

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

COMUNE DI ALBANO SANT'ALESSANDRO

PROVINCIA DI BERGAMO



DIAGNOSI ENERGETICA

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: Diagnosi 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: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

Sommario

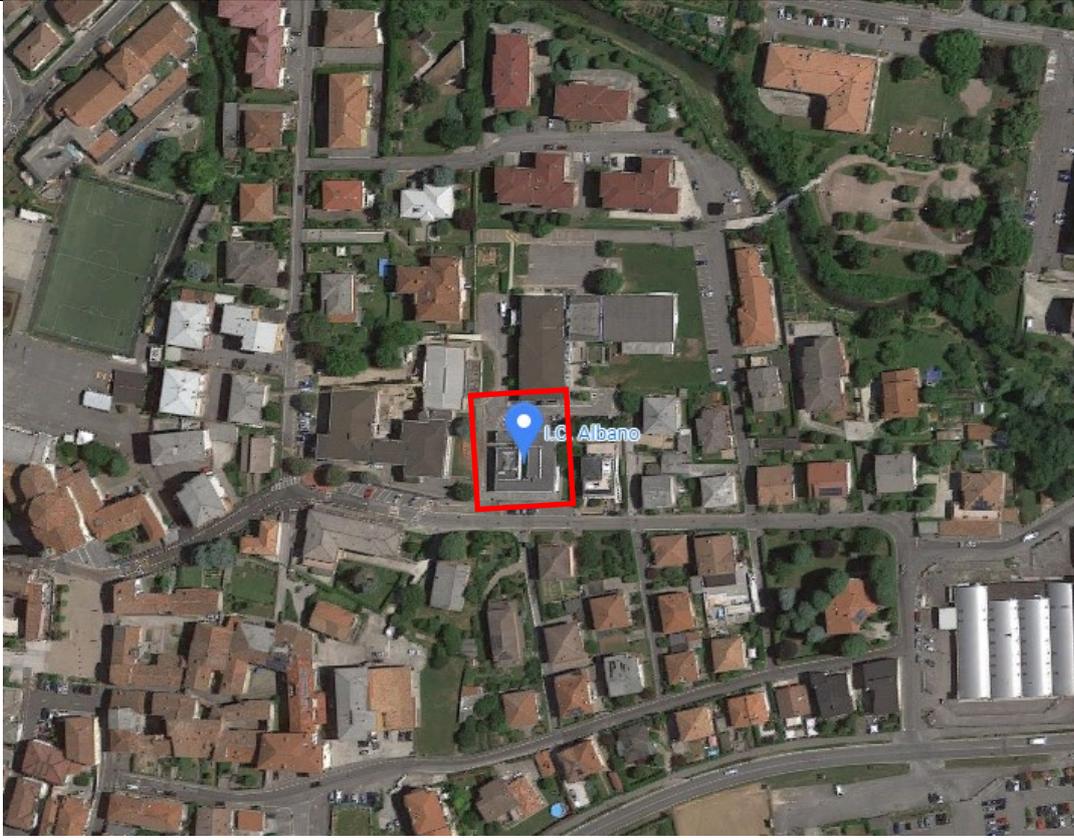
1	Introduzione.....	3
1.1	Dati del sito.....	3
2	Stato di fatto	4
2.1	Inquadramento	4
2.2	Diagnosi energetica stato di fatto	6
2.2.1	Risultati stato di fatto.....	8
3	Interventi proposti.....	9
3.1	Caratteristiche degli interventi proposti.....	9
3.2	Simulazione intervento	9
3.2.1	Stratigrafie di progetto.....	10
3.2.2	Risultati post intervento.....	15
4	Ponti termici.....	16
4.1	Ponte termico 17 – Dettaglio solaio interpiano	16
4.1.1	Stato di fatto.....	16
4.1.2	Stato di progetto.....	19
4.2	Ponte termico 16 – Dettaglio nodo pavimento a sbalzo.....	24
4.2.1	Stato di fatto.....	24
4.2.2	Stato di progetto.....	27
4.3	Ponte termico 9 – Dettaglio risolto su serramento	32
4.3.1	Stato di fatto.....	32
4.3.2	Stato di progetto.....	35
4.4	Ponte termico 3 – Dettaglio parete copertura uffici.....	39
4.4.1	Stato di fatto.....	39
4.4.2	Stato di progetto.....	42
4.5	Ponte termico 1 – Dettaglio parete copertura aula magna	46
4.5.1	Stato di fatto.....	46
4.5.2	Stato di progetto.....	49
5	CONCLUSIONI.....	54

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

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

1 INTRODUZIONE

1.1 Dati del sito

Via	Via Dante, 13
Città	Albano Sant'Alessandro – (Zona Climatica E)
CAP	24061
Provincia	BG
Aerofotogrammetria	
Proprietari	Comune di Albano Sant'Alessandro

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

2 STATO DI FATTO

2.1 Inquadramento

Il lotto di intervento di proprietà del Comune di Albano è stato destinato nel 2008 alla realizzazione di una palazzina per uffici del polo scolastico adiacente.

L'edificio si divide in due blocchi, un blocco a doppia altezza sul lato Ovest del fabbricato e il blocco ad Est dove sono situati gli uffici. Gli uffici si sviluppano su due piani fuori terra ed un interrato che funge principalmente da magazzino.

La copertura è piana e sviluppata su due livelli, quello più basso sulla parte dell'aula magna mentre quello più alto sulla parte degli uffici. La finitura è realizzata in guaina impermeabilizzante nera. La parte di tetto realizzata sull'aula magna è composta da un solaio alleggerito in predalles, mentre i solai del blocco uffici sono realizzati in laterocemento.

Per ciò che concerne l'aspetto strutturale dell'edificio, la componente portante è garantita da una struttura a telaio in calcestruzzo armato, coadiuvata da nuclei di rigidezza in c.a. in prossimità delle scale (sia interne che esterne), dell'ascensore e in alcuni punti delle partizioni perimetrali verticali.

I tamponamenti sono realizzati con una chiusura in laterizio, con una controparete interna anch'essa in laterizio e l'intercapedine isolato con lana minerale. Sui setti portanti in calcestruzzo armato all'esterno viene applicato un ulteriore strato isolante di circa 3 cm.

L'edificio è infine caratterizzato da un'ampia superficie vetrata, con una parete in vetrocemento sul lato nord e ampie facciate continue sia al piano primo che al piano terra.

Infine, anche le componenti impiantistiche si dividono nei due blocchi, con la parte di uffici climatizzata da due caldaie in cascata poste a piano terra, con terminali di erogazione ventilconvettori idronici. Per l'aula magna, invece, la climatizzazione avviene tramite un'UTA a tutt'aria sita in copertura. Per il raffrescamento entrambi i blocchi sfruttano un gruppo frigorifero, anch'esso posizionato sul tetto.

Si riportano in seguito le piante ed i prospetti dell'edificio allo stato di fatto.

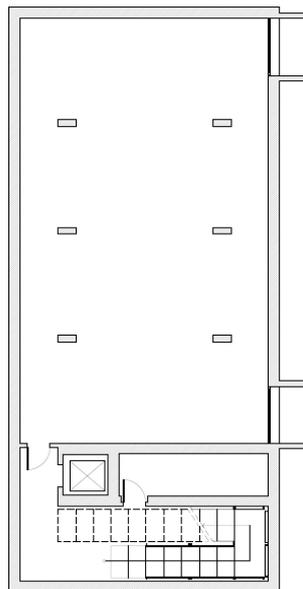


Figura 1 - Pianta piano interrato

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 4
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

