



COMUNE DI BORGOSATOLLO (BS)

SCUOLA M. MARCAZZAN

Via Roma, 42 - 25010

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO DELLA SCUOLA MEDIA M. MARCAZZAN

Progettisti: Arch. Alberto Cariboni

Prof. Ing. Paolo Oliaro

advanced
engineering s.r.l.

Via Monte Bianco, 34 - 20149 Milano
Tel +390245473703 - Fax +390245473704
E-mail: mail@advancedengineering.it
C.F./P.IVA 04325430967
URL: www.advancedengineering.it



Fase:

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

Progetto impianti meccanici - RELAZIONE DI CALCOLO

Data prima emissione: 14.06.21

rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato
00	14.06.2021	emissione	LS	AC	PO
01	14.12.2021	mod. testo	CA	AC	PO

Tavola

EIMR002

Scala

-

INDICE

1.	Premessa	2
2.	Impianti meccanici	3
2.1.	<i>Fabbisogni termici</i>	3
2.1.1.	Condizioni di progetto	3
2.1.1.	Fabbisogno termico calcolato	4
2.1.1.	Fabbisogno frigorifero calcolato	5
3.	Impianto di climatizzazione	7
3.1.	<i>Dimensionamento dei generatori termici</i>	7
3.2.	<i>Terminali di emissione</i>	7
3.1.	<i>Dimensionamento della rete di distribuzione</i>	8
3.2.	<i>Dimensionamento delle pompe di circolazione</i>	9
4.	Impianto idrico sanitario	10
4.1.	<i>Dimensionamento pompe di calore per l'acqua calda sanitaria</i>	10
4.2.	<i>Acqua fredda sanitaria</i>	10
4.3.	<i>Acqua calda sanitaria</i>	11
4.4.	<i>Scarichi acque reflue</i>	11
5.	Allegato 1 – Stratigrafie	12

1. Premessa

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo degli impianti meccanici per il progetto esecutivo dell'intervento in materia di edilizia scolastica della scuola "Mario Marcazzan" sita in via Roma 42, 25010 a Borgosatollo, provincia di Brescia.

Gli interventi di seguito descritti si intendono come integrativi agli interventi previsti nel progetto esecutivo e nella variante strutturale al progetto esecutivo. La presente variante ambisce in particolare a migliorare le performance energetiche dell'edificio, ad adeguare la tipologia impiantistica ai fini dell'eliminazione dei rischi e dell'aumento di comfort all'interno del complesso, a ridurre l'impatto ambientale dell'edificio e ad adeguarlo all'attuale normativa in termini di adeguamento antincendio.

In sintesi, per la scuola in oggetto si prevedono le seguenti categorie di intervento:

- Interventi di adeguamento impiantistico;
- Interventi di adeguamento alla normativa in termini di rendimento energetico;
- Interventi per l'adeguamento antincendio.

Nel caso si riscontrassero disposizioni discordanti tra i diversi atti di contratto si dovrà considerare la Relazione generale come prioritaria.

Le opere descritte in oggetto sono appaltate a corpo. Sono da considerare comprese tutte le lavorazioni necessarie al fine di consegnare l'opera completa e con tutti i particolari finiti a regola d'arte e le relative opere di finitura.

E' a carico dell'Appaltatore valutare a proprio rischio, in fase d'offerta, tutte le quantità e mettere poi in opera tutto quanto necessario e richiesto dal Direttore dei Lavori per il completamento in ogni sua parte delle opere perfettamente funzionanti e collaudabili con soluzioni ricche e ottimo grado di finitura.

