



STUDIO TECNICO DI PROGETTAZIONE | BONANNO

COMUNE DI BARRAFRANCA (PROV. ENNA)

**PROGETTO: LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL'IMPIANTO DI
RISCALDAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEI PLESSI SCOLASTICI
SAN GIOVANNI BOSCO ED EUROPA**

COMMITTENTE:

Comune di Barrafranca

PROGETTISTA:

Dott. Ing. PAOLO G. BONANNO
Via Lago Trasimeno, 5 - Barrafranca (EN)

UBICAZIONE:

Plessi scolastici: San Giovanni Bosco

**OGGETTO: progetto esecutivo
Relazione specialistica e calcoli esecutivi
degli impianti**

ELAB.: 2/a

VISTI ED APPROVAZIONI



RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO TERMICO

Area geografica

Regione **Sicilia**
Provincia di **Enna**
Comune di **BARRAFRANCA**

Ubicazione intervento

Via Mazzini, 64

Proprietà
Comune di Barrafranca

Progettista
Bonanno Paolo Giuseppe

Costruttore

Tecnico
Bonanno Paolo Giuseppe

Revisione n°0



Data elaborazione: 20/08/2020



DATI GENERALI

Comune di **BARRAFRANCA**, Provincia di **Enna**.

Edificio pubblico o a uso pubblico: SI NO

L'involucro oggetto della presente relazione tecnica è ubicato in via **Via Mazzini**, n.° **64**, del Comune di **BARRAFRANCA**, Provincia di **Enna**.

Dati catastali

Sezione:	
Foglio:	
Particella/Mappale:	
Subalterno:	

Titolo abilitativo

Titolo abilitativo non previsto

Classificazione involucro e zone

Classificazione dell'involucro in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n. 412:

Numero delle unità immobiliari:	1	Destinazione d'uso prevalente:	E.7
---------------------------------	----------	--------------------------------	------------

Dettaglio delle destinazioni d'uso previste per nell'involucro:

DENOMINAZIONE ZONA	DESTINAZIONE D'USO DPR 419/93	VOLUME m ³
Piano Terra	E.7	4559.17
Piano Primo	E.7	4533.02

Figure e soggetti

Committente/i :

Tipologia	Persona giuridica
Cognome e Nome / Denominazione	Comune di Barrafranca
Indirizzo	Piazza Regina Margherita
Cap	94012
Città	BARRAFRANCA
Provincia	EN

Costruttore/i :

Progettista/i :

Denominazione	Bonanno Paolo Giuseppe
Indirizzo	Via Lago Trasimeno
Cap	94012
Città	BARRAFRANCA
Provincia	EN
Codice fiscale	BNNPGS58E28A676N
Partita IVA	00495390866
Telefono	0934467102
Iscrizione	Ordine degli Ingegneri
Numero di iscrizione	232
Provincia di iscrizione	EN
Email	ingbonanno@virgilio.it
AMBITI	

- Progettazione impianti termici
- Progettazione impianto di illuminazione

[X] Direttore/i :

Denominazione	Bonanno Paolo Giuseppe
Indirizzo	Via Lago Trasimeno
Cap	94012
Città	BARRAFRANCA
Provincia	EN
Codice fiscale	BNNPGS58E28A676N
Partita IVA	00495390866
Telefono	0934467102
Iscrizione	Ordine degli Ingegneri
Numero di iscrizione	232
Provincia di iscrizione	EN
Email	ingbonanno@virgilio.it
AMBITI	

- Direttore degli impianti termici
- Direzione lavori impianto di illuminazione

[X] Tecnico/i :

Denominazione	Bonanno Paolo Giuseppe
Indirizzo	Via Lago Trasimeno
Cap	94012
Città	BARRAFRANCA
Provincia	EN
Codice fiscale	BNNPGS58E28A676N
Partita IVA	00495390866
Telefono	0934467102
Iscrizione	Ordine degli Ingegneri
Numero di iscrizione	232
Provincia di iscrizione	EN
Email	ingbonanno@virgilio.it
AMBITI	

- Direttore degli impianti termici
- Direzione lavori impianto di illuminazione

FABBRICATO

COMPONENTI STRUTTURALI DEL FABBRICATO

Componenti opachi

L'involucro oggetto della presente relazione è delimitato dalle seguenti tipologie di componenti opachi di cui si riportano, nella successiva tabella, i valori di trasmittanza termica e le capacità termiche areiche interne utilizzate nei calcoli.

#	Codice e e Descrizione del componente opaco	U [W/m ² K]	Ci [KJ/m ² K]
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	2.124	1500.00
2	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	2.006	500.00
3	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	1105.04
4	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	1.582	491.64
5	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	2.330	1250.00

Dettaglio trasmittanza termica equivalente componenti su terreno

Per i componenti su terreno viene di seguito indicata la trasmittanza termica equivalente calcolata in accordo con le norme tecniche di riferimento.

#	Codice e e Descrizione del componente contro terra	U [W/m ² K]	Superficie [m ²]	Perimetro [m]	Conducibilità termica del terreno [W/mK]	B' [m]	d _t [m]	U,corr [W/m ² K]
1	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	40.14	17.90	2.00	4.48	2.24	0.487
2	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	45.00	7.50	2.00	12.00	2.24	0.289
3	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	17.40	3.00	2.00	11.60	2.24	0.295
4	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	45.00	13.50	2.00	6.67	2.24	0.403
5	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	24.60	4.10	2.00	12.00	2.24	0.289
6	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	15.60	3.00	2.00	10.40	2.24	0.315
7	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	29.12	10.80	2.00	5.39	2.24	0.448
8	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	234.30	65.20	2.00	7.19	2.24	0.388
9	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	1.252	33.04	11.50	2.00	5.75	2.05	0.455

Componenti trasparenti

Di seguito sono riportati i risultati del calcolo della trasmittanza termica corretta per le tipologie di componenti trasparenti presenti nell'involucro.