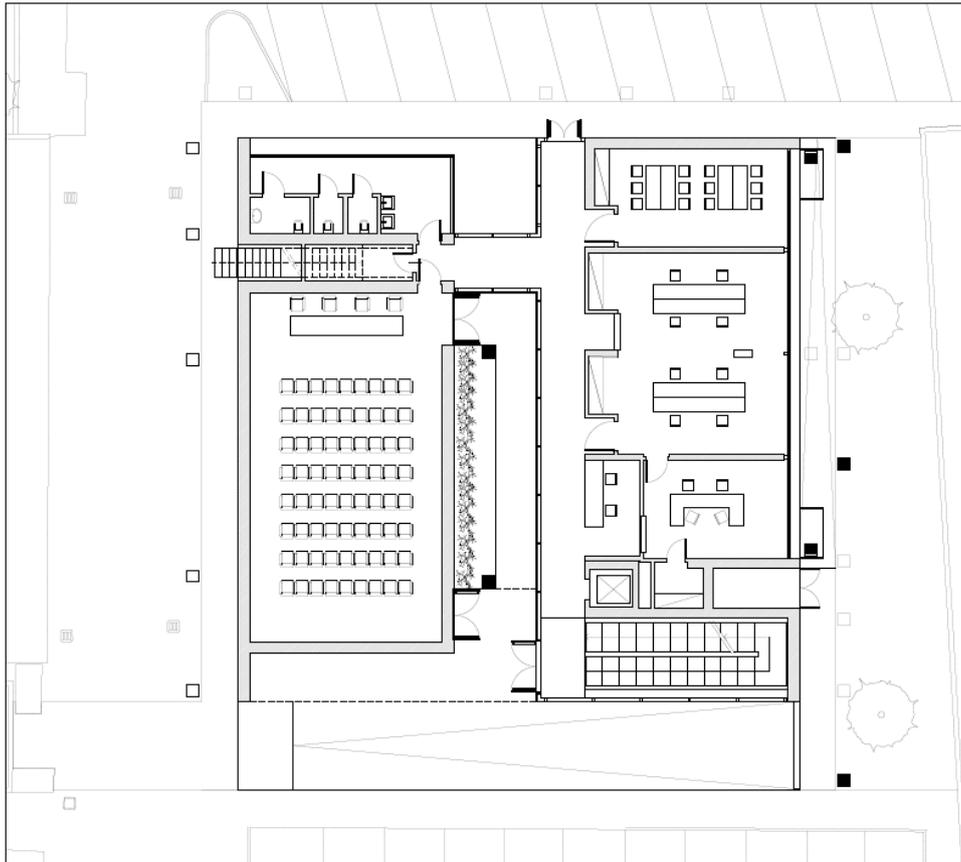


Figura 2 - Pianta piano terra

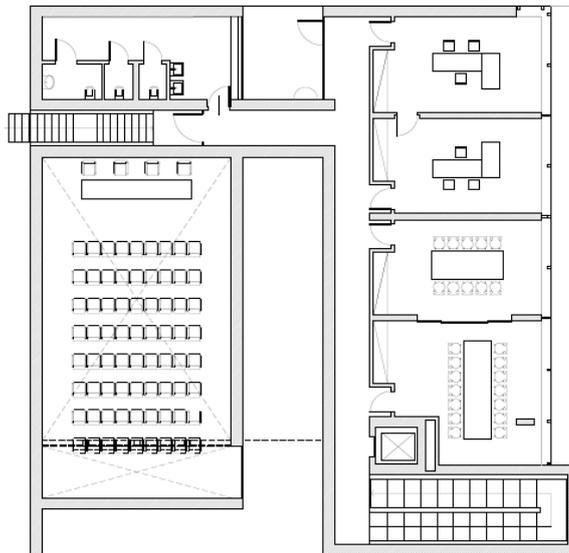


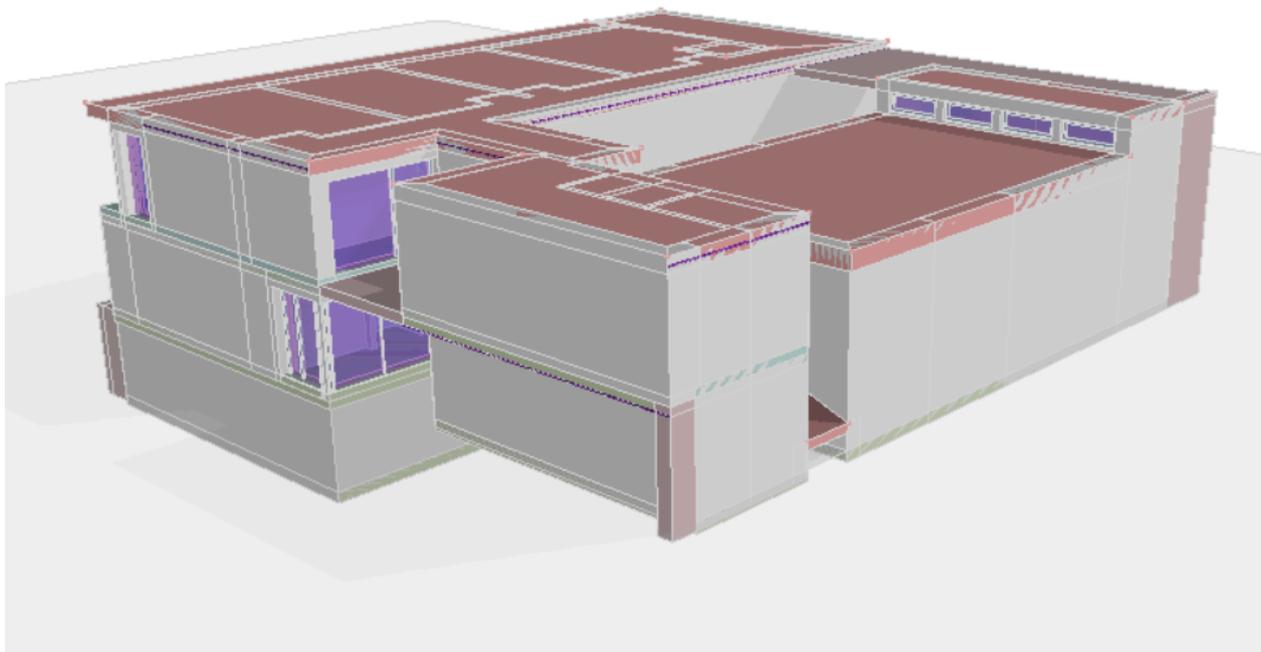
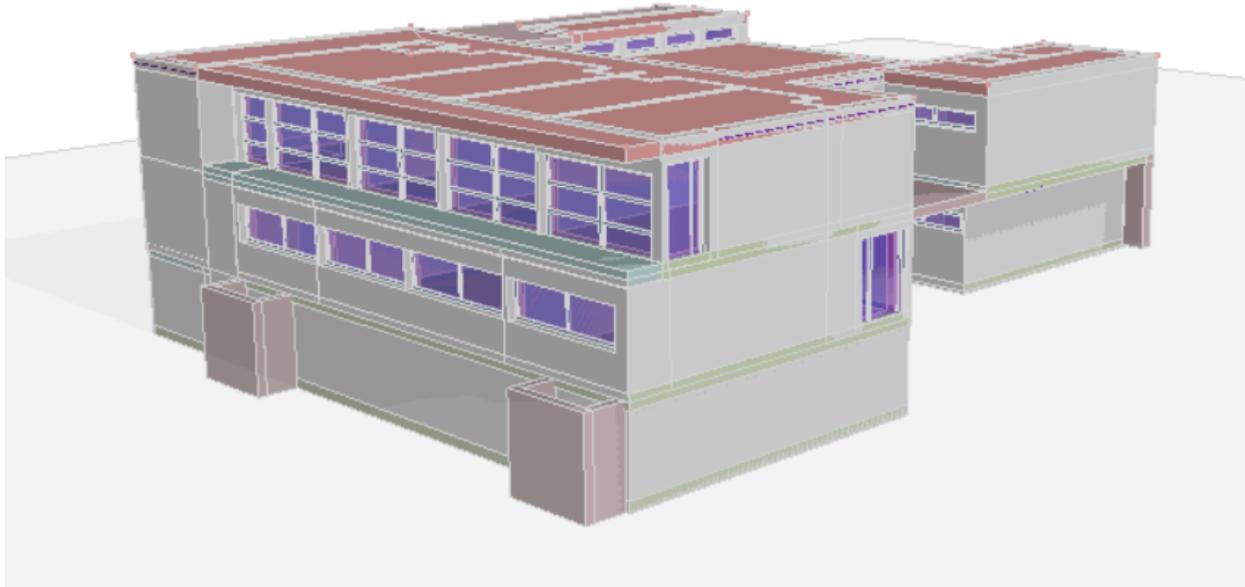
Figura 3 - Pianta piano primo

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 5
		Rev.00	10/05/2023	

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

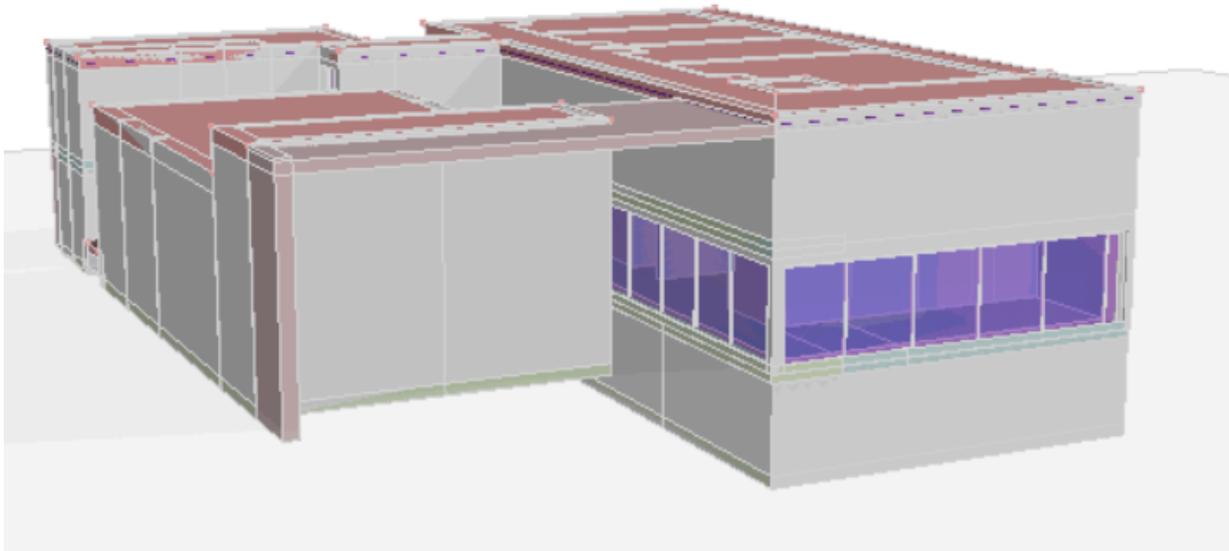
2.2 Diagnosi energetica stato di fatto

L'edificio è stato modellato considerando il solaio e le pareti verso il locale tecnico al piano terra e verso il vano ascensore come superfici disperdenti verso zone non riscaldate.



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 6
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		



Dalle analisi effettuate risultano le seguenti quantità di superfici disperdenti lorde:

SUPERFICI DISPERDENTI LORDE	
Strutture opache verticali	Pareti vs Esterno
	Pareti vs Locale tecnico
	Pareti vs vano ascensore
Serramenti	Strutture trasparenti vs Esterno
Strutture opache orizzontali	Pavimento vs Terreno
	Pavimento vs Esterno
	Pavimento vs Locale tecnico
	Copertura vs Esterno
TOTALE	
2.356,69 m²	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

2.2.1 Risultati stato di fatto

Dati geometrici

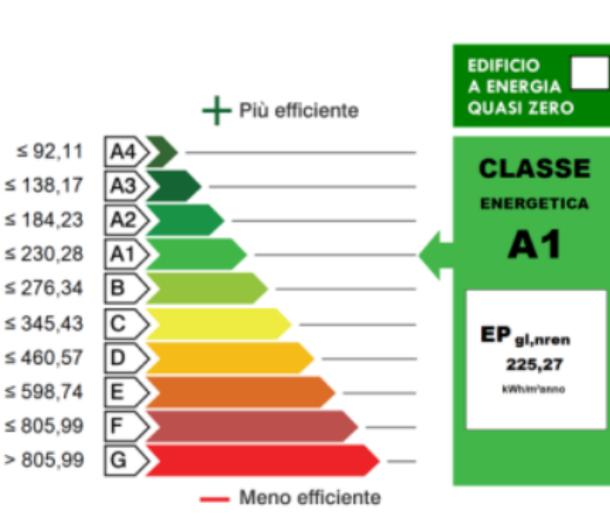
Superficie utile riscaldata Su,H	770,09 m ²
Superficie utile raffrescata Su,C	515,47 m ²
Volume lordo riscaldato V,H	3.357,54 m ³
Volume lordo raffrescato V,C	2.394,82 m ³
Superficie disperdente Sdisp	2.356,69 m ²

Fabbisogni di energia termica utile

EPH,nd	89,92 kWh/m ²	Durata	182 giorni
EPC,nd	27,67 kWh/m ²	Durata	158 giorni
EPW,nd	0,16 kWh/m ²		

Fabbisogni di energia primaria

EPH,ren	2,94 kWh/m ²	EPH,nren	126,85 kWh/m ²	EPH,tot	129,79 kWh/m ²	ηH	0,709
EPC,ren	12,31 kWh/m ²	EPC,nren	51,05 kWh/m ²	EPC,tot	63,36 kWh/m ²	ηC	0,527
EPW,ren	0,55 kWh/m ²	EPW,nren	2,29 kWh/m ²	EPW,tot	2,85 kWh/m ²	ηW	0,068
EPV,ren	0,39 kWh/m ²	EPV,nren	1,61 kWh/m ²	EPV,tot	2,00 kWh/m ²		
EPL,ren	10,48 kWh/m ²	EPL,nren	43,46 kWh/m ²	EPL,tot	53,94 kWh/m ²		
EPgl,ren	26,66 kWh/m ²	EPgl,nren	225,27 kWh/m ²	EPgl,tot	251,93 kWh/m ²		



VALORE MEDIO EP_{gl,nren}=225,27 kW/m²anno

CLASSE ENERGETICA "A1"

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 8
		Rev.00	10/05/2023	

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

3 INTERVENTI PROPOSTI

3.1 Caratteristiche degli interventi proposti

In seguito all'analisi dello stato di fatto, con particolare riferimento alla geometria del fabbricato, le stratigrafie e la disposizione delle superfici disperdenti, si propone come intervento di riqualificazione energetica da eseguire sull'involucro edilizio l'isolamento a cappotto in EPS sulle partizioni perimetrali verticali.

3.2 Simulazione intervento

L'intervento proposto considera l'isolamento delle pareti perimetrali verso l'esterno in EPS bianco da 8 cm ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) (certificato CAM) e l'isolamento della porzione di solaio verso l'esterno del piano primo in EPS bianco da 4 cm ($\lambda \leq 0,035$ W/mK) (certificato CAM) al fine di migliorare la trasmittanza termica delle strutture.

