

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società	BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team	Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



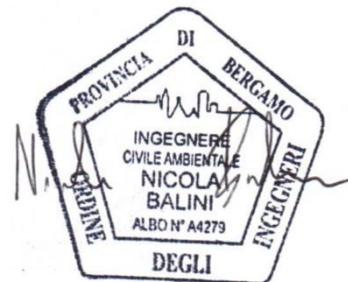
**RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELLE DISPOSIZIONI
ALLEGATE AL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015
D.D.U.O. 08 Marzo 2017, n. 2456
EX LEGGE 9 gennaio 1991, n. 10**

OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALAZZINA UFFICI DEL POLO SCOLASTICO, SITA NEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, VIA DANTE, 13.
FINANZIAMENTO MISSIONE 2 COMPONENTE 4 INVESTIMENTO 2.2 FONDI PNRR –
CUP: G74D22006320006 - CIG: 971281547F

COMMITTENTE: COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO
Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Settore: Ufficio tecnico
CODICE C.I.G. 971281547F

Revisione 00
Data, 10/05/2023

Ing. Nicola Balini



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 1
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 2
		Rev.00	10/05/2023	

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme di seguito elencate costituiscono i riferimenti principali sui quali si basa la metodologia di calcolo

Normativa nazionale

UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
UNI/TS 11300-3	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4	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
UNI/TS 11300-5	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
UNI/TS 11300-6	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

Normative regionali

Lombardia	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546
	Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456
	Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176
	Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224
	Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480
	Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
Emilia Romagna	Deliberazione della giunta regionale 25 luglio 2022, n.1261
	Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548
	Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385
	Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275
Valle d'Aosta	Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824
Provincia autonoma di Trento	Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
	Decreto del Presidente della Provincia 16 agosto 2022, n. 11-68/Leg
	Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163
Piemonte	Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162
	Deliberazione della giunta regionale n. 46-11968

Egregio Signor Sindaco del comune di Albano Sant`Alessandro, (BG)
e per conoscenza all'Ufficio Tecnico del comune di Albano Sant`Alessandro, (BG)

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie definite nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume climatizzato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Albano Sant`Alessandro Provincia BG

Progetto per la realizzazione di

Ristrutturazione edilizia di secondo livello comprendente l'isolamento delle strutture opache verticale perimetrali.

Edificio pubblico

Edificio ad uso pubblico

Sito in Via Dante 13

Richiesta Permesso di Costruire _____ Del _____

Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

Variante Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA _____ Del _____

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.2. - uffici e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente	<u>Comune di Albano Sant`Alessandro</u>
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	<u>Balini Ing. Nicola</u>
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	<u>Balini Ing. Nicola</u>
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	<u>Locatelli Ing. Fabio</u>

2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2525 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268,2 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	304,2 K

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

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S/V	Su [m ²]
I. C. Albano	2.160,65	3.118,06	0,69	687,57

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{inv} [°C]	φ _{inv} [%]
I. C. Albano	Interrato	20,0	50
I. C. Albano	PT-1P - Uffici	20,0	50
I. C. Albano	PT-1P - WC	20,0	50
I. C. Albano	Aula Magna	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

φ_{inv} valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
I. C. Albano	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
I. C. Albano	1.426,51	2.142,64	433,08

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	Test [°C]	φ _{est} [%]
I. C. Albano	Interrato	26,0	50
I. C. Albano	PT-1P - Uffici	26,0	50
I. C. Albano	PT-1P - WC	26,0	50
I. C. Albano	Aula Magna	26,0	50

Test Valore di progetto della temperatura interna estiva

φ_{est} Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
I. C. Albano	Non contabilizzato

Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: Sì No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare 0 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare 0 > 0.30 per coperture a falda

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti

La copertura non è oggetto di intervento

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture Sì No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

La copertura non è oggetto di intervento

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare:

Sì No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale:

Sì No

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

Gli impianti non sono oggetto di intervento

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

Si specifica che gli impianti non sono oggetto di intervento

5.1 Impianti termici – NON OGGETTO DI INTERVENTO

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto autonomo per la produzione di acqua calda sanitaria (bollitore per i soli bagni), riscaldamento e raffrescamento

Sistemi di generazione

Due caldaie in serie per il riscaldamento della parte di uffici e un'UTA a tutt'aria per la climatizzazione dell'aula magna.

Sistemi di termoregolazione

Termoregolazione diretta sul terminale per gli uffici, termoregolazione di zona per l'aula magna e per i bagni.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Assente

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Tubazioni in multistrato isolate termicamente

Sistemi di ventilazione forzata

Non è presente alcun sistema di ventilazione meccanica controllata. la ventilazione avviene naturalmente.

Sistemi di accumulo termico

Accumulo da 80 litri per l'acqua calda sanitaria

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

Bollitore elettrico

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Tubazioni in multistrato isolate termicamente

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) Si No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore N.D.

Filtro di sicurezza Si No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria Si No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro Si No

GENERATORE A COMBUSTIONE

Buderus GB112-43

Generatore di calore a biomassa SI NO

Combustibile utilizzato Metano

Fluido termovettore Acqua

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ventilconvettori/ altro Fluido termovettore)

Radiatori nei bagni, ventilconvettori nella zona ufficio.

Valore nominale della potenza termica utile 39,3 kW

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 97,8 %

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% Pn 105,0 %

Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

GENERATORE A COMBUSTIONE

Buderus GB112-43

Generatore di calore a biomassa SI NOCombustibile utilizzato MetanoFluido termovettore Acqua

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ventilconvettori/ altro Fluido termovettore)

Radiatori nei bagni, ventilconvettori nella zona ufficio.

Valore nominale della potenza termica utile 39,3 kWRendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 97,8 %Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% Pn 105,0 %

Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

GENERATORE A COMBUSTIONE

Buderus GB112-43 – Generatore fittizio per UTA

Generatore di calore a biomassa SI NOCombustibile utilizzato MetanoFluido termovettore Aria

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ventilconvettori/ altro Fluido termovettore)

Bocchette

Valore nominale della potenza termica utile 4,5 kWRendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 97,8 %Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% Pn 105,0 %

Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

SCALDA ACQUA ISTANTANEO

Boiler elettrico per produzione ACS

Combustibile utilizzato Energia elettricaFluido termovettore AcquaValore nominale della potenza termica utile 1,2 kWRendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 75,0 %

MACCHINA FRIGORIFERACarrier 30 RA 050

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna/Acqua

Temperatura dell'acqua in uscita:7,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettricaFunzionamento pompa RaffrescamentoPotenza nominale 49,0 kW**PRESTAZIONI**

Fattore di carico	EER
100 %	2,92

MACCHINA FRIGORIFERACarrier 30 RA 050 – Generatore fittizio per UTA

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna/Aria

Temperatura b.u. dell'aria nell'ambiente interno:7,00

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna:35,00

Funzionamento pompa Energia elettricaFunzionamento pompa RaffrescamentoPotenza nominale 4,5 kW**PRESTAZIONI**

Fattore di carico	EER
100 %	2,92

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

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

Tipo di conduzione invernale prevista:

 Continua con attenuazione notturna Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

 Continua con attenuazione notturna Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Termostati di zona

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica _____

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 2

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
I. C. Albano-Interrato	Termostato di zona	1	Termostato programmabile giornalmente e settimanalmente	2
I. C. Albano-PT-1P - Uffici	Regolazione di ambiente	Per singolo terminale	Termostato programmabile giornalmente e settimanalmente	2
I. C. Albano-PT-1P - WC	Termostato di zona	1	Termostato programmabile giornalmente e settimanalmente	2
I. C. Albano-Aula Magna	Termostato di zona	1	Termostato programmabile giornalmente e settimanalmente	2

N: numero apparecchi

Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore

d. Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	Tipologia	P [W]
U.I.1-Interrato	Ventilconvettori	26.800,0
U.I.1-PT-1P - Uffici	Ventilconvettori	70.000,0
U.I.1-PT-1P - WC	Radiatori	5.000,0
U.I.1-Aula Magna	Bocchette	4.600,0

*N Numero di apparecchi**P Potenza installata***f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Descrizione e caratteristiche principali

Non oggetto di intervento

g. Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Descrizione e caratteristiche principali

Non oggetto di intervento

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tipologia, conduttività termica, spessore (vedi allegati alla relazione tecnica)

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

 Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato**5.2 Impianti fotovoltaici**Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.3 Impianti solari termiciNella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.4 Impianti di illuminazioneNella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.5 Altri impiantiAltri impianti dell'edificio Si No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Livello minimo di efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili

Non oggetti di
intervento

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Di seguito si specifica per ogni elemento edilizio la tipologia di involucro, le caratteristiche del materiale isolante e la trasmittanza termica ante operam e post operam.

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	U ante opera	U post opera	Yie
M1_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm	0,246 W/(m ² K)	0,157 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,255 W/(m ² K)	0,161 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
M2_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm	0,251 W/(m ² K)	0,159 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
M2_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,248 W/(m ² K)	0,158 W/(m ² K)	0,000 W/(m ² K)
S4_PostIso-Solaio interpiano vs esterno	0,313 W/(m ² K)	0,235 W/(m ² K)	0,004 W/(m ² K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
M1_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm	Cappotto esterno	8	EPS
M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	Cappotto esterno	8	EPS
M2_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm	Cappotto esterno	8	EPS
M2_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	Cappotto esterno	8	EPS
S4_PostIso-Solaio interpiano vs esterno	Intradosso	4	EPS

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 12 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 13 e 14 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
M1_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm	0,84	0,96	SI
M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,84	0,96	SI
M2_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm	0,84	0,96	SI
M2_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,84	0,96	SI
S4_PostIso-Solaio interpiano vs esterno	0,84	0,94	SI

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
M1_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm	0,00	0,50	SI
M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,00	0,50	SI
M2_CLS_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm	0,00	0,50	SI
M2_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo	0,00	0,50	SI
S4_PostIso-Solaio interpiano vs esterno	0,01	0,50	SI

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,159 W/(m ² K)	0,280 W/(m ² K)	SI
Strutture orizzontali opache di pavimento	0,235 W/(m ² K)	0,290 W/(m ² K)	SI

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il valore limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 16 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gl	g,gl lim	Verificato
Verifica non richiesta	-	-	-

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
-	- W/(m ² K)	- W/(m ² K)	-

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore): vedi allegati alla relazione tecnica.

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: vedi allegati alla relazione tecnica.

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso: vedi allegati alla relazione tecnica.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso: vedi allegati alla relazione tecnica.

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al comma 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.

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
H'T I. C. Albano	0,161	0,650	SI
H'T edificio intero	0,161	0,650	SI

H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T (UNI EN ISO 13789)

H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica Efficienza media stagionale

In caso di sola sostituzione del generatore di calore, le verifiche di efficienza media stagionale non sono richieste e si intendono rispettate se l'efficienza dei nuovi generatori è superiore al limite normativo.

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento η_H ,limite	-
Verifica:	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W :	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato nell'edificio di riferimento η_W ,limite	-
Verifica:	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C	-
Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento η_C ,limite	-
Verifica:	-

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

Tipo collettore	-
Tipo installazione	-
Descrizione tipo installazione (se altro)	-
Tipo supporto	-
Descrizione tipo supporto (se altro)	-
Inclinazione	-°
Orientamento	-
Capacità accumulo	- l
Impianto integrazione (specificare tipo e alimentazione)	-
Percentuale copertura fabbisogno annuo	- %

d. Impianti fotovoltaici

Connessione impianto: - _____

Tipo moduli - _____

Tipo installazione - _____

Descrizione tipo installazione (se altro) - _____

Tipo supporto - _____

Descrizione tipo supporto (se altro) - _____

Inclinazione - ° _____

Orientamento - _____

Potenza installata - kW _____

Percentuale copertura fabbisogno annuo - % _____

e. Consuntivo energia**Energia prodotta in sito**

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
-		

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Gas naturale	kWh	72.720,86
Energia elettrica da rete	kWh	30.279,92

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
-		

Energia primaria**Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio**

Servizio	EPren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	3,29
Acqua calda sanitaria	0,62
Raffrescamento	4,80
Illuminazione	11,59
Ventilazione	0,40

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	124,71
Acqua calda sanitaria	2,57
Raffrescamento	19,92
Illuminazione	48,07
Ventilazione	1,65

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	E _P tot [kWh/(m ² a)]
Riscaldamento	128,00
Acqua calda sanitaria	3,19
Raffrescamento	24,72
Illuminazione	59,66
Ventilazione	2,05

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

Vedi allegati alla relazione tecnica

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

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

Art. 13. Del D.L. n. 73 del 17/07/2020 – Decreto Efficienza Energetica (modifiche all'art. 14 del D.L. n.102/2014)

8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.
- Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
- Altri eventuali allegati non obbligatori:

9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto Balini Ing. Nicola, iscritto a Ordine degli Ingegneri della provincia di Bergamo, n° A4279, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

DICHIARA

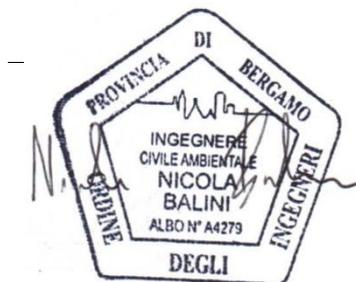
sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali

Data

10/05/2023

Firma



Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI E FINESTRATI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

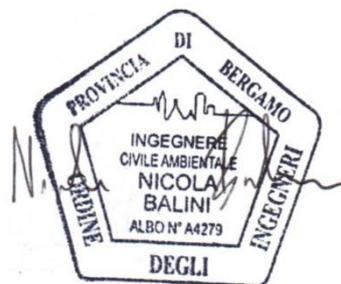
OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALAZZINA UFFICI DEL POLO SCOLASTICO, SITA NEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, VIA DANTE, 13.
FINANZIAMENTO MISSIONE 2 COMPONENTE 4 INVESTIMENTO 2.2 FONDI PNRR –
CUP: G74D22006320006 - CIG: 971281547F

COMMITTENTE: COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO
Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Settore: Ufficio tecnico
CODICE C.I.G. 971281547F

Revisione 00

Data, 10/05/2023

Ing. Nicola Balini



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I. C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 19
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I. C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 20
		Rev.00	10/05/2023	

M1_CLS_Postiso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm



Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,157 W/m ² K
Resistenza	6,370 m ² K/W	Massa superf.	733 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
B	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	80,0	0,400	0,200	1.800	1,00	5,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	90,0	0,035	2,571	70	1,03	1,0
D	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	20,0	0,110	0,182	1	1,00	1,0
E	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	250,0	1,650	0,152	2.200	1,00	70,0
F	Isolante in fibre di legno	30,0	0,040	0,750	566	0,35	4,0
G	Intonaco esterno	15,0	0,900	0,017	1.800	1,00	16,7
H	EPS bianco	80,0	0,035	2,286	19	1,50	30,0
I	Rasante per cappotto	10,0	0,470	0,021	1.400	0,36	15,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	590,0		6,370			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Albano Sant'Alessandro
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,0 °C	90,0 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,3 °C	79,0 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,7 °C	78,2 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	78,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	73,2 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,9 °C	79,0 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,8 °C	80,8 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,0 °C	83,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	70,9 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,1 °C	92,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,5 °C	94,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,6 °C	83,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,00 °C	681,60 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.803,10 Pa	22,80 °C	2.242,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,001 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,685 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,1 °C	1399,44 Pa	344,95 Pa	1744,39 Pa	20 °C	93 %
novembre	7,5 °C	977,68 Pa	543,75 Pa	1521,43 Pa	20 °C	94 %
dicembre	3,6 °C	658,2 Pa	682,2 Pa	1340,4 Pa	20 °C	83 %
gennaio	3,0 °C	681,6 Pa	703,5 Pa	1385,1 Pa	20 °C	90 %
febbraio	5,3 °C	703,17 Pa	621,85 Pa	1325,02 Pa	20 °C	79 %
marzo	8,7 °C	879,18 Pa	501,15 Pa	1380,33 Pa	20 °C	78 %
aprile	11,7 °C	1073,38 Pa	394,65 Pa	1468,03 Pa	20 °C	78 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,89°C	0,8385
novembre	16,71°C	0,7371
dicembre	14,73°C	0,6789
gennaio	15,24°C	0,7202
febbraio	14,56°C	0,6296
marzo	15,19°C	0,5744
aprile	16,15°C	0,5364