#	Descrizione tipologia componente finestrato	L vano [m]	H vano [m]	Sup. vano [m ²]	Ag [m ²]	Af [m ²]	Ag/Atot [-]	Af/Atot [-]	Ug [W/m ² K]	Uf [W/m ² K]	Uw [W/m ² K]	ΔR [m ² K/W]	Uw+shut [W/m ² K]	Fshut	U _{corr} [W/m ² K]
1	IE02 - Finestra Bagno	0.70	1.50	1.20	0.838	0.36	0.70	0.30	3.10	2.00	2.96	0.16	3.06	0,60	2.39
2	IE01 - Finestra scorrevole	1.40	2.10	2.94	2.210	0.73	0.75	0.25	3.10	2.00	3.03	0.16	3.13	0,60	2.44
3	IE03 - Porta 2 ante	1.50	3.20	5.76	0.915	4.85	0.16	0.84	3.10	2.00	2.31	0.00	2.31	0,60	2.31
4	IE03 - Porta 2 ante	1.50	3.20	5.60	0.765	4.84	0.14	0.86	3.10	2.00	2.28	0.00	2.28	0,60	2.28
5	IE04 - Finestra scala	1.20	2.50	3.00	2.202	0.80	0.73	0.27	3.10	2.00	3.03	0.00	3.03	0,60	3.03
6	IE01 - Finestra scorrevole	1.40	2.10	3.05	2.306	0.74	0.76	0.24	3.10	2.00	3.03	0.16	3.13	0,60	2.44
7	IE03 - Porta 2 ante	1.50	3.20	4.77	0.000	4.77	0.00	1.00	3.10	2.00	2.15	0.00	2.15	0,60	2.15
8	IE03 - Porta 2 ante	1.50	3.20	4.78	0.000	4.78	0.00	1.00	3.10	2.00	2.15	0.00	2.15	0,60	2.15
9	IE01 - Finestra scorrevole	1.40	2.10	2.52	1.824	0.70	0.72	0.28	3.10	2.00	3.02	0.16	3.12	0,60	2.43
10	IE01 - Finestra scorrevole	1.40	2.10	3.78	2.982	0.80	0.79	0.21	3.10	2.00	3.04	0.16	3.14	0,60	2.44
11	IE01 - Finestra scorrevole	1.40	2.10	2.94	2.210	0.73	0.75	0.25	3.10	2.00	2.99	0.16	3.09	0,60	2.41

Ponti termici

Di seguito sono riportati i ponti termici considerati per il calcolo delle dispersioni dell'involucro.

#	Descrizione del ponte termico	U [W/mK]
1	Angolo sporgente senza pilastro	0.728
2	Angolo rientrante senza pilastro	-3.831
3	Parete interna	1.141
4	Finestra	-1.005
5	Finestra	-0.883
6	Copertura	0.598
7	Solaio	0.636
8	Angolo sporgente senza pilastro	0.257
9	Finestra	-0.451
10	Copertura	0.884
11	Solaio	1.002
12	Angolo sporgente senza pilastro	0.696
13	Angolo rientrante senza pilastro	-3.661

#	Descrizione del ponte termico	U [W/mK]
14	Parete interna	1.040
15	Finestra	-1.044
16	Finestra	-0.889
17	Copertura	0.711
18	Solaio	0.777

VENTILAZIONE

Portate minime di aria esterna e portate di riferimento

Di seguito il dettaglio delle portate minime di aria esterna e delle portate di riferimento utilizzate per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile ideale di riferimento di ciascun ambiente.

#	Descrizione	A [m ²]	Vn [m ³]	ns [pers./m ²]	Qop [m ³ /s pers.]	Qos [m ³ /s m ²]	q,ve0 [m ³ /s]	q,ve0 [m ³ /h]	q,ve0 [Vol/h]	f ve,t	q,ve,mn [m ³ /s]	q,ve,mn [m ³ /h]	q,ve,mn [Vol/h]
1	Piano Terra - Bagno sx	40.14	144.50				0.321	1156.03	8.00	0.08	0.026	92.48	0.64
2	Piano Terra - Sala insegnanti	45.00	162.00	0.40	4.00		0.076	273.82	1.69	0.47	0.036	128.69	0.79
3	Piano Terra - Aula 5	45.00	162.00	0.40	4.00		0.076	273.82	1.69	0.47	0.036	128.69	0.79
4	Piano Terra - ripostiglio	17.40	62.64				0.009	31.32	0.50	0.51	0.004	15.97	0.26
5	Piano Terra - Aula 1	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
6	Piano Terra - Ingresso sx	24.60	88.56				0.197	708.48	8.00	0.51	0.100	361.32	4.08
7	Piano Terra - Aula 2	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
8	Piano Terra - Direzione	45.00	162.00	0.06	11.00		0.031	112.95	0.70	0.59	0.019	66.64	0.41
9	Piano Terra - Segreteria	45.00	162.00	0.06	11.00		0.031	112.95	0.70	0.59	0.019	66.64	0.41
10	Piano Terra - Aula 3	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
11	Piano Terra - Ingresso dx	24.60	88.56				0.197	708.48	8.00	0.51	0.100	361.32	4.08
12	Piano Terra - Aula 4	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
13	Piano Terra - Ingresso lat	15.60	56.16				0.125	449.28	8.00	0.51	0.064	229.13	4.08
14	Piano Terra - Aula 6	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
15	Piano Terra - Aula 7	45.00	162.00	0.45	5.00		0.107	385.06	2.38	0.47	0.050	180.98	1.12
16	Piano Terra - Bagno dx	40.14	144.50				0.321	1156.03	8.00	0.08	0.026	92.48	0.64
17	Piano Terra - Scala sx	29.12	104.83				0.233	838.66	8.00	0.51	0.119	427.71	4.08
18	Piano Terra - Scala dx	29.12	104.83				0.233	838.66	8.00	0.51	0.119	427.71	4.08
19	Piano Terra - Corridoio	234.30	843.48				1.874	6747.84	8.00	0.51	0.956	3441.40	4.08
20	Piano Terra - Archivio	33.17	119.41				0.017	59.71	0.50	0.51	0.008	30.45	0.26
21	Piano Primo - Bagno sx	40.90	151.33				0.336	1210.64	8.00	0.08	0.027	96.85	0.64
22	Piano Primo - Aula 7	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
23	Piano Primo - Aula 6	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
24	Piano Primo - Magazzino	19.22	71.11				0.010	35.56	0.50	0.51	0.005	18.13	0.26
25	Piano Primo - Aula 1	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
26	Piano Primo - Ripostiglio	26.04	96.35				0.013	48.17	0.50	0.51	0.007	24.57	0.26
27	Piano Primo - Aula 2	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
28	Piano Primo - Aula 3	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
29	Piano Primo - Aula 4	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09