2. Impianti meccanici

E' prevista la realizzazione di un sistema di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva a pompe di calore geotermiche che verranno posizionate nell'attuale centrale termica nella palestra, previa dismissione della caldaia esistente. L'acqua calda sanitaria è prodotta tramite pompe di calore aria-acqua. Di seguito il riepilogo dei generatori di calore:

- Due pompe di calore geotermiche di taglia 74 e 55, la potenza termica della pompa di calore da 74 sarà 81 kW, con COP 6,08 (condizioni di riferimento: $T_e=10^{\circ}\text{C}$; $T_m=35^{\circ}\text{C}$), la potenza frigorifera 78,5 e EER 5,53 (condizioni di riferimento: $T_e=3^{\circ}\text{C}$; $T_m=18^{\circ}\text{C}$). La potenza termica della pompa di calore da 55 sarà 58,8 kW, con COP 6,51 (condizioni di riferimento: $T_e=10^{\circ}\text{C}$; $T_m=35^{\circ}\text{C}$), la potenza frigorifera 57,4 e EER 5,97 (condizioni di riferimento: $T_e=3^{\circ}\text{C}$; $T_m=18^{\circ}\text{C}$).
- Due pompe di calore per la produzione di acqua calda sanitaria da 80 litri ciascuna per i blocchi bagno.

Il sistema di emissione verrà realizzato mediante sistemi di emissione con ventilconvettori a parete in tutti gli ambienti eccetto che nei bagni dove verranno installati scaldasalviette. Mentre nella palestra verranno installati terminali aerotermi.

2.1. Fabbisogni termici

2.1.1. Condizioni di progetto

I fabbisogni termici dell'edificio sono stati calcolati considerando le seguenti condizioni di progetto:

Inverno:

Condizioni esterne: temperatura -7°C – umidità relativa 76%.

Condizioni interne: temperatura 20°C - umidità relativa 50%.

Estate:

Condizioni esterne: temperatura $31,8^{\circ}\text{C}$ – umidità relativa 50%.

Condizioni interne: temperatura 26°C - umidità relativa 50%.

Ricambi aria per ventilazione:

- 0,5 vol/h

Caratteristiche dell'involucro edilizio:

Componente	U iniziale [W/mq K]	U finale progetto [W/mq K]
Parete OSB	0,63	0,115

<i>Parete esistente + cappotto</i>	0,63	0,187
<i>Copertura piana</i>	1,20	0,159
<i>Serramenti vetri doppio</i>	6,00	1,30

Non sono previsti interventi al solaio di base,

Si riportano in allegato le stratigrafie considerate per il calcolo

2.1.1. Fabbisogno termico calcolato

Il fabbisogno termico invernale, dovuto alle dispersioni per trasmissione e ventilazione, calcolato è pari a 80,2 kW. Si riportano nella tabella di seguito i fabbisogni suddivisi per locali. Il calcolo è stato effettuato aumentando del 10% i fabbisogni calcolati come fattore di sicurezza.

Sintesi delle dispersioni invernali				
Locale	Trasmissione	Ventilazione	Dispersioni totali	Dispersioni +10%
	W	W	W	
PT_Ufficio amministrazione	681	621	1302	1432
PT_Aula 01	536	579	1116	1227
PT_Aula 02	555	580	1135	1248
PT_Aula 03	567	582	1149	1264
PT_Aula 04	732	593	1324	1457
PT_Aula 05	703	613	1316	1448
PT_Aula 06	556	571	1127	1240
PT_Aula 07	557	572	1128	1241
PT_Aula 08	743	573	1316	1448
PT_Aula 09	710	593	1303	1433
PT_Bagno 01	512	577	1089	1198
PT_Bagno 02	531	577	1109	1220
PT_Magazzino	530	408	937	1031
PT_Ufficio presidenza	773	488	1261	1387
PT_Spazi assistenti	995	770	1765	1942
PT_Spazio att ricreative	5375	5062	10438	11481
P1_Aula 10	960	579	1539	1693
P1_Aula 11	683	579	1263	1389
P1_Aula 12	683	580	1263	1389
P1_Aula 13	732	582	1315	1446
P1_Aula 14	833	593	1426	1568
P1_Aula 15	398	434	832	915
P1_Aula 16	382	401	783	862
P1_Aula 17	986	849	1835	2018
P1_Aula 18	699	571	1269	1396
P1_Aula 19	701	571	1272	1400