Dettaglio delle superfici oggetto di intervento

	Sup. in m ²	Incidenza %
Superficie disperdente totale	2356,69	-
M1-Muratura sp. 50 cm caso tipo	472,9	20,1
M1_CLS-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 25 cm	176,02	7,5
M2-Muratura sp. 50 cm caso tipo	3,08	0,1
M2_CLS-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm	11,78	0,5
S4-Solaio interpiano vs esterno	6,75	0,3
Superficie disperdente oggetto di intervento	670,52	28,5

Questo intervento consente di intervenire su una superficie pari a circa il 28,5% delle superfici disperdenti dell'involucro.

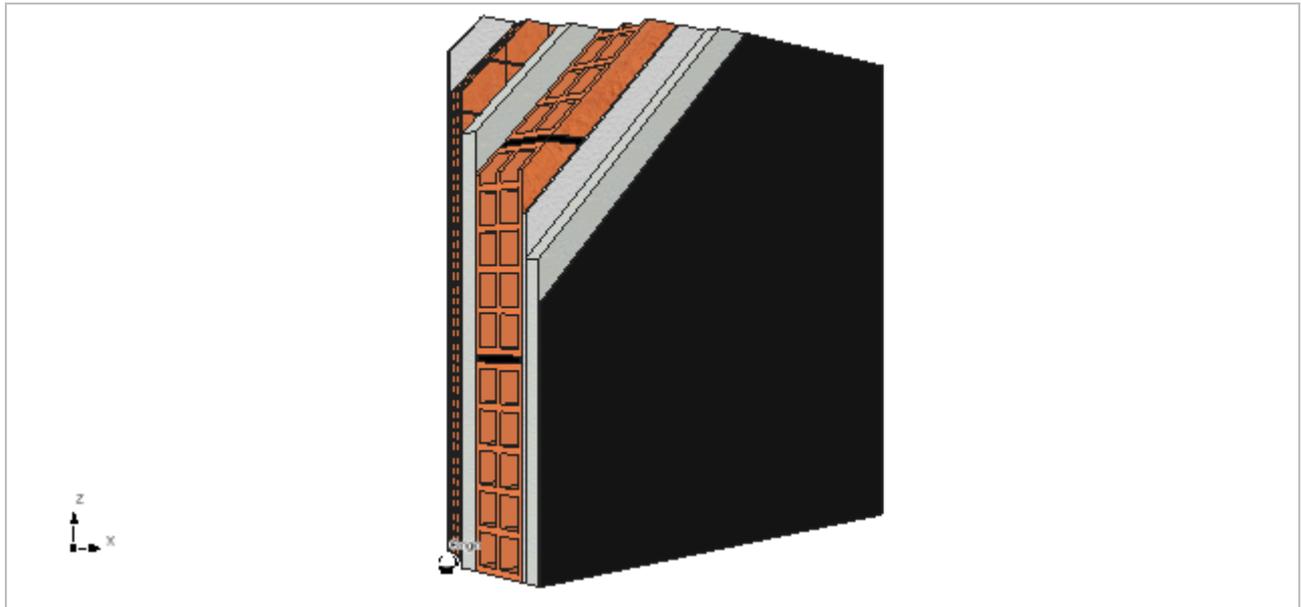
Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 9
		Rev.00	10/05/2023	

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

3.2.1 Stratigrafie di progetto

Essendo state fornite le stratigrafie del progetto esecutivo originario, è stato possibile effettuare una diagnosi precisa e determinare con certezza le stratigrafie esistenti.

M1_PostIso-Muratura sp. 50 cm caso tipo



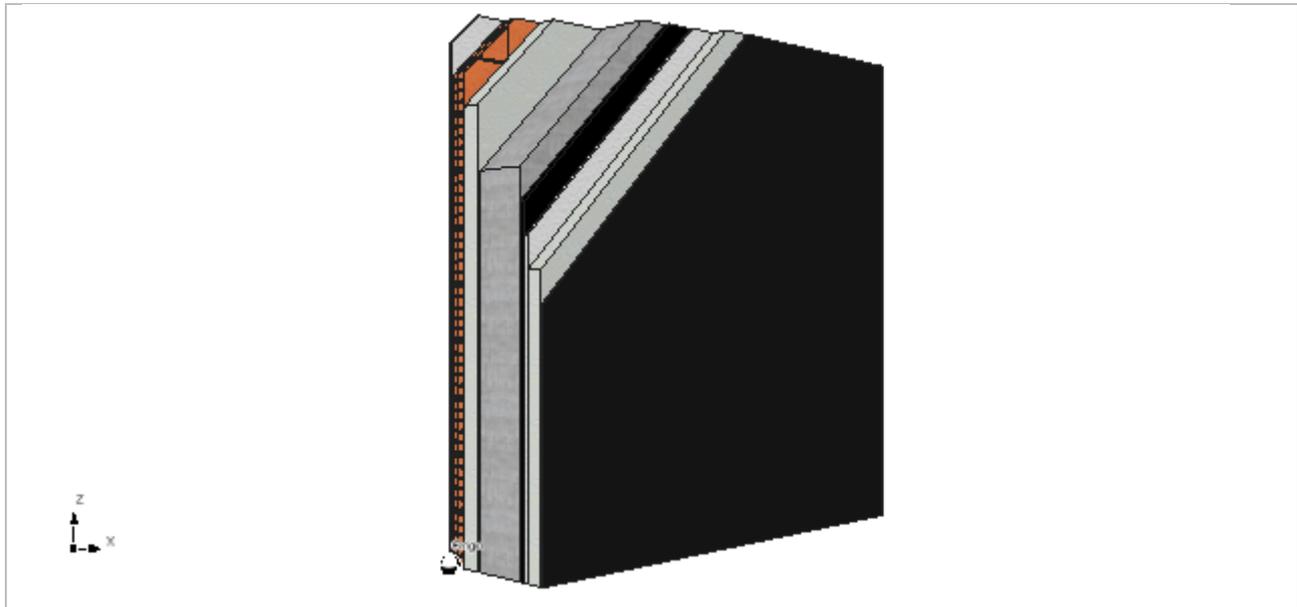
Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,161 W/m²K
Resistenza	6,227 m²K/W	Massa superf.	586 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	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			

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

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



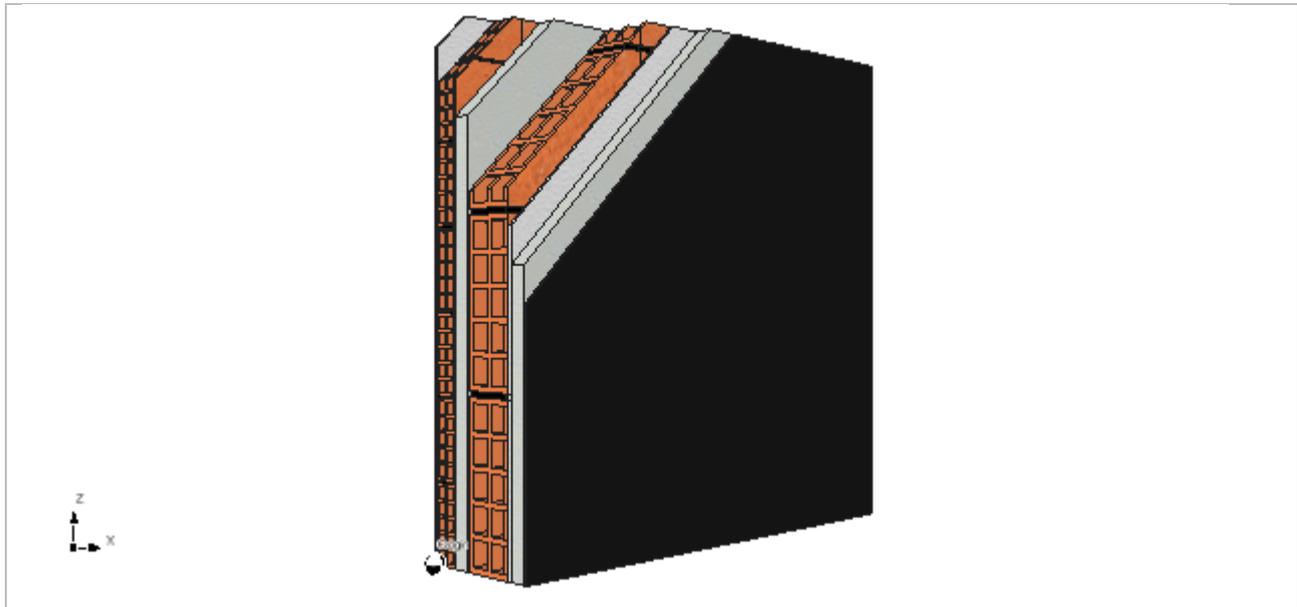
Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,157 W/m²K
Resistenza	6,370 m²K/W	Massa superf.	720 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	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	Mattono 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	Pannello in fibra di legno	30,0	0,040	0,750	140	0,50	3,0
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			

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

M2_Postlso-Muratura sp. 50 cm caso tipo



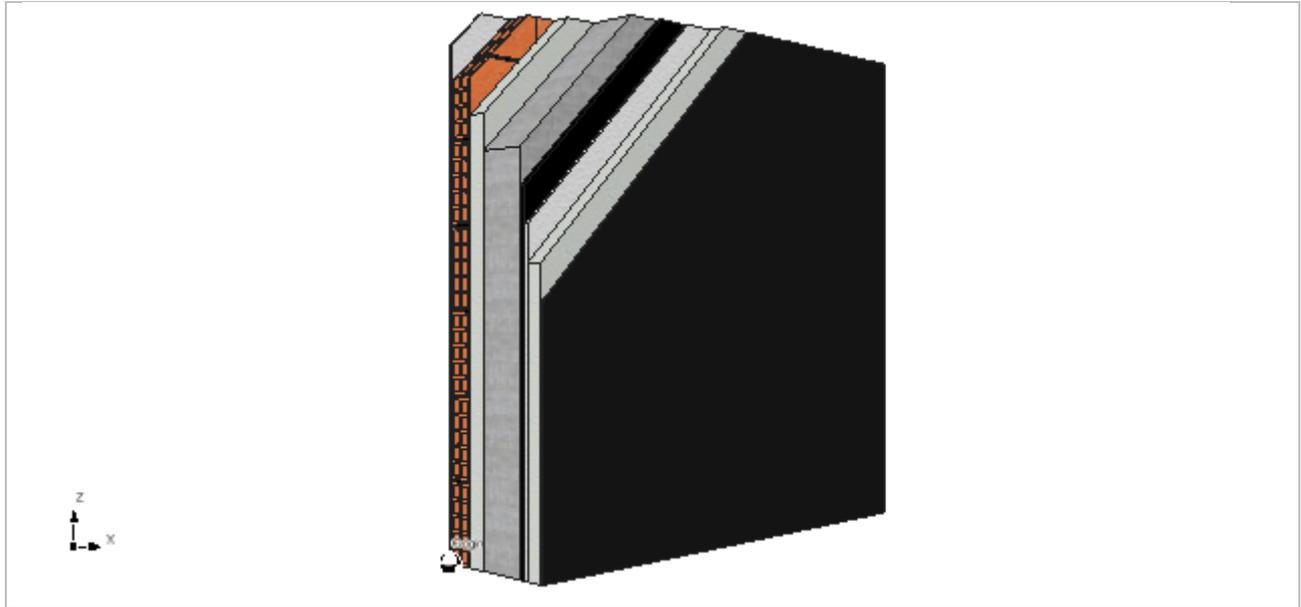
Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,158 W/m²K
Resistenza	6,339 m²K/W	Massa superf.	588 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	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			