#	Descrizione	A [m ²]	Vn [m ³]	ns [pers./m ²]	Qop [m ³ /s pers.]	Qos [m ³ /s m ²]	q,ve0 [m ³ /s]	q,ve0 [m ³ /h]	q,ve0 [Vol/h]	f ve,t	q,ve,mn [m ³ /s]	q,ve,mn [m ³ /h]	q,ve,mn [Vol/h]
30	Piano Primo - Aula 5	47.12	174.34	0.45	5.00		0.112	403.20	2.31	0.47	0.053	189.50	1.09
31	Piano Primo - Direzione	26.04	96.35	0.06	11.00		0.018	65.36	0.68	0.59	0.011	38.56	0.40
32	Piano Primo - Segreteria	47.74	176.64	0.06	11.00		0.033	119.83	0.68	0.59	0.020	70.70	0.40
33	Piano Primo - Ambulatorio	16.43	60.79	0.06	11.00		0.011	41.24	0.68	0.59	0.007	24.33	0.40
34	Piano Primo - Aula magna	97.34	360.16	0.30	6.00		0.185	666.34	1.85	0.47	0.087	313.18	0.87
35	Piano Primo - Bagno dx	40.90	151.33				0.336	1210.64	8.00	0.08	0.027	96.85	0.64
36	Piano Primo - Scala dx	30.21	111.78				0.248	894.22	8.00	0.51	0.127	456.05	4.08
37	Piano Primo - Scala sx	30.21	111.78				0.248	894.22	8.00	0.51	0.127	456.05	4.08
38	Piano Primo - Corridoio	241.49	893.51				1.986	7148.10	8.00	0.51	1.013	3645.53	4.08

DETTAGLIO ZONE TERMICHE

Di seguito sono riportati tutti i dati dettaglio relativamente ai componenti presenti nelle zone termiche così come individuate nella sezione SPAZI e ZONE.

ZONA TERMICA ZH1

Destinazione d'uso della zona	-	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Superficie utile	m ²	938.19
Volume netto	m ³	3377.48
Temperatura di set-point Invernale	°C	20.0
Temperatura di set-point Estiva	°C	26.0
Umidità relativa interna	%	50.0
Portata media mensile di riferimento	m ³ /h	6956.53
Fattore di correzione b ve,k	-	1.00
Apporti interni sensibili	W	3752.8
Apporti interni latenti	W	15011.0

Elenco superfici dei componenti trasparenti

#	Descrizione componente finestrato	Q.tà [#]	Confinante con	b tr,x [-]	Aw [m ²]	Ag [m ²]	Esposizione [-]	Tilt [°]	F sh,ob,d [-]
1	IE02 - Finestra Bagno	12	Esterno	1,00	14.40	10.08	NORD	90	1.00
2	IE01 - Finestra scorrevole	15	Esterno	1,00	44.10	33.15	EST	90	1.00
3	IE01 - Finestra scorrevole	12	Esterno	1,00	35.28	26.52	OVEST	90	1.00
4	IE01 - Finestra scorrevole	18	Esterno	1,00	52.92	39.78	SUD	90	1.00
5	IE03 - Porta 2 ante	2	Esterno	1,00	11.52	1.84	SUD	90	1.00
6	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	5.60	0.77	OVEST	90	1.00
7	IE04 - Finestra scala	4	Esterno	1,00	12.00	8.80	NORD	90	1.00
8	IE01 - Finestra scorrevole	3	Esterno	1,00	8.82	6.63	NORD	90	1.00
9	IE01 - Finestra scorrevole	1	Esterno	1,00	3.05	2.31	NORD	90	1.00
10	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	4.77	0.00	NORD	90	1.00
11	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	4.78	0.00	NORD	90	1.00
12	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	5.04	3.64	NORD	90	1.00

Elenco superfici dei componenti opachi

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	b tr,x [-]	Superficie [m ²]	alfa sol	U [W/m ² K]	Esposizione	Tilt [°]	F sh,ob,d [-]
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	1,00	96.09	0.6	2.12	EST	90	1.00
2	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	1,00	100.871	0.6	2.12	OVEST	90	1.00
3	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	1,00	132.34	0.6	2.12	NORD	90	1.00
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1,00	27.75	0.6	2.30	Oriz	0	1.00
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	36.335	0.6	2.01	NORD	90	1.00
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	23.1	0.6	2.01	EST	90	1.00
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	39.72	0.6	2.01	OVEST	90	1.00
8	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	80.28	0,0	0.49		0	1,00
9	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	Altra zona climatizzata	1,00	905.02	0,0	1.58		0	1,00
10	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	426.6	0,0	0.29		0	1,00
11	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	1,00	90.54	0.6	2.12	SUD	90	1.00
12	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	27.72	0.6	2.01	SUD	90	1.00
13	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	90	0,0	0.40		0	1,00
14	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	15.60	0,0	0.31		0	1,00
15	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	91.28	0,0	0.45		0	1,00
16	MPI02-03-0002 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	1,00	20.16	0,0	1.78		0	1,00
17	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	234.30	0,0	0.39		0	1,00
18	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	1,00	65.52	0,0	2.12		0	1,00
19	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Esterno	1,00	33.17	0.3	1.58	Oriz	0	1.00

