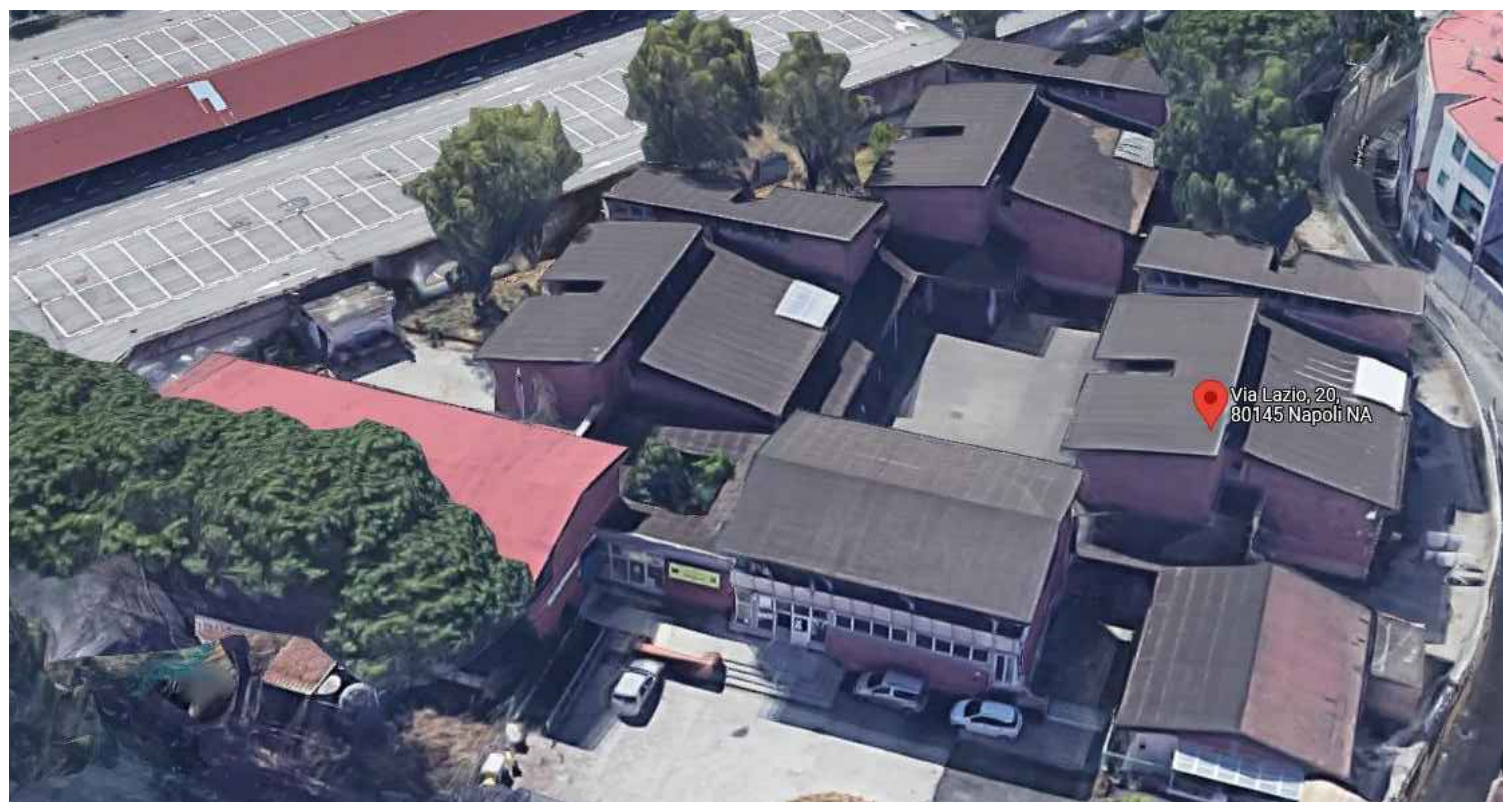


## PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università - Investimento 3.3 “Piano di messa in sicurezza e riqualificazione delle scuole”



## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

*Adeguamento Sismico ed Efficiamento energetico  
dell'I.C. 82 S. D'Acquisto (ex Rosa Taddei) - (Cod. Ares 0630491376)*

Responsabile del Procedimento:

**Arch. Alfonso Ghezzi**

Progettisti:

**Ing. Marianna Vanacore  
Arch. Laura Bellino**

TAVOLA:

**R.03**

Descrizione elaborato:

**Relazione Specialistica Efficiamento  
Energetico**

Scala:

Data:

**MARZO 2022**

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica di fattibilità dell'intervento di riqualificazione energetica a farsi all'edificio scolastico I.C. 82 S. D'Acquisto (ex Rosa Taddei) sito in via Lazio n. 20 – Napoli (Cod. Ares 0630491376). Ai sensi del DPR 412/93, esso ricade nella destinazione d'uso E.7: Edifici adibiti ad attività scolastiche. L'immagine aerea seguente riporta una vista del complesso:



Figura 1 – Inquadramento dell'edificio oggetto di indagine e verifica sismica

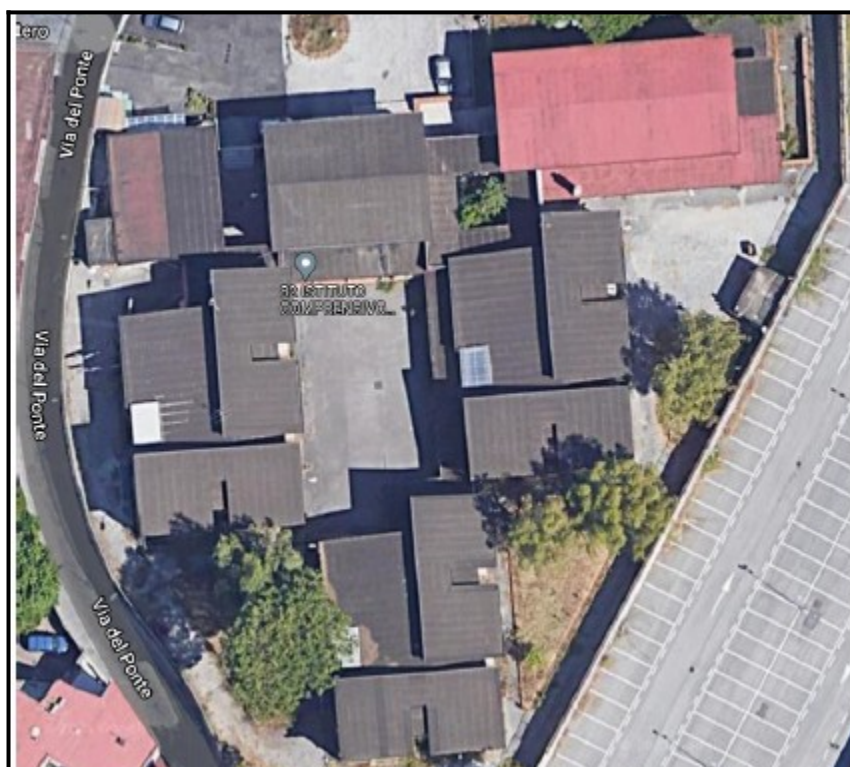


Figura 2 – Inquadramento del lotto



Il complesso scolastico 82 S. D'Acquisto sorge in un lotto di terreno pianeggiante; l'ingresso, sia pedonale che carrabile, avviene dalla citata via Lazio al civico 20.

La configurazione del complesso scolastico è caratterizzata dalla presenza di sette corpi strutturali, di seguito denominati A, B, C, D, E, F e G.

I corpi A, B, C, D, E, F realizzati con struttura resistente in calcestruzzo armato risultano collegati tra loro per mezzo del corpo G (pensilina), anch'esso con struttura resistente in c.a.

È riportato nel seguito la planimetria dell'intero complesso scolastico con l'individuazione dei singoli corpi strutturali.