P1_Aula 20	840	573	1412	1554
P1_Aula 21	831	593	1424	1566
P1_Aula 22	881	896	1777	1955
P1_Aula 23	738	881	1619	1781
P1_Bagni 3	687	577	1265	1391
P1_Bagni 4	662	578	1240	1364
P1_Connettivo est	629	1005	1635	1798
P1_Connettivo ovest	628	1077	1705	1876
Pa_Spogliatoio 1	732	502	1234	1357
Pa_Spogliatoio 2	655	550	1205	1325
Pa_Ingresso	416	183	599	659
Pa_Palestra	7164	8946	16109	17720
TOTALE	36975	35860	72835	80118

2.1.1. Fabbisogno frigorifero calcolato

Il fabbisogno frigorifero, dovuto alle dispersioni per trasmissione e ai carichi interni (irraggiamento, macchinari, illuminazione, persone) è pari a 103,6 kW. Si riportano nella tabella di seguito i fabbisogni suddivisi per locali. Il calcolo è stato effettuato aumentando del 20% i fabbisogni calcolati a favore di sicurezza.

Sintesi delle dispersioni estive

Locale	Trasmissione W	Rientrate solari W	Illum e macchinari W	Persone W	Dispersioni totali W	Dispersioni +20%
PT_Ufficio amministrazione	27,6	183,8	1429,2	558,0	2198,5	2638
PT_Aula 01	2,4	164,8	428,2	2271,6	2867,0	3440
PT_Aula 02	1,5	173,4	428,3	2271,6	2874,8	3450
PT_Aula 03	4,2	173,4	428,9	2271,6	2878,1	3454
PT_Aula 04	-10,1	7,5	431,2	2361,6	2790,2	3348
PT_Aula 05	-2,6	8,1	435,5	2451,6	2892,6	3471
PT_Aula 06	-22,9	7,2	426,3	2271,6	2682,2	3219
PT_Aula 07	-22,9	7,2	426,5	2271,6	2682,4	3219
PT_Aula 08	-8,9	7,9	426,8	2271,6	2697,4	3237
PT_Aula 09	17,1	171,7	431,2	2361,6	2981,6	3578
PT_Bagno 01	-0,3	154,4	85,2	0,0	239,2	287
PT_Bagno 02	-24,8	6,8	85,2	0,0	67,2	81
PT_Magazzino	109,6	6,2	60,1	0,0	175,9	211
PT_Ufficio presidenza	147,0	4,1	780,1	223,2	1154,4	1385
PT_Spazi assistenti	239,6	10,2	1484,0	446,4	2180,2	2616

PT_Spazio att ricreative	-192,8	149,6	747,0	1116,0	1819,8	2184
P1_Aula 10	287,3	183,8	428,1	2271,6	3170,8	3805
P1_Aula 11	177,4	164,8	428,2	2271,6	3042,0	3650
P1_Aula 12	177,2	164,8	428,3	2271,6	3041,9	3650
P1_Aula 13	187,1	178,6	428,9	2271,6	3066,2	3679
P1_Aula 14	176,7	7,5	431,3	2361,6	2977,1	3572
P1_Aula 15	129,4	5,4	396,0	1731,6	2262,4	2715
P1_Aula 16	119,9	5,4	388,8	1641,6	2155,7	2587
P1_Aula 17	264,2	8,1	488,0	2451,6	3211,8	3854
P1_Aula 18	152,2	7,2	426,3	2271,6	2857,3	3429
P1_Aula 19	153,6	7,2	426,5	2271,6	2858,9	3431
P1_Aula 20	170,2	7,9	426,8	2271,6	2876,4	3452
P1_Aula 21	176,5	7,5	431,3	2361,6	2976,9	3572
P1_Aula 22	246,9	34,8	498,3	2451,6	3231,6	3878
P1_Aula 23	248,8	14,5	495,0	2451,6	3209,8	3852
P1_Bagni 3	162,5	6,8	85,2	0,0	254,5	305
P1_Bagni 4	179,4	154,4	85,3	0,0	419,0	503
P1_Connettivo est	252,6	27,3	148,3	0,0	428,2	514
P1_Connettivo ovest	252,5	27,3	158,9	0,0	438,6	526
Pa_Spogliatoio 1	184,7	1,6	74,1	0,0	260,4	312
Pa_Spogliatoio 2	187,5	0,0	81,1	0,0	268,6	322
Pa_Ingresso	42,5	6,5	27,1	0,0	76,1	91
Pa_Palestra	1414,6	583,6	570,5	7521,6	10090,3	12108
TOTALE	5607	2841	15885	62022	86356	103627