Elenco ponti termici

#	Descrizione ponte termico	Confinante con	b tr,x [-]	Lunghezza [m]	Psi [W/mK]	Coefficiente di attribuzione	Psi Eff. [W/mK]
1	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	36	0.728	1.0	0.728
2	Angolo rientrante senza pilastro	Esterno	1,00	10.8	-3.831	1.0	-3.831
3	Parete interna	Esterno	1,00	115.2	1.141	0.5	0.571
4	Finestra	Esterno	1,00	55.2	-1.005	1.0	-1.005
5	Finestra	Esterno	1,00	421.1	-0.883	1.0	-0.883
6	Copertura	Esterno	1,00	190	0.598	0.5	0.299
7	Solaio	Esterno	1,00	200	0.636	1.0	0.636
8	Copertura	Esterno	1,00	10.00	0.598	1.0	0.598
9	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	3.60	0.257	1.0	0.257
10	Finestra	Esterno	1,00	13.2	-0.451	1.0	-0.451
11	Copertura	Esterno	1,00	11.5	0.884	1.0	0.884
12	Solaio	Esterno	1,00	11.5	1.002	1.0	1.002

Coefficienti di scambio termico per trasmissione

Trasmissione componenti trasparenti

#	Descrizione componente finestrato	Q.tà [#]	Confinante con	b tr,x [-]	Aw [m ²]	Ag [m ²]	U w,corr [W/m ² K]	H tr [W/K]
1	IE02 - Finestra Bagno	12	Esterno	1,00	14.40	10.08	2.39	34.4
2	IE01 - Finestra scorrevole	48	Esterno	1,00	141.12	106.08	2.44	344.3
3	IE03 - Porta 2 ante	2	Esterno	1,00	11.52	1.84	2.31	26.6
4	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	5.60	0.77	2.28	12.8
5	IE04 - Finestra scala	4	Esterno	1,00	12.00	8.80	3.03	36.4
6	IE01 - Finestra scorrevole	1	Esterno	1,00	3.05	2.31	2.44	7.4
7	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	4.77	0.00	2.15	10.3
8	IE03 - Porta 2 ante	1	Esterno	1,00	4.78	0.00	2.15	10.3
9	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	5.04	3.64	2.43	12.2
-	GLOBALE	-	-	-	202.3	-	-	494.7

Trasmissione componenti opachi

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	b tr,x [-]	Superficie [m ²]	alfa sol	U [W/m ² K]	H tr [W/K]
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	1,00	419.841	0.6	2.12	890.1
2	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1,00	27.75	0.6	2.30	63.8
3	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	126.875	0.6	2.01	255.0
4	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	1,00	938.06	0,0	0.00	0.0
5	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Esterno	1,00	33.17	0.3	1.58	52.4
-	GLOBALE	-	-	1545.7	-	-	1261.3

Trasmissione ponti termici

#	Descrizione ponte termico	Confinante con	b tr,x [-]	Lunghezza [m]	U [W/mK]	U,corr [W/mK]	H tr [W/K]
1	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	36.00	0.728	0.728	26.2
2	Angolo rientrante senza pilastro	Esterno	1,00	10.80	-3.831	-3.831	-41.4
3	Parete interna	Esterno	1,00	115.20	1.141	0.571	65.8
4	Finestra	Esterno	1,00	55.20	-1.005	-1.005	-55.5
5	Finestra	Esterno	1,00	421.10	-0.883	-0.883	-371.8
6	Copertura	Esterno	1,00	190.00	0.598	0.299	56.8
7	Solaio	Esterno	1,00	200.00	0.636	0.636	127.2
8	Copertura	Esterno	1,00	10.00	0.598	0.598	6.0
9	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	3.60	0.257	0.257	0.9
10	Finestra	Esterno	1,00	13.20	-0.451	-0.451	-6.0
11	Copertura	Esterno	1,00	11.50	0.884	0.884	10.2
12	Solaio	Esterno	1,00	11.50	1.002	1.002	11.5
-	GLOBALE	-	-	-	-	-	-170.0

Coefficienti globali di scambio termico

Coefficiente di scambio termico per trasmissione H tr	W/K	1922.3
Coefficiente di scambio termico per trasmissione H ve	W/K	2318.8
Coefficiente di scambio termico per trasmissione H ht	W/K	4241.2

Apporti interni

Apporti interni sensibili	W	3752.8
Apporti interni latenti	g/h	15011.0
Apporti interni sensibili da altre zone	W	0.0

Apporti Solari

Area solare equivalente componenti trasparenti $A_{sol,w}$ [m²]

#	Descrizione componente trasparente	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	IE02 - Finestra Bagno	m ²	6.795	6.795	6.795	6.712	6.440	6.267	6.267	6.561	6.779	6.787	6.795	6.795
2	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	21.405	22.126	22.474	22.673	22.772	22.747	22.747	22.747	22.548	22.225	21.778	21.430
3	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	17.124	17.700	17.979	18.138	18.218	18.198	18.198	18.198	18.039	17.780	17.422	17.144
4	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	29.176	28.341	26.760	24.850	23.478	22.971	22.852	23.776	25.805	27.834	28.967	29.295
5	IE03 - Porta 2 ante	m ²	1.342	1.304	1.231	1.143	1.080	1.057	1.051	1.094	1.187	1.281	1.333	1.348
6	IE03 - Porta 2 ante	m ²	0.494	0.511	0.519	0.523	0.526	0.525	0.525	0.525	0.520	0.513	0.503	0.495
7	IE04 - Finestra scala	m ²	5.951	5.951	5.951	5.879	5.641	5.489	5.489	5.747	5.938	5.945	5.951	5.951
8	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	4.480	4.480	4.480	4.425	4.246	4.132	4.132	4.326	4.470	4.475	4.480	4.480
9	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	1.559	1.559	1.559	1.540	1.477	1.437	1.437	1.505	1.555	1.557	1.559	1.559
10	IE03 - Porta 2 ante	m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	IE03 - Porta 2 ante	m ²	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	2.465	2.465	2.465	2.435	2.336	2.273	2.273	2.380	2.459	2.462	2.465	2.465