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,8385 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.381,7	1.322,0	1.377,9	1.466,1	1.612,1	2.106,5	2.243,2	2.244,3	1.632,7	1.742,7	1.518,8	1.337,1
	2.236,1	2.249,5	2.269,5	2.287,2	2.317,7	2.348,5	2.353,9	2.349,1	2.324,9	2.295,5	2.262,4	2.239,6
A-B	1.365,1	1.307,3	1.366,1	1.456,8	1.607,1	2.105,8	2.243,2	2.243,6	1.628,6	1.734,6	1.506,0	1.321,0
	2.164,2	2.186,9	2.220,8	2.251,1	2.303,5	2.357,0	2.366,5	2.358,0	2.316,0	2.265,4	2.208,8	2.170,1
B-C	1.363,2	1.305,7	1.364,7	1.455,8	1.606,5	2.105,7	2.243,1	2.243,5	1.628,2	1.733,7	1.504,5	1.319,2
	1.404,5	1.507,5	1.672,0	1.829,9	2.128,5	2.469,0	2.533,7	2.476,1	2.204,7	1.908,0	1.612,2	1.430,8
C-D	1.362,8	1.305,3	1.364,5	1.455,5	1.606,4	2.105,6	2.243,1	2.243,5	1.628,1	1.733,5	1.504,2	1.318,8
	1.361,0	1.467,4	1.638,1	1.802,9	2.116,6	2.477,1	2.545,9	2.484,6	2.197,0	1.884,7	1.576,0	1.388,1
D-E	742,0	756,6	922,2	1.107,3	1.417,9	2.076,9	2.242,6	2.217,9	1.477,2	1.429,1	1.024,4	716,8
	1.325,7	1.434,7	1.610,4	1.780,7	2.106,7	2.483,8	2.556,2	2.491,8	2.190,6	1.865,5	1.546,3	1.353,4
E-F	739,5	754,4	920,5	1.105,9	1.417,2	2.076,8	2.242,6	2.217,8	1.476,6	1.427,9	1.022,5	714,4
	1.162,4	1.282,1	1.479,0	1.674,2	2.058,4	2.517,5	2.607,2	2.527,3	2.159,2	1.772,8	1.406,7	1.192,6
F-G	734,4	749,8	916,8	1.103,0	1.415,6	2.076,6	2.242,6	2.217,6	1.475,3	1.425,3	1.018,5	709,4
	1.159,0	1.278,9	1.476,2	1.671,9	2.057,3	2.518,3	2.608,4	2.528,1	2.158,5	1.770,8	1.403,7	1.189,3
G-H	684,7	705,9	881,4	1.075,1	1.400,5	2.074,3	2.242,6	2.215,6	1.463,3	1.401,0	980,1	661,2
	766,1	898,9	1.132,6	1.381,5	1.915,9	2.623,5	2.769,6	2.639,4	2.065,3	1.513,2	1.044,6	798,9
H-I	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	763,0	895,9	1.129,7	1.379,0	1.914,6	2.624,5	2.771,1	2.640,4	2.064,4	1.511,0	1.041,7	795,9
I-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,8	18,9	19,2	19,4	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,5	19,1	18,8
C-D	12,0	13,1	14,7	16,1	18,5	20,9	21,3	20,9	19,1	16,8	14,1	12,3
D-E	11,6	12,7	14,4	15,9	18,4	20,9	21,4	21,0	19,0	16,6	13,8	11,9
E-F	11,2	12,4	14,1	15,7	18,3	21,0	21,5	21,0	19,0	16,4	13,5	11,5
F-G	9,2	10,7	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,1	9,6
G-H	9,1	10,6	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,0	9,5
H-I	3,2	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,6	3,8
I-Add	3,1	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,6	3,7
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0009	-0,0752	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. F/G												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. G/H												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. H/I												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

gennaio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0009 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archivio gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0009 kg/m² D-E nel mese di gennaio

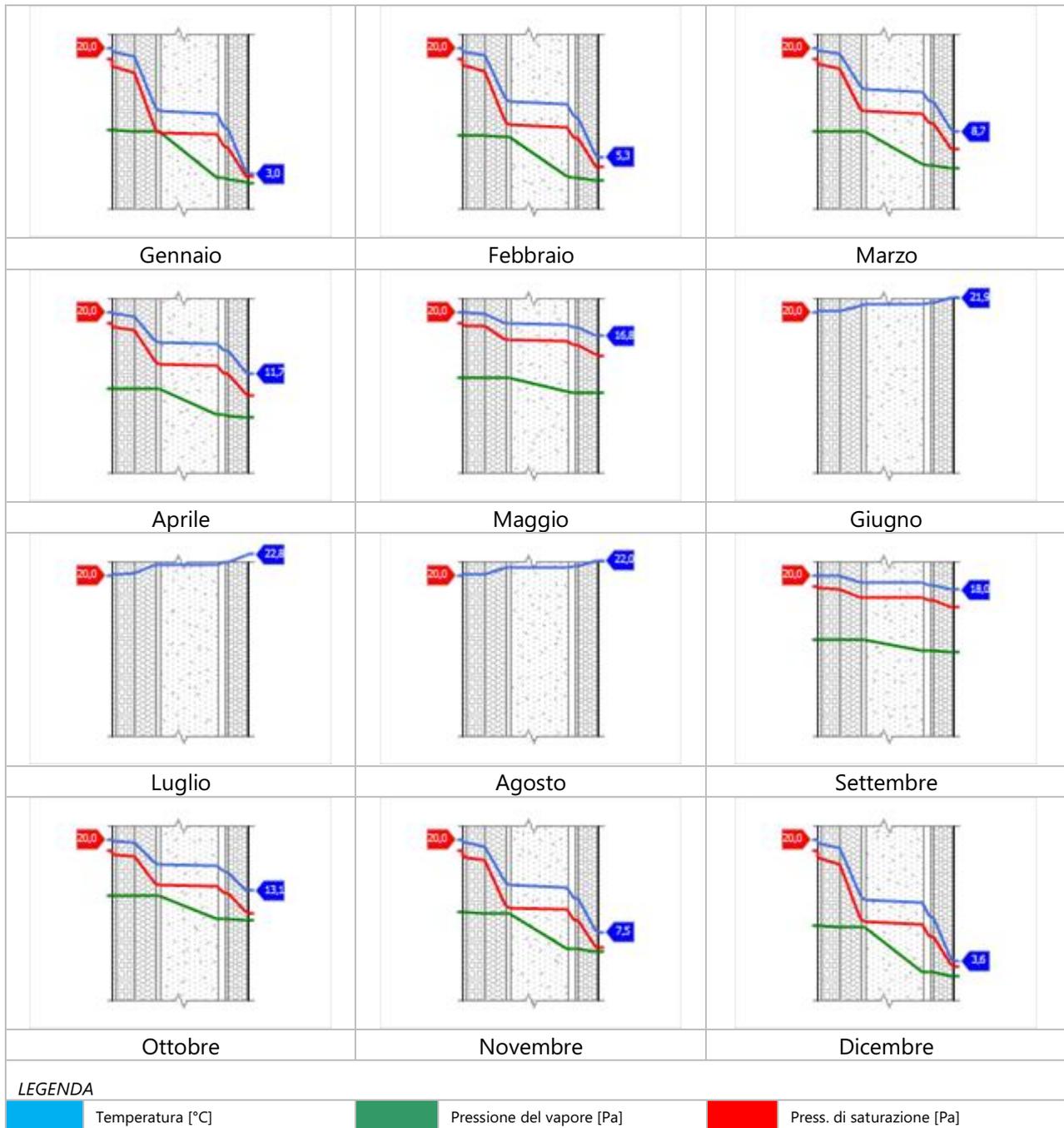
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0009 nel mese di gennaio kg/m² D-E

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia D-E - Formazione di condensa: 0,0009 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	733 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Albano Sant`Alessandro
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	22,8 °C
Temperatura massima estiva	33,8 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,9 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	250,00 W/m ²

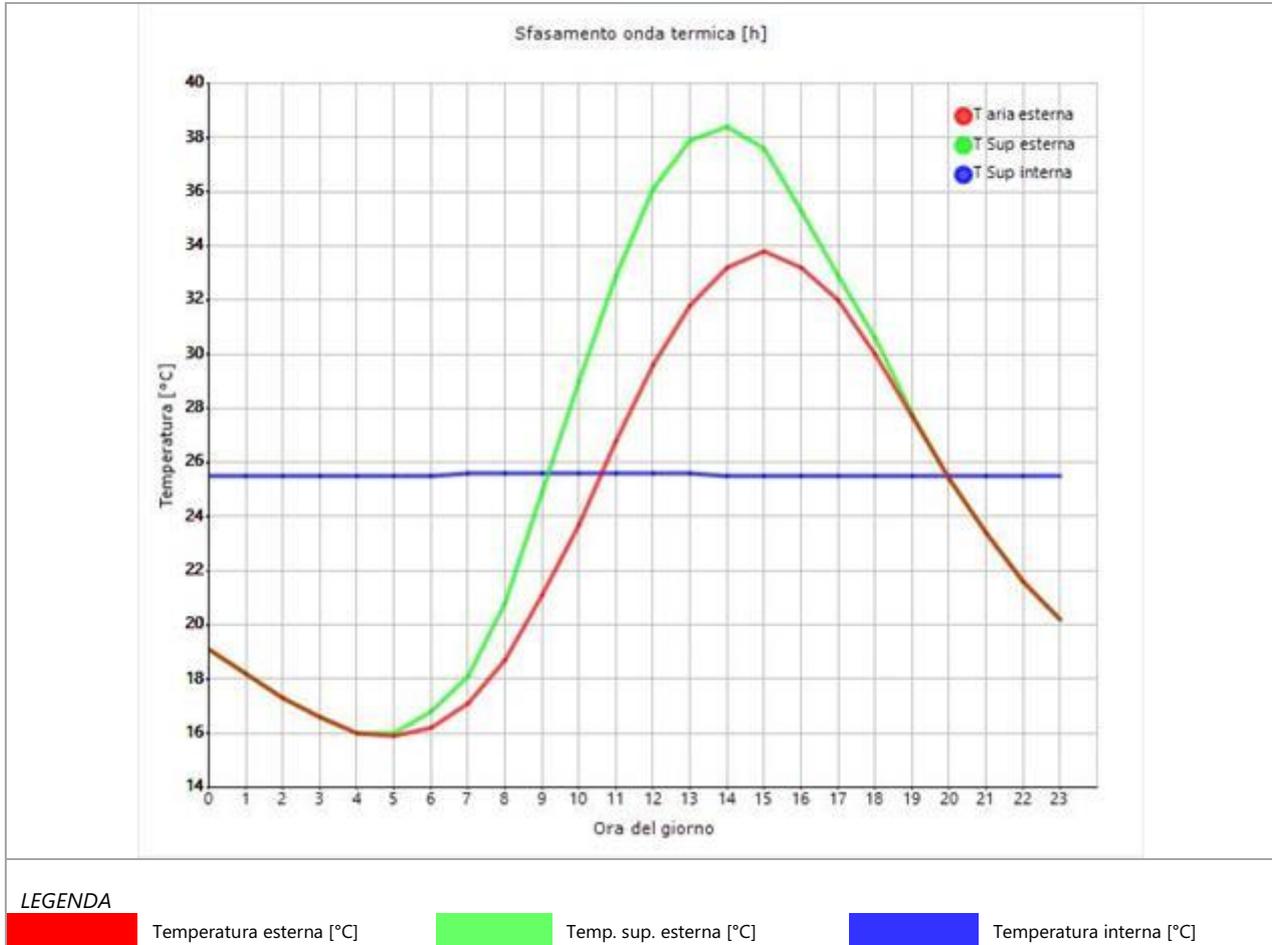
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	20h 14'
Fattore di attenuazione	0,0031
Capacità termica interna C1	62,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	8,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,7 W/m ² K
Ammettenza interna	0,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,2 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

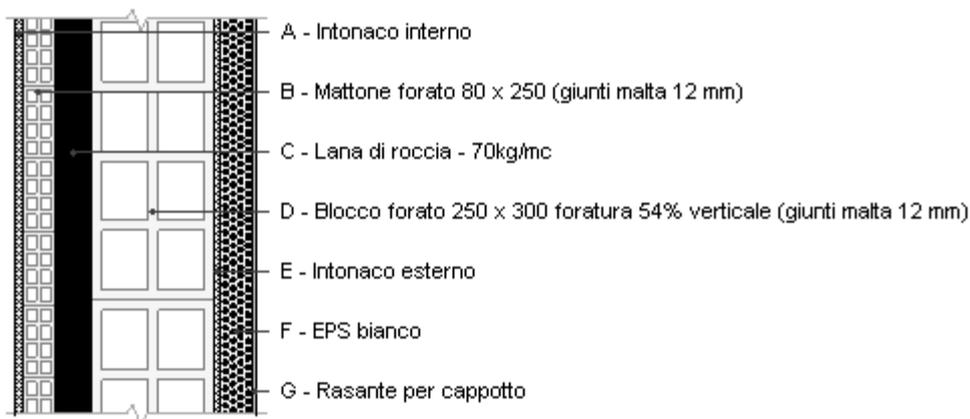
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	19,09	0,00	19,09	25,50
1:00	18,19	0,00	18,19	25,50
2:00	17,30	0,00	17,30	25,51
3:00	16,58	0,00	16,58	25,51
4:00	16,04	0,00	16,04	25,52
5:00	15,86	10,37	15,99	25,53
6:00	16,22	49,37	16,81	25,54
7:00	17,12	85,84	18,15	25,56
8:00	18,73	174,47	20,82	25,57
9:00	21,06	317,68	24,87	25,57
10:00	23,74	435,04	28,96	25,57
11:00	26,78	510,73	32,91	25,57
12:00	29,65	536,73	36,09	25,56
13:00	31,80	510,73	37,92	25,56
14:00	33,23	435,04	38,45	25,55
15:00	33,76	317,68	37,58	25,54
16:00	33,23	174,47	35,32	25,53
17:00	31,97	73,65	32,86	25,53
18:00	30,01	49,68	30,60	25,52

19:00	27,68	10,37	27,80	25,52
20:00	25,35	0,00	25,35	25,51
21:00	23,38	0,00	23,38	25,51
22:00	21,59	0,00	21,59	25,51
23:00	20,16	0,00	20,16	25,51

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo



Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,161 W/m ² K
Resistenza	6,227 m ² K/W	Massa superf.	586 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
B	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	80,0	0,400	0,200	1.800	1,00	5,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	90,0	0,035	2,571	70	1,03	1,0
D	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	300,0	0,319	0,940	1.400	1,00	5,0
E	Intonaco esterno	15,0	0,900	0,017	1.800	1,00	16,7
F	EPS bianco	80,0	0,035	2,286	19	1,50	30,0
G	Rasante per cappotto	10,0	0,470	0,021	1.400	0,36	15,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	590,0		6,227			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Albano Sant'Alessandro
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,0 °C	90,0 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,3 °C	79,0 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,7 °C	78,2 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	78,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	73,2 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,9 °C	79,0 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,8 °C	80,8 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,0 °C	83,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	70,9 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,1 °C	92,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,5 °C	94,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,6 °C	83,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,00 °C	681,60 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.803,10 Pa	22,80 °C	2.242,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,938 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,938 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,1 °C	1399,44 Pa	344,95 Pa	1744,39 Pa	20 °C	93 %
novembre	7,5 °C	977,68 Pa	543,75 Pa	1521,43 Pa	20 °C	94 %
dicembre	3,6 °C	658,2 Pa	682,2 Pa	1340,4 Pa	20 °C	83 %
gennaio	3,0 °C	681,6 Pa	703,5 Pa	1385,1 Pa	20 °C	90 %
febbraio	5,3 °C	703,17 Pa	621,85 Pa	1325,02 Pa	20 °C	79 %
marzo	8,7 °C	879,18 Pa	501,15 Pa	1380,33 Pa	20 °C	78 %
aprile	11,7 °C	1073,38 Pa	394,65 Pa	1468,03 Pa	20 °C	78 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,89°C	0,8385
novembre	16,71°C	0,7371
dicembre	14,73°C	0,6789
gennaio	15,24°C	0,7202
febbraio	14,56°C	0,6296
marzo	15,19°C	0,5744
aprile	16,15°C	0,5364