3. Impianto di climatizzazione

3.1. Dimensionamento dei generatori termici

La potenza totale richiesta al generatore di calore per la climatizzazione invernale ed estiva è pari alla somma dei fabbisogni termici e frigoriferi calcolati nel precedente paragrafo, con i sovradimensionamenti di sicurezza calcolati. Pertanto, la potenza prevista per il generatore di calore sarà non inferiore a 80,2 kWt e 103,6 kWf.

3.2. Terminali di emissione

La tipologia dei terminali di emissione prevista è ventilconvettori a parete in tutti i locali.

Il loro dimensionamento garantisce il soddisfacimento dei fabbisogni riportati al paragrafo 1, considerando i seguenti parametri di input:

Terminale emissione	di	Riscaldamento			Raffrescamento		
		T acqua ingresso	T acqua uscita	ΔT acqua	T acqua ingresso	T acqua uscita	ΔT acqua
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Ventilconvettori		45	40	5	12	7	5
Scaldasalviette		45	40	5			
Aerotermini		45	40	5			

Si prevede l'installazione di ventilconvettori a parete in tutte le aule con termostato ambiente a bordo macchina, capacità di raffrescamento media 2.30 kW (7/12 °C), capacità di riscaldamento media 2.37 kW (45/40 °C). Le macchine saranno dotate di rete di scarico condensa che verrà convogliata a parete nell'intercapedine areata posta sotto il solaio di base. Nei bagni e negli spogliatoi si prevede l'installazione di radiatori a piastra con potenza termica pari a 513 W, mentre nella palestra si prevede di installare aerotermini a 6 poli, con velocità di rotazione 760 giri/minuto e emissioni termiche pari a 10,26 kW, temperatura entrata aria 15 °C, temperatura di uscita aria 42,3 °C.

3.1. Dimensionamento della rete di distribuzione

La distribuzione dell'acqua calda della climatizzazione nell'edificio è realizzata con delle tubazione in acciaio nero coibentate e tubazioni multistrato per gli stacchi ai collettori. Si riportano di seguito le tabelle di dimensionamento delle linee.

<u>Linea Scuola</u>				
W	95893,913	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	4,58	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,0045816	m ³ /s	3"	
m	16,5	m ³ /h		

<u>Linea Palestra</u>				
W	22980	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	1,10	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,001098	m ³ /s	1" 1/2	
m	4,0	m ³ /h		

<u>Linea Scuola PT</u>				
W	39450	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	1,88	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,0018849	m ³ /s	2"	
m	6,8	m ³ /h		

<u>Linea Palestra ovest</u>				
W	9665	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,46	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,000462	m ³ /s	1"	
m	1,7	m ³ /h		

<u>Linea Scuola PT</u>				
W	7906,64	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,38	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,0003778	m ³ /s	1"	
m	1,4	m ³ /h		

<u>Linea Palestra est</u>				
W	13315	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,64	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,000636	m ³ /s	1"	
m	2,3	m ³ /h		

<u>Linea Scuola bagni PT</u>				
W	2637	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,13	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,000126	m ³ /s	1/2"	
m	0,5	m ³ /h		

<u>Linea Scuola P1</u>				
W	50167	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	2,40	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,002397	m ³ /s	2" 1/2	
m	8,6	m ³ /h		

<u>Linea Scuola bagni P1</u>				
W	3005	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,14	Kg/s	Diametro Utile	
m	0,0001436	m ³ /s	1/2"	
m	0,5	m ³ /h		

<u>Linea Scuola P1</u>				
W	514	W		
cp	4186	J/kgK		
ΔT	5	K		
m	0,02	Kg/s	Diametro Utile	
m	2,45E-05	m ³ /s	1/2"	
m	0,1	m ³ /h		