Area solare equivalente componenti opachi $A_{sol,op}$ [m²]

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	Asol [m ²]
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	4.898
2	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	5.142
3	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	6.746
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1.535
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.749
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.112
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.912
8	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	Terreno	0.000
9	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	Altra zona climatizzata	0.000
10	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	Esterno	4.616
11	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.334
12	MPI02-03-0002 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	0.000
13	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	0.000
14	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Esterno	1.574

Flusso termico solare da componenti trasparenti $\Phi_{sol,w}$ [W]

#	Descrizione componente trasparente	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	IE02 - Finestra Bagno	W	376.7	427.8	472.6	508.1	631.5	704.6	691.9	610.2	513.3	436.8	366.5	293.3
2	IE01 - Finestra scorrevole	W	1620.9	2109.2	2776.8	2969.9	3918.4	4082.6	4210.0	3898.3	2977.6	2329.3	1583.9	1176.7
3	IE01 - Finestra scorrevole	W	1296.7	1687.3	2221.4	2375.9	3134.7	3266.1	3368.0	3118.6	2382.0	1863.4	1267.1	941.4
4	IE01 - Finestra scorrevole	W	3234.7	3658.1	3794.0	2862.6	2645.9	2331.6	2512.4	3107.6	3445.9	3742.6	2909.5	2269.7
5	IE03 - Porta 2 ante	W	148.8	168.3	174.6	131.7	121.7	107.3	115.6	143.0	158.5	172.2	133.9	104.4
6	IE03 - Porta 2 ante	W	37.4	48.7	64.1	68.5	90.4	94.2	97.2	90.0	68.7	53.8	36.6	27.2
7	IE04 - Finestra scala	W	329.9	374.7	414.0	445.0	553.1	617.2	606.1	534.5	449.6	382.6	321.0	256.9
8	IE01 - Finestra scorrevole	W	248.4	282.1	311.6	335.0	416.4	464.6	456.2	402.3	338.4	288.0	241.6	193.4
9	IE01 - Finestra scorrevole	W	86.4	98.1	108.4	116.5	144.9	161.6	158.7	140.0	117.7	100.2	84.1	67.3
10	IE03 - Porta 2 ante	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	IE03 - Porta 2 ante	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	IE01 - Finestra scorrevole	W	136.7	155.2	171.5	184.3	229.1	255.6	251.0	221.4	186.2	158.4	132.9	106.4

Flusso termico solare da componenti opachi $\Phi_{sol,op}$ [W]

#	Descrizione componente opaco	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	370.9	467.0	605.2	641.6	842.9	879.2	906.6	839.5	646.9	513.4	356.3	269.0
2	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	389.4	490.2	635.4	673.6	884.8	922.9	951.7	881.2	679.0	538.9	374.0	282.4
3	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	374.0	424.8	469.3	510.7	661.5	758.5	744.9	627.5	510.8	434.1	363.9	291.3
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	W	175.9	220.3	286.0	312.7	417.5	442.4	453.0	410.4	310.9	241.6	170.6	129.7
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	97.0	110.1	121.7	132.4	171.5	196.7	193.1	162.7	132.4	112.6	94.3	75.5
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	84.2	106.0	137.4	145.7	191.3	199.6	205.8	190.6	146.8	116.5	80.9	61.1
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	144.8	182.3	236.2	250.5	329.0	343.2	353.9	327.7	252.5	200.4	139.1	105.0
8	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	511.7	595.8	654.4	531.7	520.2	468.5	507.4	603.3	616.3	620.6	463.6	357.6
11	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	147.9	172.2	189.2	153.7	150.4	135.4	146.7	174.4	178.2	179.4	134.0	103.4
12	MPI02-03-0002 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	W	180.4	225.9	293.4	320.7	428.2	453.7	464.6	420.9	318.9	247.8	174.9	133.0

Extraflusso termico verso la volta celeste da componenti trasparenti $\Phi_{r,w}$ [W]

#	Descrizione componente trasparente	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	IE02 - Finestra Bagno	W	33.2	32.6	36.5	35.5	53.3	63.6	74.6	64.0	42.3	35.5	28.7	28.2
2	IE01 - Finestra scorrevole	W	103.5	101.6	114.0	110.9	166.4	198.5	232.7	199.8	132.1	110.9	89.7	87.9
3	IE01 - Finestra scorrevole	W	82.8	81.3	91.2	88.7	133.1	158.8	186.1	159.8	105.7	88.7	71.8	70.3
4	IE01 - Finestra scorrevole	W	124.2	121.9	136.8	133.0	199.7	238.1	279.2	239.7	158.5	133.0	107.6	105.5
5	IE03 - Porta 2 ante	W	25.6	25.1	28.2	27.4	41.1	49.1	57.5	49.4	32.7	27.4	22.2	21.7
6	IE03 - Porta 2 ante	W	12.3	12.1	13.6	13.2	19.8	23.6	27.7	23.8	15.7	13.2	10.7	10.5
7	IE04 - Finestra scala	W	35.0	34.4	38.6	37.5	56.3	67.2	78.8	67.6	44.7	37.5	30.4	29.7
8	IE01 - Finestra scorrevole	W	20.7	20.3	22.8	22.2	33.3	39.7	46.5	40.0	26.4	22.2	17.9	17.6
9	IE01 - Finestra scorrevole	W	7.1	7.0	7.9	7.7	11.5	13.7	16.1	13.8	9.1	7.7	6.2	6.1
10	IE03 - Porta 2 ante	W	9.9	9.7	10.9	10.6	15.9	18.9	22.2	19.0	12.6	10.6	8.5	8.4
11	IE03 - Porta 2 ante	W	9.9	9.7	10.9	10.6	15.9	19.0	22.2	19.1	12.6	10.6	8.6	8.4
12	IE01 - Finestra scorrevole	W	11.8	11.6	13.0	12.6	19.0	22.6	26.5	22.8	15.1	12.6	10.2	10.0