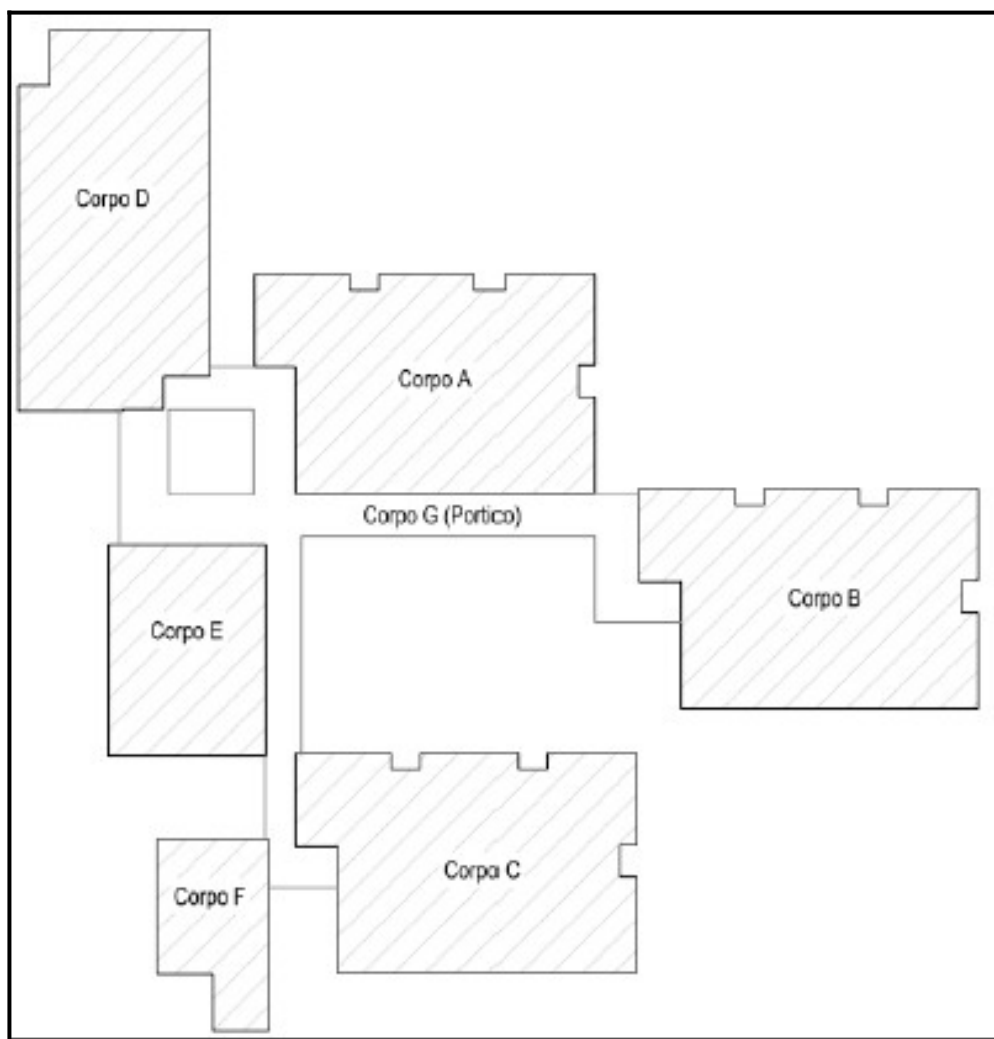


Figura 3 - schema planimetrico con identificazione dei corpi strutturali

Le tabelle che seguono riportano i dati geografici e climatici utili per la redazione del presente studio:

DATI GEOGRAFICI	
Città	<b>NAPOLI</b>
Altitudine	<b>17 m</b>
Latitudine	<b>40°51"</b>
Longitudine	<b>14°15"</b>

Tabella 1: Dati geografici edificio

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE	
Zona Climatica	C
Temperatura esterna di progetto	2 °C
Gradi Giorno	1.034 GG
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento:	10 ore giornaliere dal 15 novembre al 15 marzo

Tabella 2: Tabella 2: Dati climatizzazione invernale edificio

## 2 STATO ESISTENTE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA

### DATI di PROGETTO

Altitudine	[m]	17
Latitudine		40°51'
Longitudine		14°15'
Temperatura esterna	Te [°C]	2
Località di riferimento per temperatura esterna		NAPOLI
Gradi giorno	[°C·24h]	1034
Località di riferimento per gradi giorno		NAPOLI
Zona climatica		C
Velocità del vento media giornaliera [media annuale]	[m/s]	2.3
Direzione prevalente del vento		NE
Località di riferimento del vento		
Zona vento		3
Località rif. irradiazione		;

Irradiazione globale su superficie verticale (MJ/m <sup>2</sup> )											
mese	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	oriz	Te
novembre	2.4	2.4	2.8	4.1	5.9	7.8	9.6	11.2	11.9	7.6	15.5
dicembre	1.9	1.9	2.1	3.1	4.6	6.3	8.0	9.6	10.2	5.8	12.1
gennaio	2.2	2.2	2.5	3.6	5.2	7.0	8.8	10.4	11.1	6.7	10.5
febbraio	3.0	3.0	3.8	5.4	7.2	8.9	10.3	11.5	12.2	9.6	10.6
marzo	4.1	4.6	6.1	8.0	9.8	11.2	12.0	12.3	12.5	13.9	13.2

Inizio riscaldamento		15-11
Fine riscaldamento		31-03
Durata periodo di riscaldamento	p [giorno]	137
Ore giornaliere di riscaldamento	[ore]	10
Situazione esterna :		in città
Temperatura aria ambiente	Ta [°C]	20.0
Umidità interna	Ui [%]	50.0
Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni: (si veda singola struttura finestrata)		

RIEPILOGO      DISPERSIONI							
GLOBALE EDIFICIO		4203.7	13397.7	0.314	0.962	0.484	442977
Appart/zona/ambiente		A	volume	S/V	Cdr	Cdl	dispers
Piano/Scala: 01      TERRA		279279					
0101 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		724.7	1677.0	0.432			55784
01 CORPO SUD		724.71	1677.00	0.432			55784
0102 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		724.7	1677.0	0.432			55784
01 CORPO OVEST		724.71	1677.00	0.432			55784
0103 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		502.8	3045.0	0.165			90790
01 PALESTRA		502.76	3045.00	0.165			90790
0104 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		488.8	2730.0	0.179			76922
01 CORPO NORD		488.77	2730.00	0.179			76922
Piano/Scala: 02      PRIMO		163698					
0201 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		534.3	1267.5	0.422			48842
01 CORPO SUD		534.29	1267.50	0.422			48842
0202 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		534.3	1267.5	0.422			48842
01 CORPO OVEST		534.29	1267.50	0.422			48842
0203 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		534.3	1267.5	0.422			48842
01 CORPO NORD		534.29	1267.50	0.422			48842
0204 SCUOLA MATERNA-ELEMENTARE		159.9	466.2	0.343			17171
01 CORPO UFFICI		159.90	466.21	0.343			17171

## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010101 CORPO SUD

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispv
1	2.5	19.50	20.00	4.30	1677.0	26413

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	186 P.E	5	SE	1.46	18	16.50	4.30	350.79	9225.08	1.10	10148
02	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
03	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29
04	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
05	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42
06	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
07	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
08	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	4.30	5.16	135.70	1.00	136
09	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	4.30	3.63	95.46	1.15	110
10	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
11	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14
12	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	4.30	85.18	2240.14	1.05	2352
13	251 S.E	1	SW	2.94	18	2.19	4.30	9.42	498.52	1.05	523
14	710 PTE	1	SW	0.13	18	10.38	1.00	0.00	23.36	1.05	25
15	216 S.E	1	SW	3.06	18	4.36	3.50	15.26	839.49	1.05	881
16	710 PTE	1	SW	0.13	18	15.72	1.00	0.00	35.37	1.05	37
17	216 S.E	3	SW	3.06	18	1.20	2.60	9.36	514.91	1.05	541
18	710 PTE	3	SW	0.13	18	7.60	1.00	0.00	51.30	1.05	54
19	186 P.E	1	NW	1.46	18	16.20	4.30	65.98	1735.27	1.15	1996
20	202 S.E	1	NW	5.53	18	1.75	2.10	3.68	365.88	1.15	421
21	710 PTE	1	NW	0.13	18	7.70	1.00	0.00	17.32	1.15	20
22	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.00	4.30	17.20	452.33	1.05	475
23	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	4.30	107.84	2835.98	1.20	3403
24	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
25	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
26	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
27	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
28	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
29	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
30	186 P.E	2	NW	1.46	18	1.20	4.30	7.26	190.92	1.15	220
31	216 S.E	2	NW	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.15	194
32	710 PTE	2	NW	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.15	27
33	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	4.30	10.32	271.40	1.10	299
34	524 PAV	1	TF	1.38	10	20.00	19.50	390.00	5362.50	1.00	5363
35	600 SOF	1	TF	1.18	0	20.00	19.50	390.00	0.00	1.00	0
TOTALI:		dispv	+	(dispra•au%)	=	A	volume	S/V			
		26413		29371	0%	55784	724.71	1677.0	0.43		



## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010201 CORPO OVEST

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.5	19.50	20.00	4.30	1677.0	26413

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A•U•dt	a.es	dispra
01	186 P.E	5	SE	1.46	18	16.50	4.30	350.79	9225.08	1.10	10148
02	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
03	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29
04	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
05	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42
06	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
07	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
08	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	4.30	5.16	135.70	1.00	136
09	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	4.30	3.63	95.46	1.15	110
10	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
11	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14
12	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	4.30	85.18	2240.14	1.05	2352
13	251 S.E	1	SW	2.94	18	2.19	4.30	9.42	498.52	1.05	523
14	710 PTE	1	SW	0.13	18	10.38	1.00	0.00	23.36	1.05	25
15	216 S.E	1	SW	3.06	18	4.36	3.50	15.26	839.49	1.05	881
16	710 PTE	1	SW	0.13	18	15.72	1.00	0.00	35.37	1.05	37
17	216 S.E	3	SW	3.06	18	1.20	2.60	9.36	514.91	1.05	541
18	710 PTE	3	SW	0.13	18	7.60	1.00	0.00	51.30	1.05	54
19	186 P.E	1	NW	1.46	18	16.20	4.30	65.98	1735.27	1.15	1996
20	202 S.E	1	NW	5.53	18	1.75	2.10	3.68	365.88	1.15	421
21	710 PTE	1	NW	0.13	18	7.70	1.00	0.00	17.32	1.15	20
22	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.00	4.30	17.20	452.33	1.05	475
23	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	4.30	107.84	2835.98	1.20	3403
24	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
25	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
26	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
27	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
28	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
29	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
30	186 P.E	2	NW	1.46	18	1.20	4.30	7.26	190.92	1.15	220
31	216 S.E	2	NW	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.15	194
32	710 PTE	2	NW	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.15	27
33	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	4.30	10.32	271.40	1.10	299
34	524 PAV	1	TF	1.38	10	20.00	19.50	390.00	5362.50	1.00	5363
35	600 SOF	1	TF	1.18	0	20.00	19.50	390.00	0.00	1.00	0
TOTALI:		dispvol	+	(dispra•au%)	=	A	volume	S/V			
		26413		29371	0%	55784	724.71	1677.0	0.43		

## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010301 PALESTRA

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.5	29.00	17.50	6.00	3045.0	47959

nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	1	SE	1.46	18	29.00	6.00	155.60	4091.97	1.10	4501
02	202 S.E	1	SE	5.53	18	23.00	0.80	18.40	1831.87	1.10	2015
03	710 PTE	1	SE	0.13	18	47.60	1.00	0.00	107.10	1.10	118
04	186 P.E	1	SW	1.46	18	7.00	6.00	39.16	1029.96	1.05	1081
05	251 S.E	1	SW	2.94	18	1.35	2.10	2.84	150.08	1.05	158
06	710 PTE	1	SW	0.13	18	6.90	1.00	0.00	15.53	1.05	16
07	202 S.E	1	SW	5.53	18	1.80	3.60	6.48	645.14	1.05	677
08	710 PTE	1	SW	0.13	18	10.80	1.00	0.00	24.30	1.05	26
09	186 P.E	1	NW	1.46	18	29.00	6.00	141.60	3723.80	1.15	4282
10	202 S.E	5	NW	5.53	18	1.80	3.60	32.40	3225.68	1.15	3710
11	710 PTE	5	NW	0.13	18	10.80	1.00	0.00	121.50	1.15	140
12	186 P.E	1	NE	1.46	18	17.50	6.00	98.52	2590.88	1.20	3109
13	202 S.E	1	NE	5.53	18	1.80	3.60	6.48	645.14	1.20	774
14	710 PTE	1	NE	0.13	18	10.80	1.00	0.00	24.30	1.20	29
15	202 S.E	2	NE	5.53	18	0.80	0.80	1.28	127.43	1.20	153
16	710 PTE	2	NE	0.13	0	3.20	1.00	0.00	0.00	1.20	0
17	524 PAV	1	TF	1.38	10	17.50	29.00	507.50	6978.13	1.00	6978
18	653 SOF	1	TF	1.65	18	17.50	29.00	507.50	15063.61	1.00	15064
TOTALI:		dispvol	+ (dispra·au%)		=	A	volume	S/V			
		47959	42831		0%	90790	502.76	3045.0	0.17		

AMBIENTE : 010401 CORPO NORD

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.5	20.00	45.50	3.00	2730.0	42998

nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	3.00	74.04	1947.10	1.20	2337
02	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
03	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
04	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
05	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
06	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
07	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
08	216 S.E	1	NE	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.20	101
09	710 PTE	1	NE	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.20	14
10	186 P.E	2	N	1.46	18	1.20	3.00	4.14	108.87	1.20	131
11	216 S.E	2	N	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.20	202
12	710 PTE	2	N	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.20	29
13	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	3.00	7.20	189.35	1.10	208
14	186 P.E	1	SE	1.46	18	16.40	3.00	40.56	1066.65	1.10	1173
15	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
16	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42



## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 010401 CORPO NORD											
nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
17	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
18	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29
19	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
20	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
21	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	3.00	3.60	94.67	1.00	95
22	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	3.00	2.07	54.44	1.15	63
23	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
24	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14
25	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	3.00	53.52	1407.47	1.05	1478
26	216 S.E	4	SW	3.06	18	1.20	2.60	12.48	686.55	1.05	721
27	710 PTE	4	SW	0.13	18	7.60	1.00	0.00	68.40	1.05	72
28	216 S.E	1	SW	3.06	18	4.40	3.50	15.40	847.19	1.05	890
29	710 PTE	1	SW	0.13	18	15.80	1.00	0.00	35.55	1.05	37
30	186 P.E	1	SE	1.46	18	4.50	3.00	5.21	137.08	1.10	151
31	216 S.E	1	SE	3.06	18	3.25	2.55	8.29	455.91	1.10	502
32	710 PTE	1	SE	0.13	18	11.60	1.00	0.00	26.10	1.10	29
33	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.50	3.00	5.21	137.08	1.05	144
34	216 S.E	1	SW	3.06	18	3.25	2.55	8.29	455.91	1.05	479
35	710 PTE	1	SW	0.13	18	11.60	1.00	0.00	26.10	1.05	27
36	186 P.E	1	SE	1.46	18	16.60	3.00	36.80	967.77	1.10	1065
37	202 S.E	1	SE	5.53	18	5.20	2.50	13.00	1294.25	1.10	1424
38	710 PTE	1	SE	0.13	18	15.40	1.00	0.00	34.65	1.10	38
39	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.20	2.60	6.24	343.28	1.10	378
40	710 PTE	2	SE	0.13	18	7.60	1.00	0.00	34.20	1.10	38
41	216 S.E	1	SE	3.06	18	2.60	2.10	5.46	300.37	1.10	330
42	710 PTE	1	SE	0.13	18	9.40	1.00	0.00	21.15	1.10	23
43	186 P.E	1	NW	1.46	18	29.50	3.00	83.30	2190.62	1.15	2519
44	216 S.E	2	NW	3.06	18	1.00	2.60	5.20	286.06	1.15	329
45	710 PTE	2	NW	0.13	18	7.20	1.00	0.00	32.40	1.15	37
46	216 S.E	1	NW	3.06	18	4.00	2.90	11.60	638.14	1.15	734
47	710 PTE	1	NW	0.13	18	13.80	1.00	0.00	31.05	1.15	36
48	216 S.E	1	NW	3.06	18	9.00	0.80	7.20	396.09	1.15	456
49	710 PTE	1	NW	0.13	18	19.60	1.00	0.00	44.10	1.15	51
50	216 S.E	1	NW	3.06	18	5.80	2.00	11.60	638.14	1.15	734
51	710 PTE	1	NW	0.13	18	15.60	1.00	0.00	35.10	1.15	40
52	216 S.E	1	NE	3.06	18	5.40	2.00	10.80	594.13	1.20	713
53	710 PTE	1	NE	0.13	18	14.80	1.00	0.00	33.30	1.20	40
54	216 S.E	1	SE	3.06	18	5.80	2.00	11.60	638.14	1.10	702
55	710 PTE	1	SE	0.13	18	15.60	1.00	0.00	35.10	1.10	39
56	216 S.E	1	SW	3.06	18	5.40	2.00	10.80	594.13	1.05	624
57	710 PTE	1	SW	0.13	18	14.80	1.00	0.00	33.30	1.05	35
58	524 PAV	1	TF	1.38	10	45.50	20.00	910.00	12512.50	1.00	12513
59	600 SOF	1	TF	1.18	0	45.50	20.00	910.00	0.00	1.00	0
TOTALI:		dispv	+	(dispra·au%)	=	A	volume	S/V			
		42998		33925	0%	76922	488.77	2730.0	0.18		

## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

AMBIENTE : 020101 CORPO SUD

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.5	19.50	20.00	3.25	1267.5	19963

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	5	SE	1.46	18	16.50	3.25	264.17	6947.01	1.10	7642
02	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
03	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29
04	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
05	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42
06	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
07	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
08	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	3.25	3.90	102.56	1.00	103
09	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	3.25	2.37	62.33	1.15	72
10	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
11	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14
12	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	3.25	68.25	1794.84	1.05	1885
13	216 S.E	1	SW	3.06	18	1.00	3.25	3.25	178.79	1.05	188
14	710 PTE	1	SW	0.13	18	9.00	1.00	0.00	20.25	1.05	21
15	186 P.E	1	NW	1.46	18	16.20	3.25	50.89	1338.31	1.15	1539
16	202 S.E	1	NW	5.53	18	1.10	1.60	1.76	175.22	1.15	202
17	710 PTE	1	NW	0.13	18	5.40	1.00	0.00	12.15	1.15	14
18	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.00	3.25	13.00	341.87	1.05	359
19	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	3.25	80.54	2118.04	1.20	2542
20	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
21	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
22	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
23	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
24	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
25	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
26	186 P.E	2	NW	1.46	18	1.20	3.25	4.74	124.65	1.15	143
27	216 S.E	2	NW	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.15	194
28	710 PTE	2	NW	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.15	27
29	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	3.25	7.80	205.12	1.10	226
30	500 PAV	1	TF	1.45	0	20.00	19.50	390.00	0.00	1.00	0
31	653 SOF	1	TF	1.65	18	20.00	19.50	390.00	11575.98	1.00	11576
TOTALI:		dispvol	+ (dispra·au%)		=	A	volume	S/V			
		19963	28879		0%	48842	534.29	1267.5	0.42		

AMBIENTE : 020201 CORPO OVEST

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispvol
1	2.5	19.50	20.00	3.25	1267.5	19963

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	5	SE	1.46	18	16.50	3.25	264.17	6947.01	1.10	7642
02	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
03	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29

## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

### AMBIENTE : 020201 CORPO OVEST

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
04	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
05	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42
06	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
07	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
08	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	3.25	3.90	102.56	1.00	103
09	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	3.25	2.37	62.33	1.15	72
10	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
11	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14
12	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	3.25	68.25	1794.84	1.05	1885
13	216 S.E	1	SW	3.06	18	1.00	3.25	3.25	178.79	1.05	188
14	710 PTE	1	SW	0.13	18	9.00	1.00	0.00	20.25	1.05	21
15	186 P.E	1	NW	1.46	18	16.20	3.25	50.89	1338.31	1.15	1539
16	202 S.E	1	NW	5.53	18	1.10	1.60	1.76	175.22	1.15	202
17	710 PTE	1	NW	0.13	18	5.40	1.00	0.00	12.15	1.15	14
18	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.00	3.25	13.00	341.87	1.05	359
19	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	3.25	80.54	2118.04	1.20	2542
20	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
21	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
22	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
23	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
24	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
25	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
26	186 P.E	2	NW	1.46	18	1.20	3.25	4.74	124.65	1.15	143
27	216 S.E	2	NW	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.15	194
28	710 PTE	2	NW	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.15	27
29	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	3.25	7.80	205.12	1.10	226
30	500 PAV	1	TF	1.45	0	20.00	19.50	390.00	0.00	1.00	0
31	653 SOF	1	TF	1.65	18	20.00	19.50	390.00	11575.98	1.00	11576
TOTALI:		dispv	+ (dispra·au%)		=	A	volume	S/V			
		19963	28879		0%	48842	534.29	1267.5	0.42		