θ_e : temperatura esterna
 P_e : pressione esterna
 ΔP : variazione di pressione
 P_i : pressione interna
 θ_i : temperatura interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
 f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,8385 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.368,0	1.309,9	1.368,1	1.458,4	1.608,0	2.105,9	2.243,2	2.243,7	1.629,3	1.736,0	1.508,2	1.323,8
	2.233,8	2.247,5	2.267,9	2.286,1	2.317,2	2.348,7	2.354,3	2.349,4	2.324,6	2.294,6	2.260,7	2.237,4
A-B	1.285,9	1.237,4	1.309,7	1.412,4	1.583,1	2.102,1	2.243,1	2.240,3	1.609,4	1.695,8	1.444,8	1.244,2
	2.160,4	2.183,6	2.218,3	2.249,2	2.302,8	2.357,4	2.367,2	2.358,5	2.315,5	2.263,8	2.206,0	2.166,4
B-C	1.276,7	1.229,2	1.303,1	1.407,2	1.580,3	2.101,7	2.243,1	2.240,0	1.607,2	1.691,2	1.437,6	1.235,3
	1.387,9	1.492,3	1.659,1	1.819,7	2.124,0	2.472,0	2.538,3	2.479,3	2.201,8	1.899,1	1.598,4	1.414,5
C-D	968,9	957,1	1.083,8	1.234,5	1.486,8	2.087,4	2.242,8	2.227,3	1.532,3	1.540,3	1.199,7	936,8
	1.173,4	1.292,5	1.488,0	1.681,6	2.061,8	2.515,1	2.603,6	2.524,8	2.161,4	1.779,3	1.416,2	1.203,5
D-E	943,2	934,4	1.065,6	1.220,2	1.479,0	2.086,2	2.242,8	2.226,2	1.526,1	1.527,7	1.179,9	911,9
	1.169,9	1.289,2	1.485,1	1.679,3	2.060,7	2.515,9	2.604,7	2.525,6	2.160,7	1.777,2	1.413,2	1.200,0
E-F	697,0	716,8	890,1	1.082,0	1.404,2	2.074,8	2.242,6	2.216,1	1.466,2	1.407,0	989,6	673,1
	766,3	899,1	1.132,7	1.381,6	1.916,0	2.623,4	2.769,5	2.639,3	2.065,3	1.513,4	1.044,8	799,1
F-G	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	763,2	896,1	1.129,8	1.379,1	1.914,7	2.624,4	2.771,1	2.640,4	2.064,5	1.511,1	1.041,8	796,0
G-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,6	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,7	18,9	19,2	19,4	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,5	19,1	18,8
C-D	11,8	13,0	14,6	16,0	18,5	20,9	21,3	21,0	19,0	16,7	14,0	12,1
D-E	9,3	10,8	12,9	14,8	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,7	12,2	9,7
E-F	9,3	10,7	12,9	14,8	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,7	12,1	9,7
F-G	3,2	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,6	3,8
G-Add	3,1	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,6	3,7
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

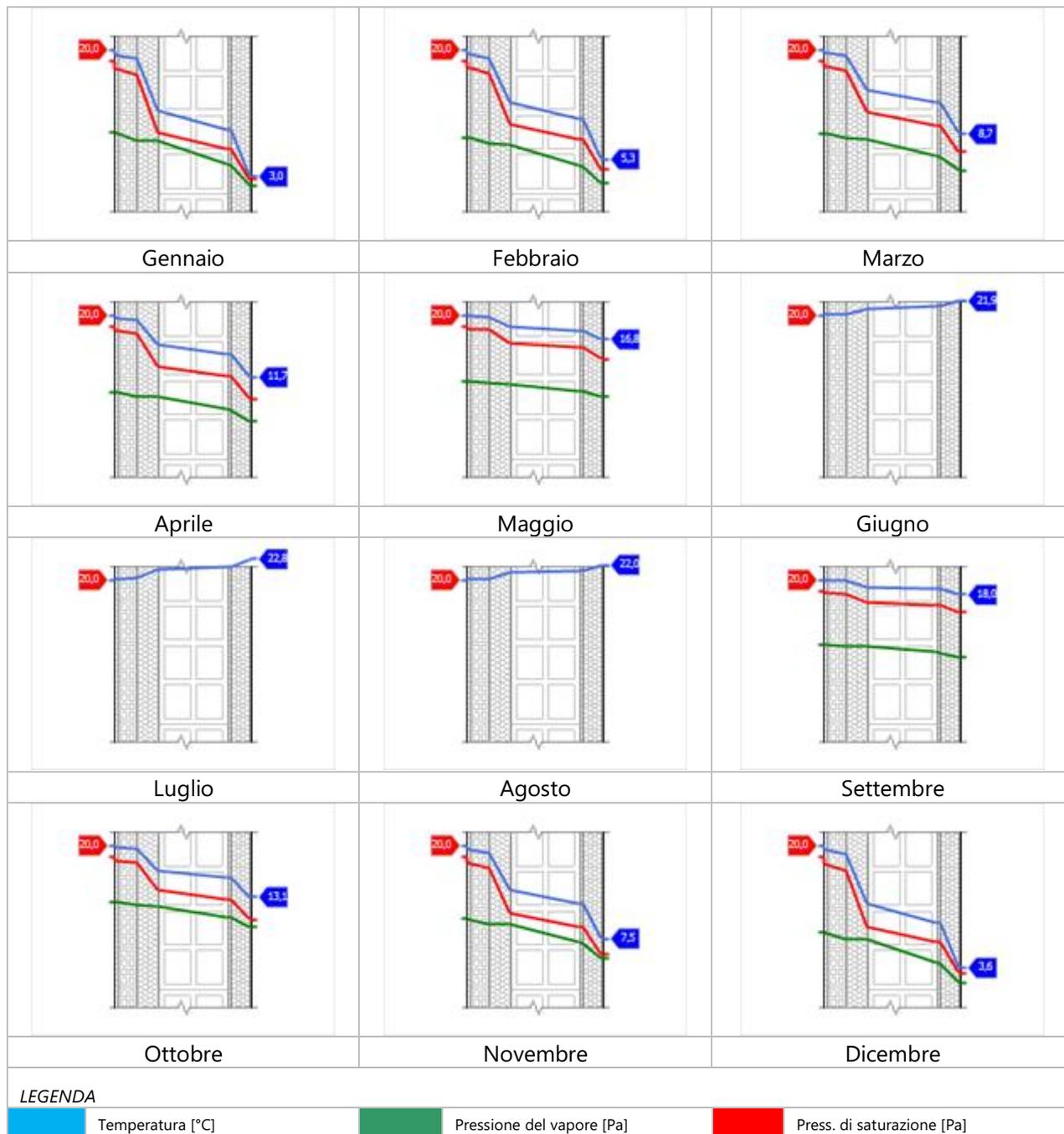
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	586 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Albano Sant`Alessandro
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	22,8 °C
Temperatura massima estiva	33,8 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,9 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	250,00 W/m ²

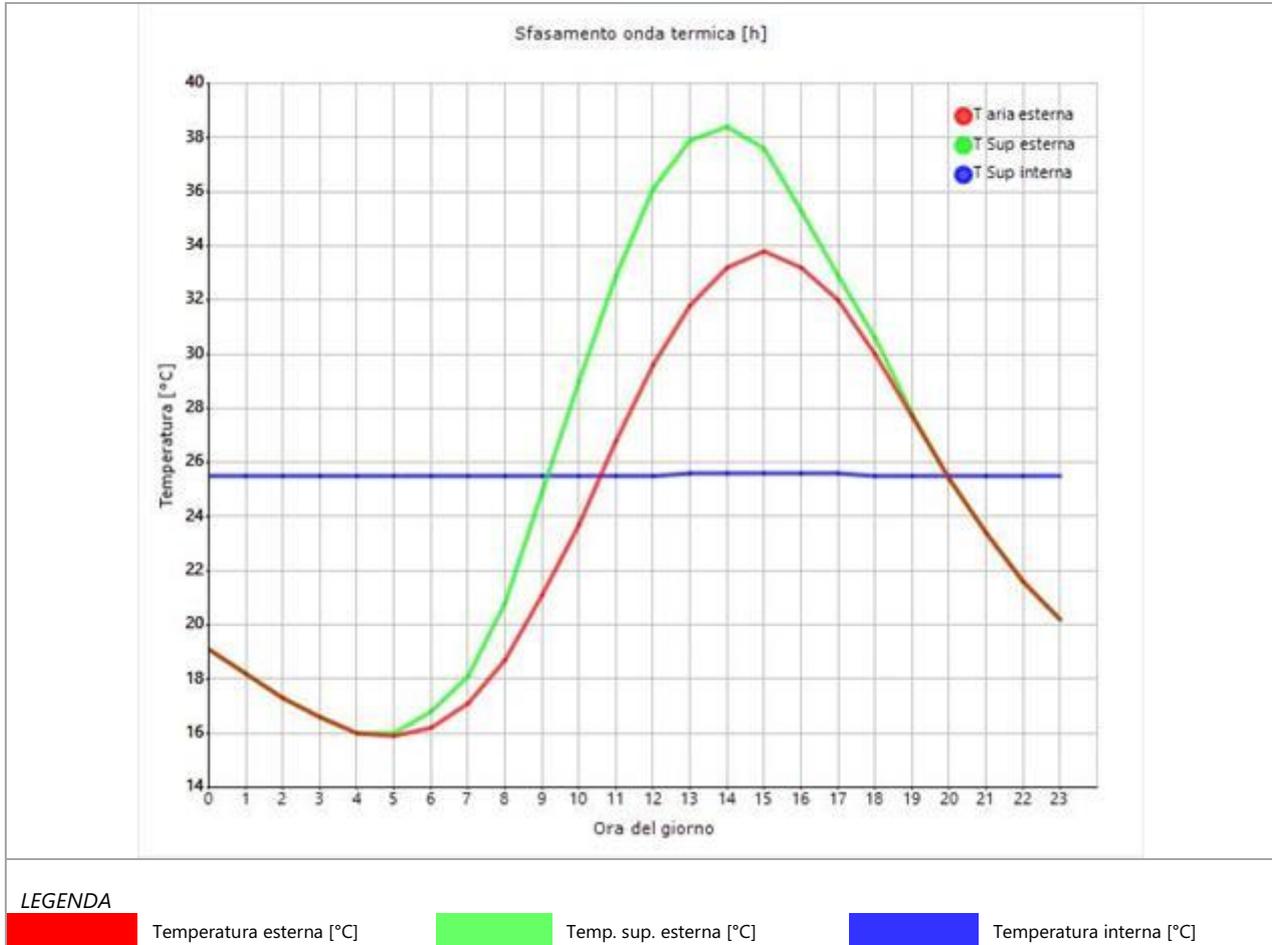
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	24h 58'
Fattore di attenuazione	0,0020
Capacità termica interna C1	62,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	8,2 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,7 W/m ² K
Ammettenza interna	0,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,0 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

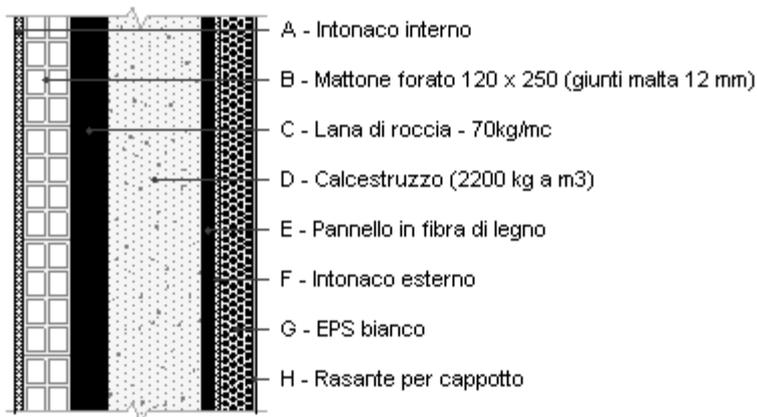
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	19,09	0,00	19,09	25,52
1:00	18,19	0,00	18,19	25,52
2:00	17,30	0,00	17,30	25,52
3:00	16,58	0,00	16,58	25,52
4:00	16,04	0,00	16,04	25,52
5:00	15,86	10,37	15,99	25,51
6:00	16,22	49,37	16,81	25,51
7:00	17,12	85,84	18,15	25,52
8:00	18,73	174,47	20,82	25,52
9:00	21,06	317,68	24,87	25,52
10:00	23,74	435,04	28,96	25,53
11:00	26,78	510,73	32,91	25,54
12:00	29,65	536,73	36,09	25,55
13:00	31,80	510,73	37,92	25,55
14:00	33,23	435,04	38,45	25,56
15:00	33,76	317,68	37,58	25,56
16:00	33,23	174,47	35,32	25,56
17:00	31,97	73,65	32,86	25,55
18:00	30,01	49,68	30,60	25,55

19:00	27,68	10,37	27,80	25,54
20:00	25,35	0,00	25,35	25,54
21:00	23,38	0,00	23,38	25,53
22:00	21,59	0,00	21,59	25,53
23:00	20,16	0,00	20,16	25,53

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



M2_CLS_Postiso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm



Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,159 W/m ² K
Resistenza	6,286 m ² K/W	Massa superf.	748 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,387	0,310	1.800	1,00	5,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	90,0	0,035	2,571	70	1,03	1,0
D	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	230,0	1,650	0,139	2.200	1,00	70,0
E	Pannello in fibra di legno	30,0	0,040	0,750	140	0,50	3,0
F	Intonaco esterno	15,0	0,900	0,017	1.800	1,00	16,7
G	EPS bianco	80,0	0,035	2,286	19	1,50	30,0
H	Rasante per cappotto	10,0	0,470	0,021	1.400	0,36	15,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	590,0		6,286			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Albano Sant`Alessandro
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,0 °C	90,0 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,3 °C	79,0 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,7 °C	78,2 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	78,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	73,2 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,9 °C	79,0 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,8 °C	80,8 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,0 °C	83,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	70,9 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,1 °C	92,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,5 °C	94,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,6 °C	83,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,00 °C	681,60 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.803,10 Pa	22,80 °C	2.242,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,832 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,832 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,1 °C	1399,44 Pa	344,95 Pa	1744,39 Pa	20 °C	93 %
novembre	7,5 °C	977,68 Pa	543,75 Pa	1521,43 Pa	20 °C	94 %
dicembre	3,6 °C	658,2 Pa	682,2 Pa	1340,4 Pa	20 °C	83 %
gennaio	3,0 °C	681,6 Pa	703,5 Pa	1385,1 Pa	20 °C	90 %
febbraio	5,3 °C	703,17 Pa	621,85 Pa	1325,02 Pa	20 °C	79 %
marzo	8,7 °C	879,18 Pa	501,15 Pa	1380,33 Pa	20 °C	78 %
aprile	11,7 °C	1073,38 Pa	394,65 Pa	1468,03 Pa	20 °C	78 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,89°C	0,8385
novembre	16,71°C	0,7371
dicembre	14,73°C	0,6789
gennaio	15,24°C	0,7202
febbraio	14,56°C	0,6296
marzo	15,19°C	0,5744
aprile	16,15°C	0,5364

θ_e : temperatura esterna
 P_e : pressione esterna
 ΔP : variazione di pressione
 P_i : pressione interna
 θ_i : temperatura interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
 f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,8385 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.381,4	1.321,8	1.377,7	1.466,0	1.612,1	2.106,5	2.243,2	2.244,3	1.632,6	1.742,6	1.518,6	1.336,8
	2.234,8	2.248,4	2.268,6	2.286,6	2.317,4	2.348,6	2.354,2	2.349,2	2.324,7	2.295,0	2.261,4	2.238,3
A-B	1.355,0	1.298,4	1.358,9	1.451,2	1.604,0	2.105,3	2.243,1	2.243,2	1.626,2	1.729,6	1.498,2	1.311,2
	2.122,9	2.150,8	2.192,6	2.230,2	2.295,3	2.362,0	2.374,0	2.363,3	2.310,8	2.247,9	2.177,8	2.130,1
B-C	1.353,0	1.296,7	1.357,5	1.450,0	1.603,4	2.105,2	2.243,1	2.243,1	1.625,7	1.728,7	1.496,6	1.309,3
	1.368,2	1.474,1	1.643,8	1.807,4	2.118,6	2.475,7	2.543,9	2.483,2	2.198,3	1.888,6	1.582,0	1.395,2
C-D	745,2	759,4	924,5	1.109,1	1.418,9	2.077,1	2.242,6	2.218,1	1.478,0	1.430,6	1.026,9	719,9
	1.335,1	1.443,5	1.617,8	1.786,7	2.109,4	2.482,0	2.553,4	2.489,8	2.192,3	1.870,6	1.554,3	1.362,7
D-E	743,3	757,7	923,1	1.108,0	1.418,3	2.077,0	2.242,6	2.218,0	1.477,5	1.429,7	1.025,3	718,0
	1.168,8	1.288,1	1.484,2	1.678,5	2.060,3	2.516,1	2.605,1	2.525,9	2.160,5	1.776,6	1.412,2	1.198,9
E-F	737,8	752,8	919,2	1.104,9	1.416,6	2.076,7	2.242,6	2.217,7	1.476,2	1.427,0	1.021,1	712,7
	1.165,3	1.284,9	1.481,4	1.676,2	2.059,3	2.516,9	2.606,3	2.526,7	2.159,8	1.774,5	1.409,2	1.195,5
F-G	684,9	706,1	881,5	1.075,2	1.400,6	2.074,3	2.242,6	2.215,6	1.463,3	1.401,1	980,2	661,4
	766,2	899,0	1.132,7	1.381,5	1.916,0	2.623,4	2.769,5	2.639,3	2.065,3	1.513,3	1.044,7	799,0
G-H	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	763,1	896,0	1.129,8	1.379,0	1.914,7	2.624,4	2.771,1	2.640,4	2.064,5	1.511,0	1.041,8	796,0
H-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,6	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,5	18,7	19,0	19,2	19,7	20,2	20,3	20,2	19,8	19,4	18,9	18,5
C-D	11,6	12,8	14,4	15,9	18,4	20,9	21,4	21,0	19,0	16,6	13,8	11,9
D-E	11,3	12,4	14,2	15,7	18,4	21,0	21,4	21,0	19,0	16,5	13,6	11,6
E-F	9,3	10,7	12,9	14,8	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,1	9,7
F-G	9,2	10,7	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,1	9,6
G-H	3,2	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,6	3,8
H-Add	3,1	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,6	3,7
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

