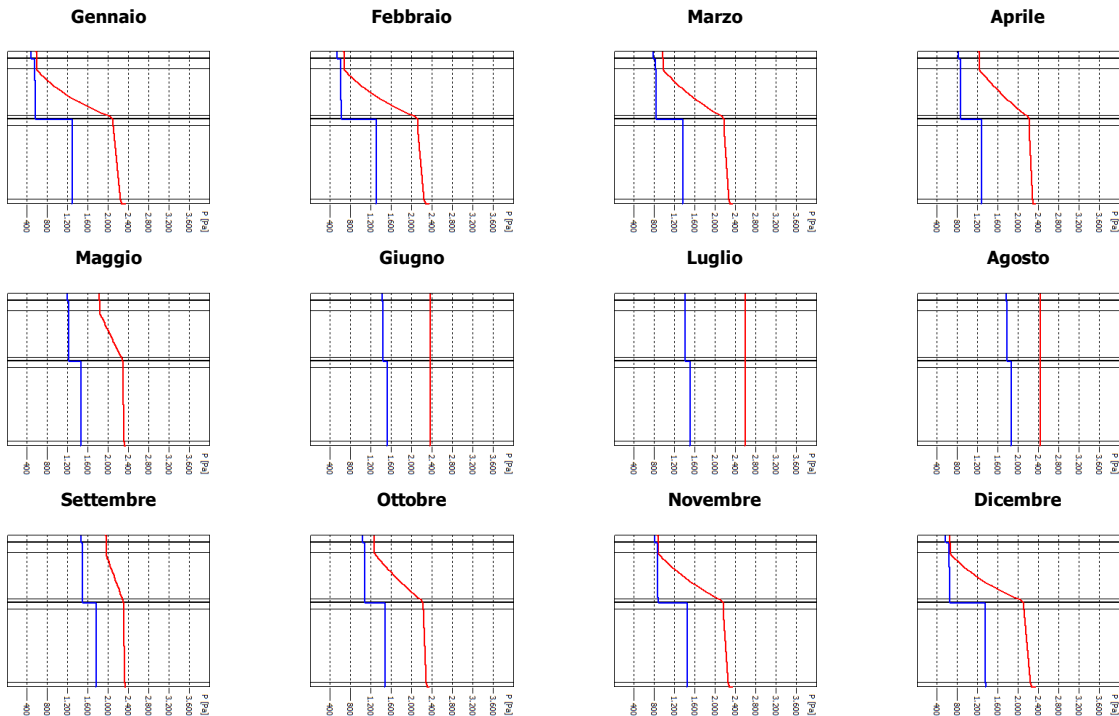
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S2.2

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	188	2,0	0,017
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	50.000	0,2	0,013
3	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	3,0	0,018
4	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	100	14,0	4,118
5	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
6	Bituver aluvapor tender	670.000	0,2	0,002
7	Massetto in cls per formazione pendenze	1	2,0	0,017
8	Solaio laterocemento	9	22,0	0,234
9	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			45,4	4,725

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1.285	-0,8	475	19,6	14,1	0,7157	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.303	1,1	532	19,6	14,3	0,6983	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.355	6,3	769	19,7	14,9	0,6283	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.271	9,9	812	19,8	13,9	0,3973	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.287	16,0	1.187	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	20,1	1.520	20,1	1.420	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	21,6	1.494	21,6	1.394	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	20,6	1.862	20,6	1.762	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.554	17,1	1.454	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.471	10,3	1.026	19,8	16,2	0,6064	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.440	4,8	800	19,7	15,8	0,7267	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.351	0,6	562	19,6	14,9	0,7348	0,0000	0,0000



f_{rsi} Struttura: 0,9788

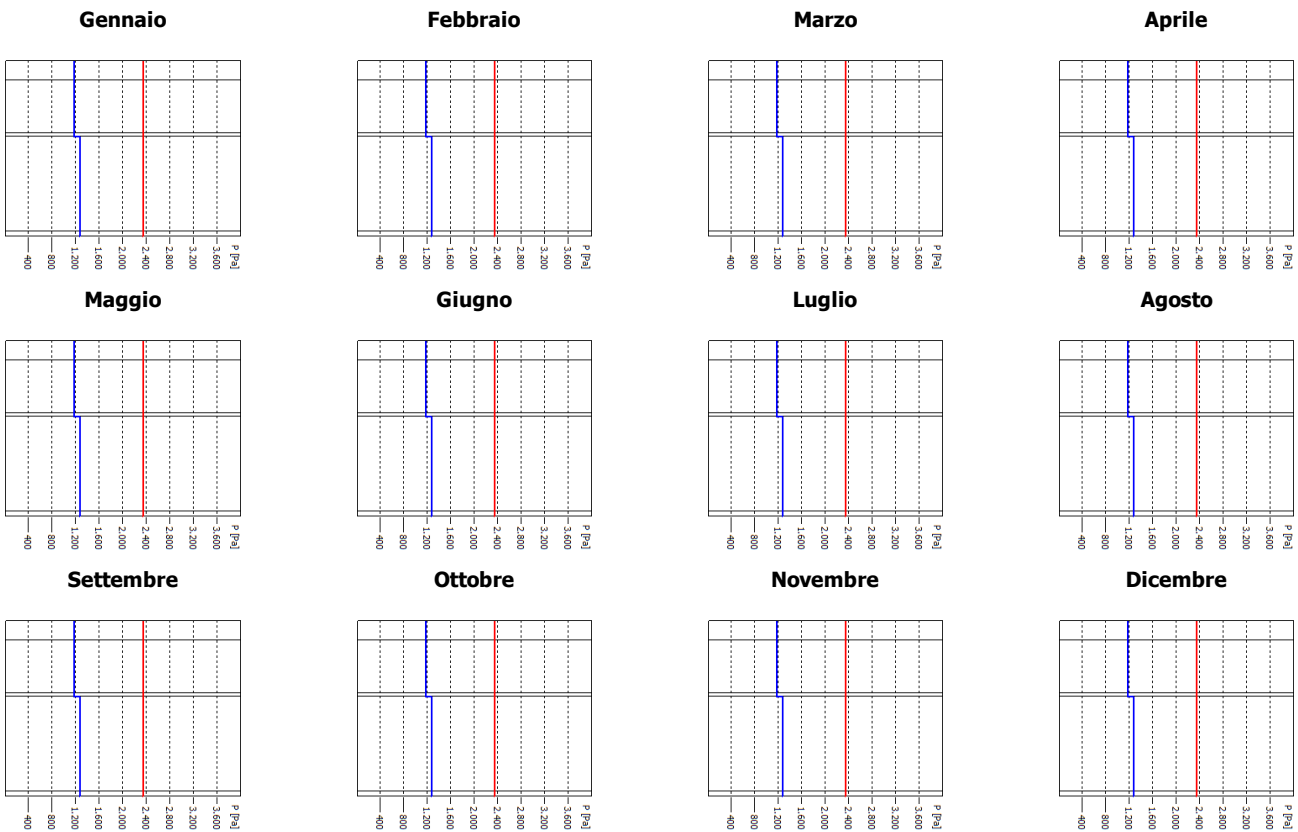
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S2.3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	5,0	0,030
2	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	100	14,0	4,118
3	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
4	Bituver aluvapor tender	670.000	0,2	0,002
5	Solaio laterocemento	9	25,0	0,266
6	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,100
Totale				46,2

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Maggio	20,0	1268	20,0	1168	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	20,0	1268	20,0	1168	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	20,0	1268	20,0	1168	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	20,0	1268	20,0	1168	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	20,0	1268	20,0	1168	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1268	20,0	1168	20,0	13,9	0,0000	0,00000	0,00000