### AMBIENTE : 020301 CORPO NORD

Te = 2	q	ric	largh	lungh	altez	volume	dispv
Ta = 20	1	2.5	19.50	20.00	3.25	1267.5	19963

nr	Co-str	q	es	U	dt	lungh	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	5	SE	1.46	18	16.50	3.25	264.17	6947.01	1.10	7642
02	216 S.E	2	SE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.10	240
03	710 PTE	2	SE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.10	29
04	216 S.E	2	SE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.10	523
05	710 PTE	2	SE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.10	42
06	216 S.E	2	SE	3.06	18	0.80	0.80	1.28	70.42	1.10	77
07	710 PTE	2	SE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	14.40	1.10	16
08	186 P.E	1	S	1.46	18	1.20	3.25	3.90	102.56	1.00	103
09	186 P.E	1	E	1.46	18	1.20	3.25	2.37	62.33	1.15	72
10	216 S.E	1	E	3.06	18	0.85	1.80	1.53	84.17	1.15	97
11	710 PTE	1	E	0.13	18	5.30	1.00	0.00	11.92	1.15	14



## CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

### AMBIENTE : 020301 CORPO NORD

nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
12	186 P.E	1	SW	1.46	18	22.00	3.25	68.25	1794.84	1.05	1885
13	216 S.E	1	SW	3.06	18	1.00	3.25	3.25	178.79	1.05	188
14	710 PTE	1	SW	0.13	18	9.00	1.00	0.00	20.25	1.05	21
15	186 P.E	1	NW	1.46	18	16.20	3.25	50.89	1338.31	1.15	1539
16	202 S.E	1	NW	5.53	18	1.10	1.60	1.76	175.22	1.15	202
17	710 PTE	1	NW	0.13	18	5.40	1.00	0.00	12.15	1.15	14
18	186 P.E	1	SW	1.46	18	4.00	3.25	13.00	341.87	1.05	359
19	186 P.E	1	NE	1.46	18	26.00	3.25	80.54	2118.04	1.20	2542
20	216 S.E	2	NE	3.06	18	1.10	1.80	3.96	217.85	1.20	261
21	710 PTE	2	NE	0.13	18	5.80	1.00	0.00	26.10	1.20	31
22	216 S.E	2	NE	3.06	18	2.40	1.80	8.64	475.31	1.20	570
23	710 PTE	2	NE	0.13	18	8.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
24	216 S.E	4	NE	3.06	18	0.80	0.80	2.56	140.83	1.20	169
25	710 PTE	4	NE	0.13	18	3.20	1.00	0.00	28.80	1.20	35
26	186 P.E	2	NW	1.46	18	1.20	3.25	4.74	124.65	1.15	143
27	216 S.E	2	NW	3.06	18	0.85	1.80	3.06	168.34	1.15	194
28	710 PTE	2	NW	0.13	18	5.30	1.00	0.00	23.85	1.15	27
29	186 P.E	2	SE	1.46	18	1.20	3.25	7.80	205.12	1.10	226
30	500 PAV	1	TF	1.45	0	20.00	19.50	390.00	0.00	1.00	0
31	653 SOF	1	TF	1.65	18	20.00	19.50	390.00	11575.98	1.00	11576
TOTALI:		dispv	+ (dispra·au%)		=	A	volume	S/V			
		19963	28879		0%	48842	534.29	1267.5	0.42		

### AMBIENTE : 020401 CORPO UFFICI

Te = 2  
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispv
1	2.5	15.10	9.50	3.25	466.2	7343

nr	Co-str	q	es	U	dt	lung	al/la	A	A·U·dt	a.es	dispra
01	186 P.E	1	NE	1.46	18	9.50	3.25	30.88	811.95	1.20	974
02	186 P.E	1	SE	1.46	18	15.10	3.25	41.07	1080.19	1.10	1188
03	216 S.E	4	SE	3.06	18	1.00	2.00	8.00	440.10	1.10	484
04	710 PTE	4	SE	0.13	18	6.00	1.00	0.00	54.00	1.10	59
05	186 P.E	1	SW	1.46	18	9.50	3.25	28.88	759.35	1.05	797
06	216 S.E	2	SW	3.06	18	1.00	1.00	2.00	110.02	1.05	116
07	710 PTE	2	SW	0.13	18	4.00	1.00	0.00	18.00	1.05	19
08	186 P.E	1	NW	1.46	18	15.10	3.25	37.88	996.04	1.15	1145
09	216 S.E	4	NW	3.06	18	1.00	2.80	11.20	616.14	1.15	709
10	710 PTE	4	NW	0.13	18	7.60	1.00	0.00	68.40	1.15	79
11	500 PAV	1	TF	1.45	0	9.50	15.10	143.45	0.00	1.00	0
12	653 SOF	1	TF	1.65	18	9.50	15.10	143.45	4257.88	1.00	4258
TOTALI:		dispv	+ (dispra·au%)		=	A	volume	S/V			
		7343	9828		0%	17171	159.90	466.2	0.34		

Nelle pagine successive sono riportate le tabelle relative alle:

## CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

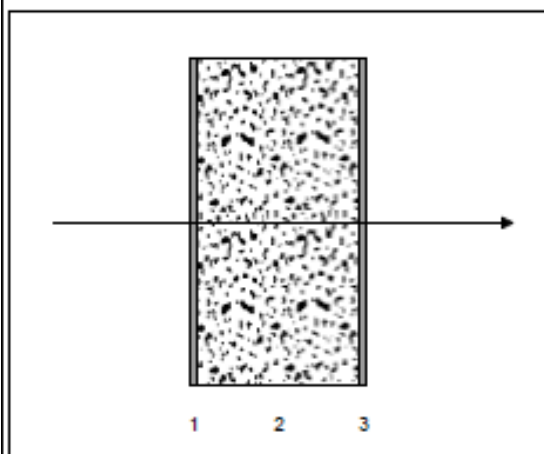
### LEGENDA

$s$	[m]	Spessore dello strato
$\lambda$	[W/mK]	Conduttività termica del materiale
$C$	[W/m <sup>2</sup> K]	Conduttanza unitaria
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Massa volumica
$\delta_a \cdot 10^{12}$	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50 %
$\delta_u \cdot 10^{12}$	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95 %
$R$	[m <sup>2</sup> K/W]	Resistenza termica dei singoli strati
$A_g$	[m <sup>2</sup> ]	Area del vetro
$A_f$	[m <sup>2</sup> ]	Area del telaio
$L_g$	[m]	Lunghezza perimetrale della superficie vetrata
$U_g$	[W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
$U_f$	[W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza termica del telaio
$\Psi_l$	[W/mK]	Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)
$U_w$	[W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza termica totale del serramento
$c$	[J/(kg·K)]	Capacità termica specifica
$\delta$	[m]	Profondità di penetrazione periodica di un'onda termica
$\xi$	[-]	Rapporto tra lo spessore dello strato e la profondità di penetrazione
$\chi$	[J/(m <sup>2</sup> K)]	Capacità termica areica
$Y_{mn}$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	Ammettenza termica dinamica
$Z_{mn}$		Elemento della matrice di trasmissione del calore
$Z_{11}$	[-]	
$Z_{12}$	[m <sup>2</sup> ·K/W]	
$Z_{21}$	[W/(m <sup>2</sup> K)]	
$Z_{22}$	[-]	
$T$	[s]	Periodo delle variazioni
$\Delta t$	[s]	Variazione di tempo: anticipo (se positiva) o ritardo (se negativa)

## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA *Muratura esterna in tufo sp. 50cm*  
cod 186 P.E

Massa [kg/m²]		498.0	Capacità [kJ/m²K]		625.3	Type Ashrae		20	
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)		s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10¹² (kg/m²Pa)	δu 10¹² (kg/m²Pa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di calce e gesso		0,0150	0.700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0.021
2	Tufo da 1500		0,3000	0.630	2,10	1500	1,3000	1,3000	0.476
3	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno		0,0150	0.900	60,00	1800	9,3800	9,3800	0,017
SPESSORE TOTALE [m]			0.3300						



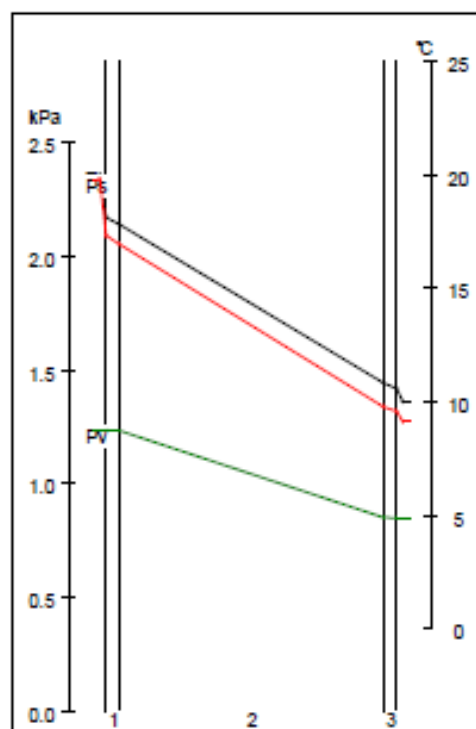
Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,130
--	---	---	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
--	----	---	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,461	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,684
--	-------	--	-------

## VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)

CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1234	10.5	849
ESTIVA: agosto	26.5	2043	26.5	2043
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				473
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m <sup>2</sup> ] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				921



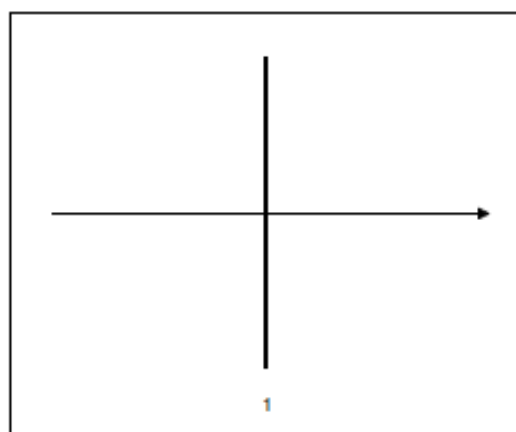


## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

**TIPO DI STRUTTURA** Serramento vetrato adimensionale in vetro semplice, telaio in alluminio.

cod 202 S.E

000 202 S-E										
Massa [kg/m²]		15.0	Capacità [kJ/m²K]		12.6					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)			s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Superfici vetrate con vetro semplice da 6 mm (U=5,682) e telaio (s = 16%) in alluminio con taglio termico da 10mm			0,0060		63,291	2500	0,0000	0,0000	0,016
SPESSORE TOTALE [m]				0,0060						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,125
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	5,531	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,181

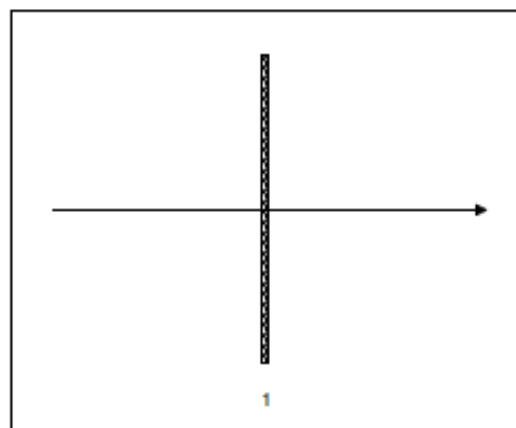
Descrizione	Ag (m <sup>2</sup> )	Af (m <sup>2</sup> )	Lg (m)	Ug (W/m <sup>2</sup> K)	Uf (W/m <sup>2</sup> K)	Ψf (W/mK)	Uw (W/m <sup>2</sup> K)
Serramento singolo	1.68	0.32	7.00	5.682	3.100	0.000	5.269
Doppio serramento e/o combinato							

## CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

**TIPO DI STRUTTURA** Serramento vetrato in vetro camera 4-9-4, adimensionale, telaio in alluminio

cod 216 S.E

000 210 S-E										
Massa [kg/m²]		20.4	Capacità [kJ/m²K]		17.1					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)			s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10 <sup>12</sup> (kg/m²Pa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/m²Pa)	R (m²K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 4-9-4 (U=3,049) e telaio (s = 16%) in alluminio con taglio termico da 12mm			0,0170		6,793	1200	0,0000	0,0000	0,147
SPESSORE TOTALE [m]				0,0170						



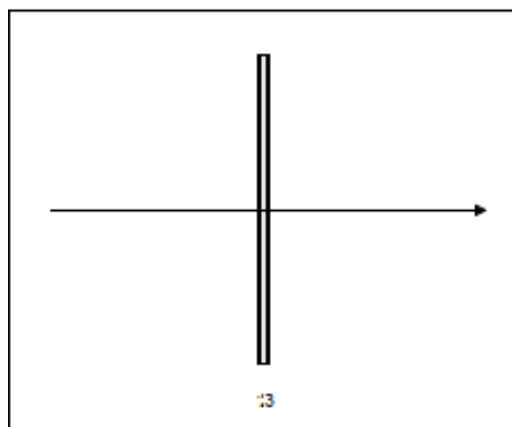
Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0,140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	3,056	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,327

Descrizione	Ag (m²)	Af (m²)	Lg (m)	Ug (W/m²K)	Uf (W/m²K)	ψl (W/mK)	Uw (W/m²K)
Serramento singolo	1.90	0.35	7.50	3.490	3.100	0.050	3.596
Doppio serramento e/o combinato							

## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Portone in ferro, senza rivestimenti  
cod 251 S.E

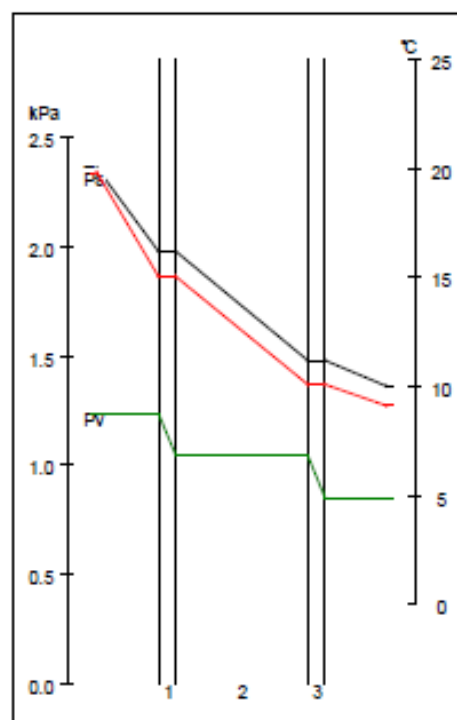
000 291 S.E		32.0	Capacità [kJ/m²K]	16.0	Type Ashrae	1		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10 <sup>12</sup> (kg/mcPa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/mcPa)	R (m²K/W)
1	Lamiera di acciaio	0,0020	52,000	26000,00	8000	0,0000	0,0000	0,000
2	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 15 mm , superfici opache, flusso di calore orizzontale e/o discendente UNI 6946	0,0150		5,882	1,30	193,0000	193,0000	0,170
3	Lamiera di acciaio	0,0020	52,000	26000,00	8000	0,0000	0,0000	0,000
SPESSORE TOTALE [m]		0,0190						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0,130
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0,040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m²K]	2,941	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m²K/W]	0,340

## VERIFICA IGROMETRICA — CONDIZIONI AL CONTORNO ESEGUITA A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)

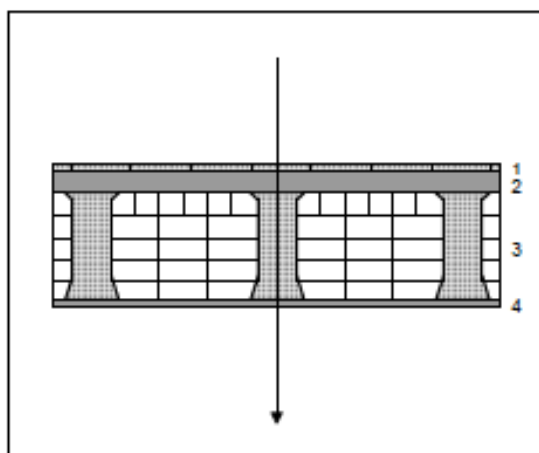
CONDIZIONE	Ti(°C)	Pi(Pa)	Te(°C)	Pe(Pa)
INVERNALE: gennaio	20.0	1234	10.5	849
ESTIVA: agosto	26.5	2043	26.5	2043
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				315
<input type="checkbox"/> La struttura è soggetta a fenomeni di condensa; la quantità stagionale di condensato è pari a [kg/m²] (ammissibile ed evaporabile nella stagione estiva)				
<input checked="" type="checkbox"/> La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale; la differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a [Pa]				693



## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

**TIPO DI STRUTTURA** Pavimento tra ambienti abitati, senza isolamento, finitura in ceramica  
cod 500 PAV

Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	515.5	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	433.0	Type Ashrae	13			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Piastrelle di ceramica	0,0150	1,000	66,67	2300	0,9380	0,9380	0,015
2	Malta cementizia magra di sottofondo	0,0500	1,400	28,00	2000	6,2500	6,2500	0,036
3	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0,2400		3,571	1500	31,2500	31,2500	0,280
4	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
SPESSORE TOTALE [m]		0,3200						

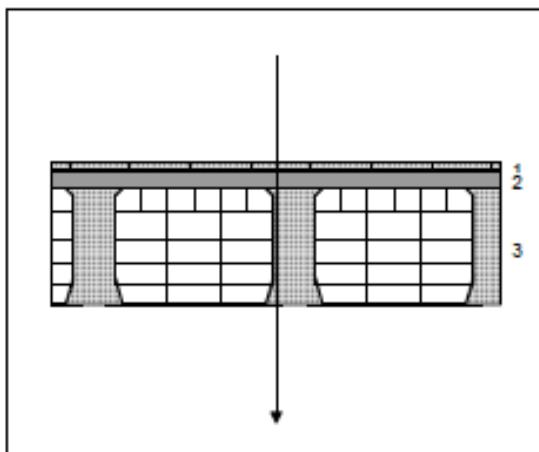


Conduttanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0,170
Conduttanza unitaria superficie esterna	6	Resistenza unitaria superficie esterna	0,170
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,445	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,692

## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

**TIPO DI STRUTTURA** Pavimento su vespaio debolmente ventilato, finitura in gres  
cod 524 PAV

Massa [kg/m <sup>2</sup> ]	415.0	Capacità [kJ/m <sup>2</sup> K]	348.6	Type Ashrae	16			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m <sup>2</sup> K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	δa 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	δu 10 <sup>12</sup> (kg/m <sup>2</sup> Pa)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Gres	0,0150	1,700	113,33	2400	0,9380	0,9380	0,009
2	Malta cementizia magra di sottofondo	0,0400	1,400	35,00	2000	6,2500	6,2500	0,029
3	Soletta mista da 20 cm. in laterizio +6, nervature in cemento armato; 1150 (da UNI 10355)	0,2600		2,857	1150	31,2500	31,2500	0,350
SPESSORE TOTALE [m]		0,3150						



Conduttanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0,170
Conduttanza unitaria superficie esterna	6	Resistenza unitaria superficie esterna	0,170
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,375	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,727

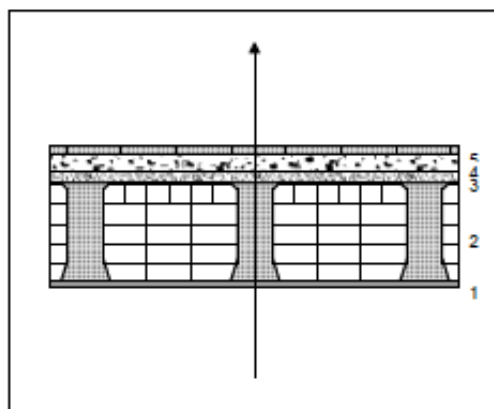


## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Soffitto tra ambienti abitati, senza isolamento, finitura in ceramica

cod 600 SOF

Massa [kg/m²]		485.5	Capacità [kJ/m²K]		410.2	Type Ashrae		24	
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)		s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m²K/W)
1	Intonaco di calce e gesso		0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)		0,2400		3,571	1500	31,2500	31,2500	0,280
3	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette		0,0300	1,260	42,00	2000	2,9000	3,7500	0,024
4	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo		0,0400	0,130	3,25	250	38,0000	38,0000	0,308
5	Piastrelle di ceramica		0,0150	1,000	66,67	2300	0,9380	0,9380	0,015
SPESSORE TOTALE [m]			0,3400						



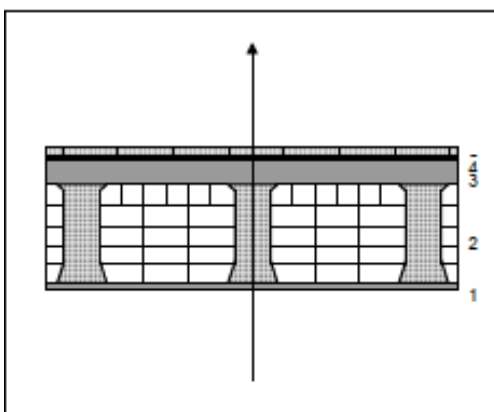
Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0,100
Conduttanza unitaria superficie esterna	10	Resistenza unitaria superficie esterna	0,100
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,179	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,848

## CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Solaio di copertura a terrazzo

cod 653 SOF

Massa [kg/m²]	545.1	Capacità [kJ/m²K]	458.7	Type Ashrae	12			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m²K)	ρ (kg/m³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m²KW)
1	Intonaco di calce e gesso	0,0150	0,700	46,67	1400	18,0000	18,0000	0,021
2	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0,2400		3,571	1500	31,2500	31,2500	0,280
3	Malta cementizia magra di sottofondo	0,0600	1,400	23,33	2000	6,2500	6,2500	0,043
4	Bitume	0,0080	0,170	21,25	1200	0,0094	0,0094	0,047
5	Piastrelle di ceramica	0,0150	1,000	66,67	2300	0,9380	0,9380	0,015
SPESSORE TOTALE [m]		0,3380						

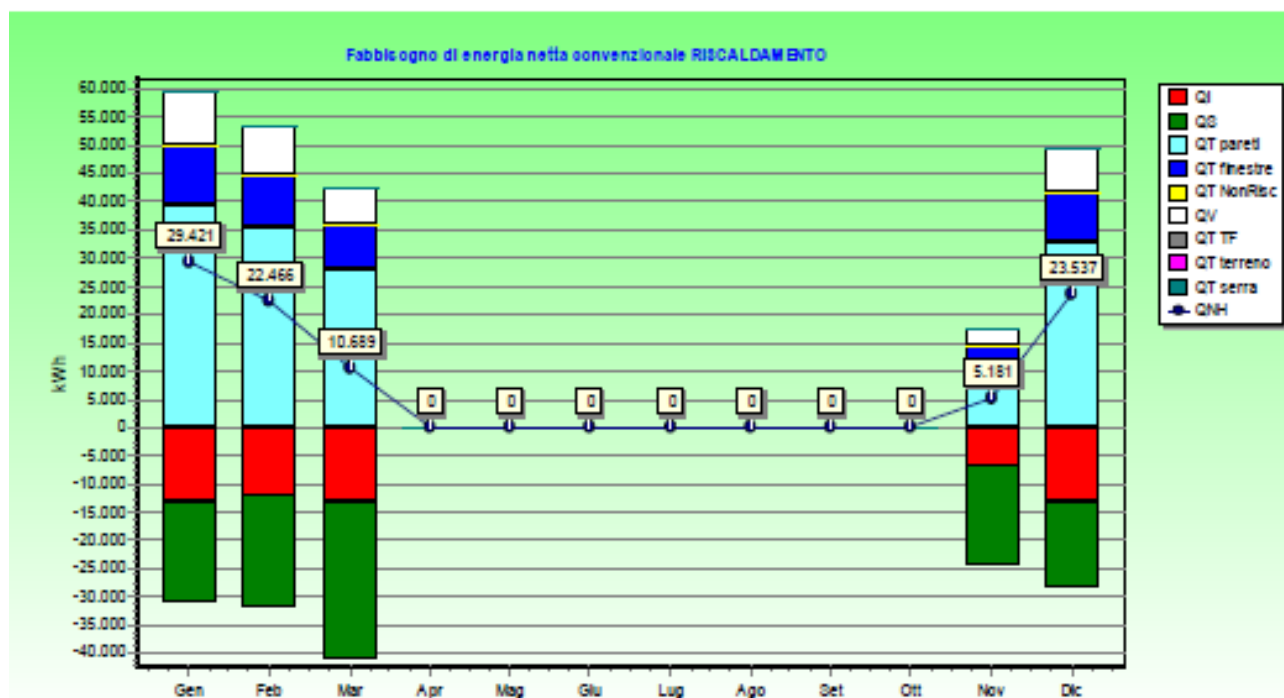


Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0,100
Conduttanza unitaria superficie esterna	10	Resistenza unitaria superficie esterna	0,100
TRASMITTANZA TOTALE[W/m <sup>2</sup> K]	1,649	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m <sup>2</sup> K/W]	0,606

## Dettaglio analitico e grafico del fabbisogno di energia netta convenzionale (in regime di RISCALDAMENTO)

ENERGIA IN [MJ]	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totali
QT strutture opache	142108	127005	101719	0	0	41305	118174	530312
QT finestre	37823	33803	27073	0	0	10994	31453	141147
QT non riscaldati	0	0	0	0	0	0	0	0
QT ambienti adiacenti TF	0	0	0	0	0	0	0	0
QT terreno	0	0	0	0	0	0	0	0
Qt extra flusso	29577	26705	29266	0	0	15019	29392	129959
QT totale	209509	187512	158058	0	0	67318	179020	801417
QV ventilazione	34090	30467	24401	0	0	9909	28349	127216
QL	243599	217980	182460	0	0	77227	207368	928633
QI apporti interni	47846	43216	47846	0	0	24895	47846	211448
Qs apporti solari (opachi + trasparenze)	114656	127730	175274	0	0	61276	99972	578908
Qse apporti serra	0	0	0	0	0	0	0	0
Rapporto apporti/dispersioni	0.687	0.784	1.223	0.000	0.000	1.113	0.713	
nu Fattore utilizzazione apporti	0.847	0.802	0.645	0.000	0.000	0.681	0.830	
<b>Qn,h Fabbisogno riscaldamento</b>	<b>105915</b>	<b>80877</b>	<b>38479</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18651</b>	<b>84733</b>	<b>328656</b>

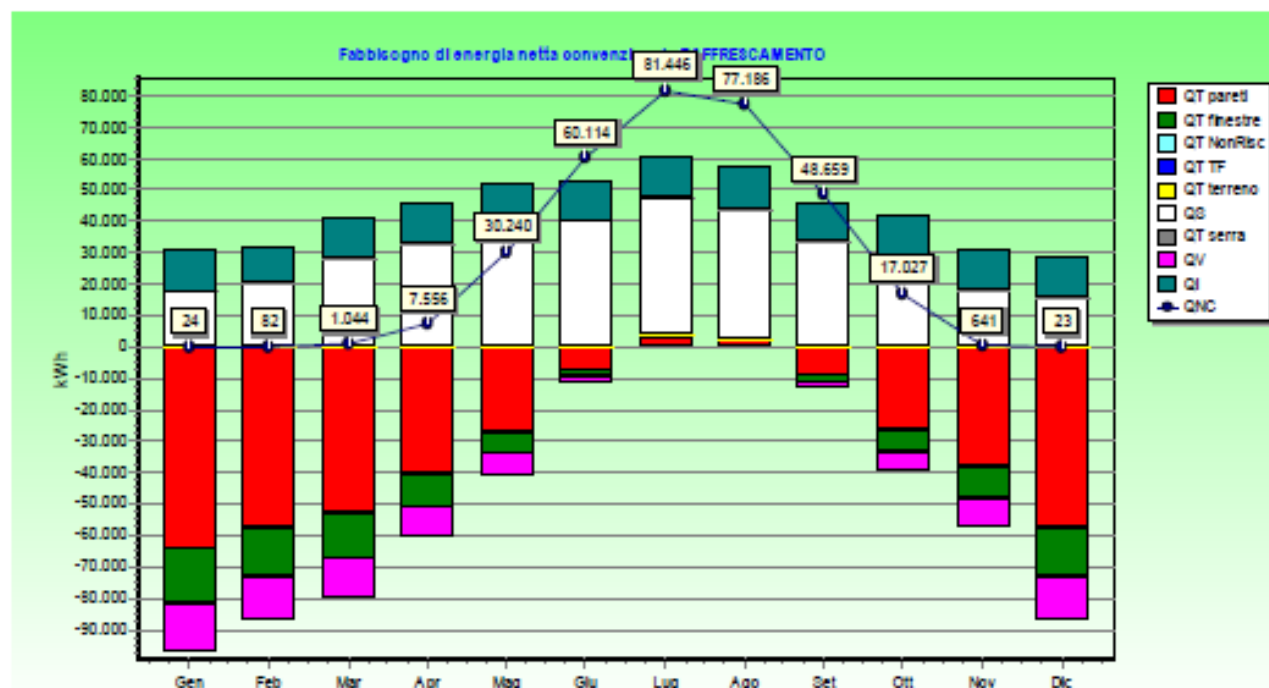
RISCALDAMENTO	Totale	Unità
Dispersione per trasmissione	16.6	kWh/m²
Dispersione per ventilazione	2.6	kWh/m²
Apporti serra	0.0	kWh/m²
Costante di tempo	23.8	h
Apporti interni	4.4	kWh/m²
Apporti solari	12.0	kWh/m²
Fabbisogno netto	6.8	kWh/m²
Volume lordo	13397.7	m³