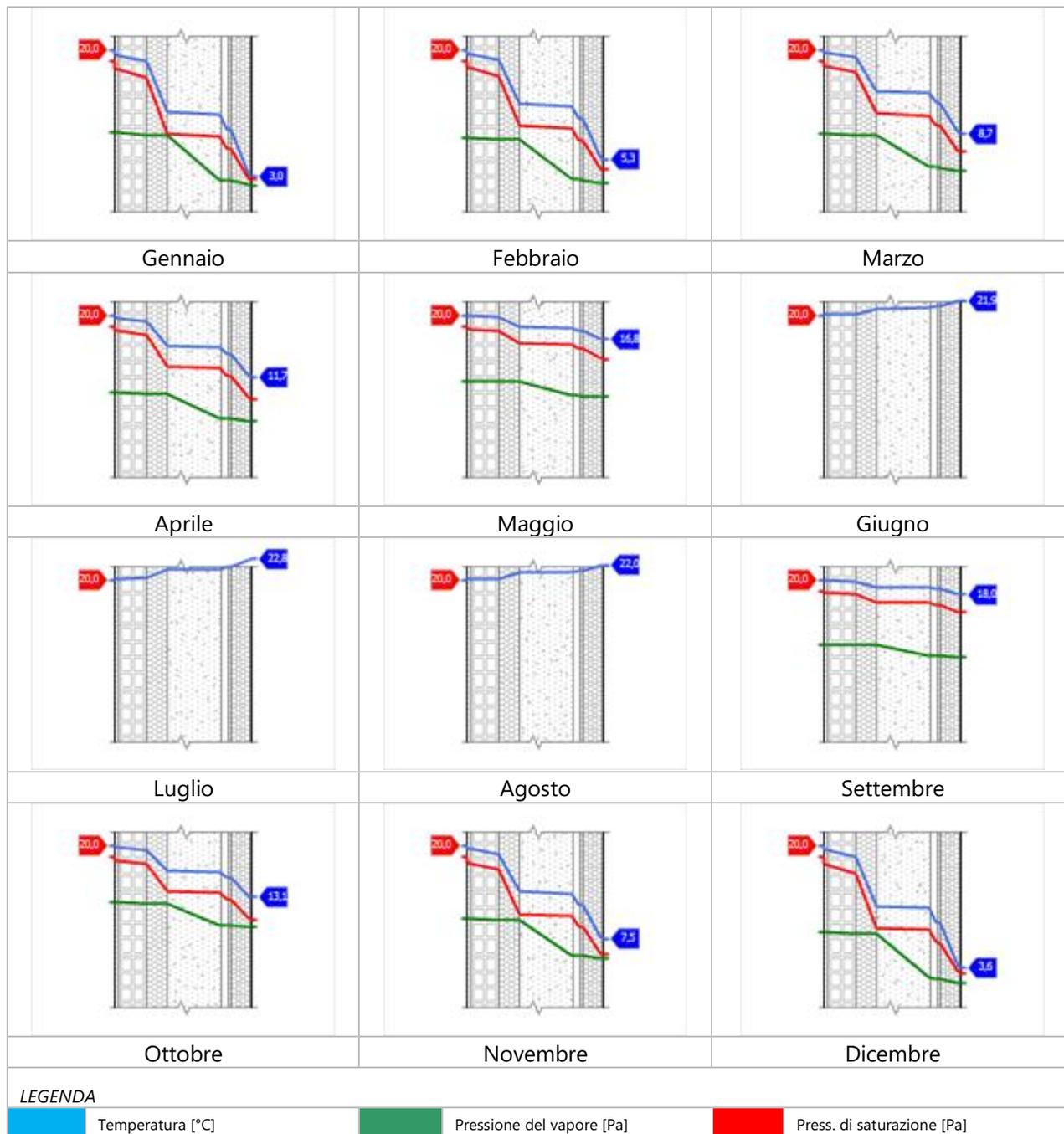
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	748 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Albano Sant`Alessandro
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	22,8 °C
Temperatura massima estiva	33,8 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,9 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	250,00 W/m ²

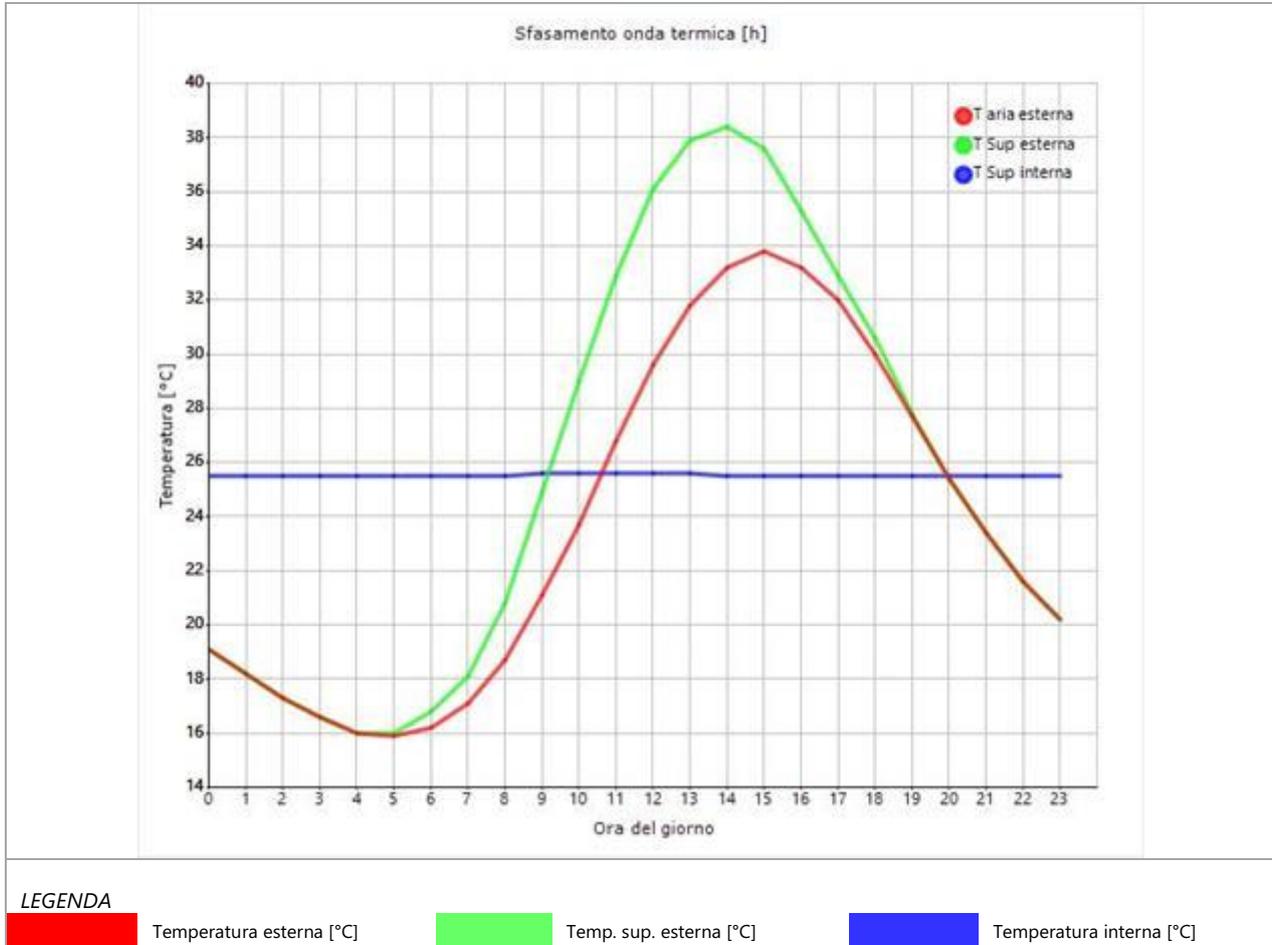
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	21h 25'
Fattore di attenuazione	0,0022
Capacità termica interna C1	58,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	8,4 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,5 W/m ² K
Ammettenza interna	0,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,3 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

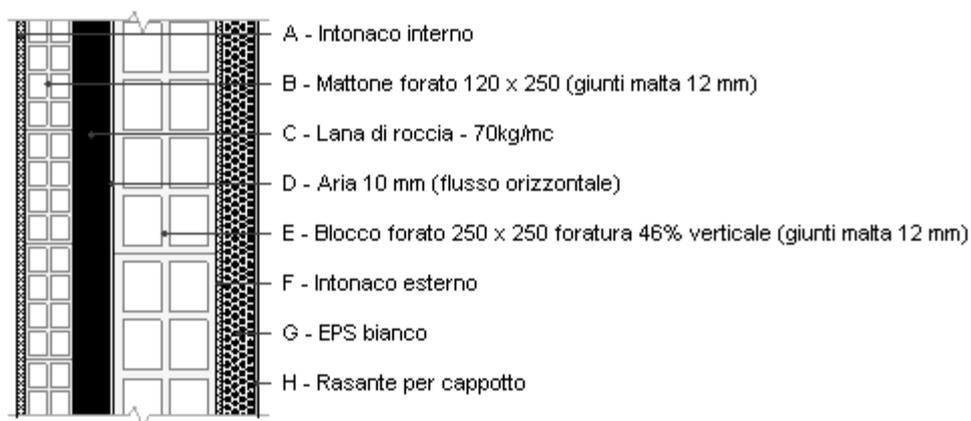
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	19,09	0,00	19,09	25,51
1:00	18,19	0,00	18,19	25,51
2:00	17,30	0,00	17,30	25,51
3:00	16,58	0,00	16,58	25,51
4:00	16,04	0,00	16,04	25,52
5:00	15,86	10,37	15,99	25,52
6:00	16,22	49,37	16,81	25,53
7:00	17,12	85,84	18,15	25,54
8:00	18,73	174,47	20,82	25,55
9:00	21,06	317,68	24,87	25,56
10:00	23,74	435,04	28,96	25,56
11:00	26,78	510,73	32,91	25,56
12:00	29,65	536,73	36,09	25,56
13:00	31,80	510,73	37,92	25,56
14:00	33,23	435,04	38,45	25,55
15:00	33,76	317,68	37,58	25,54
16:00	33,23	174,47	35,32	25,54
17:00	31,97	73,65	32,86	25,53
18:00	30,01	49,68	30,60	25,53

19:00	27,68	10,37	27,80	25,53
20:00	25,35	0,00	25,35	25,52
21:00	23,38	0,00	23,38	25,52
22:00	21,59	0,00	21,59	25,52
23:00	20,16	0,00	20,16	25,52

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



M2_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo



Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,158 W/m ² K
Resistenza	6,339 m ² K/W	Massa superf.	588 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco interno	15,0	0,700	0,021	1.400	1,00	11,1
B	Mattone forato 120 x 250 (giunti malta 12 mm)	120,0	0,387	0,310	1.800	1,00	5,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	90,0	0,035	2,571	70	1,03	1,0
D	Aria 10 mm (flusso orizzontale)	10,0	0,070	0,143	1	1,00	1,0
E	Blocco forato 250 x 250 foratura 46% verticale (giunti malta 12 mm)	250,0	0,313	0,800	1.400	1,00	5,0
F	Intonaco esterno	15,0	0,900	0,017	1.800	1,00	16,7
G	EPS bianco	80,0	0,035	2,286	19	1,50	30,0
H	Rasante per cappotto	10,0	0,470	0,021	1.400	0,36	15,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	590,0		6,339			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Albano Sant'Alessandro
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Prodiz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,0 °C	90,0 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,3 °C	79,0 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,7 °C	78,2 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	78,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	73,2 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,9 °C	79,0 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,8 °C	80,8 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,0 °C	83,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	70,9 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,1 °C	92,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,5 °C	94,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,6 °C	83,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,00 °C	681,60 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.803,10 Pa	22,80 °C	2.242,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,738 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 103,738 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,1 °C	1399,44 Pa	344,95 Pa	1744,39 Pa	20 °C	93 %
novembre	7,5 °C	977,68 Pa	543,75 Pa	1521,43 Pa	20 °C	94 %
dicembre	3,6 °C	658,2 Pa	682,2 Pa	1340,4 Pa	20 °C	83 %
gennaio	3,0 °C	681,6 Pa	703,5 Pa	1385,1 Pa	20 °C	90 %
febbraio	5,3 °C	703,17 Pa	621,85 Pa	1325,02 Pa	20 °C	79 %
marzo	8,7 °C	879,18 Pa	501,15 Pa	1380,33 Pa	20 °C	78 %
aprile	11,7 °C	1073,38 Pa	394,65 Pa	1468,03 Pa	20 °C	78 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,89°C	0,8385
novembre	16,71°C	0,7371
dicembre	14,73°C	0,6789
gennaio	15,24°C	0,7202
febbraio	14,56°C	0,6296
marzo	15,19°C	0,5744
aprile	16,15°C	0,5364

θ_e : temperatura esterna

P_e : pressione esterna

ΔP : variazione di pressione

P_i : pressione interna

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_{si} critica: temperatura superficiale critica

f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,8385 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.367,8	1.309,7	1.368,0	1.458,3	1.607,9	2.105,9	2.243,2	2.243,7	1.629,3	1.735,9	1.508,0	1.323,6
	2.235,6	2.249,1	2.269,1	2.287,0	2.317,6	2.348,5	2.354,0	2.349,1	2.324,8	2.295,3	2.262,0	2.239,1
A-B	1.243,0	1.199,4	1.279,1	1.388,3	1.570,0	2.100,1	2.243,0	2.238,6	1.599,0	1.674,7	1.411,6	1.202,6
	2.124,6	2.152,3	2.193,8	2.231,0	2.295,6	2.361,8	2.373,7	2.363,1	2.311,0	2.248,6	2.179,1	2.131,7
B-C	1.233,7	1.191,2	1.272,4	1.383,1	1.567,2	2.099,7	2.243,0	2.238,2	1.596,7	1.670,1	1.404,4	1.193,5
	1.374,5	1.479,9	1.648,7	1.811,3	2.120,3	2.474,5	2.542,1	2.482,0	2.199,4	1.892,0	1.587,3	1.401,4
C-D	1.232,6	1.190,2	1.271,7	1.382,5	1.566,9	2.099,6	2.243,0	2.238,1	1.596,4	1.669,6	1.403,6	1.192,5
	1.340,7	1.448,7	1.622,2	1.790,2	2.111,0	2.480,9	2.551,8	2.488,7	2.193,4	1.873,7	1.559,0	1.368,2
D-E	972,7	960,5	1.086,6	1.236,7	1.488,0	2.087,6	2.242,8	2.227,4	1.533,3	1.542,2	1.202,7	940,5
	1.164,7	1.284,3	1.480,9	1.675,8	2.059,1	2.517,0	2.606,5	2.526,8	2.159,7	1.774,2	1.408,7	1.194,9
E-F	946,7	937,5	1.068,0	1.222,1	1.480,1	2.086,4	2.242,8	2.226,4	1.526,9	1.529,4	1.182,6	915,3
	1.161,2	1.281,0	1.478,0	1.673,5	2.058,0	2.517,8	2.607,6	2.527,6	2.159,0	1.772,2	1.405,7	1.191,5
F-G	697,2	717,0	890,3	1.082,1	1.404,3	2.074,8	2.242,6	2.216,1	1.466,3	1.407,1	989,7	673,3
	766,1	899,0	1.132,6	1.381,5	1.915,9	2.623,5	2.769,6	2.639,4	2.065,3	1.513,2	1.044,7	799,0
G-H	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	763,1	895,9	1.129,7	1.379,0	1.914,6	2.624,5	2.771,1	2.640,4	2.064,4	1.511,0	1.041,7	795,9
H-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,3	19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,4
A-B	19,3	19,4	19,5	19,7	19,9	20,1	20,1	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
B-C	18,5	18,7	19,0	19,3	19,7	20,2	20,3	20,2	19,8	19,4	18,9	18,5
C-D	11,7	12,8	14,5	15,9	18,4	20,9	21,4	21,0	19,0	16,6	13,9	12,0
D-E	11,3	12,5	14,2	15,8	18,4	21,0	21,4	21,0	19,0	16,5	13,6	11,6
E-F	9,2	10,7	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,1	9,6
F-G	9,2	10,6	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,0	9,6
G-H	3,2	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,6	3,8
H-Add	3,1	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,6	3,7
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