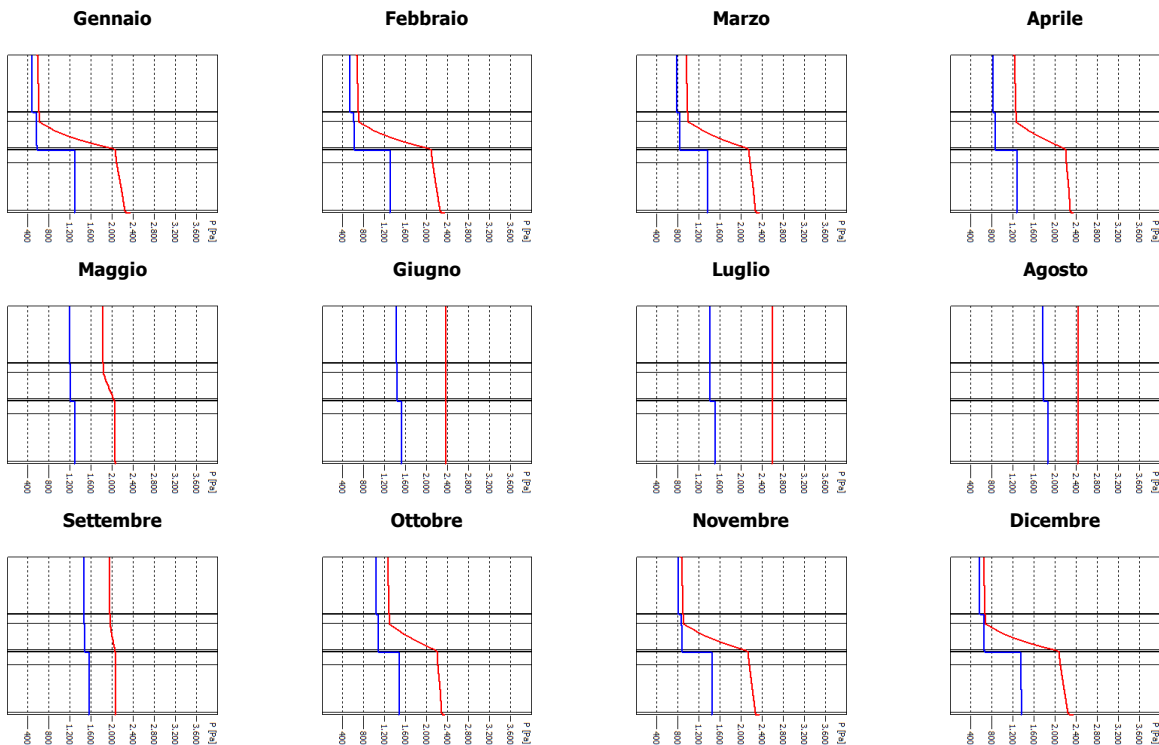
f_{rsi} Struttura: 0,979

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Terreno	50	30,0	0,150
2	Policloruro di vinile (PVC) (UNI 10351)	50.000	0,2	0,013
3	Calcestruzzo (2200 kg/m ³)	120	5,0	0,030
4	Polistirene espanso sinterizzato 0,034	100	14,0	4,118
5	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
6	Bituver aluvapor tender	670.000	0,2	0,002
7	Massetto in cls per formazione pendenze	1	7,0	0,058
8	Solaio laterocemento	9	25,0	0,266
9	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,100
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			83,4	4,944

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1285	-0,8	475	19,6	14,1	0,7157	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1303	1,1	532	19,6	14,3	0,6983	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1355	6,3	769	19,7	14,9	0,6283	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1271	9,9	812	19,8	13,9	0,3973	0,00000	0,00000
Maggio	18,0	1287	16,0	1187	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	20,1	1520	20,1	1420	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	21,6	1494	21,6	1394	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	20,6	1862	20,6	1762	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	18,0	1554	17,1	1454	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1471	10,3	1026	19,8	16,2	0,6064	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1440	4,8	800	19,7	15,8	0,7267	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1351	0,6	562	19,6	14,9	0,7348	0,00000	0,00000



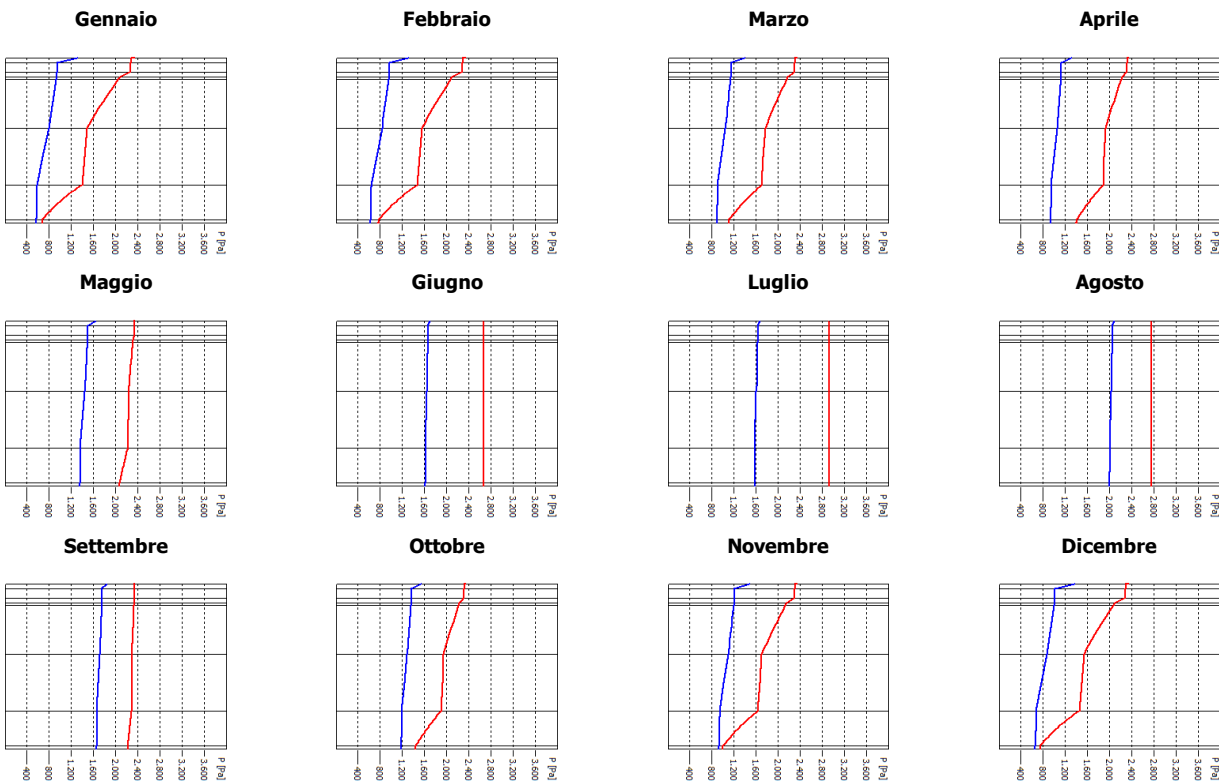
f_{Rsi} Struttura: 0,980

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S4.1

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	188	2,0	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	1	4,2	0,042
3	Polistirene espanso estruso	1	2,0	0,571
4	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	6	21,0	2,165
6	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	9	24,0	0,409
7	Lana di roccia Fibrangeo B-001	1	15,0	4,545
8	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			70,3	8,128