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

M2_CLS_Postlso-Muratura sp. 50 cm caso in presenza di setto in cls sp. 23 cm



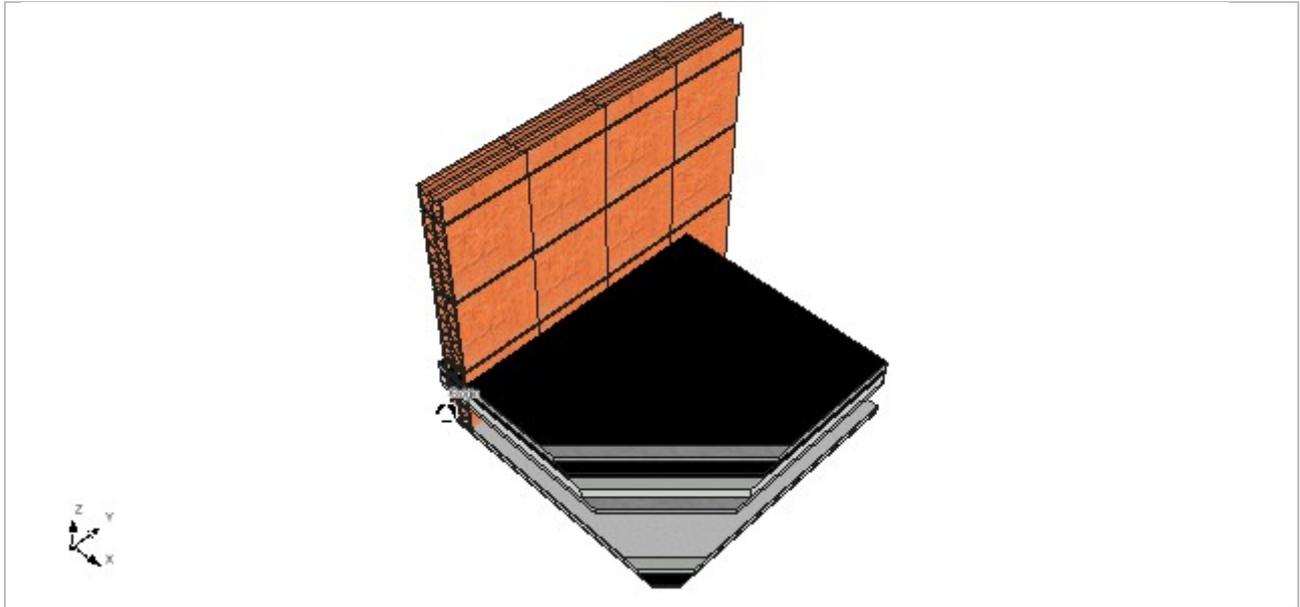
Spessore	590,0 mm	Trasmittanza	0,159 W/m²K
Resistenza	6,286 m²K/W	Massa superf.	748 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m²K/W	Densità ρ Kg/m³	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	Mattono 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			

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

S4_PostIso-Solaio interpiano vs esterno



Spessore	490,0 mm	Trasmittanza	0,230 W/m²K
Resistenza	4,356 m²K/W	Massa superf.	466 kg/m²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	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	Fassa Bortolo Calcestruzzo cellulare	45,0	0,100	0,450	400	1,00	10,0
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		4,356			

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 14
		Rev.00	10/05/2023	

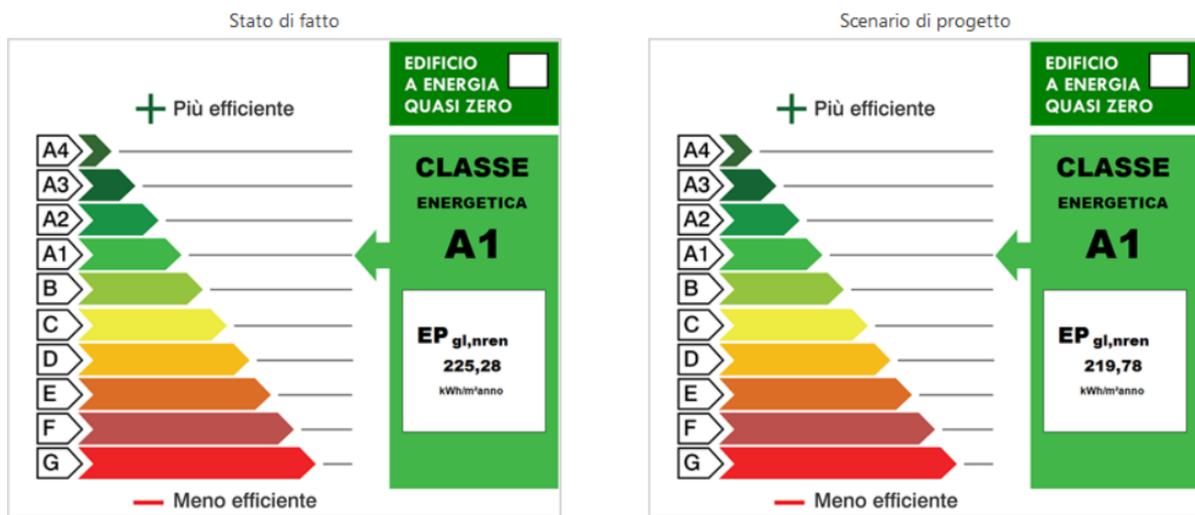
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l. Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	
	Diagnosi energetica		

3.2.2 Risultati post intervento

Dettagli del calcolo dell'APE Convenzionale

Unità immobiliare	Sutile	EPH,nren	EPH,rif	EPW,nren	EPW,rif	EPC,nren	EPC,rif	EPgl,nren	EPgl,rif	Classe
Unità immobiliare 01 - TEGON	133,81	96,60	57,96	17,61	27,33	0,00	0,00	114,21	85,29	C
Unità immobiliare 02 - PEVERARO	157,06	207,89	69,81	20,01	26,51	0,00	0,00	227,90	96,32	E
Unità immobiliare 03 - ZONCA	129,32	135,04	53,23	19,48	27,53	6,01	16,20	160,53	96,96	D
Unità immobiliare 04 - EPIS	168,37	107,83	51,00	19,77	26,19	3,34	8,04	130,95	85,22	D
Intero edificio	588,56	137,96	58,09	19,28	26,83	2,28	5,86	159,52	90,78	D

I. C. Albano: Fabbricato - involucro opaco



VALORE MEDIO $EP_{gl,nren}=219,78$ kW/m²anno

CLASSE ENERGETICA "A1"

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

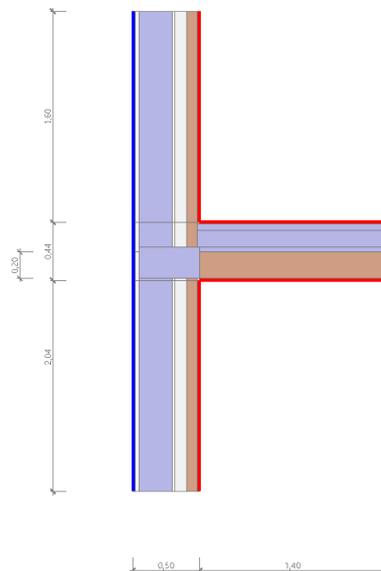
4 PONTI TERMICI

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.

4.1 Ponte termico 17 – Dettaglio solaio interpiano

4.1.1 Stato di fatto

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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 16
		Rev.00	10/05/2023	

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

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

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 [m²K/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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 17
		Rev.00	10/05/2023	

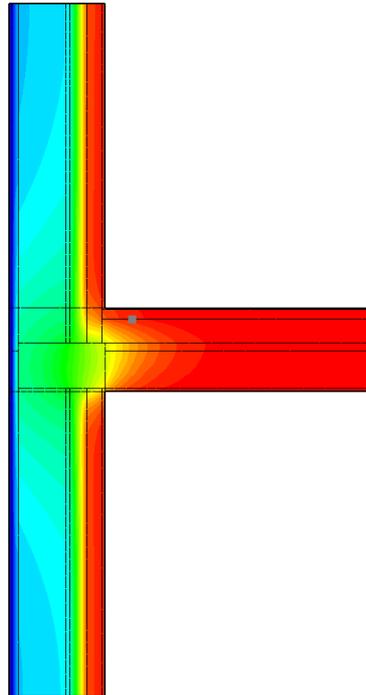
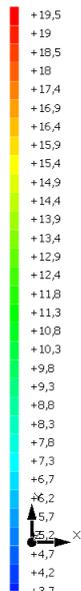
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

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



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.

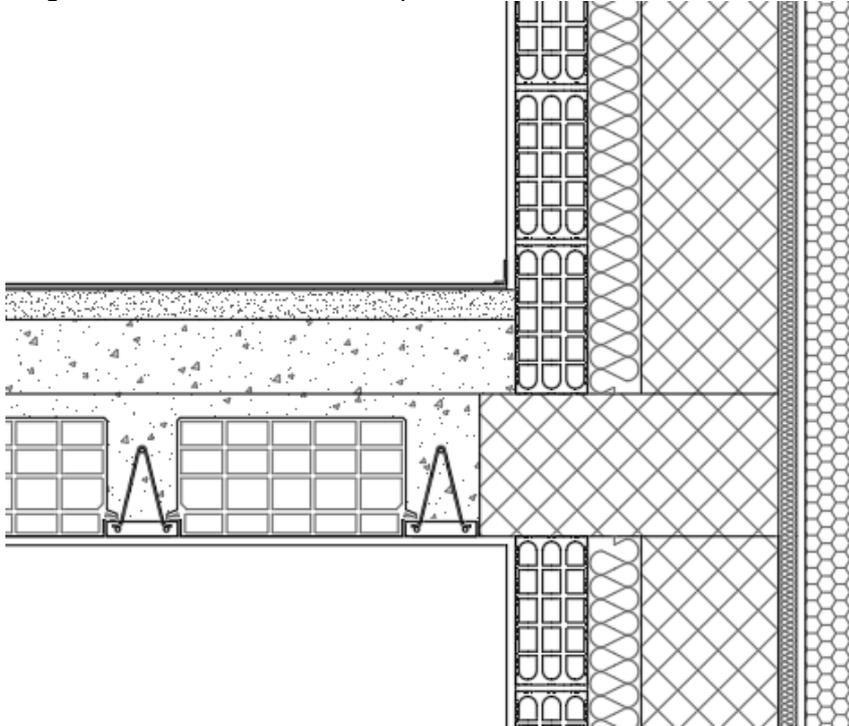
Flusso Φ	20,21	W/m
Ψ interno	0,4012	W/mK
Ψ esterno	0,2929	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,19	W/mK
Temperatura minima	15,7	°C

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 18
		Rev.00	10/05/2023	

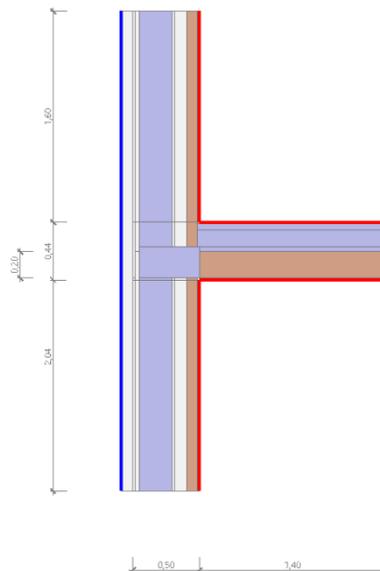
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

4.1.2 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.