Extraflusso termico verso la volta celeste da componenti opachi $\Phi_{r,op}$ [W]

#	Descrizione componente opaco	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	211.4	207.5	232.9	226.4	339.8	405.2	475.1	407.9	269.8	226.4	183.2	179.5
2	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	221.9	217.8	244.5	237.7	356.7	425.4	498.8	428.2	283.2	237.6	192.3	188.4
3	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	291.1	285.7	320.7	311.8	468.0	558.1	654.4	561.8	371.5	311.8	252.3	247.2
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	W	132.5	130.0	145.9	141.9	212.9	254.0	297.8	255.6	169.1	141.9	114.8	112.5
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	75.5	74.1	83.1	80.8	121.3	144.7	169.7	145.6	96.3	80.8	65.4	64.1
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	48.0	47.1	52.9	51.4	77.1	92.0	107.9	92.6	61.2	51.4	41.6	40.7
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	82.5	81.0	90.9	88.4	132.6	158.2	185.5	159.2	105.3	88.4	71.5	70.0
8	PAVTER - Pavimento su terreno e vespaio	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm)	W	199.1	195.5	219.4	213.3	320.2	381.8	447.7	384.3	254.2	213.3	172.6	169.1
11	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	W	57.6	56.5	63.4	61.7	92.6	110.4	129.4	111.1	73.5	61.7	49.9	48.9
12	MPI02-03-0002 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	MPI02-03 - Muratura in pietra (64 cm) (partizione interna)	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	W	271.7	266.7	299.4	291.0	436.8	521.0	610.8	524.4	346.8	291.0	235.5	230.7

Parametri dinamici

#	Descrizione	U.M.	Valore
1	Capacità termica della zona	KJ/K	168741
2	Costante di tempo	h	11.05
3	Alpha H	-	1.74
4	Alpha C	-	5.95
5	H lim	-	1.58
6	C lim	-	1.17

ZONA TERMICA ZH2

Destinazione d'uso della zona	-	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Superficie utile	m ²	946.36
Volume netto	m ³	3501.53
Temperatura di set-point Invernale	°C	20.0
Temperatura di set-point Estiva	°C	26.0
Umidità relativa interna	%	50.0
Portata media mensile di riferimento	m ³ /h	6567.33
Fattore di correzione b ve,k	-	1.00
Apporti interni sensibili	W	3785.4
Apporti interni latenti	W	15141.8

Elenco superfici dei componenti trasparenti

#	Descrizione componente finestrato	Q.tà [#]	Confinante con	b tr,x [-]	Aw [m ²]	Ag [m ²]	Esposizione [-]	Tilt [°]	F sh,ob,d [-]
1	IE02 - Finestra Bagno	12	Esterno	1,00	14.40	10.08	NORD	90	1.00
2	IE01 - Finestra scorrevole	15	Esterno	1,00	44.10	33.15	EST	90	1.00
3	IE01 - Finestra scorrevole	13	Esterno	1,00	38.22	28.73	OVEST	90	1.00
4	IE01 - Finestra scorrevole	18	Esterno	1,00	52.92	39.78	SUD	90	1.00
5	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	7.56	5.96	SUD	90	1.00
6	IE04 - Finestra scala	4	Esterno	1,00	12.00	8.80	NORD	90	1.00
7	IE01 - Finestra scorrevole	6	Esterno	1,00	17.64	13.26	NORD	90	1.00
8	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	6.10	4.62	NORD	90	1.00

Elenco superfici dei componenti opachi

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	b tr,x [-]	Superficie [m ²]	alfa sol	U [W/m ² K]	Esposizione	Tilt [°]	F sh,ob,d [-]
1	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	1,00	105.27	0.6	2.33	EST	90	1.00
2	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	1,00	129.032	0.6	2.33	OVEST	90	1.00
3	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	1,00	154.604	0.6	2.33	NORD	90	1.00
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1,00	30.64	0.6	2.30	Oriz	0	1.00
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	22.99	0.6	2.01	NORD	90	1.00

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	b tr,x [-]	Superficie [m ²]	alfa sol	U [W/m ² K]	Esposizione	Tilt [°]	F sh,ob,d [-]
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	23.1	0.6	2.01	EST	90	1.00
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	20.02	0.6	2.01	OVEST	90	1.00
8	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Sottotetto/tetto non isolato	0.90	946.375	0,0	1.58		0	1,00
9	SOL26-0002 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	Altra zona climatizzata	1,00	946.375	0,0	1.30		0	1,00
10	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	1,00	97.93	0.6	2.33	SUD	90	1.00
11	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	31.68	0.6	2.01	SUD	90	1.00
12	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	1,00	46.246	0,0	2.33		0	1,00