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1.321	1,2	554	19,6	14,5	0,7082	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.314	3,1	614	19,6	14,4	0,6702	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.397	8,3	882	19,8	15,4	0,6052	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.316	11,9	928	19,8	14,4	0,3142	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.447	18,0	1.347	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	22,1	1.706	22,1	1.606	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	23,6	1.674	23,6	1.574	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	22,6	2.091	22,6	1.991	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	19,1	1.749	19,1	1.649	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.545	12,3	1.172	19,8	17,0	0,6051	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.488	6,8	919	19,7	16,4	0,7243	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.367	2,6	649	19,6	15,0	0,7147	0,0000	0,0000



f_{rsi} Struttura: 0,9791

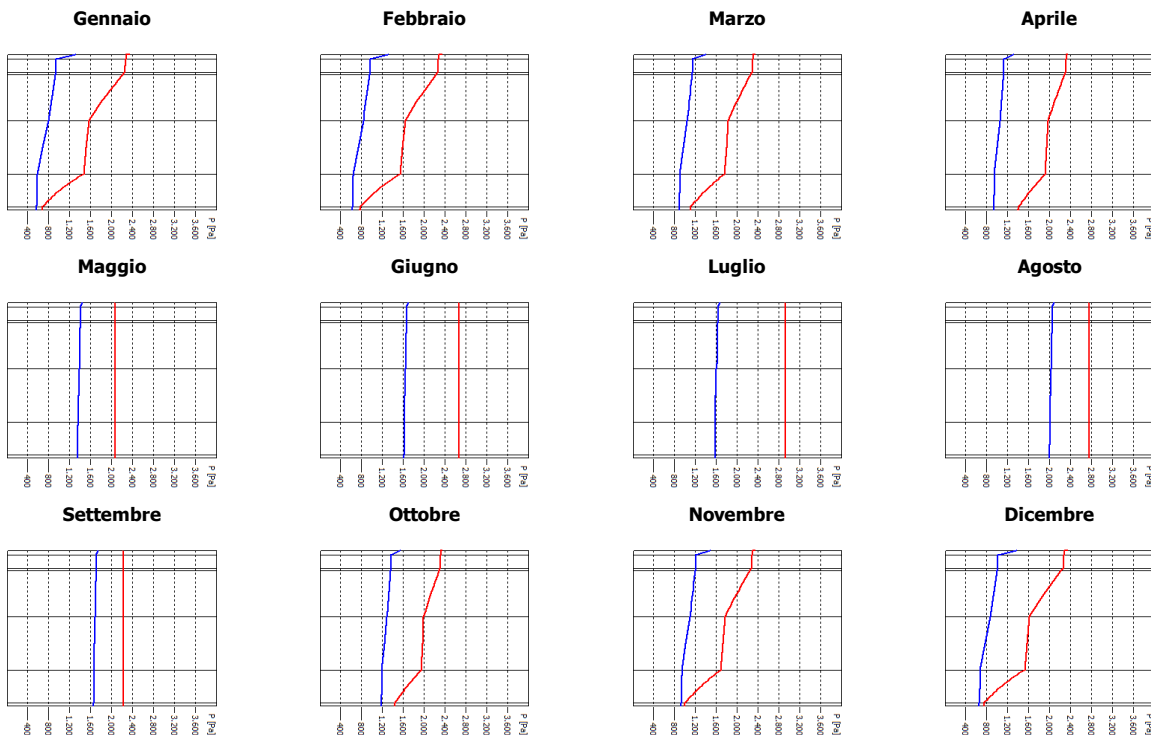
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S4.2

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	188	2,0	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	1	6,2	0,062
3	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
4	CLS cellulare (foacem) 0,097	6	21,0	2,165
5	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	9	24,0	0,409
6	Lana di roccia Fibrangeo B-001	1	15,0	4,545
7	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			70,3	7,576

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1321	1,2	554	19,6	14,5	0,7082	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1314	3,1	614	19,6	14,4	0,6702	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1397	8,3	882	19,7	15,4	0,6052	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1316	11,9	928	19,8	14,4	0,3142	0,00000	0,00000
Maggio	18,0	1447	18,0	1347	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	22,1	1706	22,1	1606	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	23,6	1674	23,6	1574	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	22,6	2091	22,6	1991	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	19,1	1749	19,1	1649	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1545	12,3	1172	19,8	17,0	0,6051	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1488	6,8	919	19,7	16,4	0,7243	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1367	2,6	649	19,6	15,0	0,7147	0,00000	0,00000



f_{rsi} Struttura: 0,978

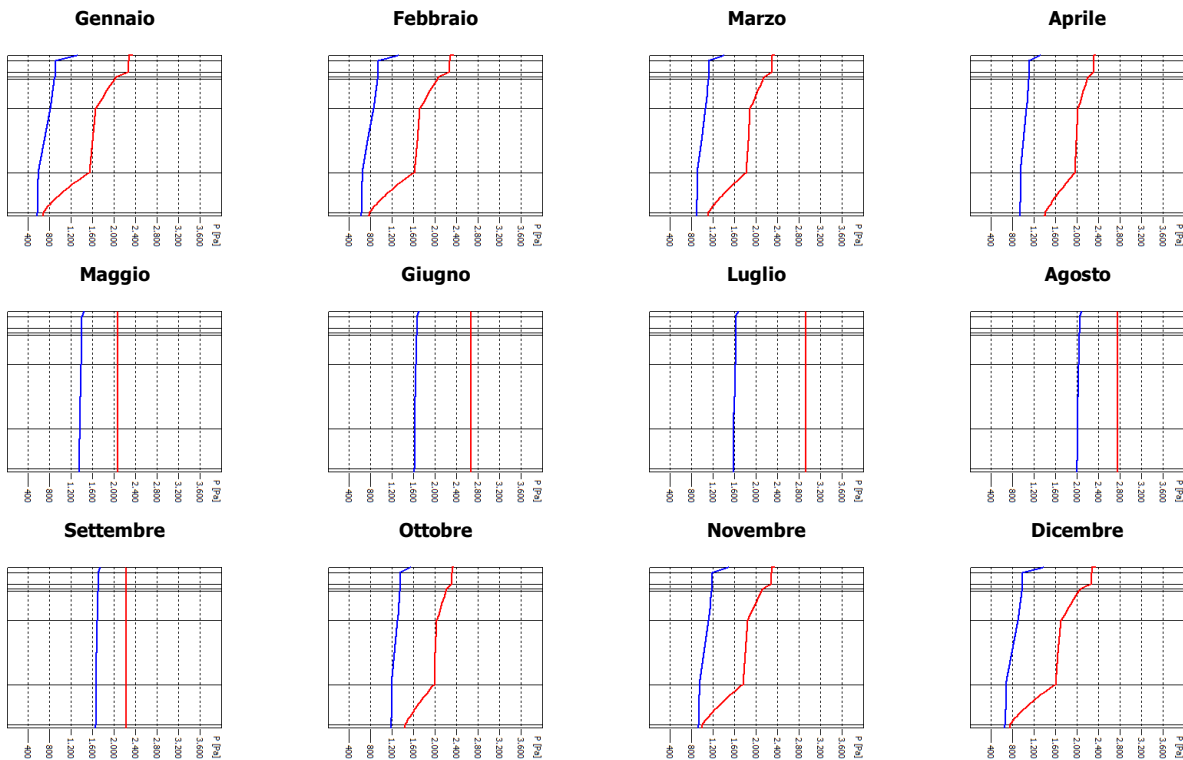
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

S4.3

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Piastrelle in ceramica	188	2,0	0,017
2	Caldana additivata per pannelli	1	4,2	0,042
3	Polistirene espanso estruso	1	2,0	0,571
4	Isolgomma G8	10	0,8	0,108
5	CLS cellulare (foacem) 0,097	6	11,0	1,134
6	Solaio di tipo predalles spessore 240 (40+160+40)	9	24,0	0,409
7	Lana di roccia Fibrangeo B-001	1	15,0	4,545
8	Cartongesso in lastre	8	1,3	0,060
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			60,3	7,097

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20,0	1321	1,2	554	19,5	14,5	0,7082	0,00000	0,00000
Febbraio	20,0	1314	3,1	614	19,6	14,4	0,6702	0,00000	0,00000
Marzo	20,0	1397	8,3	882	19,7	15,4	0,6052	0,00000	0,00000
Aprile	20,0	1316	11,9	928	19,8	14,4	0,3142	0,00000	0,00000
Maggio	18,0	1447	18,0	1347	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Giugno	22,1	1706	22,1	1606	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Luglio	23,6	1674	23,6	1574	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Agosto	22,6	2091	22,6	1991	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Settembre	19,1	1749	19,1	1649	0,0	0,0	0,0000	0,00000	0,00000
Ottobre	20,0	1545	12,3	1172	19,8	17,0	0,6051	0,00000	0,00000
Novembre	20,0	1488	6,8	919	19,7	16,4	0,7243	0,00000	0,00000
Dicembre	20,0	1367	2,6	649	19,6	15,0	0,7147	0,00000	0,00000