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

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

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

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

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

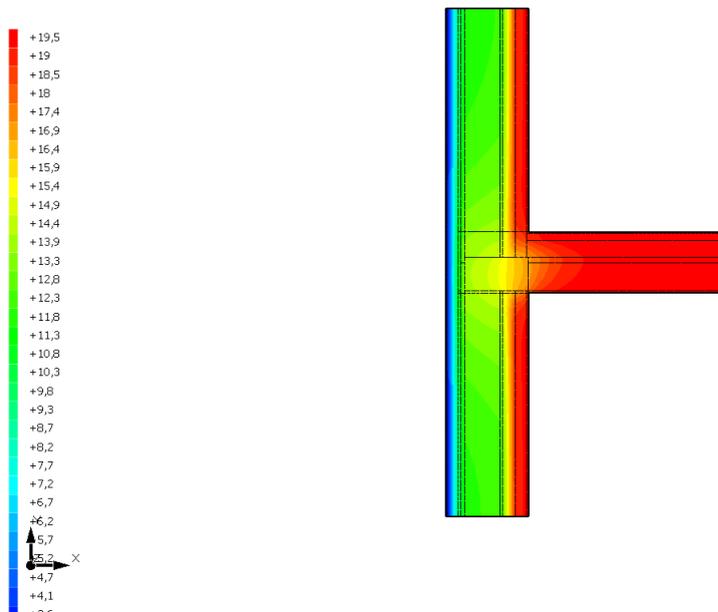
	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura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



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 21
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

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	<u>11,45</u>	W/m
Ψ interno	<u>0,1714</u>	W/mK
Ψ esterno	<u>0,1024</u>	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	<u>0,67</u>	W/mK
Temperatura minima	<u>17,6</u>	°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

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

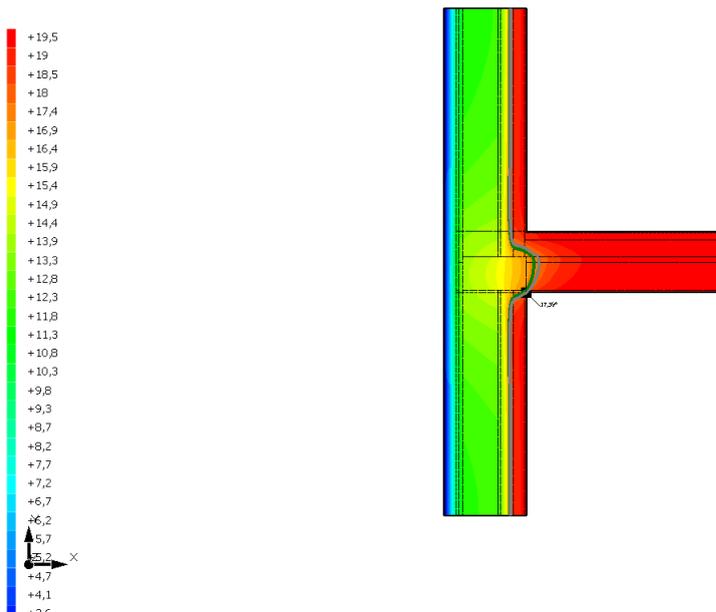
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 22
		Rev.00	10/05/2023	

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

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

0,859

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm

0,839

Mese critico

Ottobre

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE

fRsi>fRsi,max: assenza di muffa

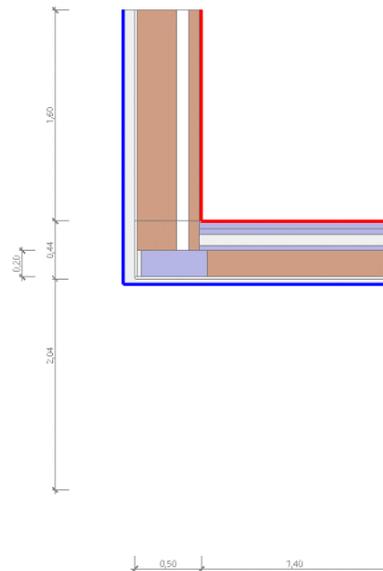
Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 23
		Rev.00	10/05/2023	

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

4.2 Ponte termico 16 – Dettaglio nodo pavimento a sbalzo

4.2.1 Stato di fatto

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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 24
		Rev.00	10/05/2023	

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

27	Pignatta in laterizio	0,598
28	Intonaco esterno	0,900
19	Pannello in fibra di legno 3 THERM WALL 180	0,042
19	EPS bianco	0,035
20	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

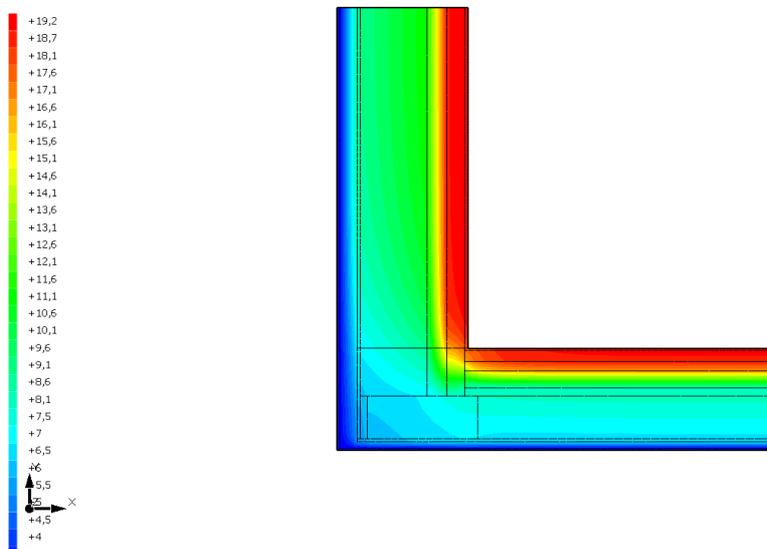
	Confine	T [°C]	R [m²K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04

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:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parete - pavimento Post Iso



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 25
		Rev.00	10/05/2023	

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

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.

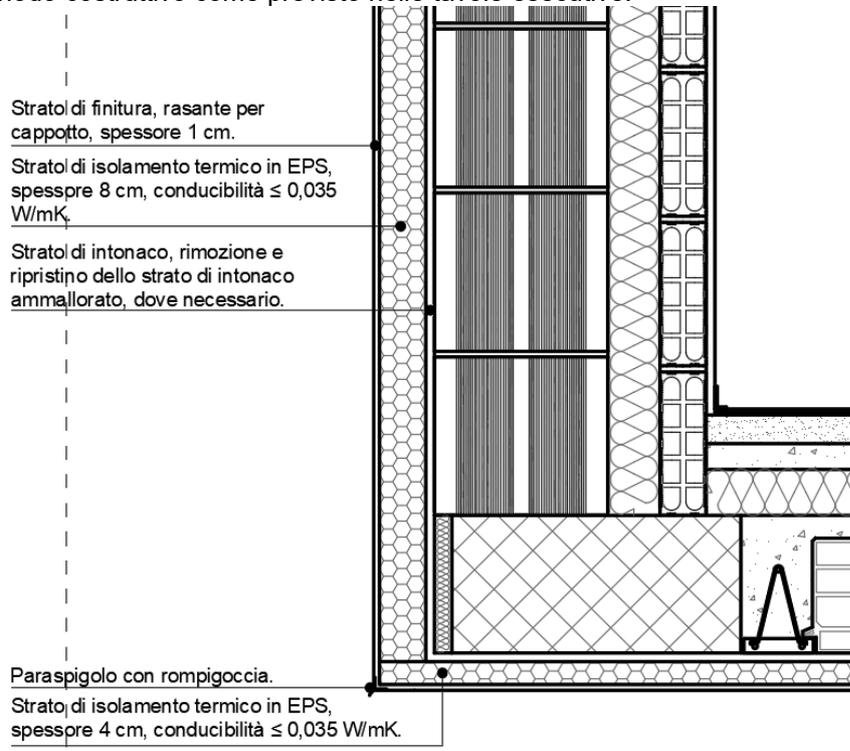
Flusso Φ	12,22	W/m
Ψ interno	0,1309	W/mK
Ψ esterno	-0,0590	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,72	W/mK
Temperatura minima	18,0	°C

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 26
		Rev.00	10/05/2023	

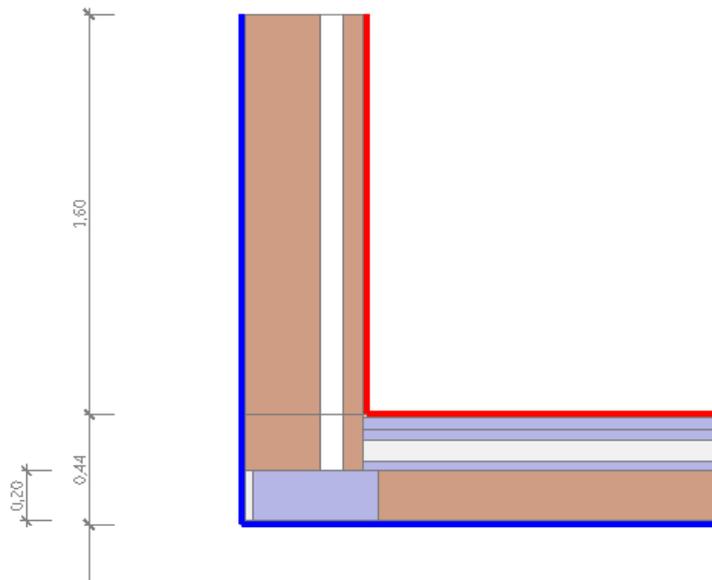
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l. Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	
	Diagnosi energetica		

4.2.2 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.



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 27
		Rev.00	10/05/2023	

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

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

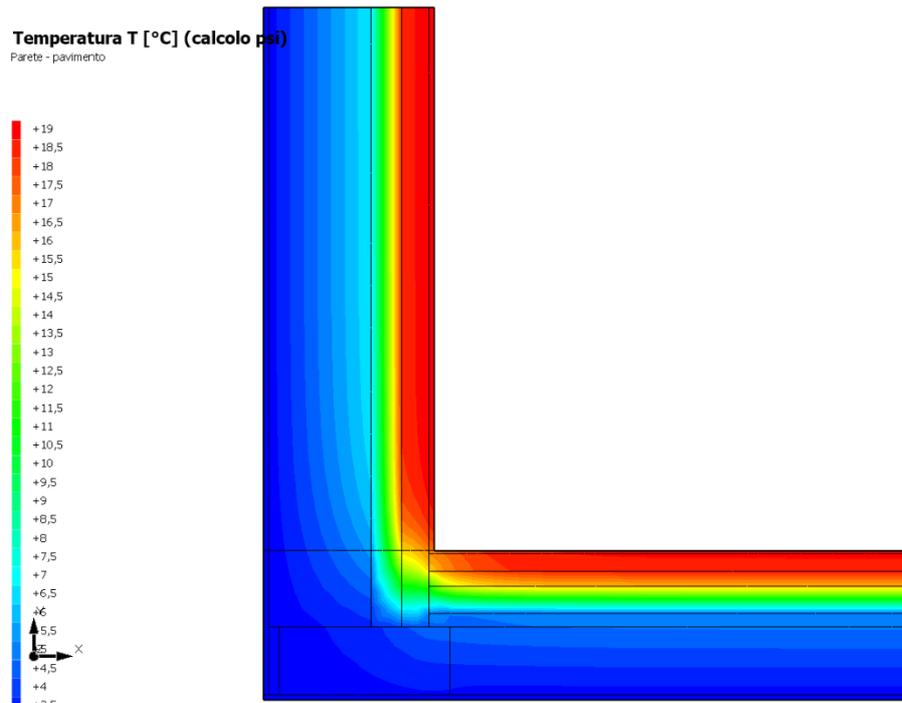
	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	3,0	0,04