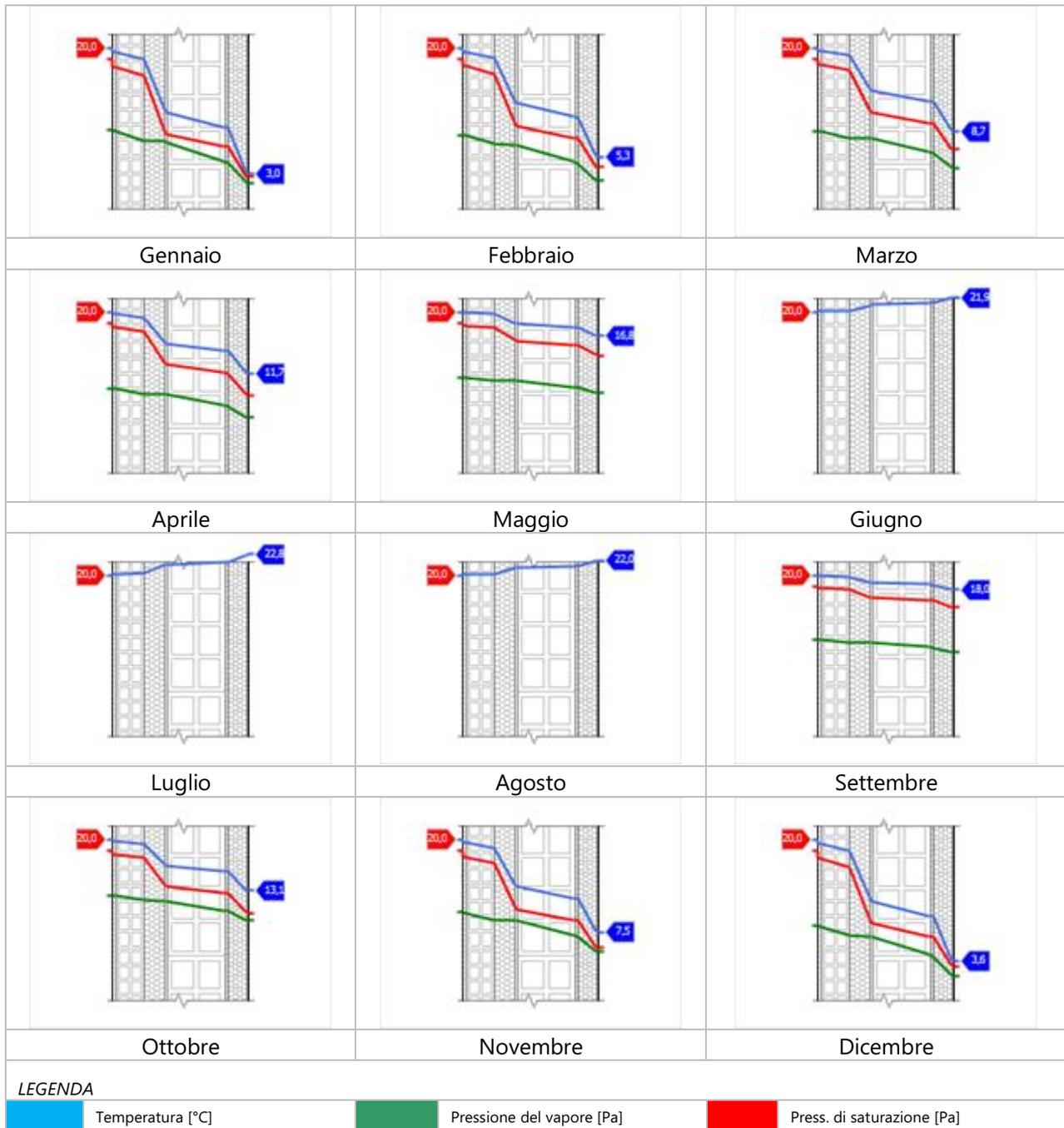
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	588 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Albano Sant`Alessandro
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	22,8 °C
Temperatura massima estiva	33,8 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,9 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	250,00 W/m ²

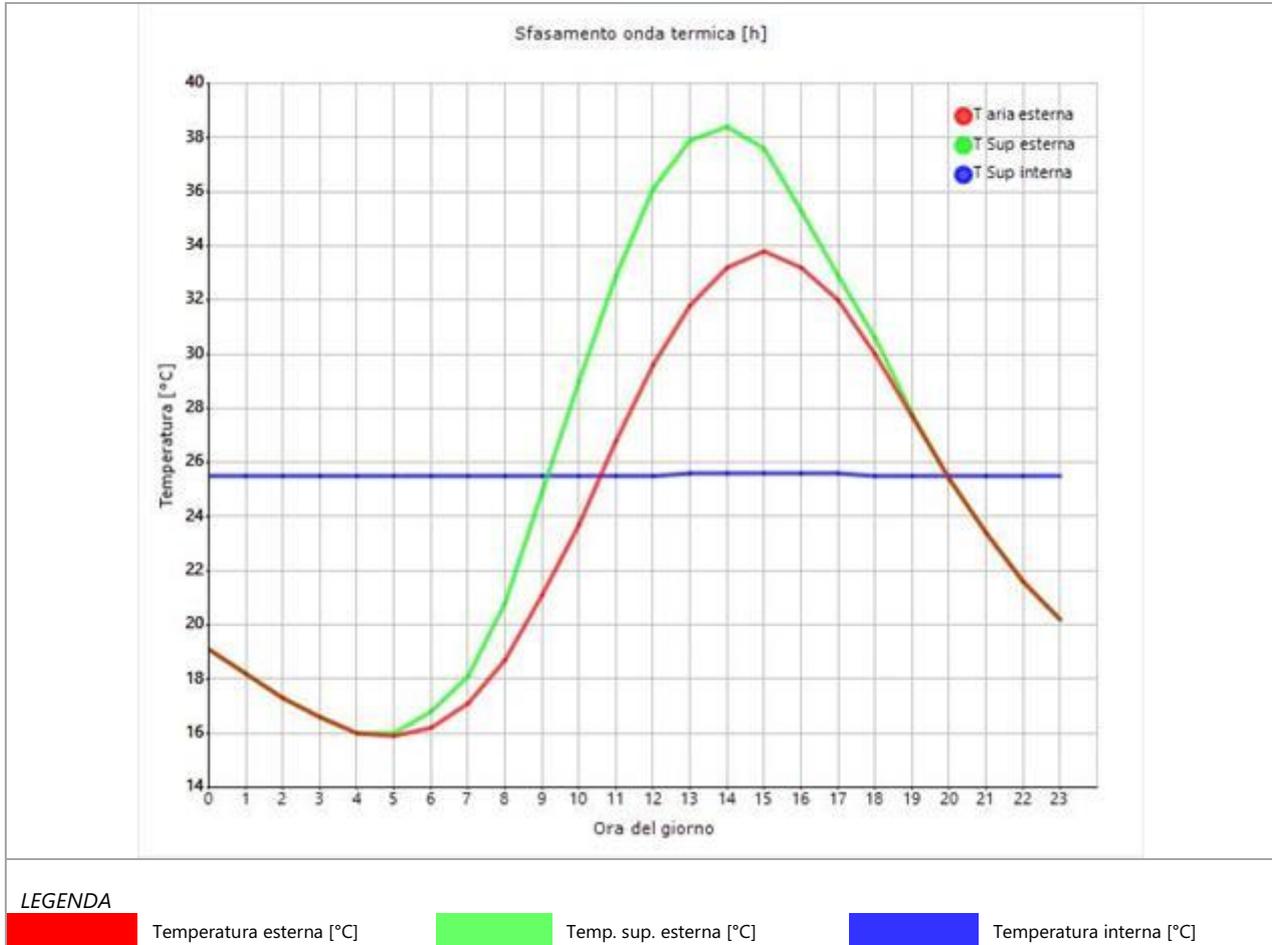
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	24h 47'
Fattore di attenuazione	0,0020
Capacità termica interna C1	58,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	8,2 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	13,5 W/m ² K
Ammettenza interna	0,6 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	15,0 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,6 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,000 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

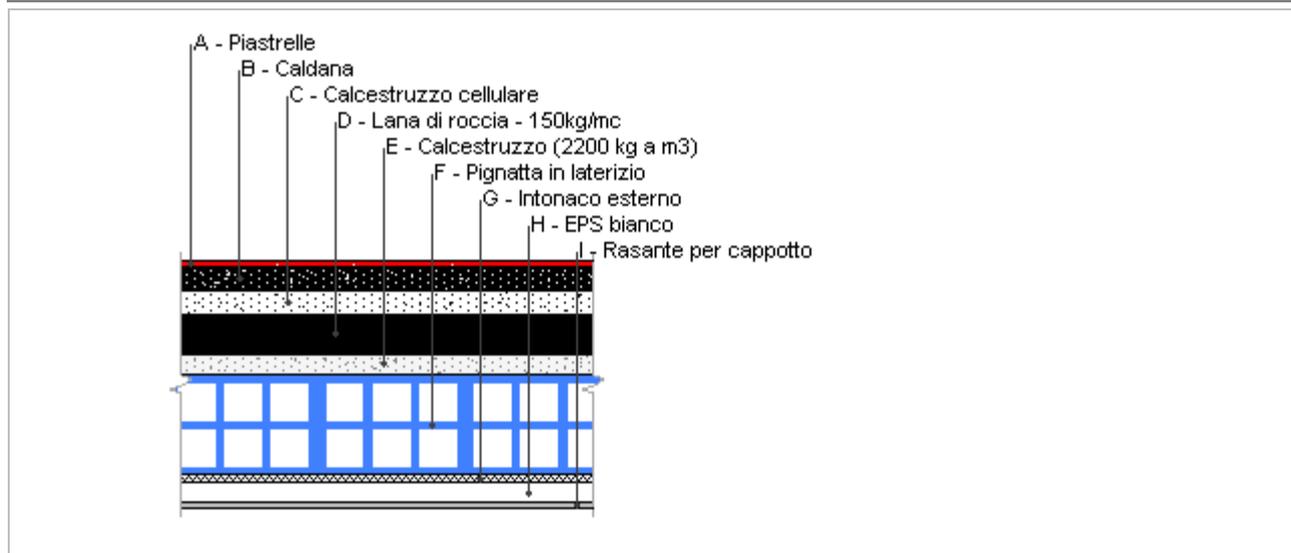
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	19,09	0,00	19,09	25,52
1:00	18,19	0,00	18,19	25,52
2:00	17,30	0,00	17,30	25,52
3:00	16,58	0,00	16,58	25,52
4:00	16,04	0,00	16,04	25,52
5:00	15,86	10,37	15,99	25,51
6:00	16,22	49,37	16,81	25,51
7:00	17,12	85,84	18,15	25,52
8:00	18,73	174,47	20,82	25,52
9:00	21,06	317,68	24,87	25,52
10:00	23,74	435,04	28,96	25,53
11:00	26,78	510,73	32,91	25,54
12:00	29,65	536,73	36,09	25,55
13:00	31,80	510,73	37,92	25,55
14:00	33,23	435,04	38,45	25,56
15:00	33,76	317,68	37,58	25,56
16:00	33,23	174,47	35,32	25,56
17:00	31,97	73,65	32,86	25,55
18:00	30,01	49,68	30,60	25,55

19:00	27,68	10,37	27,80	25,54
20:00	25,35	0,00	25,35	25,54
21:00	23,38	0,00	23,38	25,53
22:00	21,59	0,00	21,59	25,53
23:00	20,16	0,00	20,16	25,53

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



S4_Postlso-Solaio interpiano vs esterno



Spessore	490,0 mm	Trasmittanza	0,235 W/m ² K
Resistenza	4,261 m ² K/W	Massa superf.	466 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Piastrelle	10,0	1,000	0,010	2.300	0,84	999,999,0
B	Caldana	50,0	1,200	0,042	1.800	0,85	3,2
C	Calcestruzzo cellulare	45,0	0,127	0,354	400	1,00	6,0
D	Lana di roccia - 150kg/mc	80,0	0,038	2,105	150	1,03	1,0
E	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	40,0	1,650	0,024	2.200	1,00	70,0
F	Pignatta in laterizio	200,0	0,598	0,334	1.100	1,00	10,0
G	Intonaco esterno	15,0	0,900	0,017	1.800	1,00	16,7
H	EPS bianco	40,0	0,035	1,143	19	1,50	30,0
I	Rasante per cappotto	10,0	0,470	0,021	1.400	0,36	15,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale discendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	490,0		4,261			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Albano Sant`Alessandro
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	3,0 °C	90,0 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,3 °C	79,0 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	8,7 °C	78,2 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,7 °C	78,1 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	16,8 °C	73,2 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	21,9 °C	79,0 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	22,8 °C	80,8 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	22,0 °C	83,8 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	18,0 °C	70,9 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	13,1 °C	92,9 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	7,5 °C	94,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	3,6 °C	83,3 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1.519,00 Pa	3,00 °C	681,60 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1.803,10 Pa	22,80 °C	2.242,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 0 Pa.
X	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,015 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 109,232 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	13,1 °C	1399,44 Pa	344,95 Pa	1744,39 Pa	20 °C	93 %
novembre	7,5 °C	977,68 Pa	543,75 Pa	1521,43 Pa	20 °C	94 %
dicembre	3,6 °C	658,2 Pa	682,2 Pa	1340,4 Pa	20 °C	83 %
gennaio	3,0 °C	681,6 Pa	703,5 Pa	1385,1 Pa	20 °C	90 %
febbraio	5,3 °C	703,17 Pa	621,85 Pa	1325,02 Pa	20 °C	79 %
marzo	8,7 °C	879,18 Pa	501,15 Pa	1380,33 Pa	20 °C	78 %
aprile	11,7 °C	1073,38 Pa	394,65 Pa	1468,03 Pa	20 °C	78 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	18,89°C	0,8385
novembre	16,71°C	0,7371
dicembre	14,73°C	0,6789
gennaio	15,24°C	0,7202
febbraio	14,56°C	0,6296
marzo	15,19°C	0,5744
aprile	16,15°C	0,5364

θ_e : temperatura esterna
 P_e : pressione esterna
 ΔP : variazione di pressione
 P_i : pressione interna
 θ_i : temperatura interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
 f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,8385 (mese di Ottobre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1.385,1	1.325,0	1.380,3	1.468,0	1.613,2	2.106,7	2.243,2	2.244,4	1.633,5	1.744,4	1.521,4	1.340,4
	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0	2.337,0
Add-A	1.249,3	1.205,0	1.283,6	1.391,8	1.571,9	2.100,4	2.243,1	2.238,8	1.600,5	1.677,8	1.416,4	1.208,7
	2.193,7	2.212,6	2.240,8	2.266,0	2.309,4	2.353,5	2.361,3	2.354,3	2.319,7	2.277,8	2.230,8	2.198,6
A-B	1.239,0	1.195,9	1.276,2	1.386,1	1.568,8	2.099,9	2.243,0	2.238,4	1.598,0	1.672,8	1.408,5	1.198,7
	2.171,4	2.193,2	2.225,7	2.254,8	2.305,0	2.356,1	2.365,2	2.357,1	2.316,9	2.268,5	2.214,2	2.177,1
B-C	1.221,8	1.180,7	1.264,0	1.376,4	1.563,6	2.099,1	2.243,0	2.237,7	1.593,8	1.664,3	1.395,2	1.182,0
	1.990,2	2.034,3	2.101,0	2.161,5	2.267,9	2.378,8	2.398,9	2.381,0	2.293,6	2.190,3	2.077,3	2.001,6
C-D	1.216,7	1.176,2	1.260,4	1.373,6	1.562,0	2.098,9	2.243,0	2.237,5	1.592,6	1.661,8	1.391,3	1.177,1
	1.161,9	1.281,7	1.478,6	1.673,9	2.058,2	2.517,6	2.607,4	2.527,5	2.159,1	1.772,6	1.406,3	1.192,2
D-E	910,9	905,9	1.042,5	1.202,0	1.469,2	2.084,7	2.242,8	2.224,9	1.518,2	1.511,9	1.154,9	880,6
	1.154,5	1.274,7	1.472,5	1.668,9	2.055,9	2.519,3	2.609,9	2.529,2	2.157,6	1.768,2	1.399,8	1.184,9
E-F	783,5	793,3	951,8	1.130,6	1.430,5	2.078,8	2.242,7	2.219,6	1.487,3	1.449,4	1.056,5	757,0
	1.056,3	1.181,6	1.390,6	1.601,3	2.024,2	2.542,0	2.644,4	2.553,2	2.136,9	1.708,9	1.313,4	1.087,8
F-G	767,6	779,2	940,4	1.121,6	1.425,7	2.078,1	2.242,6	2.219,0	1.483,4	1.441,6	1.044,1	741,6
	1.051,6	1.177,1	1.386,6	1.598,0	2.022,7	2.543,1	2.646,2	2.554,4	2.135,9	1.706,0	1.309,2	1.083,2
G-H	691,2	711,6	886,0	1.078,7	1.402,5	2.074,6	2.242,6	2.215,8	1.464,8	1.404,1	985,1	667,5
	770,4	903,2	1.136,6	1.385,0	1.917,7	2.622,1	2.767,4	2.637,9	2.066,5	1.516,4	1.048,8	803,3
H-I	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	765,8	898,7	1.132,4	1.381,3	1.915,8	2.623,5	2.769,7	2.639,4	2.065,2	1.513,1	1.044,4	798,7
I-Add	681,6	703,2	879,2	1.073,4	1.399,6	2.074,1	2.242,6	2.215,4	1.462,5	1.399,4	977,7	658,2
	757,4	890,3	1.124,4	1.374,3	1.912,2	2.626,3	2.774,0	2.642,4	2.062,8	1.506,8	1.036,2	790,2