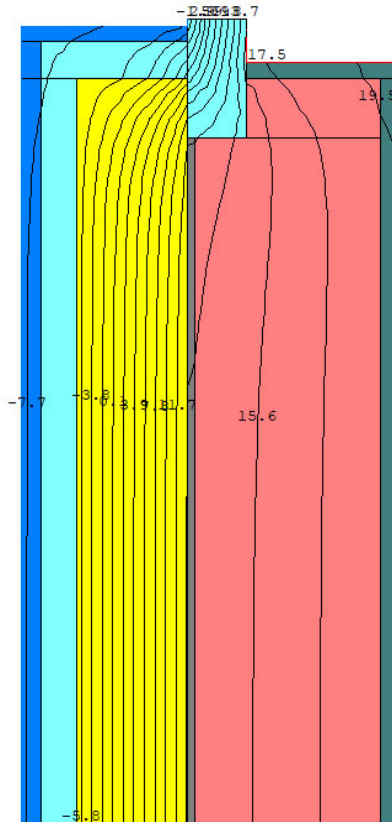
f_{rsi} Struttura: 0,976

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale

12. ALLEGATO 2 – PONTI TERMICI

Ponte termico PT01: M1 – Serramento



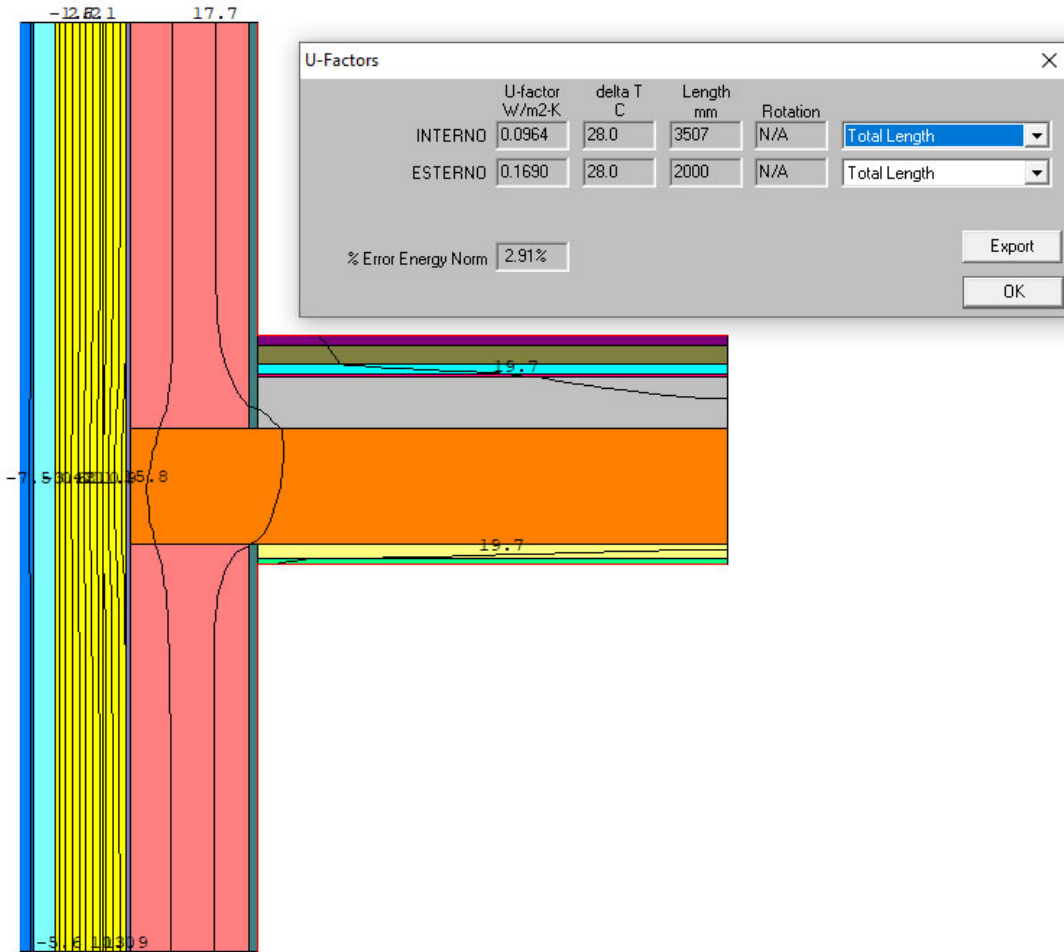
U-Factors					
	U-factor W/m ² ·K	delta T C	Length mm	Rotation	
INTERNO	0.2353	28.0	1280	N/A	Total Length
ESTERNO	0.2309	28.0	1304.61	N/A	Total Length

% Error Energy Norm

Export
OK

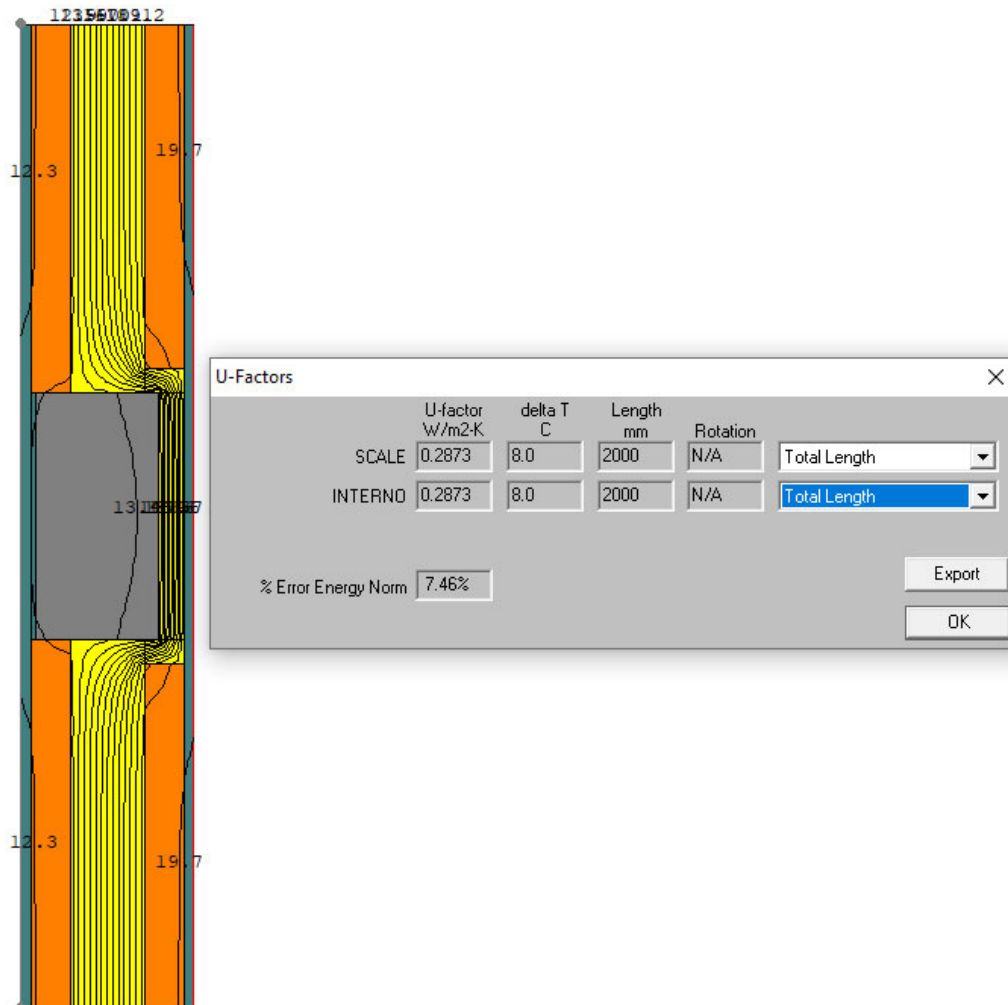
Trasmittanza termica lineare = - 0,468 W/mk