3.2. Dimensionamento delle pompe di circolazione

La distribuzione dell'acqua calda/fredda ha origine dalla centrale termica posta al piano terra in cui si troveranno i seguenti componenti e circuiti:

- Circuito C1 per la distribuzione dalle sonde geotermiche alla pompa di calore. Sul circuito è presente la pompa P1;
- Circuito C2 per la distribuzione dell'acqua calda/refrigerata dell'impianto di climatizzazione dalla pompa di calore all'accumulo. Sul circuito è presente la pompa P2.
- Circuito C3 per la distribuzione dell'acqua calda/refrigerata dell'impianto di climatizzazione. Sul circuito è presente la pompa P3.

POMPA	Circuito	PORTATA [l/s]	PREVALENZA [kPa]
Pompa P1	Sonde geotermiche- pompa di calore	3.2	120
Pompa P2	Pompa di calore- accumulo tecnico	3.2	55
Pompa P3	Accumulo tecnico- terminali di emissione	3.2	25

4. Impianto idrico sanitario

4.1. Dimensionamento pompe di calore per l'acqua calda sanitaria

Pompa di calore a blocco bagno

Dimensionamento ACS - Appendici F/G UNI 9182:2010

Tipo di calcolo	Destinazione d'uso
minimo da norma	Ufficio

N. apparecchi	Apparecchio	Usi orari	Litri/uso	Consumo orario
		n/h		litri/ora
0	Vasca da bagno con doccetta a mano	1	160	0
0	Vasca da bagno senza doccetta	1	100	0
0	Doccia	1	50	0
6	Lavabo	1	10	60
1	Bidet	1	8	8
0	Lavello di cucina	1	15	0
		Consumo totale	litri/ora	68
			f1	1
			f2	1
			f3	1
Massimo consumo orario contemporaneo di acqua calda a 40°C (F.2)		q_M	litri/ora	68

Temperatura acqua fredda (Tf)	10	°C
Temperatura acqua calda sanitaria (Tm)	45	°C
Temperatura acqua nell'accumulo (Tc)	60	°C
Durata pre-riscaldamento (Pr)	1	ore

Volume dell'accumulo	50	litri
-----------------------------	-----------	--------------

4.2. Acqua fredda sanitaria

La rete di adduzione dell'acqua fredda sanitaria nei nuovi servizi igienici è stata dimensionata secondo la norma UNI 9182:2014. Il calcolo è stato effettuato secondo il metodo delle Unità di Carico (UC).

Le unità di carico corrispondenti ai singoli apparecchi sono le seguenti:

Apparecchio	UC acqua fredda
Lavabo	1,50
WC a cassetta	5
Lavello	2

(Norma UNI 9182:2014 – Prospetto D.2)

La velocità di passaggio dell'acqua all'interno delle tubazioni è prevista non superiore a 2 m/s nella rete di distribuzione primaria e secondaria. Per il dettaglio delle dimensioni dei singoli tratti delle tubazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4.3. Acqua calda sanitaria

La rete di adduzione dell'acqua calda sanitaria è stata dimensionata secondo la norma UNI 9182:2014. Il calcolo è stato effettuato secondo il metodo delle Unità di Carico (UC).

Le unità di carico corrispondenti ai singoli apparecchi sono le seguenti:

Apparecchio	UC acqua calda
Lavabo	1,5
Lavello	2

Per il dettaglio delle dimensioni dei singoli tratti delle tubazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4.4. Scarichi acque reflue

La rete di raccolta delle acque reflue dai nuovi servizi igienici è stata dimensionata secondo la norma UNI EN 12056-2:2001. Il sistema di scarico sarà con ventilazione parallela diretta.