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 28
		Rev.00	10/05/2023	

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

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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 29
		Rev.00	10/05/2023	

VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

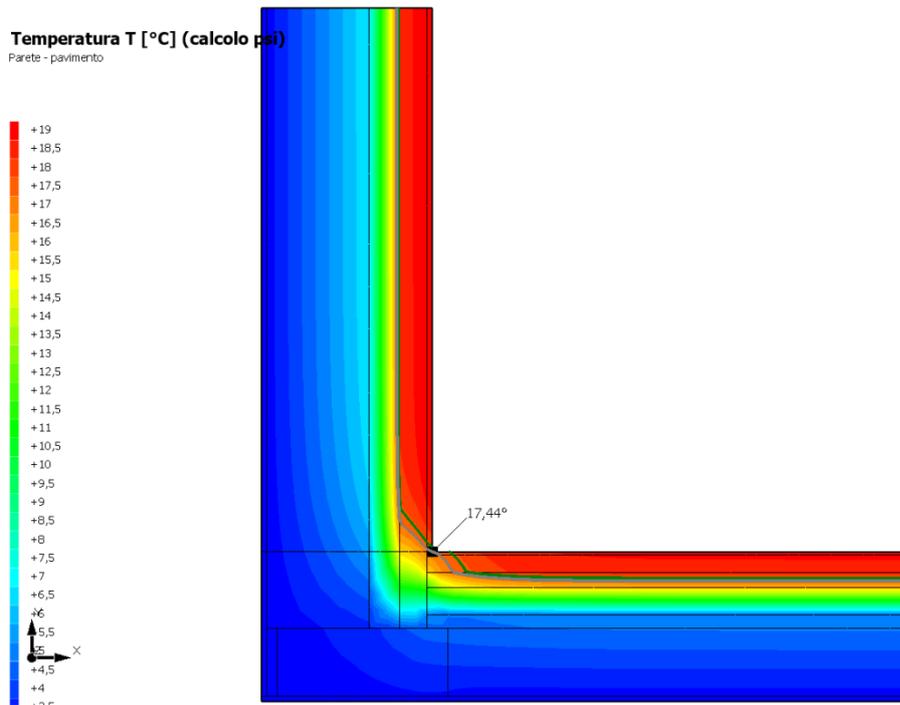
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale fRsi calcolato come segue

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

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

Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

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

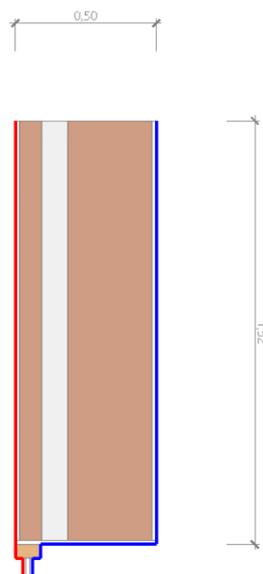
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,849
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,874
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

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

4.3 Ponte termico 9 – Dettaglio risolto su serramento

4.3.1 Stato di fatto

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
7	Intonaco interno	0,700
8	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
9	Vetro	1,000
10	Aria	0,025
11	Vetro	1,000

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

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.

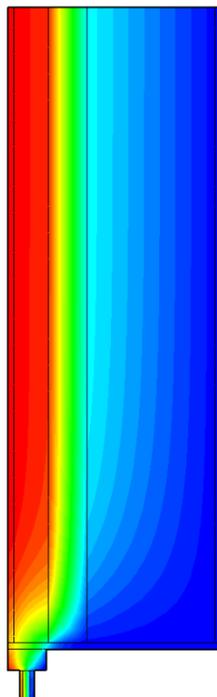
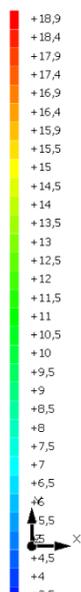
Dettaglio dei confini

	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:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - serramento nodo 9 sdf



Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@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	
	Diagnosi energetica		

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.

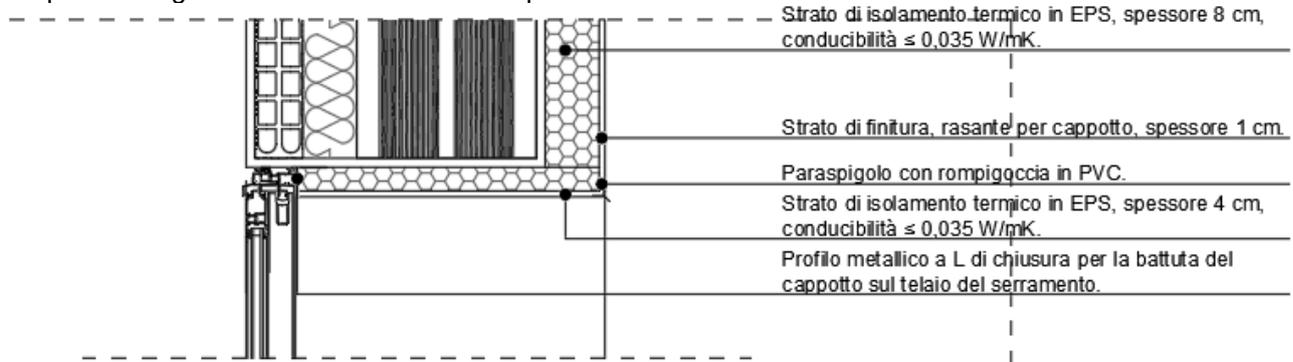
Flusso Φ	<u>12,63</u>	W/m
Ψ interno	<u>0,3565</u>	W/mK
Ψ esterno	<u>0,3565</u>	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	<u>0,74</u>	W/mK
Temperatura minima	<u>16,3</u>	°C

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 34
		Rev.00	10/05/2023	

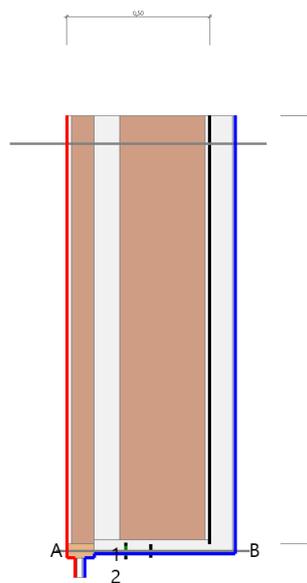
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l. Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	
	Diagnosi energetica		

4.3.2 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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 35
		Rev.00	10/05/2023	

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

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.

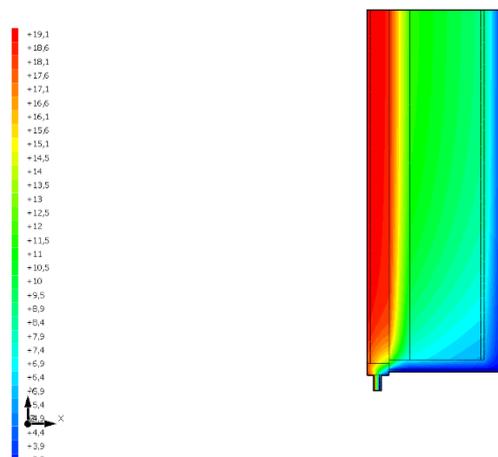
Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m²K/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:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete - serramento nodo 9 SQP



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 36
		Rev.00	10/05/2023	

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

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	<u>8,65</u>	W/m
Ψ interno	<u>0,2607</u>	W/mK
Ψ esterno	<u>0,2607</u>	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	<u>0,51</u>	W/mK
Temperatura minima	<u>18,1</u>	°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

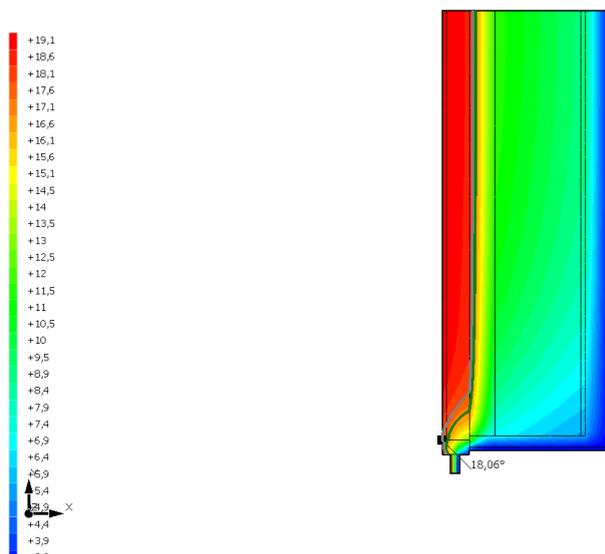
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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 SDF



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:

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 37
		Rev.00	10/05/2023	

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

Tipo di calcolo

Classi di concentrazione

Classe di edificio

Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φe [%]	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]

φe 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

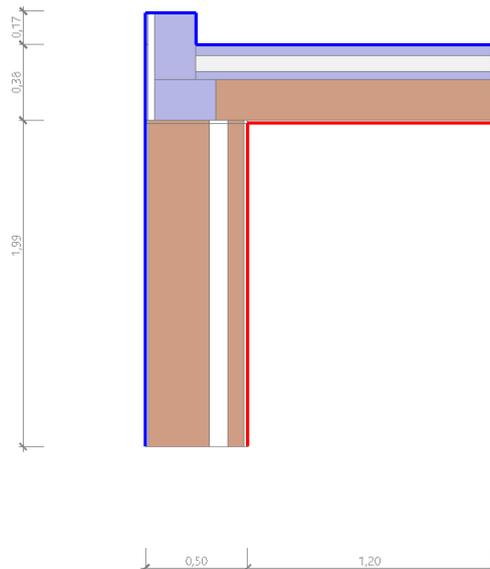
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,886
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,839
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	frsi>frsi,max: assenza di muffa

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

4.4 Ponte termico 3 – Dettaglio parete copertura uffici

4.4.1 Stato di fatto

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
3	Intonaco esterno	0,900
4	Pannello in fibra di legno 3 THERM WALL 180	0,042
5	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Intonaco esterno	0,900
10	Intonaco esterno	0,900
11	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
13	EPS polistirene con grafite	0,031
15	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
17	Intonaco interno	0,700
19	Intonaco esterno	0,900
20	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
21	EPS polistirene con grafite	0,031
22	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
23	Intonaco interno	0,700

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 39
		Rev.00	10/05/2023	

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

24	Membrana impermeabilizzante	0,150
25	Massetto in cls	1,200
26	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
27	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
28	Pignatta in laterizio	0,598
29	Intonaco interno	0,700
22	Membrana impermeabilizzante	0,150

13.5 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.