Ponte termico PT02: M1 – S1.1



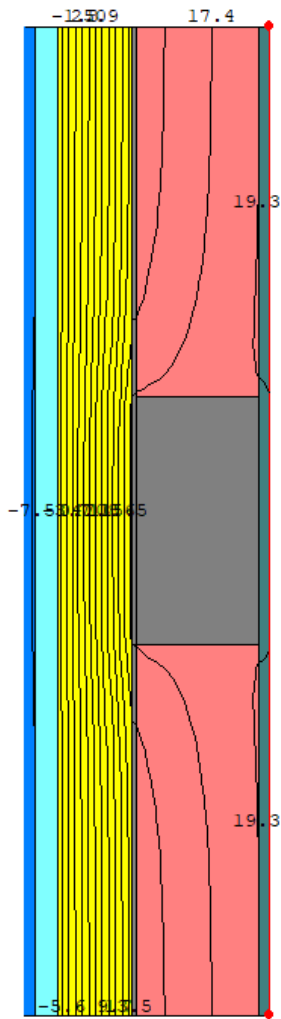
Trasmittanza termica lineare = 0,004 W/mk

Ponte termico PT03: M3 – Pilastro



Trasmittanza termica lineare = 0,205 W/mk

Ponte termico PT04: M1 - Pilastro

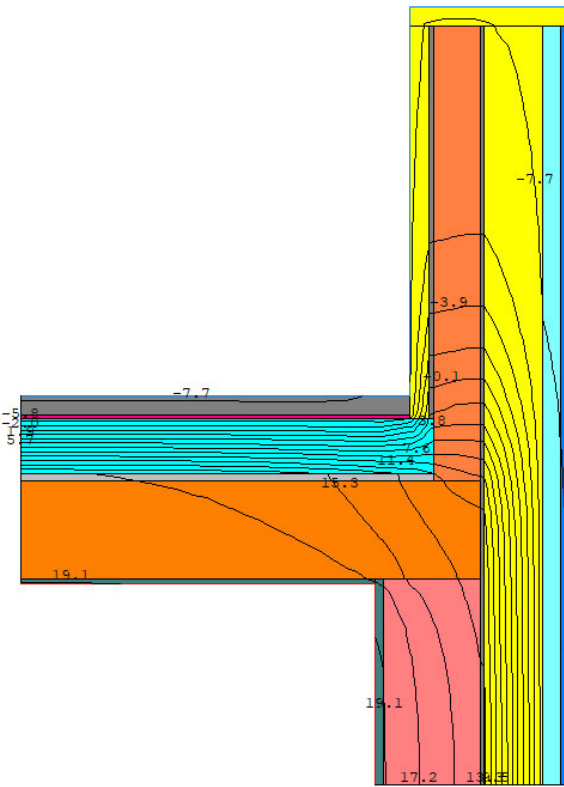


U-Factors					
	U-factor W/m2-K	delta T C	Length mm	Rotation	
INTERNO	0.1703	28.0	2000	N/A	Total Length
ESTERNO	0.1703	28.0	2000	N/A	Total Length
% Error Energy Norm					2.97%

Export
OK

Trasmittanza termica lineare = - 0,010 W/mk

Ponte termico PT05: M1 – S2.1/S2.2



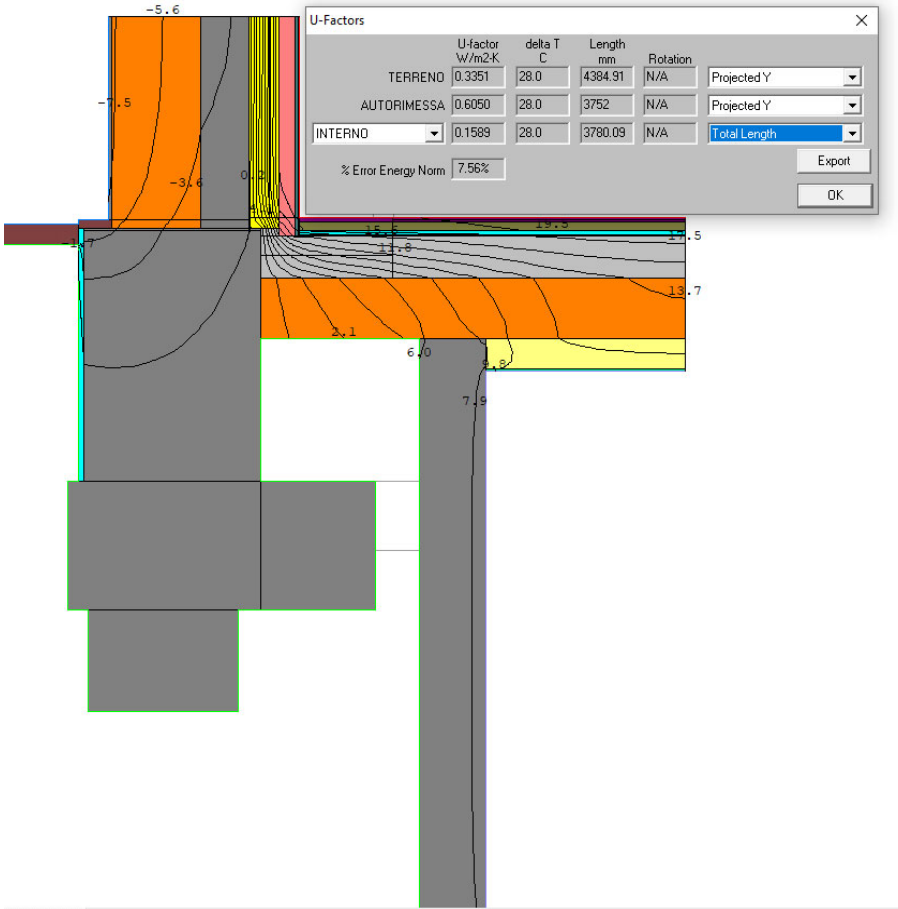
U-Factors					
	U-factor W/m ² K	delta T C	Length mm	Rotation	
INTERNO	0.3067	28.0	1427	N/A	Total Length
ESTERNO	0.0993	28.0	4408	N/A	Total Length

% Error Energy Norm: 7.71%

Export
OK

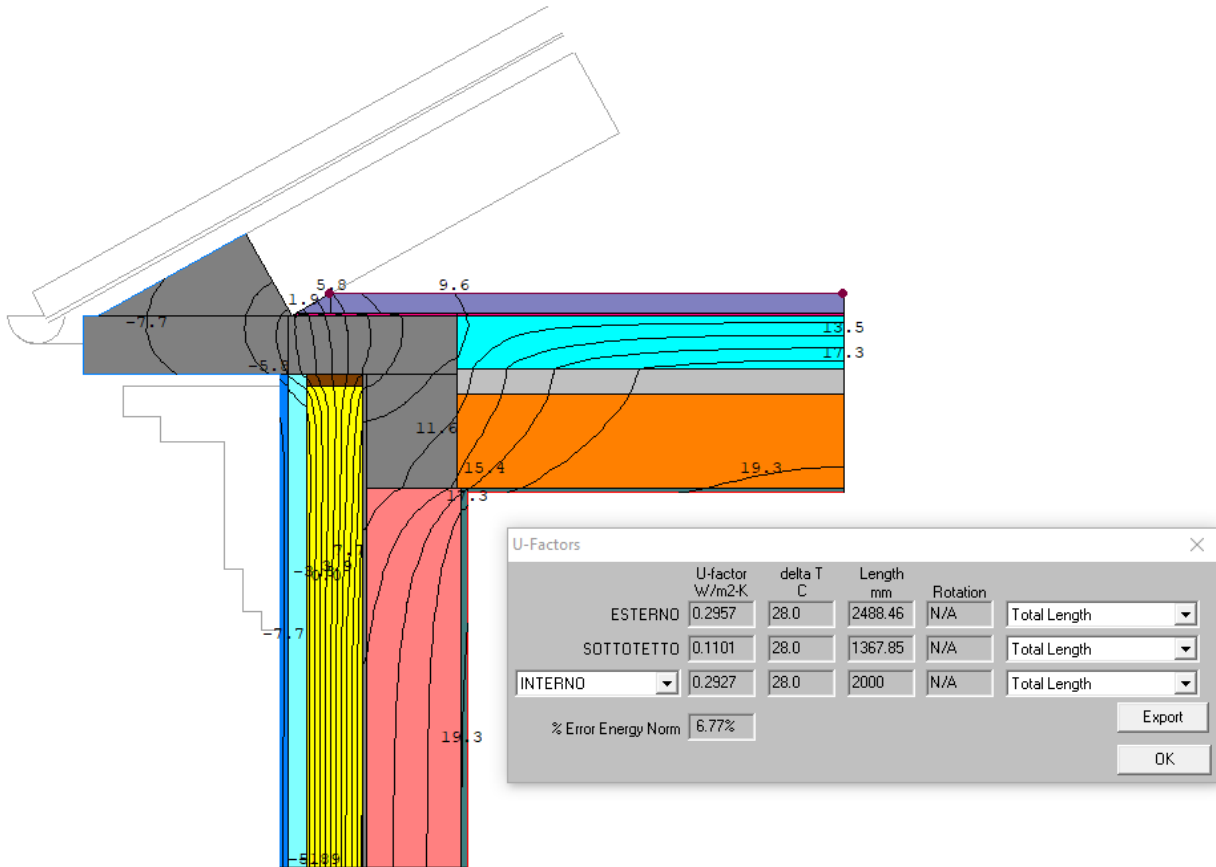
Trasmittanza termica lineare = 0,139 W/mk