## Dettaglio analitico e grafico del fabbisogno di energia netta convenzionale (in regime di RAFFRESCAMENTO)

ENERGIA [MJ]	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totali
QT opache	231861	208071	191472	144762	97232	27505	-10471	-7479	31848	95736	137641	207927	1356103
QT finestre	61712	55380	50962	38530	25879	7321	-2787	-1991	8477	25481	38634	55341	360938
QT NR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QT TF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
QT terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Qt extra f	29577	26705	29266	28010	28542	27115	27724	27747	27148	28531	28160	29392	337916
QT totale	323149	290156	271699	211301	151653	61940	14466	18277	67472	149748	202435	292660	2054957
QV	55621	49914	45932	34727	23325	6598	-2512	-1794	7640	22966	33019	49879	325315
QL	378770	340070	317631	246028	174978	68538	11954	16483	75112	172714	235453	342540	2380271
QI	47846	43216	47846	46302	47846	46302	47846	47846	46302	47846	46302	47846	563347
Qs	114656	127730	175274	200764	234698	238647	257315	246508	203980	181753	114893	99972	1280221
Qse serra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gamma	0.429	0.503	0.702	1.004	1.615	4.158	25.527	17.858	3.332	1.329	0.685	0.432	
nu	0.429	0.502	0.691	0.894	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	0.974	0.675	0.431	
Qn,c	87	284	3767	27200	108886	218411	283208	277871	176173	61298	2308	83	1188654

RAFFRESCAMENTO	Totale	Unità
Dispersione per trasmissione	42.6	kWh/m²
Dispersione per ventilazione	6.7	kWh/m²
Costante di tempo	23.8	h
Apporti interni	11.7	kWh/m²
Apporti solari	26.5	kWh/m²
Apporti solari opaco	19.0	kWh/m²
Fabbisogno netto	24.2	kWh/m²
Volume lordo	13397.7	m³

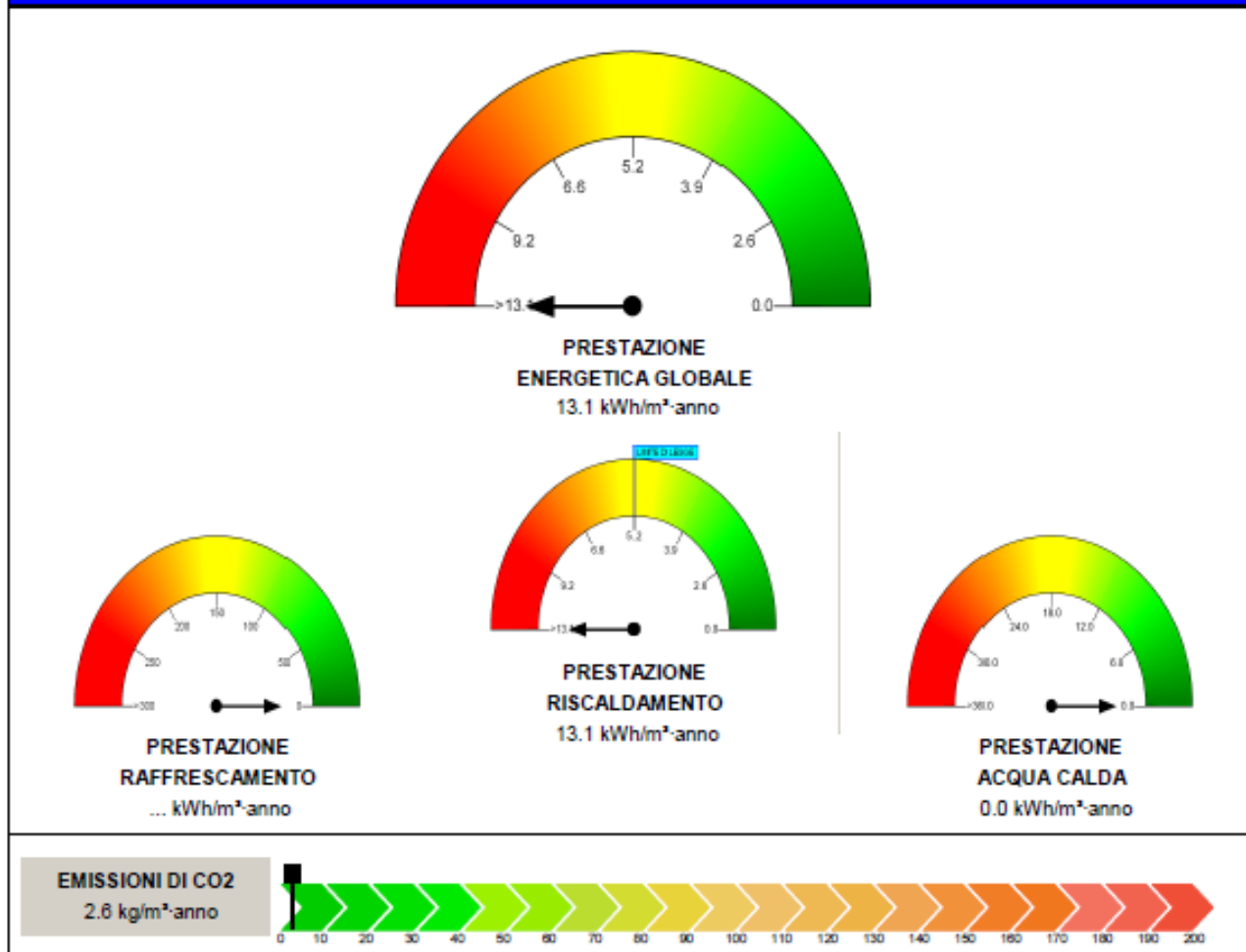




## 2. CLASSE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

Edificio di classe: **F**

## 3. GRAFICO DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE GLOBALI E PARZIALI



## 8. DATI PRESTAZIONI ENERGETICHE PARZIALI

8.1 RAFFRESCAMENTO		8.2 RISCALDAMENTO		8.3 ACQUA CALDA SANITARIA		8.4 ILLUMINAZIONE	
Indice energia primaria (EPe)		Indice energia primaria (EPi)	13.07	Indice energia primaria (EPacs)	0.00	Indice energia primaria (EPill)	
Indice energia limite di legge (involucro)	10.00	Indice en. primaria limite di legge (d.lgs 192/05)	5.24			Indice en. primaria limite di legge	
Indice involucro (EPe,invol)	24.19	Indice involucro (EPi,invol)	6.81				
Rendimento impianto		Rendimento medio stagionale impianto ( $\eta_{s,i}$ )	0.521	Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili	
Fonti rinnovabili		Fonti rinnovabili					

10. EDIFICIO				
Tipologia edilizia	VERIFICA A.P.E.			Foto dell'edificio
Tipologia costruttiva	Struttura mista in muratura portante			
Anno di costruzione		Numero di appartamenti	1	
Volume lordo riscaldato V(m³)	13397.71	Superficie utile m²	4465.90	
Superficie disperdente S(m²)	4203.73	Zona climatica / GG	C / 1034	
Rapporto S/V	0.31	Destinazione d'uso	E.7	
11. IMPIANTI				
Riscaldamento	Anno di installazione		Tipologia	23d. Generatori di calore a gas a con
	Potenza nominale (kW)	443.0	Combustibile	Gas naturale
Acqua calda sanitaria	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)	0.0	Combustibile	
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustibile	
Illuminazione	Anno di installazione	---	Tipologia	---
	Potenza nominale (kW)	---		
Fonti rinnovabili	Anno di installazione		Tipologia	
	Energia annua prodotta (kWh <sub>e</sub> /kWh <sub>t</sub> )	0/0		