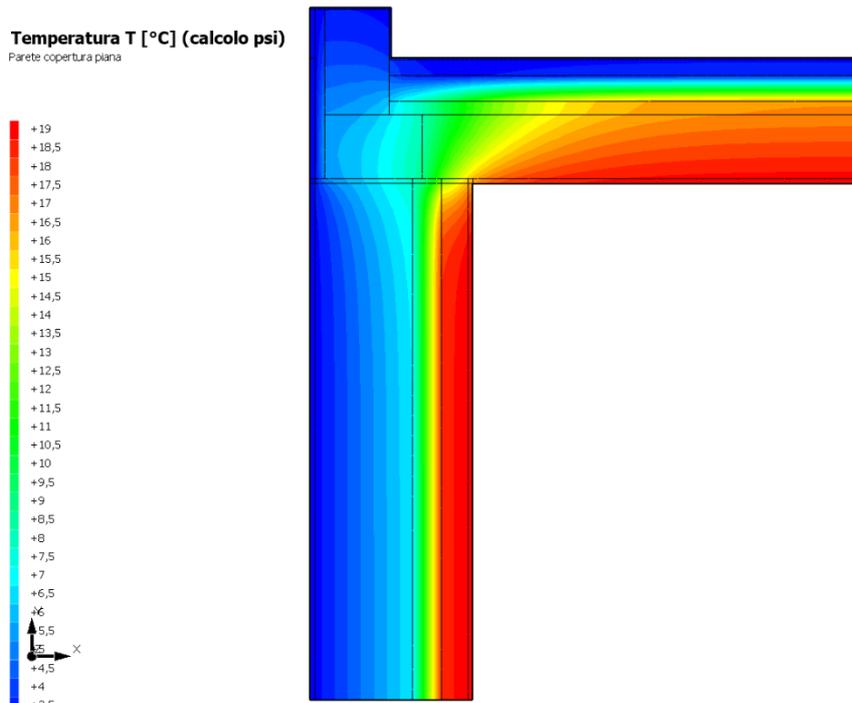
Dettaglio dei confini

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

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

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.

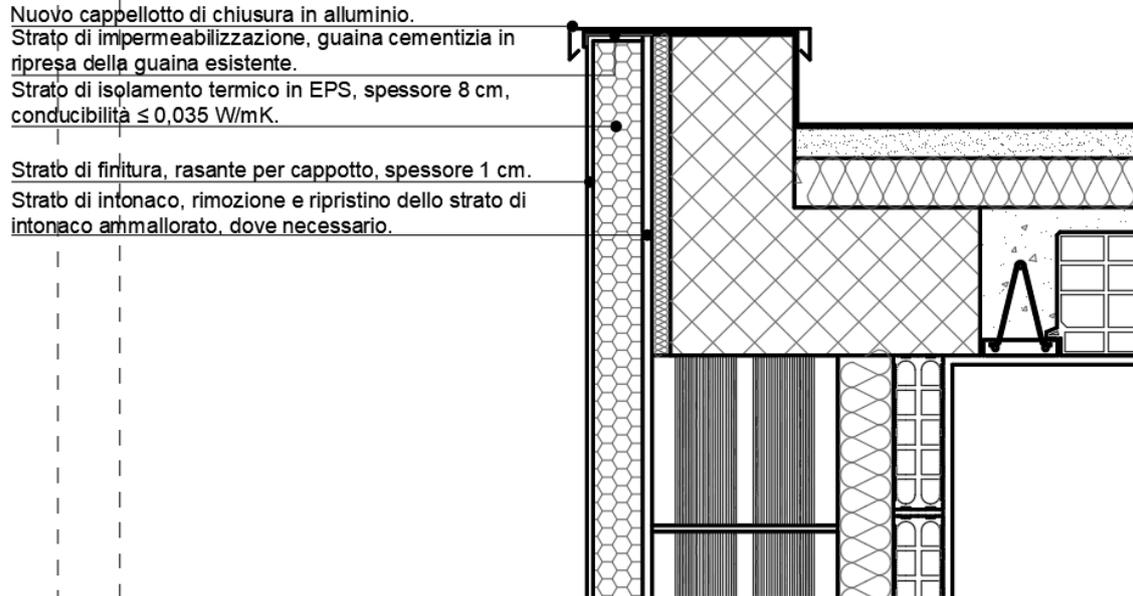
Flusso Φ	19,68	W/m
Ψ interno	0,3371	W/mK
Ψ esterno	0,0602	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,16	W/mK
Temperatura minima	15,1	°C

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 41
		Rev.00	10/05/2023	

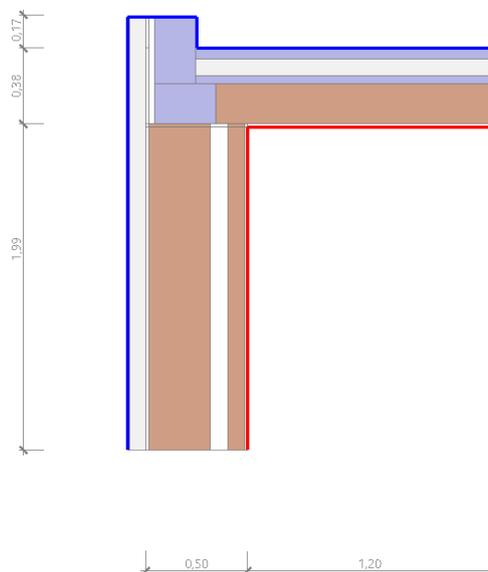
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

4.4.2 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

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 42
		Rev.00	10/05/2023	

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

3	Intonaco esterno	0,900
4	EPS bianco	0,035
5	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Intonaco esterno	0,900
10	Intonaco esterno	0,900
11	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
13	EPS polistirene con grafite	0,031
15	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
17	Intonaco interno	0,700
19	Intonaco esterno	0,900
20	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
21	EPS polistirene con grafite	0,031
22	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
23	Intonaco interno	0,700
24	Membrana impermeabilizzante	0,150
25	Massetto in cls	1,200
26	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
27	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
28	Pignatta in laterizio	0,598
29	Intonaco interno	0,700
22	Membrana impermeabilizzante	0,150
23	EPS bianco	0,035
24	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 esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
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 interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 43
		Rev.00	10/05/2023	

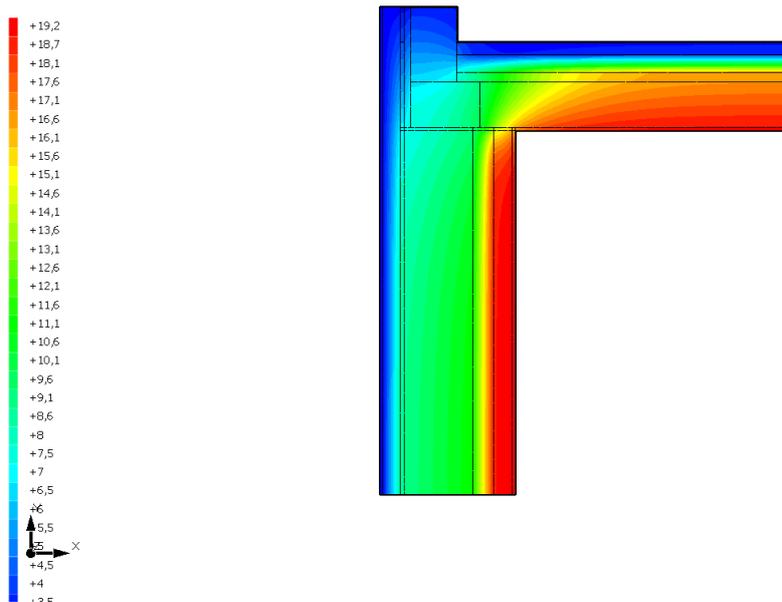
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

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 copertura piana SDF



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	17,12	W/m
Ψ interno	0,3188	W/mK
Ψ esterno	0,0742	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,01	W/mK
Temperatura minima	15,6	°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]

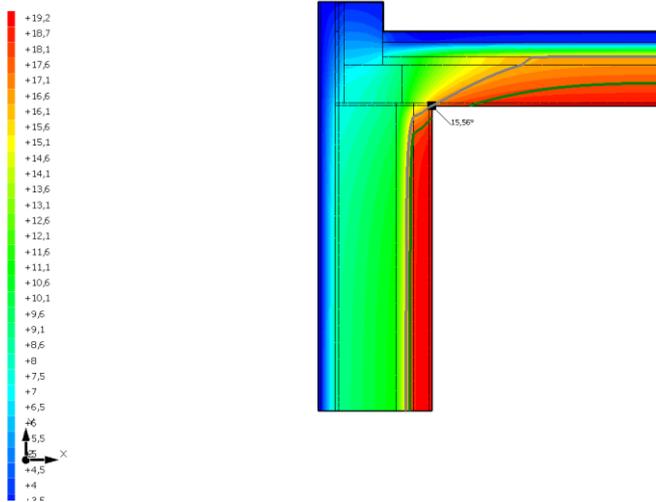
θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 44
		Rev.00	10/05/2023	

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

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Parete copertura piana SDF



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]	φe [%]	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]
φe 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 **0,739**
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm **0,839**
Mese critico **Ottobre**

ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE **fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa**

Non intervenendo sulla copertura, il ponte termico risulta ridotto ma non è possibile evitare la potenziale formazione di muffa con i soli interventi di involucro previsti.

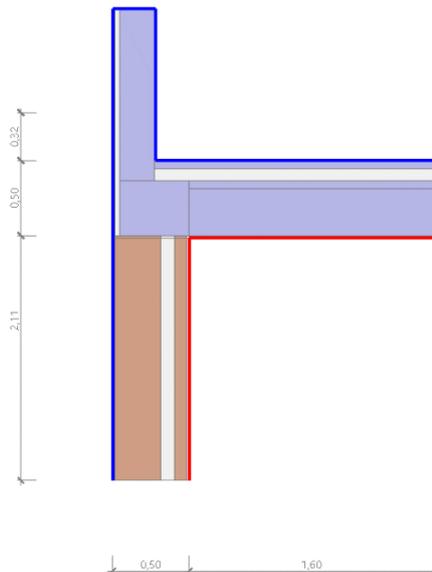
Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione Rev.00	Data di emissione 10/05/2023	Pag. 45

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

4.5 Ponte termico 1 – Dettaglio parete copertura aula magna

4.5.1 Stato di fatto

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
3	Intonaco esterno	0,900
4	Pannello in fibra di legno	0,040
5	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Intonaco esterno	0,900
10	Intonaco esterno	0,900
11	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
13	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
15	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
17	Intonaco interno	0,700
19	Intonaco esterno	0,900
20	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
21	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
22	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
23	Intonaco interno	0,700

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 46
		Rev.00	10/05/2023	

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

24	Membrana impermeabilizzante	0,150
25	Massetto in cls	1,200
26	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
27	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
28	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	0,889
29	Intonaco interno	0,700
22	Membrana impermeabilizzante	0,150

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 esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04
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 interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
7	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 47
		Rev.00	10/05/2023	

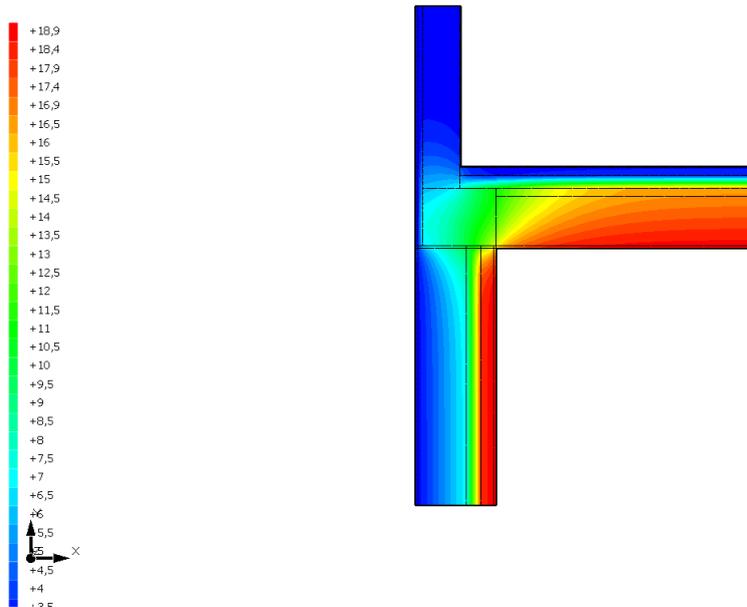
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

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 copertura piana SDF 1



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.