Ponte termico PT06: M1.1 – S4.1



Trasmittanza termica lineare = - 0,030 W/mk

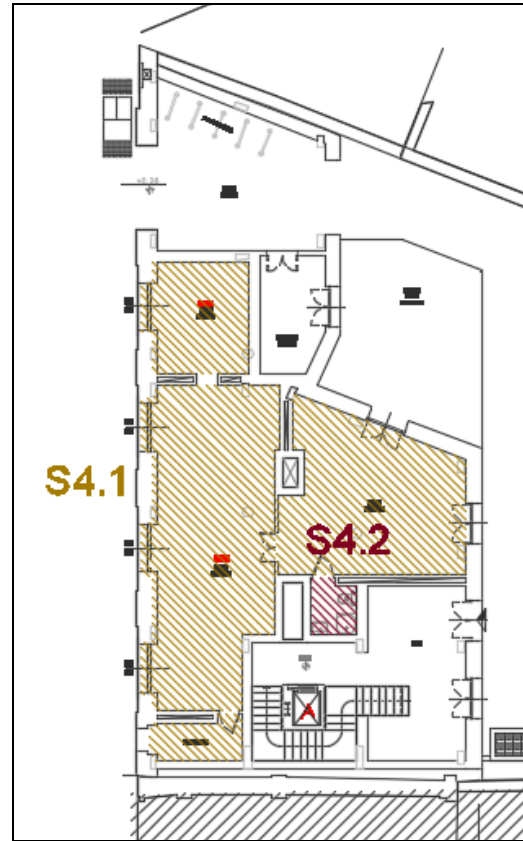
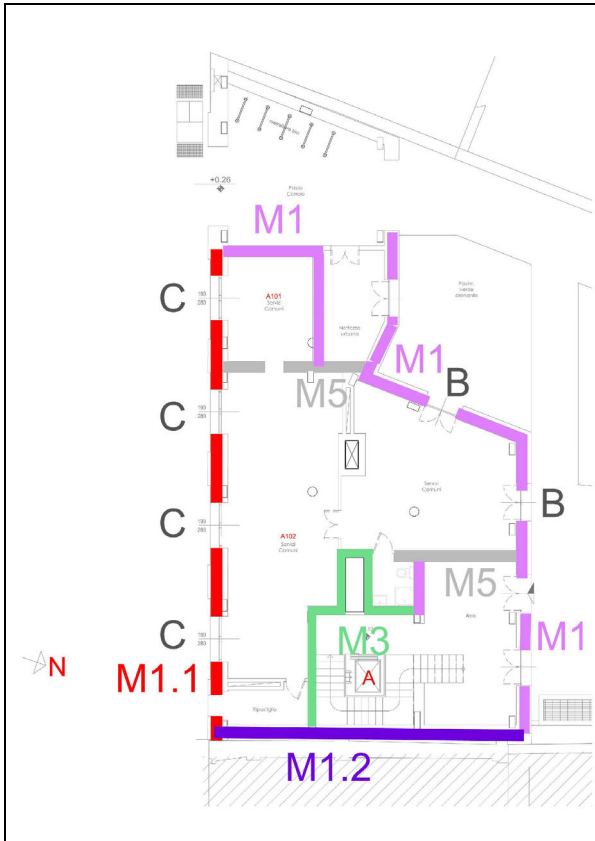
Ponte termico PT07: M1.1 – S2.3



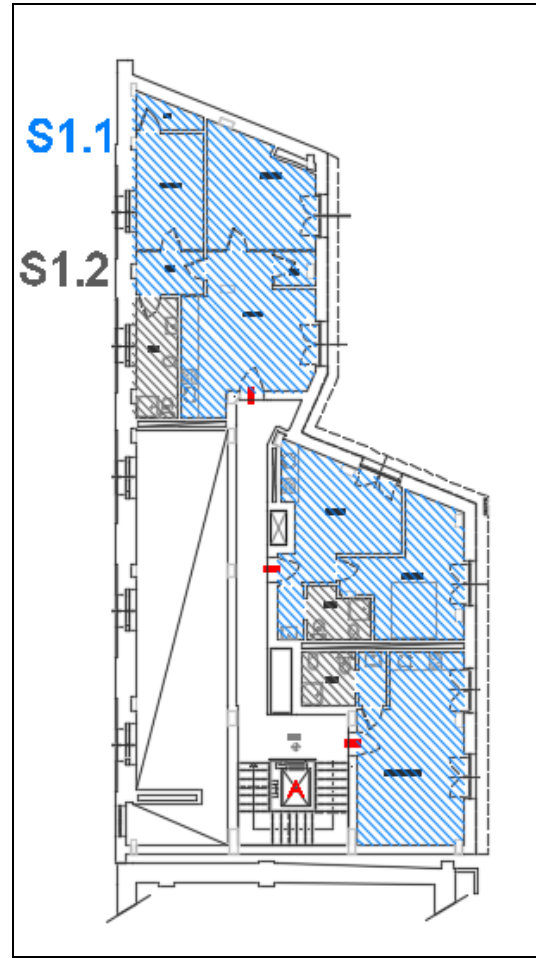
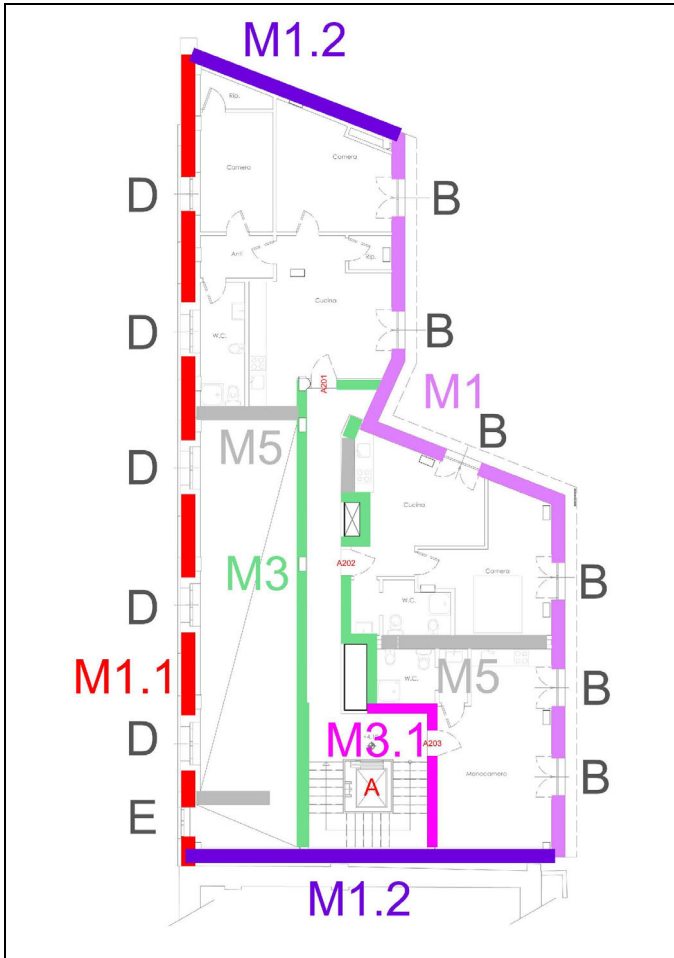
Trasmittanza termica lineare = 0,220 W/mk