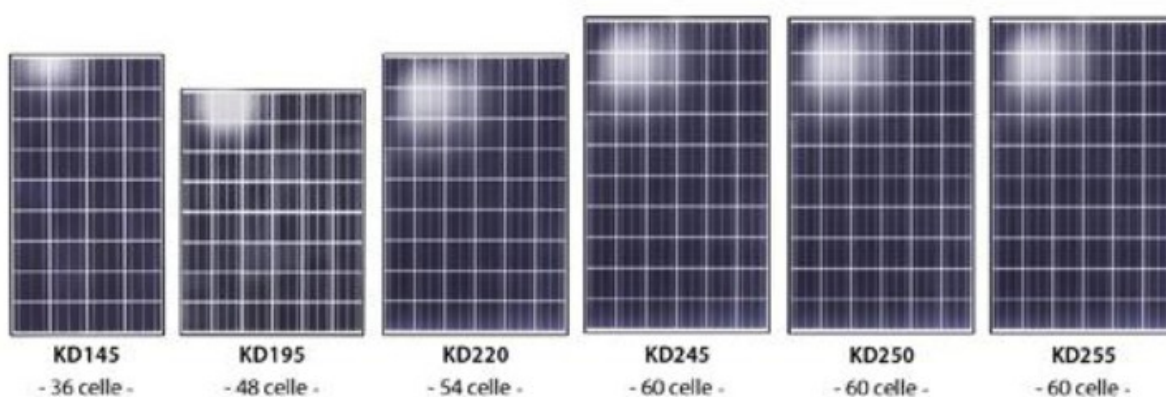
### 3 DESCRIZIONE INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Il presente studio di fattibilità tecnico economico è finalizzato all'efficientamento energetico e al miglioramento tecnologico dell'edificio. L'intervento è studiato in funzione di una razionalizzazione dei consumi energetici al fine di garantire un migliore comfort di utilizzo ed una contestuale riduzione dei consumi energetici, adeguandoli agli odierni standard richiesti dalle attuali normative. La classe energetica dell'edificio ante operam risulta F. A seguito degli interventi previsti da progetto, la nuova classe energetica dell'edificio scolastico risulta essere A2, con un incremento di n° 6 classi. Gli interventi previsti sono i seguenti:

- **Isolamento termico pareti opache** – Attualmente le tamponature nell'edificio oggetto di studio, ad eccezione di quelle presenti al piano interrato costituite da muratura in tufo, sono composte da un doppio paramento con mattoni pieni (dello spessore di 14 cm) nella parte esterna e blocco di lapilcement (dello spessore di 8,5 cm) nella parte interna con intermezzo una camera d'area da 26 cm, poiché per motivi di sicurezza sismica è previsto la demolizione dello strato esterno in mattoni piani con ricostruzione con materiali leggeri e adeguatamente fissati alla struttura per risolvere il problema del ribaltamento, tale ricostruzione sarà eseguito con laterizio interponendo nella parte interna uno strato isolante di poliuretano di 10 cm.



- Realizzazione di impianto fotovoltaico e impianto solare termico** dimensionati in funzione delle esigenze del complesso scolastico. L'impianto sarà dimensionato in modo da rispettare l'obbligo di normativa di coprire tramite energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili il 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria ed il 50% dei consumi globali previsti per acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento. I moduli fotovoltaici che saranno utilizzati sono quelli al silicio policristallino con potenza di picco pari a 220W cadauno ideale sia per utenze connesse alla rete elettrica (grid-connected), sia per utenze isolate (stand-alone). Tale tipologia di moduli è tale da garantire le migliori prestazioni elettriche in termini di rendimento e più elevata affidabilità rispetto ad altre tipologie quali, ad esempio, quelli al silicio amorfo.



I parametri di rilievo degli stessi sono i seguenti:

- Modulo ad alta potenza di picco pari a 220W, composto da celle solari policristalline (di numero pari a 60) aventi dimensioni pari a (156x156) mm. Peso singolo pari a 22 Kg.
- Presenza di diodi by-pass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento.
- Impiego di vetro temperato, adeguate resine, strati impermeabili e cornici in alluminio per lunghe durate in qualsiasi situazione meteorologica. Trattamento antiriflettente.



- Intelaiatura in alluminio.
  - Terminali d'uscita con cavi precablati a connessione rapida impermeabile.
  - Alta resistenza meccanica (in conformità alla Norma IEC 61215), con carichi fino a 5,4 kN/m<sup>2</sup>, per i quali si conferma che il modulo è adatto a sostenere elevate quantità di neve e ghiaccio.
  - Efficienza del modulo pari a 13,12 %.
- **Rimozione e sostituzione infissi esterni esistenti con nuovi infissi con telaio metallico a taglio termico con triplo vetro e doppia camera con gas argon**

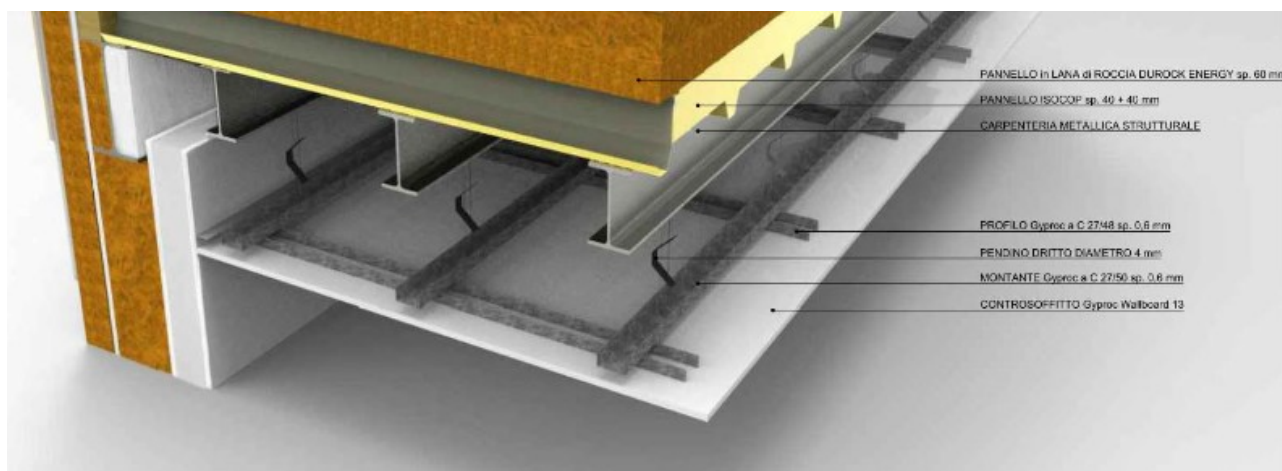


La camera interna all'alloggiamento del vetro ventilata in modo da prevenire eventuali formazioni di condensa in corrispondenza della sigillatura del vetro camera. Accessori di movimento e chiusura di primaria qualità di materiale protetto contro la corrosione con zincatura di 15 micron e successiva passivazione comprendenti cremonesi con maniglia in lega di alluminio e cerniere in numero 2,3 o 4 per anta, a seconda delle dimensioni, con perno e rondelle antifrizione. Guarnizioni in EPDM. Qualità certificata secondo DIN 7863 elastometriche resistenti all'invecchiamento alloggiare in una sede continua dei profilati.

- **Isolamento termico della copertura** – in questo caso visto la necessità di demolire i solai di copertura con realizzazione di una struttura leggera in carpenteria metallica la copertura sarà isolata con un primo strato con pannello grecato che funge da base per il fissaggio della copertura ed è collegato meccanicamente alla struttura in acciaio con al di sopra i pannelli in lana di roccia ad alta densità che costituiscono lo strato isolante che viene infine impermeabilizzato con un doppio strato di guaina. La finitura del tetto è costituita da tegola portoghese con cornicioni e canali in alluminio.



Nello strato inferiore (lato interno delle aule) sarà posto uno strato di controsoffitto al fine di non rendere visibile la struttura in carpenteria metallica.



- Ristrutturazione impianto di riscaldamento con sostituzione del generatore esistente con caldaia a condensazione e installazione di valvole termostatiche sui radiatori esistenti



- **Sostituzione dei boiler elettrici esistenti per produzione ACS con nuovi boiler a pompa di calore**



- **Sostituzione delle lampade presenti in luogo di lampade a LED.** Dal confronto con i tradizionali sistemi di illuminazione, la tecnologia LED offre i vantaggi di seguito elencati:
  - il risparmio ottenuto utilizzando l'illuminazione a LED è di circa il 93% rispetto alle lampade a incandescenza, 90% rispetto alle lampade alogene e 66% rispetto alle lampade fluorescenti.
  - Una lampadina a LED mantiene la maggior parte della sua luminosità anche dopo un utilizzo di oltre 50000 ore. La vita media di una lampadina a incandescenza è invece calcolata in 1.000 (1.500) ore e di una fluorescente a circa 6mila ore. In pratica, se si usasse una lampadina a LED per circa 8 ore al giorno, tutti i giorni, la sua durata raggiungerebbe 16/17 anni.
  - Non inquinano. Le lampadine a LED rispetto a quelle a incandescenza o alle fluorescenti, non contengono gas nocivi e sostanze tossiche.
  - Nessuna emissione di raggi ultravioletti, normalmente dannosi per l'uomo se vi si espone per lungo tempo, né di raggi infrarossi. Proprio la mancanza di emissioni di raggi U.V. permette di usufruire di un altro vantaggio: quello di non attirare la maggior parte delle specie di insetti sensibili agli ultravioletti.
  - Ridotta emissione di calore: la temperatura dei LED raramente è superiore ai 50° C e l'involucro è normalmente in grado di controllare il calore generato e di smaltirlo verso dissipatori esterni. Questa caratteristica rende possibile l'installazione delle lampade a LED anche su materiali che temono l'eccessivo calore, come il legno e la plastica.

Tale sistema di illuminazione a led consente di ottenere un risparmio sull'energia consumata per l'illuminazione e riduce i costi di manutenzione grazie alla elevata durabilità dei corpi luminosi.

Con gli interventi proposti per involucro e sistema di riscaldamento, e l'installazione dell'impianto fotovoltaico, la prestazione energetica può arrivare alla classe A2.