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,0	19,2	19,3	19,5	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,6	19,3	19,1
A-B	19,0	19,1	19,3	19,5	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,6	19,3	19,0
B-C	18,8	19,0	19,2	19,4	19,8	20,1	20,2	20,1	19,9	19,5	19,1	18,9
C-D	17,4	17,8	18,3	18,7	19,5	20,3	20,4	20,3	19,7	19,0	18,1	17,5
D-E	9,2	10,6	12,8	14,7	18,0	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,0	9,6
E-F	9,1	10,6	12,7	14,7	17,9	21,2	21,8	21,3	18,7	15,6	12,0	9,5
F-G	7,8	9,4	11,9	14,0	17,7	21,4	22,0	21,4	18,6	15,0	11,0	8,2
G-H	7,7	9,4	11,8	14,0	17,7	21,4	22,0	21,4	18,6	15,0	11,0	8,1
H-I	3,2	5,5	8,9	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,7	3,8
I-Add	3,2	5,4	8,8	11,8	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,2	7,6	3,8
Add-Esterno	3,0	5,3	8,7	11,7	16,8	21,9	22,8	22,0	18,0	13,1	7,5	3,6

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0146	-0,0254	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0146	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. F/G												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. G/H												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. H/I												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

gennaio - Interf. D/E. Formazione di condensa: 0,0146 kg/m²
Visualizza/modifica gli elementi in archivio gennaio

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0146 kg/m² D-E nel mese di gennaio

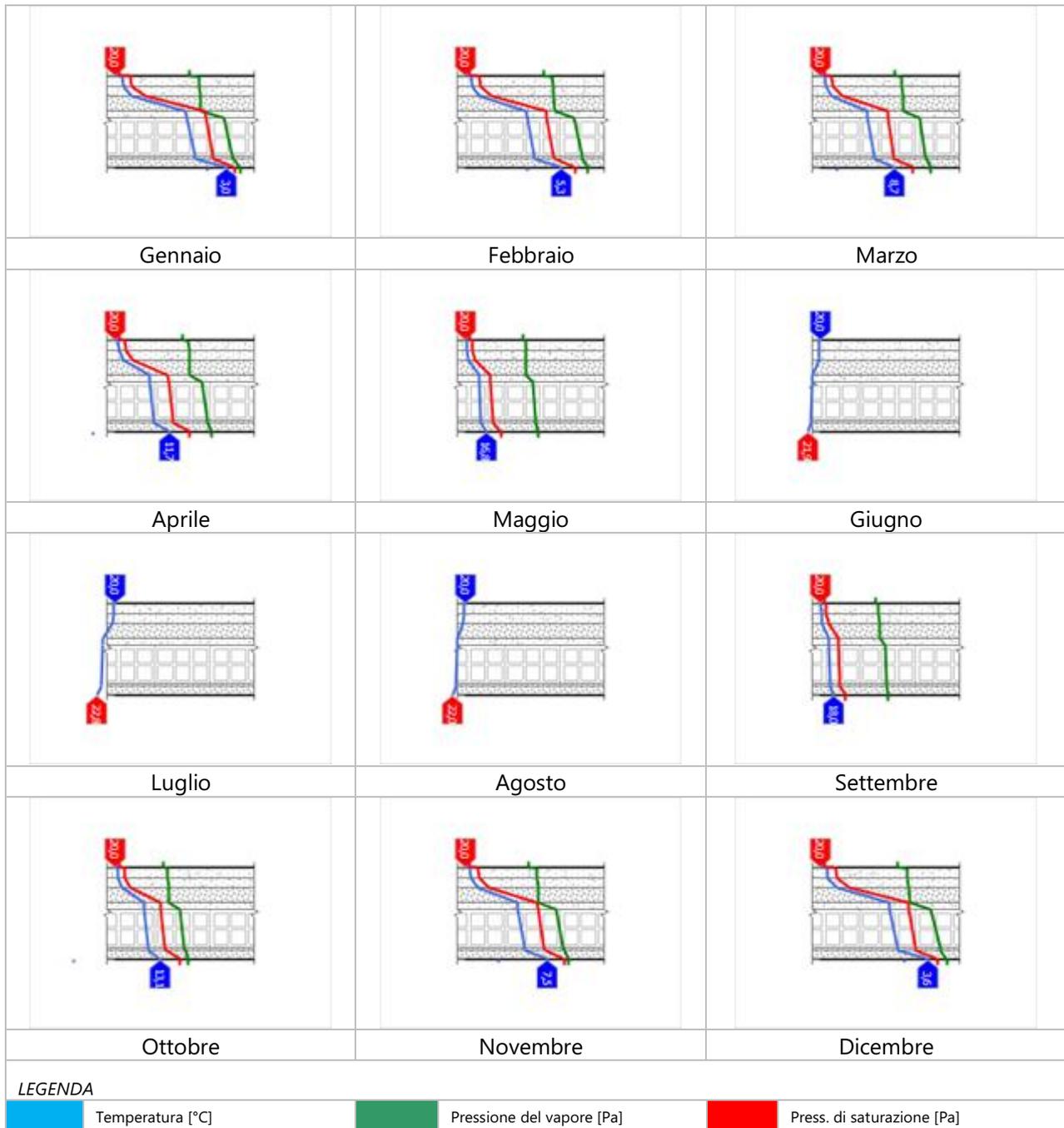
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0146 nel mese di gennaio kg/m² D-E

Esito della verifica di condensa interstiziale: Interfaccia D-E - Formazione di condensa: 0,0146 kg/m²

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786

Verifica di massa

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	466 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Albano Sant`Alessandro
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	22,8 °C
Temperatura massima estiva	33,8 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	17,9 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	250,00 W/m ²

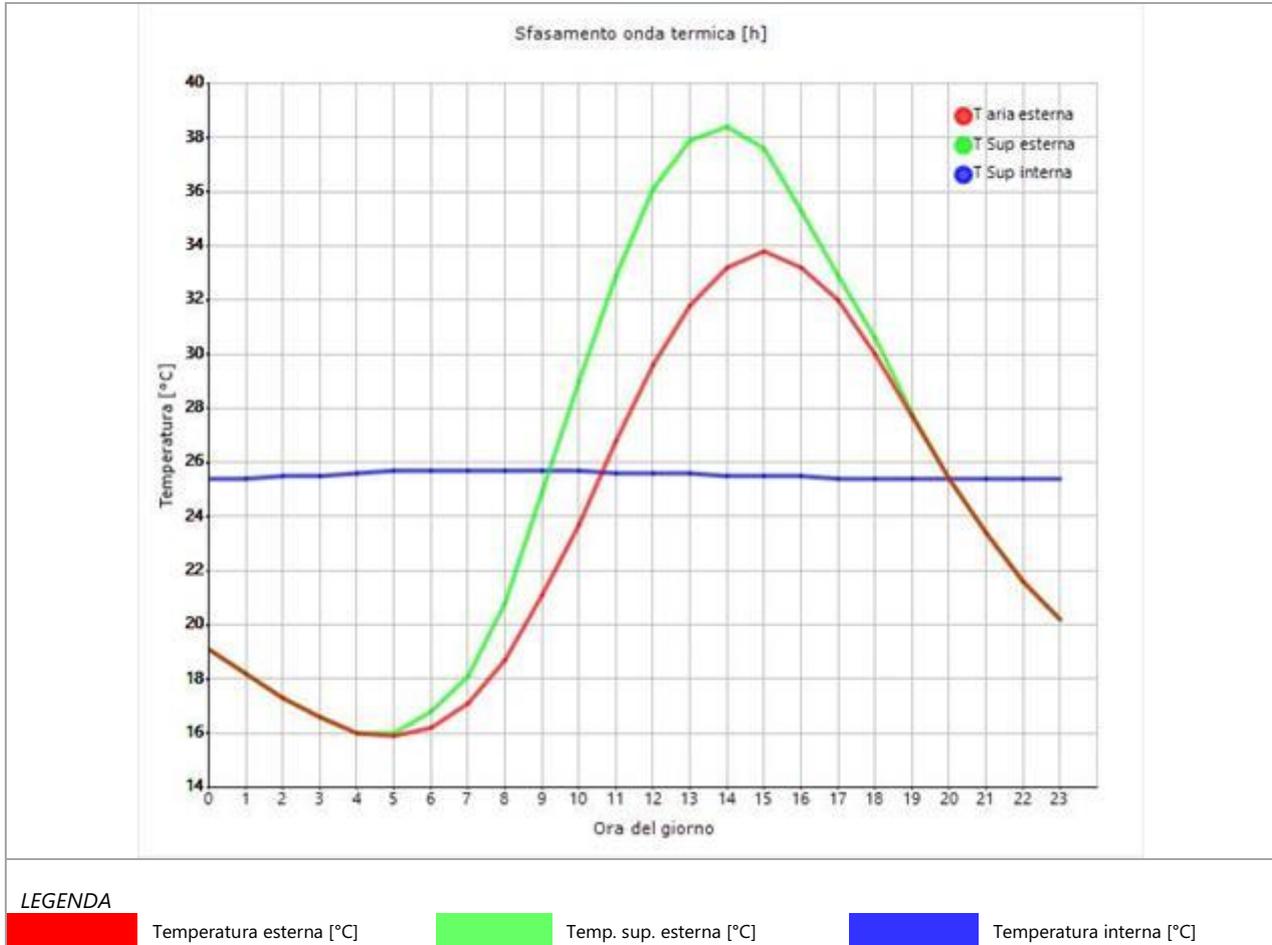
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	17h 31'
Fattore di attenuazione	0,0158
Capacità termica interna C1	58,6 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	12,2 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	14,1 W/m ² K
Ammettenza interna	0,9 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	13,9 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,9 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,004 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	19,09	0,00	19,09	25,40
1:00	18,19	0,00	18,19	25,42
2:00	17,30	0,00	17,30	25,46
3:00	16,58	0,00	16,58	25,52
4:00	16,04	0,00	16,04	25,59
5:00	15,86	10,37	15,99	25,65
6:00	16,22	49,37	16,81	25,70
7:00	17,12	85,84	18,15	25,73
8:00	18,73	174,47	20,82	25,74
9:00	21,06	317,68	24,87	25,72
10:00	23,74	435,04	28,96	25,69
11:00	26,78	510,73	32,91	25,65
12:00	29,65	536,73	36,09	25,61
13:00	31,80	510,73	37,92	25,57
14:00	33,23	435,04	38,45	25,53
15:00	33,76	317,68	37,58	25,50
16:00	33,23	174,47	35,32	25,47
17:00	31,97	73,65	32,86	25,45
18:00	30,01	49,68	30,60	25,43

19:00	27,68	10,37	27,80	25,42
20:00	25,35	0,00	25,35	25,40
21:00	23,38	0,00	23,38	25,39
22:00	21,59	0,00	21,59	25,38
23:00	20,16	0,00	20,16	25,38

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



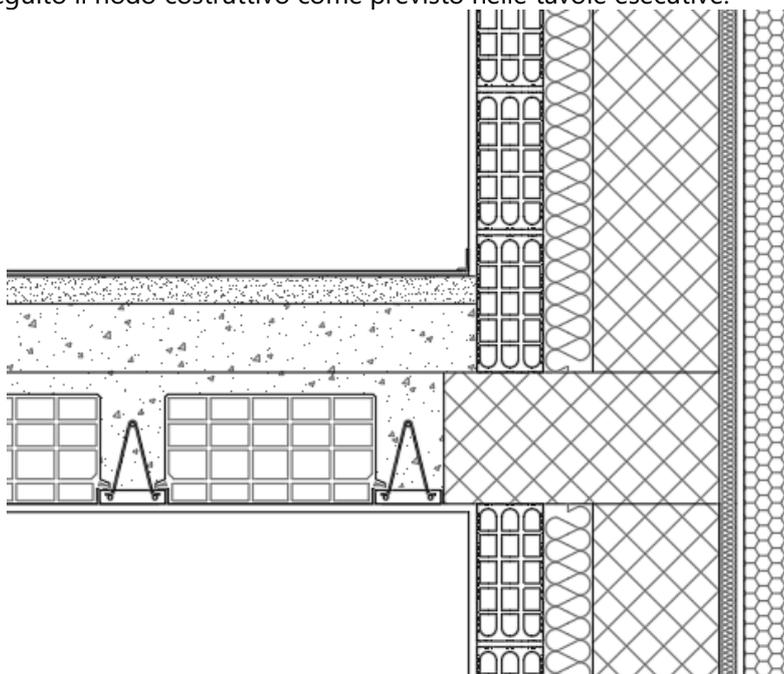
PONTI TERMICI

Sono stati inoltre modellati alcuni dei ponti termici più significativi, sia nello stato di fatto che nello stato di progetto. Si rimanda alle Tavole 8 e 9 per tutti i restanti nodi costruttivi valutati in fase di progettazione.

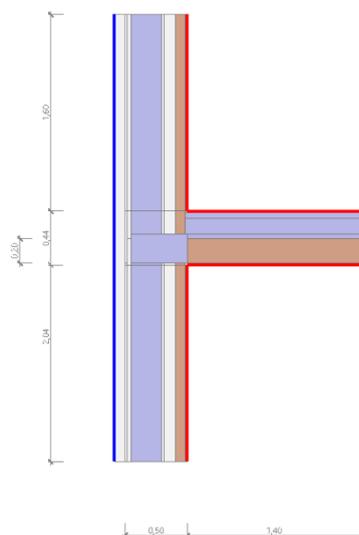
1.1 Ponte termico 17 – Dettaglio solaio interpiano

1.1.1 Stato di progetto

Si riporta di seguito il nodo costruttivo come previsto nelle tavole esecutive.



Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Intonaco esterno	0,900
3	Pannello in fibra di legno	0,040
4	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
5	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	0,110
6	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
7	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
8	Intonaco interno	0,700
9	Intonaco esterno	0,900
10	Intonaco esterno	0,900
11	Pannello in fibra di legno	0,040
12	Pannello in fibra di legno	0,040
13	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
14	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
15	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	0,110
16	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	0,110
17	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
18	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
19	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
20	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
21	Intonaco interno	0,700
23	Intonaco esterno	0,900
24	Pannello in fibra di legno	0,040
25	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
26	Aria 20 mm (flusso orizzontale)	0,110
27	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
28	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
29	Intonaco interno	0,700
30	Piastrelle	1,000
31	Caldana	1,200
32	Fassa Bortolo Calcestruzzo cellulare	0,100
33	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
34	Pignatta in laterizio	0,598
35	Intonaco interno	0,700
35	EPS bianco	0,035
36	Rasante per cappotto	0,470

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant`Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

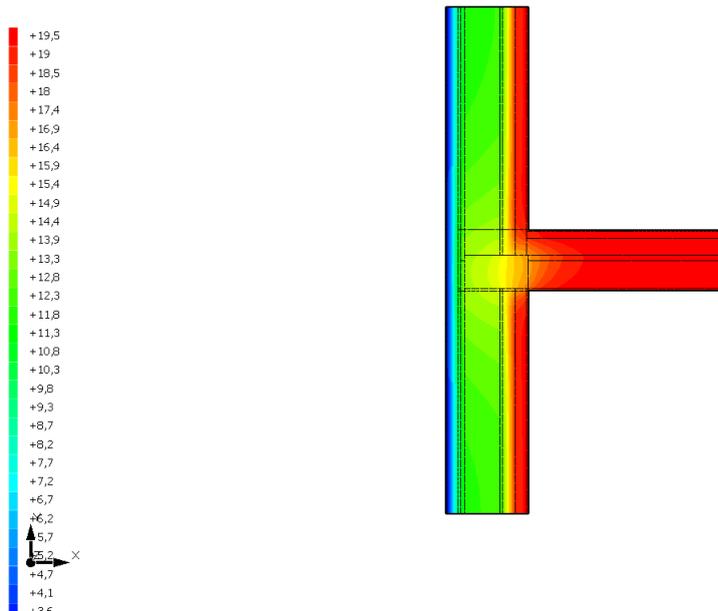
Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

CURVE DI TEMPERATURA

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

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - pavimento nodo 1.7 SDP



RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	11,45	W/m
Ψ interno	0,1714	W/mK
Ψ esterno	0,1024	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,67	W/mK
Temperatura minima	17,6	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

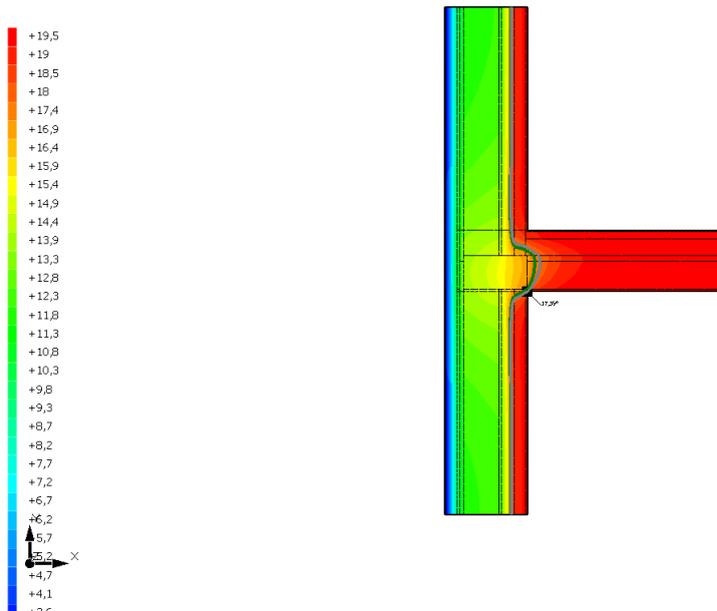
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento nodo 17 SDP



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo
Classe di edificio

Classi di concentrazione
Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,10	92,9	1.399,8	344,9	1.744,7	2.180,9	18,89	20,00	0,8389
novembre	7,50	94,3	977,2	543,8	1.520,9	1.901,2	16,71	20,00	0,7367
dicembre	3,60	83,3	658,3	682,2	1.340,5	1.675,6	14,74	20,00	0,6790
gennaio	3,00	90,0	681,6	703,5	1.385,1	1.731,4	15,24	20,00	0,7203
febbraio	5,30	79,0	703,3	621,8	1.325,2	1.656,5	14,56	20,00	0,6298
marzo	8,70	78,2	879,3	501,2	1.380,4	1.725,5	15,19	20,00	0,5745
aprile	11,70	78,1	1.073,3	394,7	1.468,0	1.835,0	16,15	20,00	0,5364

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

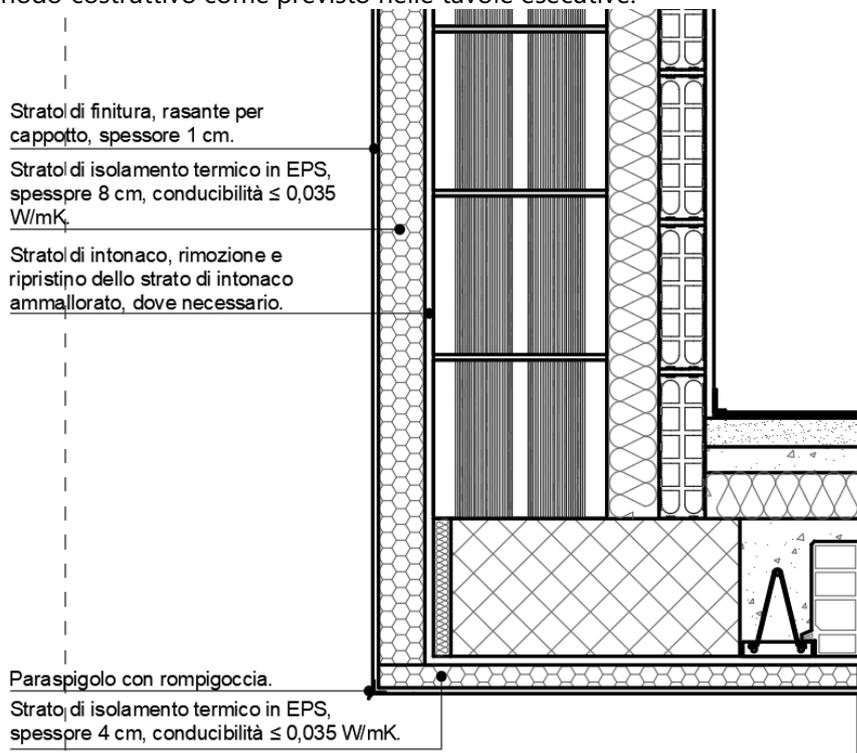
ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,859
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,839
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

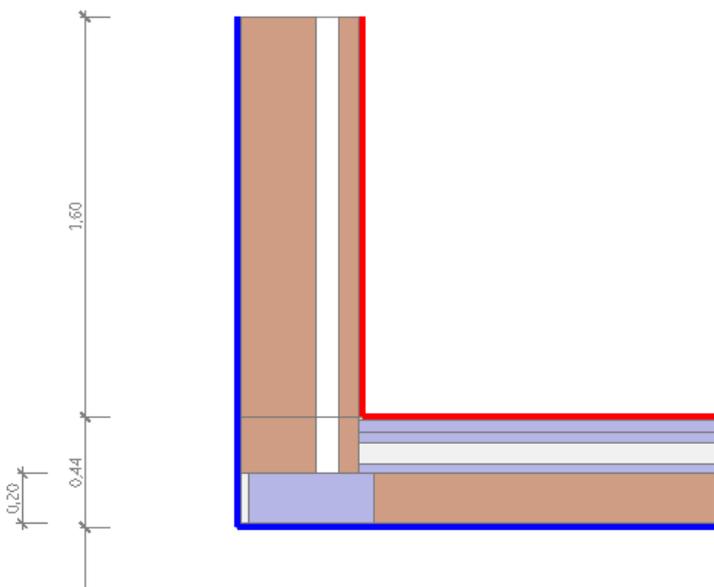
1.2 Ponte termico 16 – Dettaglio nodo pavimento a sbalzo

1.2.1 Stato di progetto

Si riporta di seguito il nodo costruttivo come previsto nelle tavole esecutive.



Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
2	Intonaco esterno	0,900
3	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
4	EPS polistirene con grafite	0,031
5	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
6	Intonaco interno	0,700
8	Intonaco esterno	0,900
10	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
12	EPS polistirene con grafite	0,031
14	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
22	Piastrelle	1,000
23	Caldana	1,200
24	Fassa Bortolo Calcestruzzo cellulare	0,100
25	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
26	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
27	Pignatta in laterizio	0,598
28	Intonaco esterno	0,900
19	Pannello in fibra di legno 3 THERM WALL 180	0,042

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant`Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

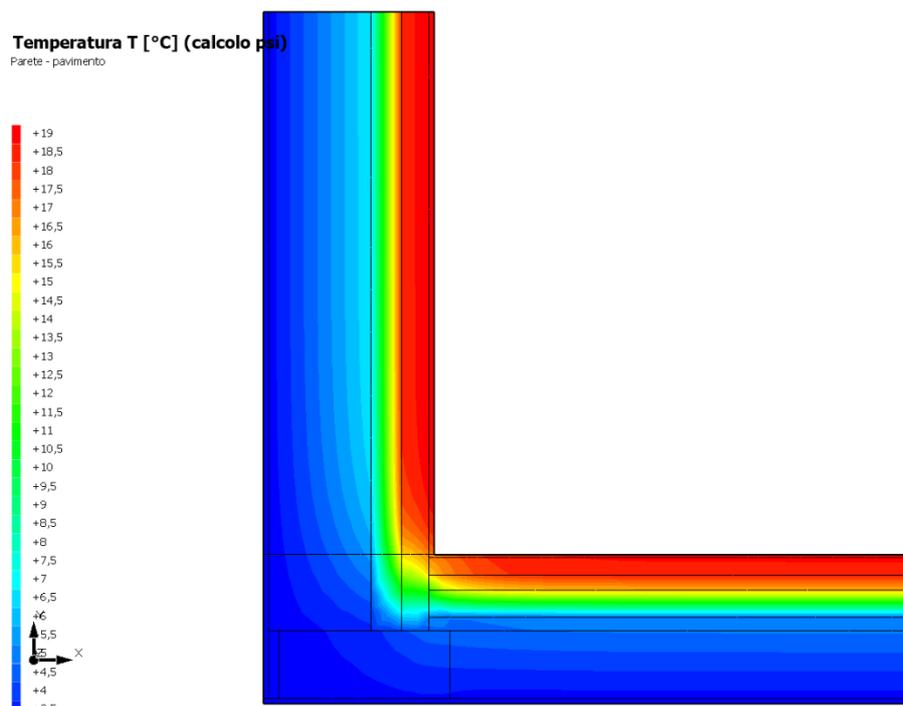
Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04

CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	16,38	W/m
Ψ interno	0,1487	W/mK
Ψ esterno	-0,1115	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,96	W/mK
Temperatura minima	17,4	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

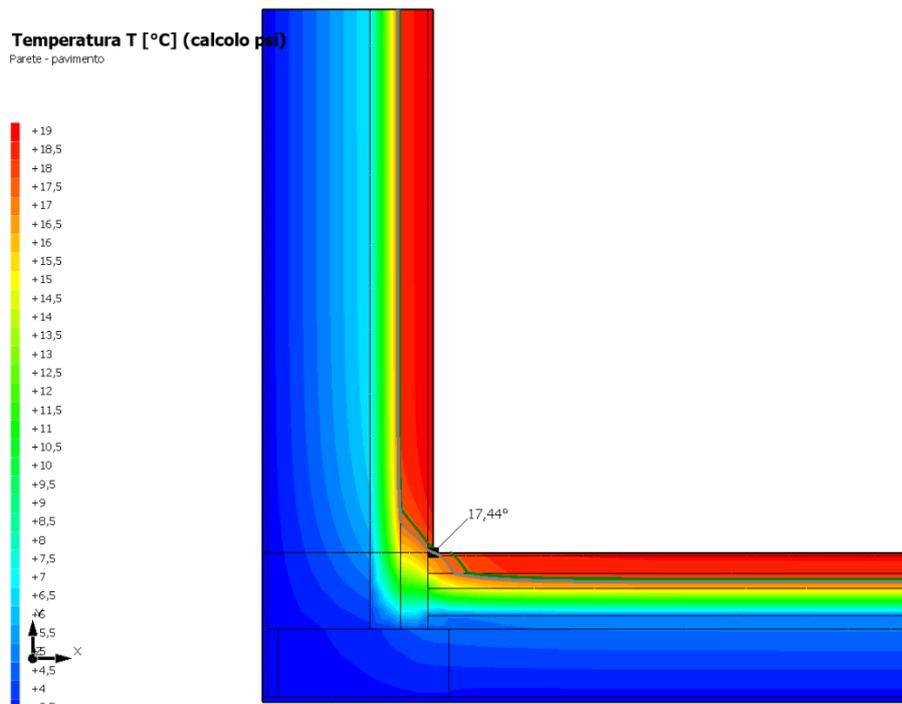
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Umidità relativa interna costante
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	13,10	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,6900
novembre	7,50	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8289
dicembre	3,60	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8696
gennaio	3,00	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8742
febbraio	5,30	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8545
marzo	8,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,8107
aprile	11,70	20,00	65	1.635,9	2.044,8	17,86	0,7423

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,849
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,874
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

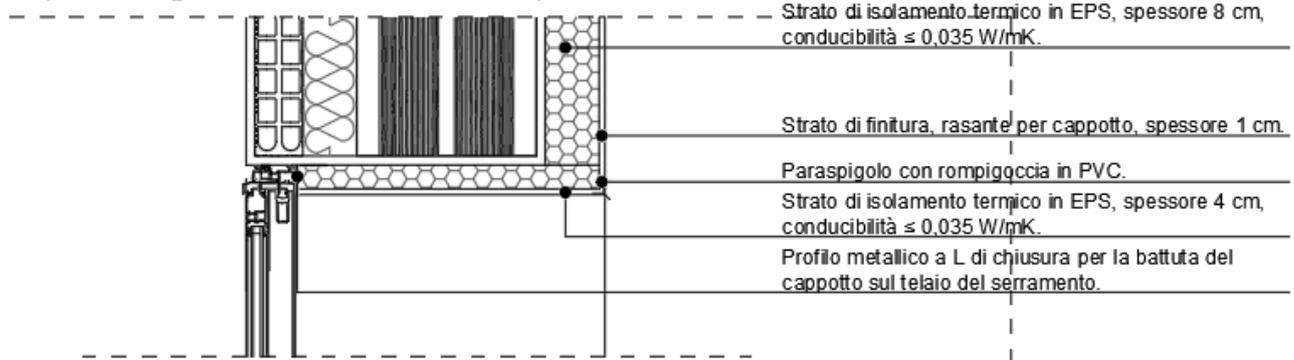
1.3 Ponte termico 9 – Dettaglio risolto su serramento

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

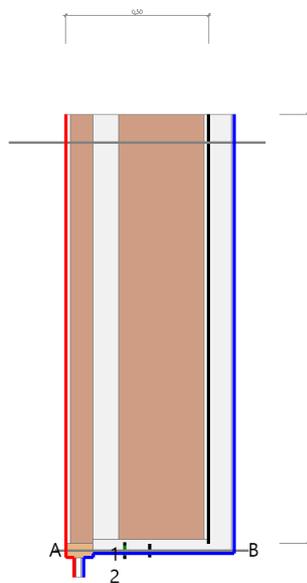
Flusso Φ	12,63	W/m
Ψ interno	0,3565	W/mK
Ψ esterno	0,3565	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,74	W/mK
Temperatura minima	16,3	°C

1.3.1 Stato di progetto

Si riporta di seguito il nodo costruttivo come previsto nelle tavole esecutive.



Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
3	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
4	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
5	Intonaco interno	0,700
8	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
9	Vetro	1,000
10	Aria	0,025
11	Vetro	1,000
11	EPS bianco	0,035
11	Rasante per cappotto	0,470

CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Albano Sant`Alessandro - (BG).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

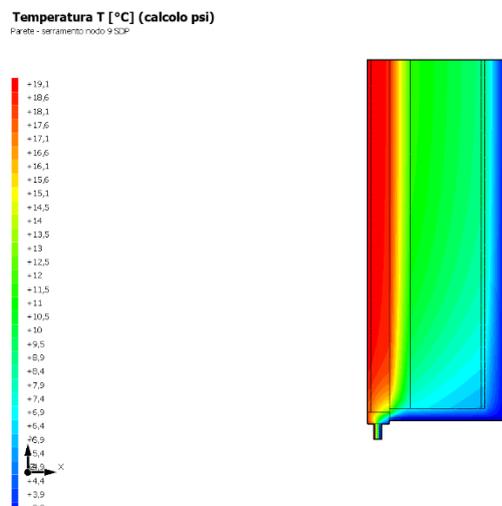
Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
5	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04
6	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
7	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
8	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,17
9	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13

CURVE DI TEMPERATURA

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



RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	8,65	W/m
Ψ interno	0,2607	W/mK
Ψ esterno	0,2607	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,51	W/mK
Temperatura minima	18,1	°C

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

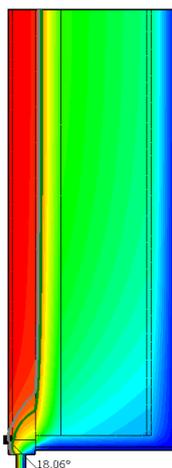
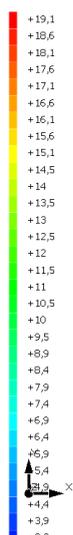
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - serramento nodo 9 SDP



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Albano Sant'Alessandro, BG

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φ_e [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	13,10	92,9	1.399,8	344,9	1.744,7	2.180,9	18,89	20,00	0,8389
novembre	7,50	94,3	977,2	543,8	1.520,9	1.901,2	16,71	20,00	0,7367
dicembre	3,60	83,3	658,3	682,2	1.340,5	1.675,6	14,74	20,00	0,6790
gennaio	3,00	90,0	681,6	703,5	1.385,1	1.731,4	15,24	20,00	0,7203
febbraio	5,30	79,0	703,3	621,8	1.325,2	1.656,5	14,56	20,00	0,6298
marzo	8,70	78,2	879,3	501,2	1.380,4	1.725,5	15,19	20,00	0,5745
aprile	11,70	78,1	1.073,3	394,7	1.468,0	1.835,0	16,15	20,00	0,5364

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φ_e umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi

0,886

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,839

Mese critico

Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi > fRsi,max: assenza di muffa

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



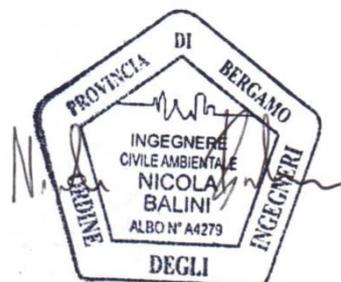
PIANTE CON INDICAZIONE DELLE STRUTTURE UTILIZZATE

OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALAZZINA UFFICI DEL POLO SCOLASTICO, SITA NEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, VIA DANTE, 13.
FINANZIAMENTO MISSIONE 2 COMPONENTE 4 INVESTIMENTO 2.2 FONDI PNRR –
CUP: G74D22006320006 - CIG: 971281547F

COMMITTENTE: COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO
Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Settore: Ufficio tecnico
CODICE C.I.G. 971281547F

Revisione 00
Data, 10/05/2023

Ing. Nicola Balini

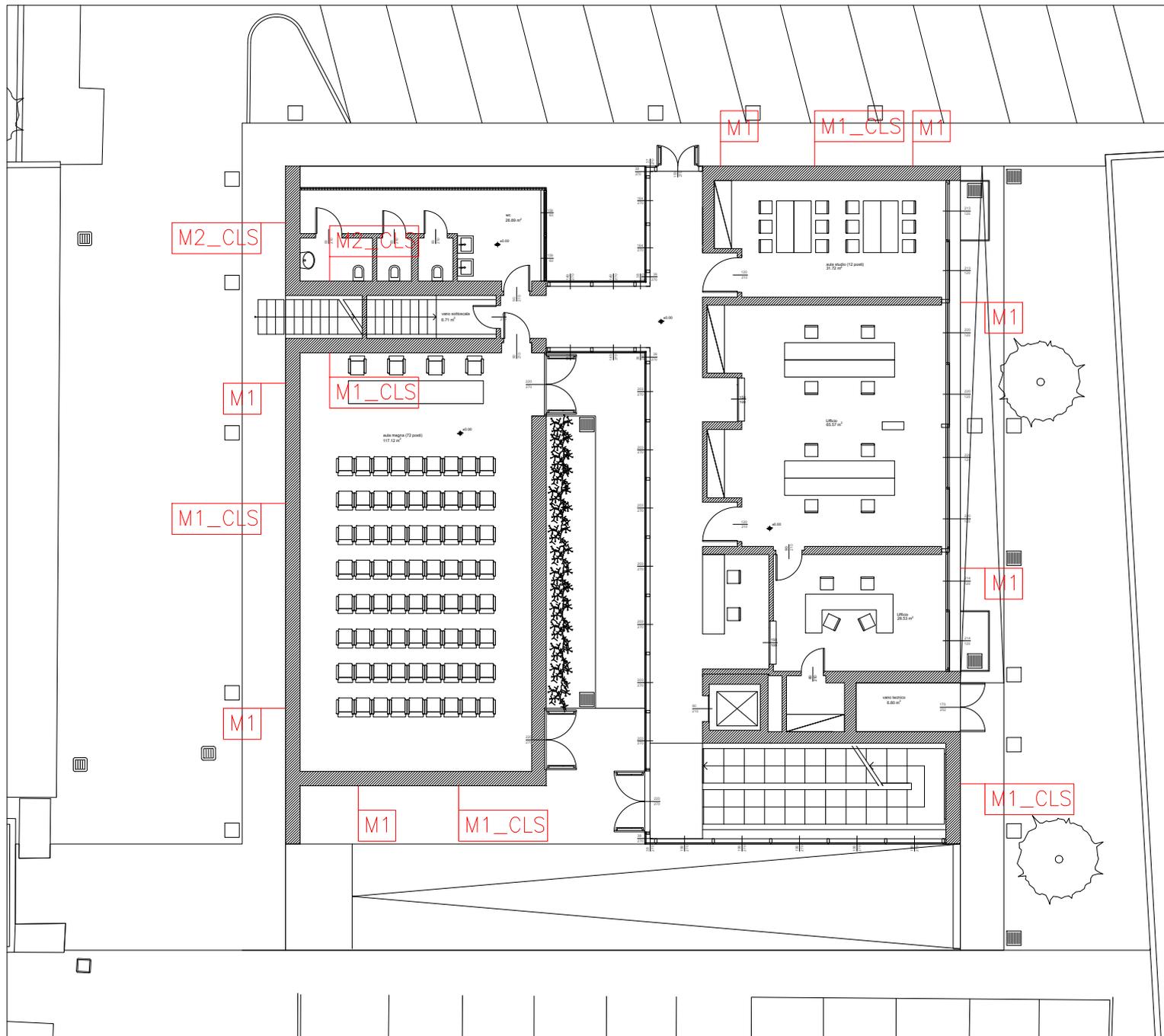
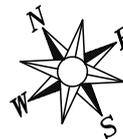


Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 69
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 70
		Rev.00	10/05/2023	

PIANO TERRA
PROGETTO
scala 1:200

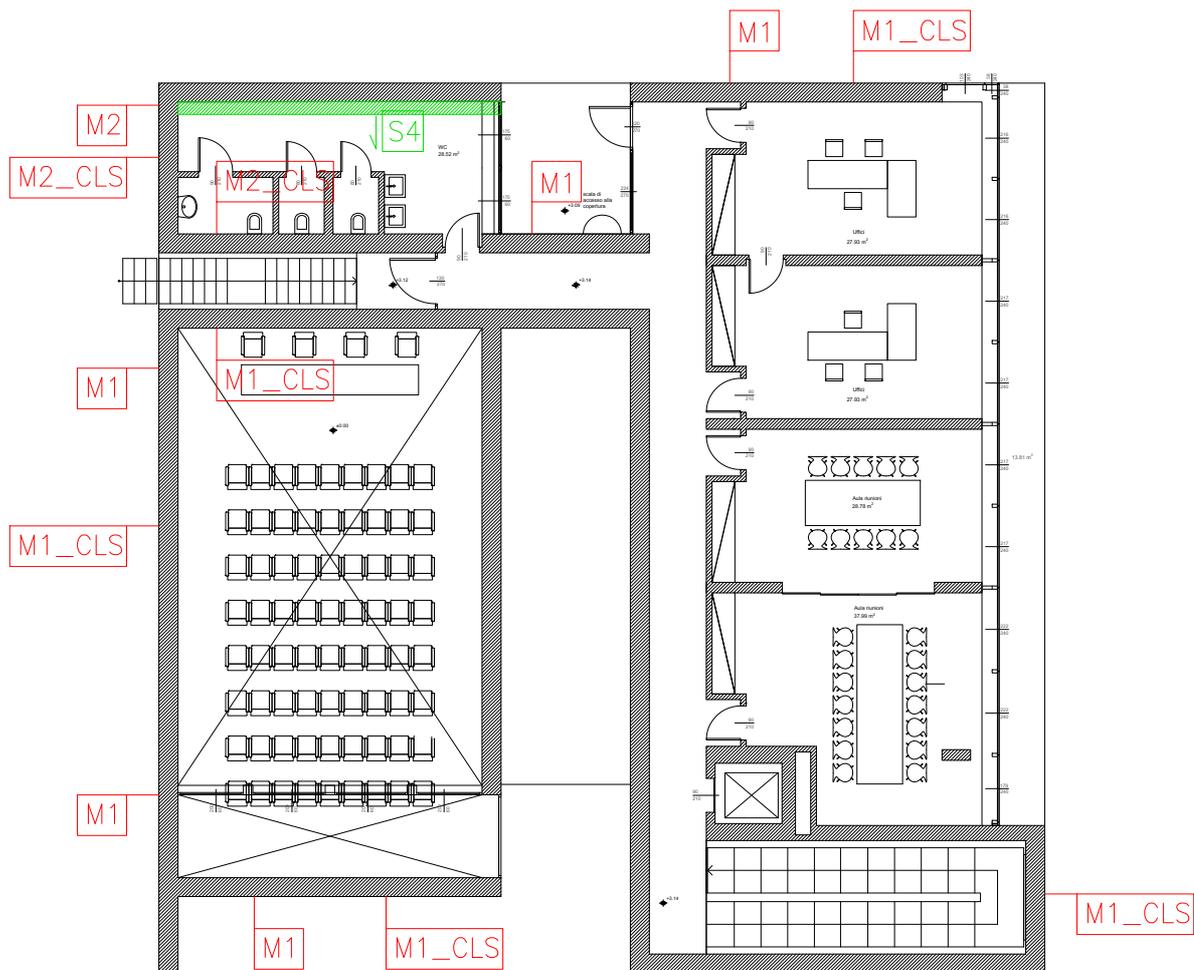
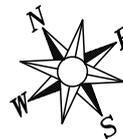


ING. BALINI NICOLA
ING. BELTRAMI ALBERTO
ING. LOCATELLI FABIO

ING. NICOLA BALINI

Via Stazione, 1 - 24027 NEMBRO (BG)
cell. 3285728280 - P.IVA 03663970162
e-mail: balini@bblingegneria.it
pec: nicola.balini@ingpec.eu

PIANO PRIMO
PROGETTO
scala 1:200



ING. BALINI NICOLA
ING. BELTRAMI ALBERTO
ING. LOCATELLI FABIO

Servizi tecnici per l'edilizia, l'energia e la sicurezza

ING. NICOLA BALINI

Via Stazione, 1 - 24027 NEMBRO (BG)
cell. 3285728280 - P.IVA 03663970162
e-mail: balini@bblingegneria.it
pec: nicola.balini@ingpec.eu

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



CERTIFICAZIONE MIGLIORAMENTO ENERGETICO – RIDUZIONE MINIMA DEL 10% DEI LIMITI DELLA TRASMITTANZA DELLE MURATURE ESTERNE, AI SENSI DELL'ART.13 DEL DECRETO EFFICIENZA ENERGETICA (D.L. 14/07/2020 n.73).

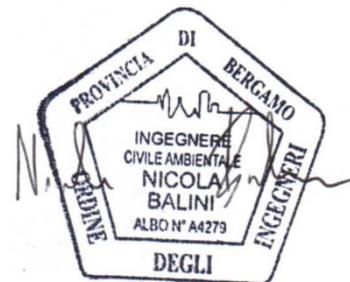
OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALAZZINA UFFICI DEL POLO SCOLASTICO, SITA NEL COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO, VIA DANTE, 13.
FINANZIAMENTO MISSIONE 2 COMPONENTE 4 INVESTIMENTO 2.2 FONDI PNRR –
CUP: G74D22006320006 - CIG: 971281547F

COMMITTENTE: COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO
Piazza Caduti per la Patria, 2 - 24061 Albano Sant'Alessandro (BG)
Settore: Ufficio tecnico
CODICE C.I.G. 971281547F

Revisione 00

Ing. Nicola Balini

Data, 10/05/2023



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 73
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingeegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società	BBL Ingegneria s.r.l.	
	Relazione tecnica ex L10	Team	Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

Ai sensi del Decreto Efficienza Energetica 14/07/2020, D.L. 73/2020, contenente modifiche al D.L. 04/07/2014 n.102, per gli interventi di manutenzione straordinaria, restauro e ristrutturazione edilizia, il maggior spessore delle murature esterne necessario per ottenere una riduzione minima del 10% dei limiti di trasmittanza previsti dal D.L. 19/08/2005 n.192 e successive modificazioni, è ammessa la deroga, a quanto previsto dalle norme nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali in merito alle distanze minime tra edifici, dai confini di proprietà, di protezione del nastro stradale e ferroviario e alle altezze massime degli edifici.

Art. 13. Del D.L. n. 73 del 14/07/2020 – Decreto Efficienza Energetica (modifiche all’art. 14 del D.L. n.102/2014)

Il Governo Italiano ha approvato il decreto legislativo 14 luglio 2020, n. 73 recante il “Decreto Efficienza Energetica”, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 175 del 14 luglio 2020, ed entrato in vigore il 29 luglio 2020, che definisce alcune disposizioni riguardo alla riqualificazione energetica dei fabbricati, ai PGT dei nuovi Comuni e alla ripartizione delle funzioni amministrative.

La nuova disciplina prevede la sostituzione del comma 7 dell’art.14 del decreto legislativo n. 102/2014 con il seguente:

- ***Nel caso di interventi di manutenzione straordinaria, restauro e ristrutturazione edilizia, il maggior spessore delle murature esterne e degli elementi di chiusura superiori ed inferiori, necessario per ottenere una riduzione minima del 10 per cento dei limiti di trasmittanza previsti dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, non è considerato nei computi per la determinazione dei volumi, delle altezze, delle superfici e dei rapporti di copertura. Entro i limiti del maggior spessore di cui sopra, è permesso derogare, nell’ambito delle pertinenti procedure di rilascio dei titoli abitativi di cui al titolo II del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, a quanto previsto dalle normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, in merito alle distanze minime tra edifici, alle distanze minime dai confini di proprietà, alle distanze minime di protezione del nastro stradale e ferroviario, nonché alle altezze massime degli edifici. Le deroghe vanno esercitate nel rispetto delle distanze minime riportate nel codice civile.***

Trasmittanza termica delle strutture verticali opache

Tabella 2. Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache espressa in W/m ² K		
Zona climatica	Dall’ 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall’ 1 gennaio 2009 U (W/m ² K)
A	0,85	0,72
B	0,64	0,54
C	0,57	0,46
D	0,50	0,40
E	0,46	0,37
F	0,44	0,35

Tabella 2 dell’allegato C del decreto legislativo 19 agosto 2005 n. 192

La tabella sopra indicata è stata soppressa da quella riportata nell’appendice A del decreto 26 giugno 2015 in supplemento ordinario n. 39, relativo alla Gazzetta Ufficiale del 15 luglio 2015, n. 162

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 74
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: balini@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria s.r.l. Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	
	Relazione tecnica ex L10		

Tabella 1- Trasmissione termica U delle strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Tabella 1 dell'appendice A del decreto 26 giugno 2015 n. 162

Il sottoscritto, Ingegnere Nicola Balini, con studio in Nembro (BG), Via Stazione N.1, iscritto all'ordine degli ingegneri della Provincia di Bergamo al n. A4279, in qualità di progettista degli isolamenti dell'edificio in oggetto e per quanto di competenza,

DICHIARA

Che la trasmittanza limite delle pareti esterne (secondo l'appendice A del decreto 26 giugno 2015 in supplemento ordinario n. 39, relativo alla Gazzetta Ufficiale del 15 luglio 2015, n. 162, che ha soppresso l'allegato C del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192) risulta essere pari a:

$$U_{\text{limite}} = 0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Le pareti esterne post opera dell'edificio oggetto di ristrutturazione, come da relazione tecnica ex L10, presentano una valore della trasmittanza pari o inferiore a:

$$U_{\text{post opera}} = 0.161 \text{ W/m}^2\text{K}$$

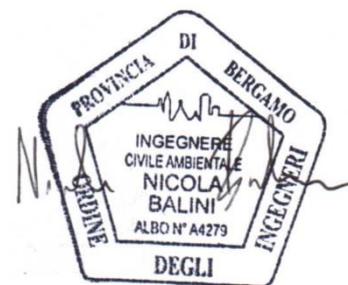
E PERTANTO CERTIFICA

Una riduzione percentuale del valore della trasmittanza delle pareti esterne, del 38,08%, superiore alla percentuale del 10% prevista dall'articolo 13 del Decreto Efficienza Energetica (D.L. 73/2020).

Distinti saluti

Nembro, 10/05/2023

IL TECNICO



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Relazione tecnica exL10 I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 75
		Rev.00	10/05/2023	