13. ALLEGATO 3 – PLANIMETRIE CON INDIVIDUAZIONE CHIUSURE E PARTIZIONI VERTICALI E ORIZZONTALI

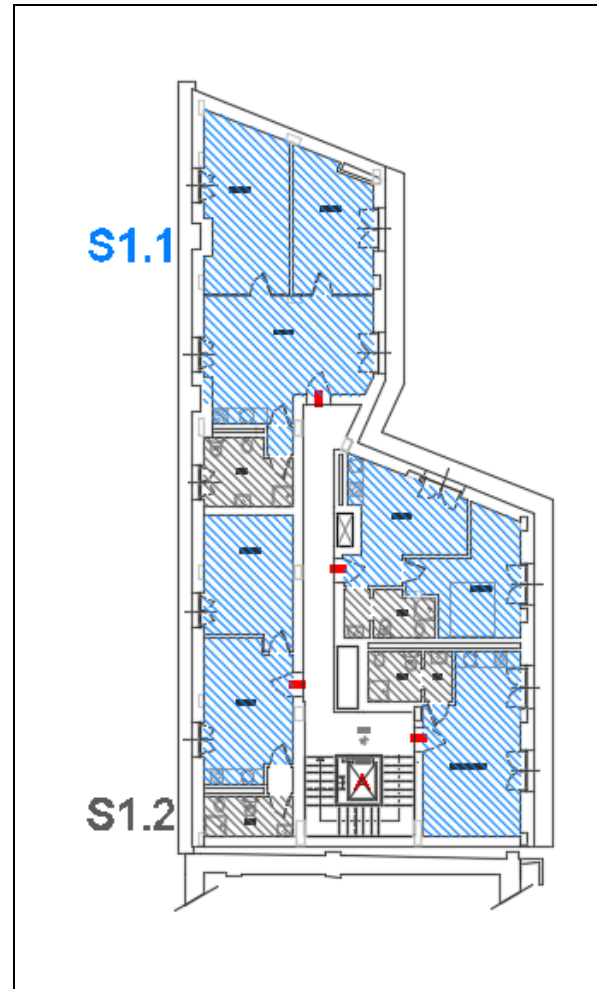
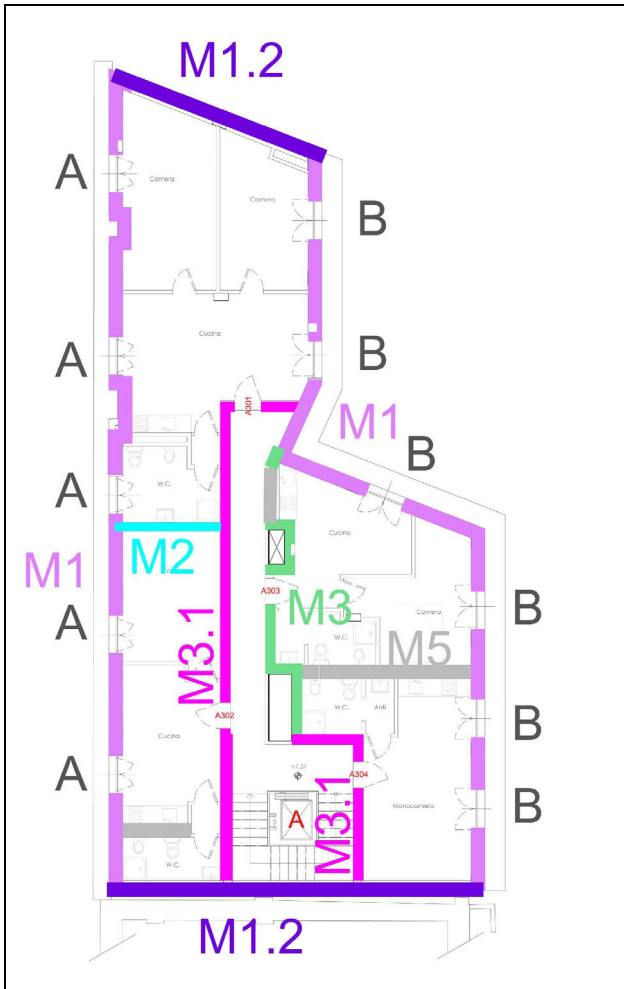
Piano Terra



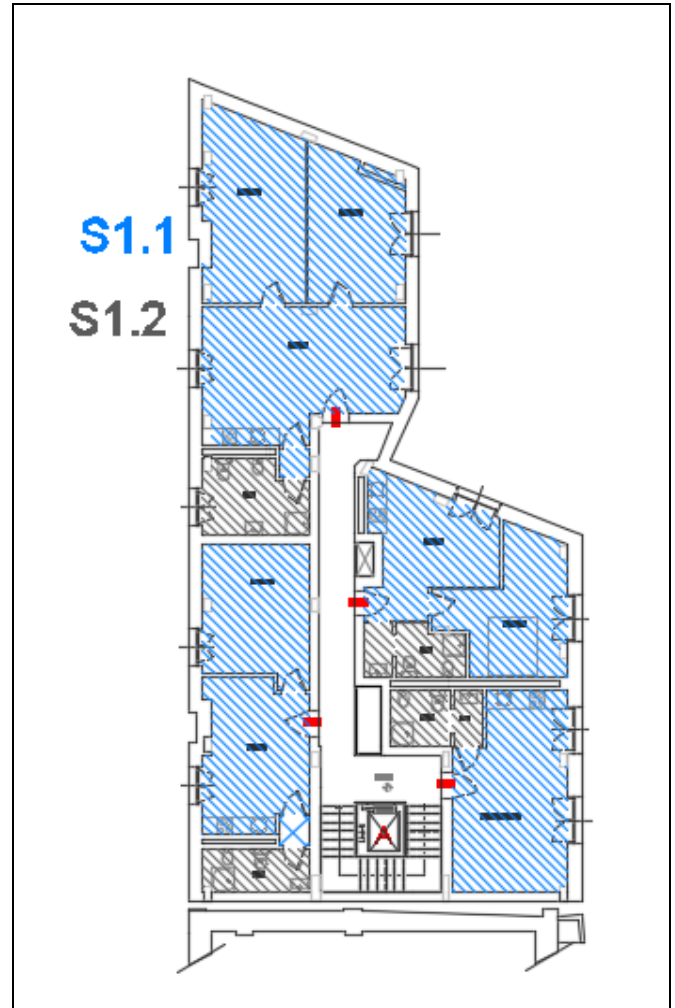
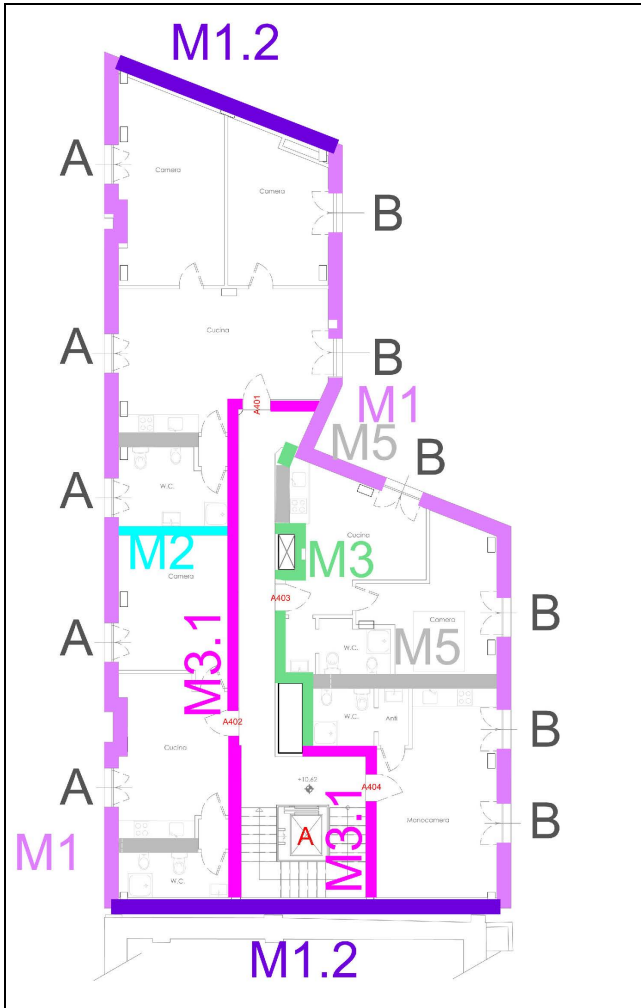
Piano Primo