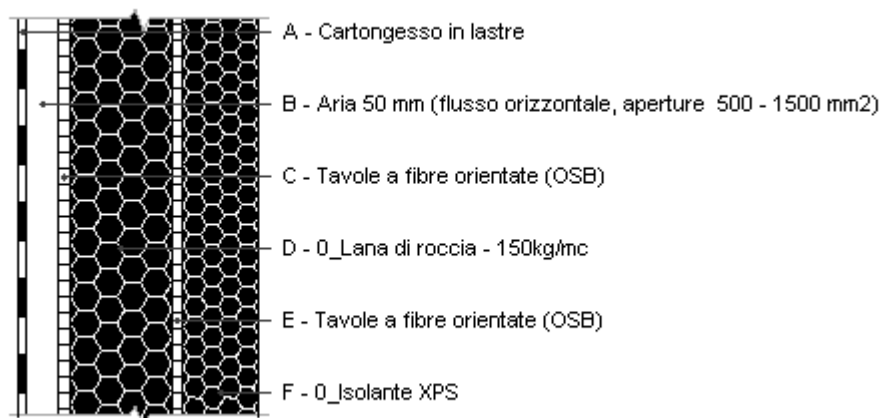
Le unità di scarico (DU) per apparecchio sanitario sono state assunte pari a quelle della tabella seguente, considerando un fattore di riempimento delle tubazioni del 70%. Il coefficiente di frequenza K per il calcolo delle portate è pari a 1, valore indicato dalla norma su citata per utilizzo degli apparecchi molto frequente.

Apparecchio	DU (l/s)
WC a cassetta (9 l)	2,0
Lavabo	0,3
Piletta a pavimento	0,9

I tratti suborizzontali della rete di raccolta avranno pendenza sempre maggiore o uguale all'1%. Per il dettaglio delle dimensioni dei singoli tratti delle tubazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

5. Allegato 1 – Stratigrafie

M01 - Parete OSB + isolante



Spessore	378,5 mm	Trasmittanza	0,115 W/m²K
Resistenza	8,670 m²K/W	Massa superf.	63 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

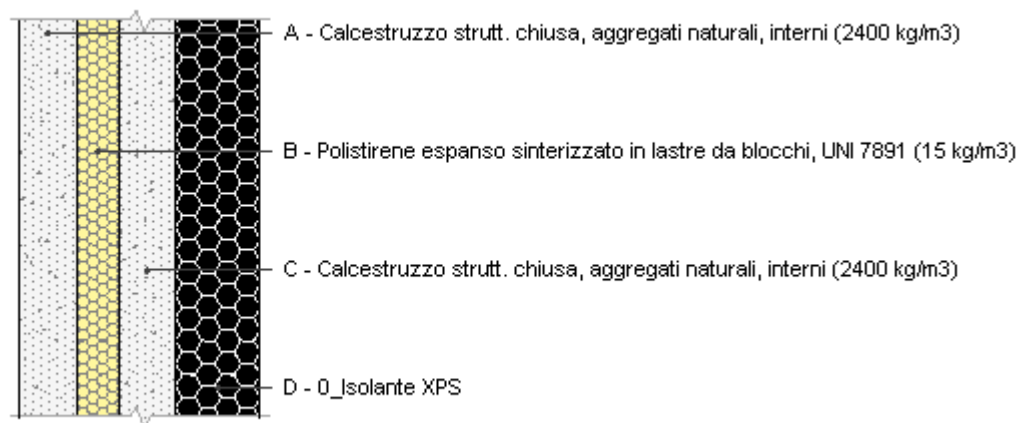
Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conducibilità 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	Cartongesso in lastre	12,5	0,210	0,060	900	1,30	8,7
B	Aria 50 mm (flusso orizzontale, aperture 500 - 1500 mm²)	50,0	0,560	0,089	1	1,00	1,0
C	Tavole a fibre orientate (OSB)	18,0	0,130	0,138	650	1,70	30,0
D	Lana di roccia - 150kg/mc	160,0	0,037	4,324	150	1,03	1,0
E	Tavole a fibre orientate (OSB)	18,0	0,130	0,138	650	1,70	30,0
F	Isolante XPS	120,0	0,032	3,750	35	1,45	250,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	378,5		8,670			

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Borgosatollo
Zona climatica	E
Trasmittanza	0,115 W/m²K
Trasmittanza limite	0,260 W/m²K
Esito della verifica	OK