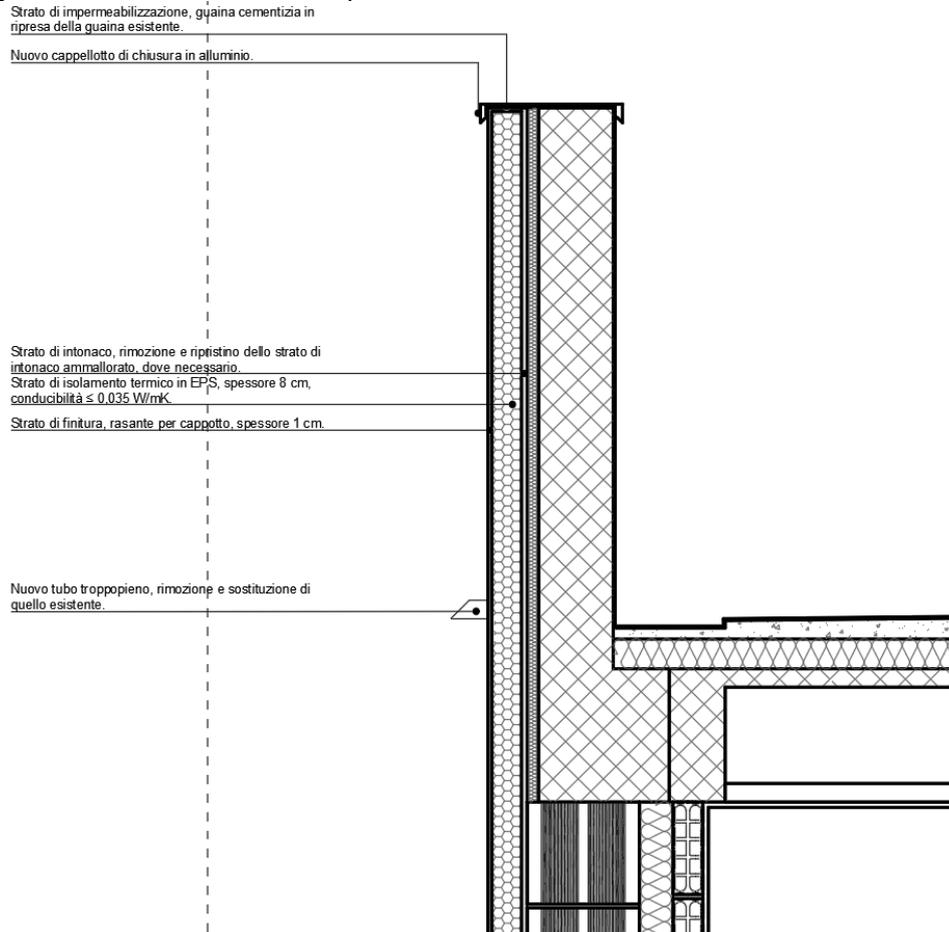
Flusso Φ	25,84	W/m
Ψ interno	0,5238	W/mK
Ψ esterno	0,2099	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,52	W/mK
Temperatura minima	14,0	°C

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 48
		Rev.00	10/05/2023	

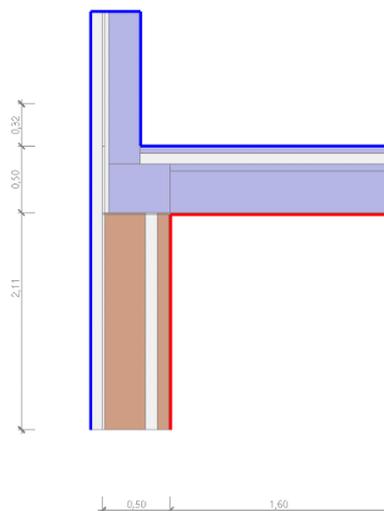
Referente Commessa: Balini Ing. Nicola Via Stazione, 1 - 24027 Nembro (BG) Mobile: +39 3285728280 Mail to: info@bblingegneria.it	Efficientamento energetico palazzina uffici Via Dante, 13	Società BBL Ingegneria S.r.l.	
	Diagnosi energetica	Team Ing. Balini Nicola Ing. Beltrami Alberto Ing. Locatelli Fabio	

4.5.2 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.



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 49
		Rev.00	10/05/2023	

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

Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
3	Intonaco esterno	0,900
4	Pannello in fibra di legno	0,040
5	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
9	Intonaco esterno	0,900
10	Intonaco esterno	0,900
11	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
13	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
15	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
17	Intonaco interno	0,700
19	Intonaco esterno	0,900
20	Blocco forato 250 x 300 foratura 54% verticale (giunti malta 12 mm)	0,319
21	Lana di roccia - 70kg/mc	0,035
22	Mattone forato 80 x 250 (giunti malta 12 mm)	0,400
23	Intonaco interno	0,700
24	Membrana impermeabilizzante	0,150
25	Massetto in cls	1,200
26	Lana di roccia - 150kg/mc	0,038
27	Calcestruzzo (2200 kg a m3)	1,650
28	Solaio tipo predalles(interni)senza soletta cls spessore 320 flusso ascendente	0,889
29	Intonaco interno	0,700
22	Membrana impermeabilizzante	0,150
23	EPS bianco	0,035
24	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 esterna: direzione orizzontale del flusso	3,0	0,04

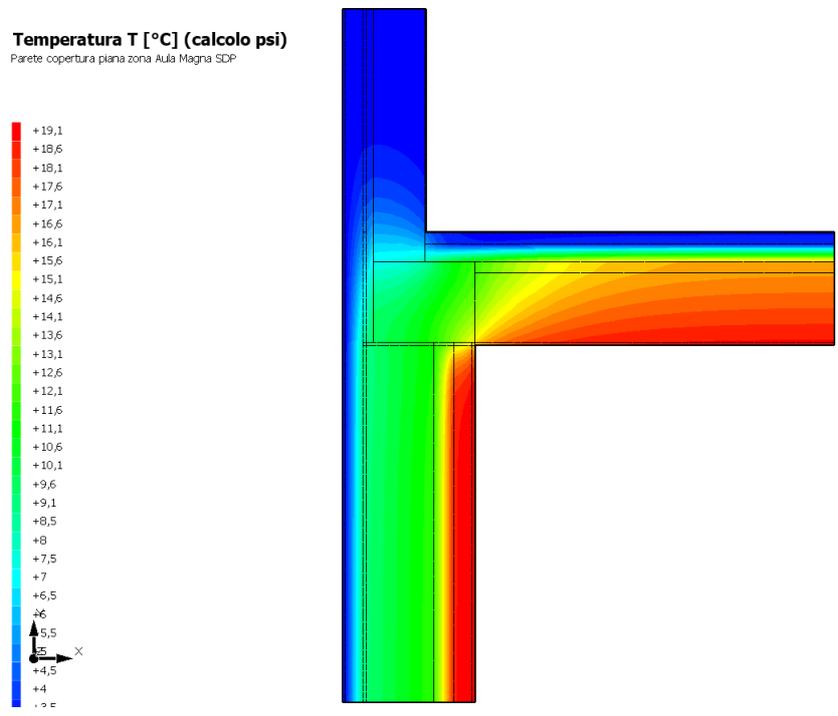
Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 50
		Rev.00	10/05/2023	

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

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 interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
7	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:



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	<u>22,14</u>	W/m
Ψ interno	<u>0,4572</u>	W/mK
Ψ esterno	<u>0,1916</u>	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	<u>1,30</u>	W/mK
Temperatura minima	<u>14,7</u>	°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 fRsi calcolato come segue

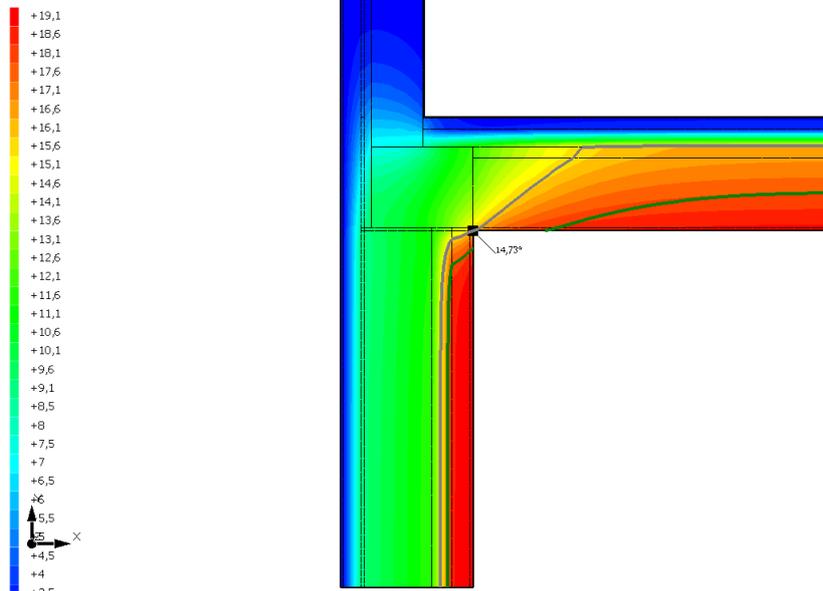
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

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 copertura plana zona Aula Magna 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

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

Te temperatura esterna media mensile [°C]

pe 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	0,690
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,839
Mese critico	Ottobre
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f_{rsi} < f_{rsi,max}: possibile presenza di muffa
Non intervenendo sulla copertura, il ponte termico risulta ridotto ma non è possibile evitare la potenziale formazione di muffa con i soli interventi di involucro previsti.	

Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 53
		Rev.00	10/05/2023	

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

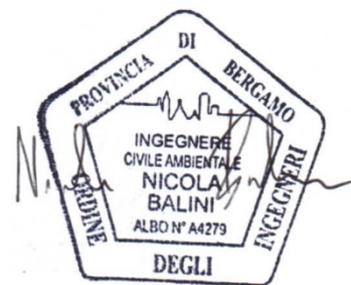
5 CONCLUSIONI

Lo studio svolto ha permesso di modellare l'involucro edilizio in relazione agli impianti tecnologici presenti determinando la prestazione energetica allo stato attuale e permettendo l'analisi degli interventi migliorativi realizzabili sull'involucro opaco.

Mediante la realizzazione degli interventi proposti non si ottiene alcun passaggio di classe, rimanendo sempre in classe energetica A1, ma si ottiene una riduzione del valore di EPgl,nren di 5,5 kW/m²anno e una riduzione di emissioni di CO₂ pari a 1 kg/m².

Nembro, 10/05/2023

IL TECNICO



Ing. Nicola Balini Ordine Ing. Bergamo n. A4279 CF/P. IVA BBL INGENGNERIA S.R.L.: 04377620168	File: Diagnosi I.C. Albano	N. Revisione	Data di emissione	Pag. 54
		Rev.00	10/05/2023	