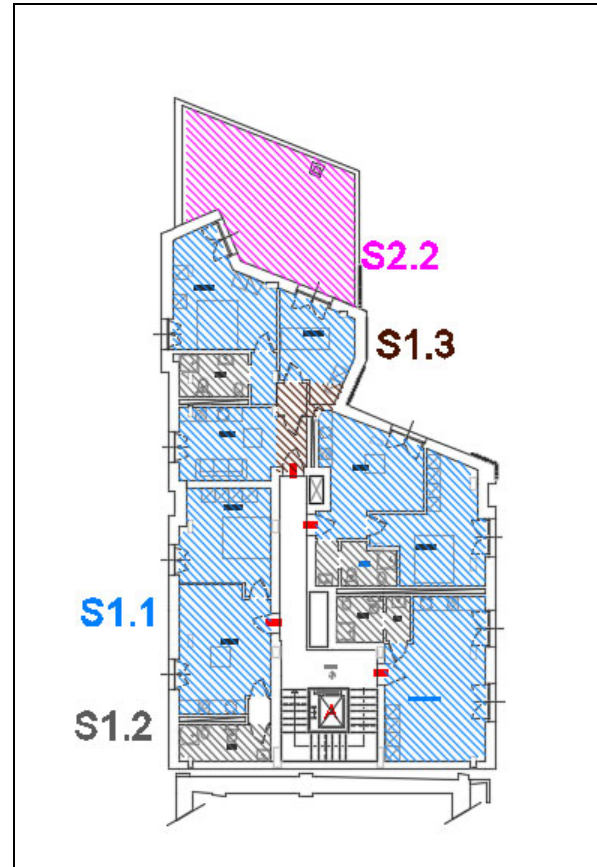
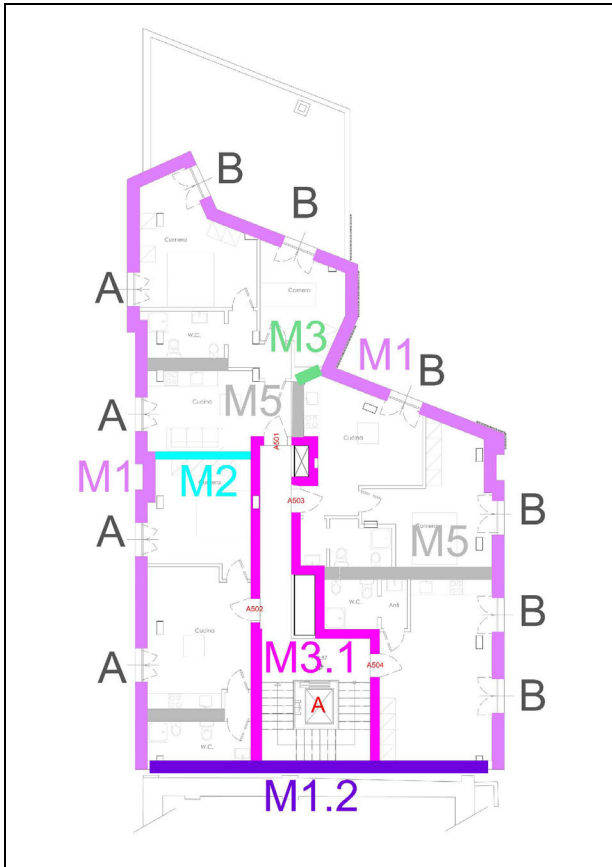
Piano Secondo



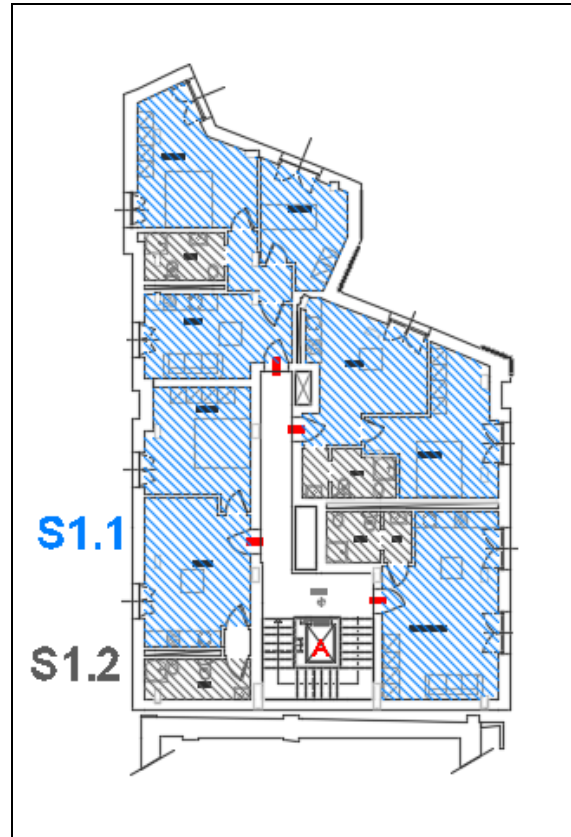
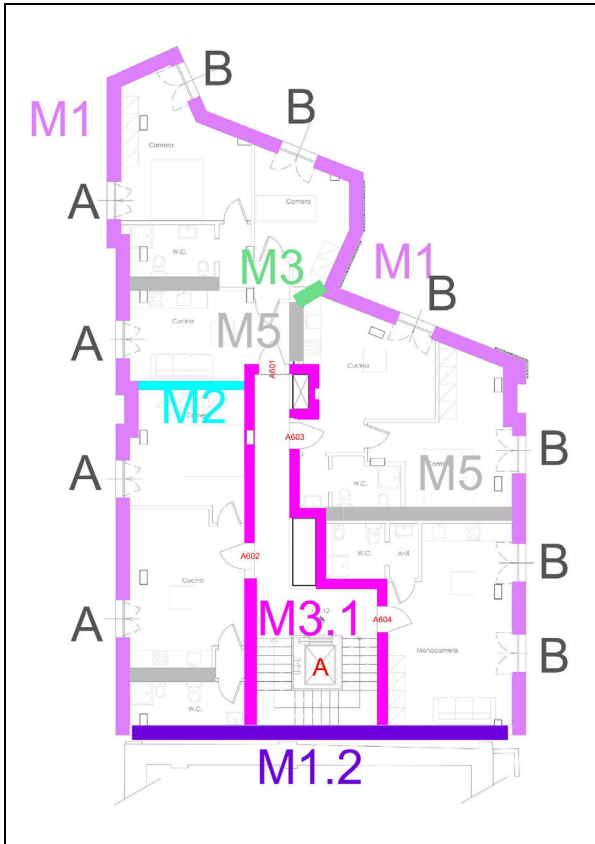
Piano Terzo



Piano Quarto



Piano Quinto



Piano Copertura