M02 - Parete esistente+ isolante



Spessore	340,0 mm	Trasmittanza	0,187 W/m ² K
Resistenza	5,337 m ² K/W	Massa superf.	389 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

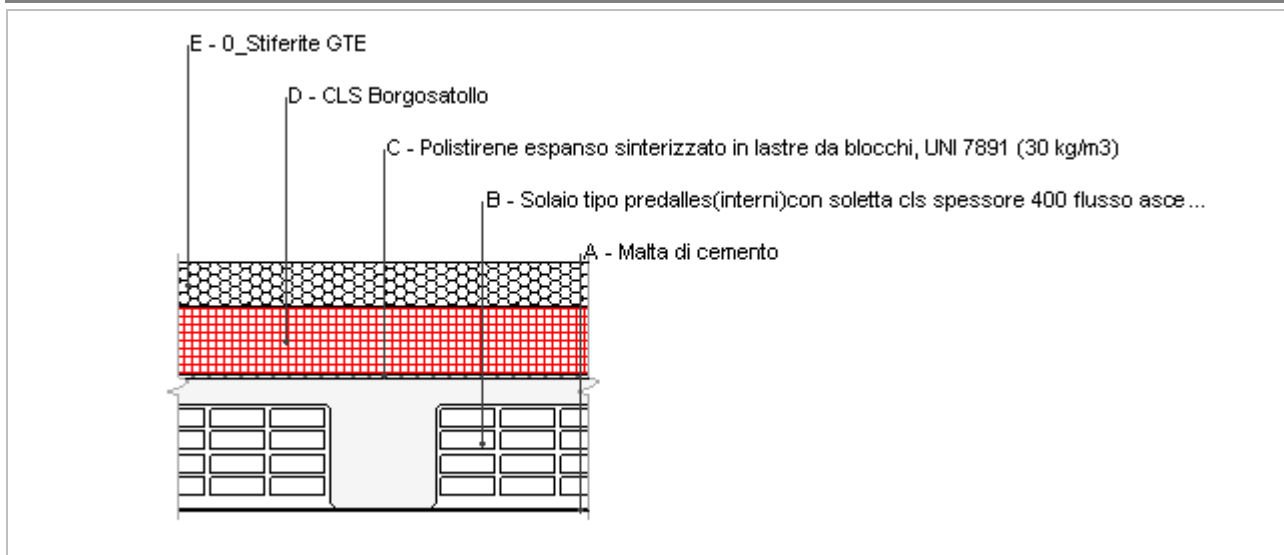
Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduktività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m ² K/W	Kg/m ³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Calcestruzzo strutt. chiusa, aggregati naturali, interni (2400 kg/m ³)	80,0	1,910	0,042	2.400	0,88	50,0
B	Polistirene espanso sinterizzato in lastre da blocchi, UNI 7891 (15 kg/m ³)	60,0	0,045	1,333	15	1,34	31,8
C	Calcestruzzo strutt. chiusa, aggregati naturali, interni (2400 kg/m ³)	80,0	1,910	0,042	2.400	0,88	50,0
D	O_Isolante XPS	120,0	0,032	3,750	35	1,45	250,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	340,0		5,337			

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Borgosatollo
Zona climatica	E
Trasmittanza	0,187 W/m ² K
Trasmittanza limite	0,260 W/m ² K
Esito della verifica	OK

C01 - Copertura



Spessore	665,0 mm	Trasmittanza	0,159 W/m ² K
Resistenza	6,290 m ² K/W	Massa superf.	1.076 kg/m ²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