Elenco ponti termici

#	Descrizione ponte termico	Confinante con	b tr,x [-]	Lunghezza [m]	Psi [W/mK]	Coefficiente di attribuzione	Psi Eff. [W/mK]
1	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	37	0.696	1.0	0.696
2	Angolo rientrante senza pilastro	Esterno	1,00	11.1	-3.661	1.0	-3.661
3	Parete interna	Esterno	1,00	107.3	1.040	0.5	0.520
4	Finestra	Esterno	1,00	196.8	-1.044	1.0	-1.044
5	Finestra	Esterno	1,00	281.8	-0.889	1.0	-0.889
6	Copertura	Esterno	1,00	204.396	0.711	0.5	0.355
7	Solaio	Esterno	1,00	204.396	0.777	0.5	0.388
8	Copertura	Esterno	1,00	10.01	0.711	1.0	0.711
9	Solaio	Esterno	1,00	10.01	0.777	1.0	0.777

Coefficienti di scambio termico per trasmissione

Trasmissione componenti trasparenti

#	Descrizione componente finestrato	Q.tà [#]	Confinante con	b tr,x [-]	Aw [m ²]	Ag [m ²]	U w,corr [W/m ² K]	H tr [W/K]
1	IE02 - Finestra Bagno	12	Esterno	1,00	14.40	10.08	2.39	34.4
2	IE01 - Finestra scorrevole	47	Esterno	1,00	138.18	103.87	2.44	337.2
3	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	7.56	5.96	2.44	18.4
4	IE01 - Finestra scorrevole	5	Esterno	1,00	14.70	11.05	2.41	35.4
5	IE04 - Finestra scala	4	Esterno	1,00	12.00	8.80	3.03	36.4
6	IE01 - Finestra scorrevole	2	Esterno	1,00	6.10	4.62	2.44	14.9
-	GLOBALE	-	-	-	192.9	-	-	476.7

Trasmissione componenti opachi

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	b tr,x [-]	Superficie [m ²]	alfa sol	U [W/m ² K]	H tr [W/K]
1	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	1,00	486.831	0.6	2.33	1134.3
2	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1,00	30.64	0.6	2.30	70.5
3	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1,00	97.79	0.6	2.01	196.6
4	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Sottotetto/tetto non isolato	0.90	946.375	0,0	1.58	1345.7
-	GLOBALE	-	-	1561.6	-	-	2747.1

Trasmissione ponti termici

#	Descrizione ponte termico	Confinante con	b tr,x [-]	Lunghezza [m]	U [W/mK]	U,corr [W/mK]	H tr [W/K]
1	Angolo sporgente senza pilastro	Esterno	1,00	37.00	0.696	0.696	25.8
2	Angolo rientrante senza pilastro	Esterno	1,00	11.10	-3.661	-3.661	-40.6
3	Parete interna	Esterno	1,00	107.30	1.040	0.520	55.8
4	Finestra	Esterno	1,00	196.80	-1.044	-1.044	-205.5
5	Finestra	Esterno	1,00	281.80	-0.889	-0.889	-250.5
6	Copertura	Esterno	1,00	204.40	0.711	0.355	72.6
7	Solaio	Esterno	1,00	204.40	0.777	0.388	79.3
8	Copertura	Esterno	1,00	10.01	0.711	0.711	7.1
9	Solaio	Esterno	1,00	10.01	0.777	0.777	7.8
-	GLOBALE	-	-	-	-	-	-248.3

Coefficienti globali di scambio termico

Coefficiente di scambio termico per trasmissione H tr	W/K	2976.9
Coefficiente di scambio termico per trasmissione H ve	W/K	2189.1
Coefficiente di scambio termico per trasmissione H ht	W/K	5166.0

Apporti interni

Apporti interni sensibili	W	3785.4
Apporti interni latenti	g/h	15141.8
Apporti interni sensibili da altre zone	W	0.0

Apporti Solari

Area solare equivalente componenti trasparenti $A_{sol,w}$ [m²]

#	Descrizione componente trasparente	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
1	IE02 - Finestra Bagno	m ²	6.795	6.795	6.795	6.712	6.440	6.267	6.267	6.561	6.779	6.787	6.795	6.795
2	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	21.405	22.126	22.474	22.673	22.772	22.747	22.747	22.747	22.548	22.225	21.778	21.430
3	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	18.551	19.176	19.477	19.650	19.736	19.714	19.714	19.714	19.542	19.262	18.874	18.572
4	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	29.176	28.341	26.760	24.850	23.478	22.971	22.852	23.776	25.805	27.834	28.967	29.295
5	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	4.374	4.249	4.012	3.726	3.520	3.444	3.426	3.565	3.869	4.173	4.343	4.392
6	IE04 - Finestra scala	m ²	5.951	5.951	5.951	5.879	5.641	5.489	5.489	5.747	5.938	5.945	5.951	5.951
7	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	8.960	8.960	8.960	8.850	8.492	8.264	8.264	8.651	8.940	8.950	8.960	8.960
8	IE01 - Finestra scorrevole	m ²	3.117	3.117	3.117	3.079	2.954	2.875	2.875	3.010	3.110	3.114	3.117	3.117

Area solare equivalente componenti opachi $A_{sol,op}$ [m²]

#	Descrizione componente opaco	Confinante con	Asol [m ²]
1	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	5.887
2	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	7.216
3	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	8.647
4	CA03-001 - Cassonetto non isolato	Esterno	1.695
5	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.107
6	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.112
7	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	0.964
8	SOL26 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm	Sottotetto/tetto non isolato	0.000
9	SOL26-0002 - Solaio di interpiano laterocementizio spessore totale 34 cm (partizione interna)	Altra zona climatizzata	0.000
10	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm)	Esterno	5.477
11	MPI01-02 - Muratura in pietra con mattoni (29 cm)	Esterno	1.525
12	MPI02-02 - Muratura in pietra (54 cm) (partizione interna)	Altra zona climatizzata	0.000

Parametri dinamici

#	Descrizione	U.M.	Valore
1	Capacità termica della zona	KJ/K	172573
2	Costante di tempo	h	9.28
3	Alpha H	-	1.62
4	Alpha C	-	6.00
5	H lim	-	1.62
6	C lim	-	1.17