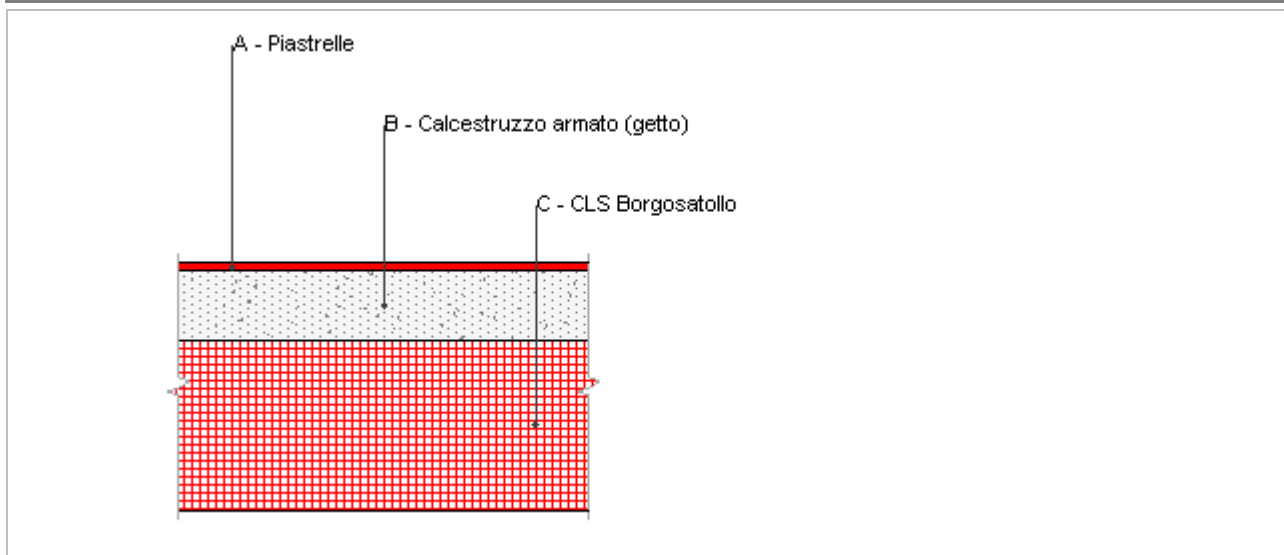
Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conducibilità λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Malta di cemento	5,0	1,400	0,004	2.000	0,84	16,7
B	Solaio tipo predalles(interni)con soletta cls spessore 400 flusso ascendente	350,0	0,952	0,368	1.800	1,00	0,0
C	Polistirene espanso sinterizzato in lastre da blocchi, UNI 7891 (30 kg/m ³)	10,0	0,040	0,250	30	1,34	66,7
D	CLS Borgosatollo	180,0	2,415	0,075	2.400	1,00	50,0
E	O_Stiferite GTE	120,0	0,022	5,455	34	1,44	89.900,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	665,0		6,290			

Verifica di trasmittanza - Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017

Comune	Borgosatollo
Zona climatica	E
Trasmittanza	0,159 W/m ² K
Trasmittanza limite	0,220 W/m ² K
Esito della verifica	OK

S01 - Solaio di base

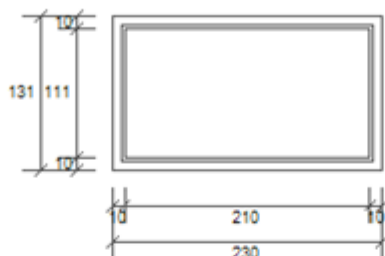


Spessore	290,0 mm	Trasmittanza	2,106 W/m ² K
Resistenza	0,475 m ² K/W	Massa superf.	695 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	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	Calcestruzzo armato (getto)	80,0	1,910	0,042	2.400	1,00	999.999,0
C	CLS Borgosatollo	200,0	2,415	0,083	2.400	1,00	50,0
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
	TOTALE	290,0		0,475			

F10



Larghezza	L	230 cm
Altezza	H	131 cm
Area del vetro	Ag	2,331 m ²
Area del telaio	Af	0,682 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,013 m ²
Perimetro del vetro	p	6,420 m
Trasmittanza	Uw	1,300 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,300 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	1,653 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,300
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		Poliuretano
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con anima di metallo
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	2,800 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,110 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda
Colore	-
Posizione	Veneziane bianche - Interna
Trasparenza	-

Fattore di schermatura diffuso	g.gl.sh.d	-
Fattore di schermatura diretto	g.gl.sh.b	-
Fattore di schermatura tende	g.gl.sh/g.gl	0,30