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA UTILE DELLE ZONE TERMICHE

Fabbisogno di riscaldamento zona termica: ZH1

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo di attivazione riscaldamento	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo di attivazione riscaldamento	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Apporti interni	kWh	2792	2522	2792	0	0	0	0	0	0	0	1441	2792	12339
Apporti interni da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apporti solari W	kWh	5592	6054	7819	0	0	0	0	0	0	0	2561	4045	26071
Apporti solari da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE GUADAGNI	kWh	8384	8576	10611	0	4002	6837	38410						
Trasmissioni	kWh	15606	16073	13891	0	0	0	0	0	0	0	5848	14959	66378
Extraflusso	kWh	1538	1364	1694	0	0	0	0	0	0	0	688	1306	6590
Extraflusso da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilazione	kWh	21048	21816	20013	0	0	0	0	0	0	0	8081	19668	90624
TOTALE DISPERSIONI	kWh	38192	39253	35598	0	14617	35933	163592						
Gamma H	-	0.22	0.22	0.30	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0.19	-
Eta,h	-	0.94	0.94	0.91	0	0	0	0	0	0	0	0.92	0.95	-
Fabbisogno di energia termica utile effettiva	kWh	30285	31161	25932	0	10930	29409	127718						

Fabbisogno di riscaldamento zona termica: ZH2

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo di attivazione riscaldamento	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo di attivazione riscaldamento	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Apporti interni	kWh	2816	2544	2816	0	0	0	0	0	0	0	1454	2816	12447
Apporti interni da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apporti solari W	kWh	6042	6523	8387	0	0	0	0	0	0	0	2766	4373	28091
Apporti solari da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE GUADAGNI	kWh	8858	9067	11203	0	0	0	0	0	0	0	4220	7189	40538
Trasmissioni	kWh	25042	25851	22818	0	0	0	0	0	0	0	9462	23806	106978
Extraflusso	kWh	1475	1308	1625	0	0	0	0	0	0	0	660	1253	6321
Extraflusso da U	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilazione	kWh	19870	20595	18893	0	0	0	0	0	0	0	7629	18567	85554
TOTALE DISPERSIONI	kWh	46387	47754	43336	0	0	0	0	0	0	0	17751	43626	198853
Gamma H	-	0.19	0.19	0.26	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0.16	-
Eta,h	-	0.94	0.94	0.91	0	0	0	0	0	0	0	0.92	0.95	-
Fabbisogno di energia termica utile effettiva	kWh	38026	39193	33091	0	0	0	0	0	0	0	13853	36763	160926

DETTAGLIO SOTTOSISTEMI RISCALDAMENTO (LATO UTENZA)

Vengono di seguito dettagliati i fabbisogni ideali netti e le perdite dei sottosistemi ad uso dell'impianto di riscaldamento per il lato utenza.

FABBISOGNI IDEALI NETTI

Fabbisogni ideali netti zona: ZH1

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno ideale - Piano Terra	kWh	30285.1	31161.0	25931.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10930.3	29409.3	127717.6
Perdite recuperate dal sistema di produzione ACS - Piano Terra	kWh	24.1	21.8	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	24.1	102.4
Fabbisogno ideale netto - Piano Terra	kWh	30260.9	31139.2	25910.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10919.3	29385.2	127615.2
Fabbisogno ideale netto totale	kWh	30260.9	31139.2	25910.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10919.3	29385.2	127615.2

Fabbisogni ideali netti zona: ZH2

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno ideale - Piano Primo	kWh	38026.1	39193.1	33091.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13852.7	36763.0	160926.0
Perdite recuperate dal sistema di produzione ACS - Piano Primo	kWh	24.1	21.8	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	24.1	102.4
Fabbisogno ideale netto - Piano Primo	kWh	38002.0	39171.3	33069.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13841.7	36738.9	160823.6
Fabbisogno ideale netto totale	kWh	38002.0	39171.3	33069.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13841.7	36738.9	160823.6

EMISSIONE

Perdite di emissione riscaldamento zona: ZH1

Descrizione	Valore
Altezza media dei locali	Fino a 4 metri
Tipologia di terminali	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Temperatura di mandata di progetto [$^{\circ}\text{C}$]	70.0
Temperatura di ritorno di progetto [$^{\circ}\text{C}$]	60.0
Potenza termica di progetto dei terminali di emissione ($\varphi_{em,des}$) [kW]	168.750
Potenza elettrica ausiliari di emissione [W]	0

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno ideale netto - Piano Terra	kWh	30260.9	31139.2	25910.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10919.3	29385.2	127615.2
Rendimento emissione - Piano Terra	-	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	-
Perdite di emissione - Piano Terra	kWh	2277.7	2343.8	1950.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	821.9	2211.8	9605.4
Energia ausiliaria - Piano Terra	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabbisogno in ingresso emissione - Piano Terra	kWh	32538.7	33483.0	27860.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11741.2	31597.0	137220.6
Fabbisogno in ingresso totale	kWh	32538.7	33483.0	27860.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11741.2	31597.0	137220.6

Perdite di emissione riscaldamento zona: ZH2

Descrizione	Valore
Altezza media dei locali	Fino a 4 metri
Tipologia di terminali	Radiatori su parete esterna non isolata ($U > 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$)
Temperatura di mandata di progetto [$^{\circ}\text{C}$]	70.0
Temperatura di ritorno di progetto [$^{\circ}\text{C}$]	60.0
Potenza termica di progetto dei terminali di emissione ($\phi_{em,des}$) [kW]	195.364
Potenza elettrica ausiliari di emissione [W]	0

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno ideale netto - Piano Primo	kWh	38002.0	39171.3	33069.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13841.7	36738.9	160823.6
Rendimento emissione - Piano Primo	-	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	0.930	-
Perdite di emissione - Piano Primo	kWh	2860.4	2948.4	2489.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1041.8	2765.3	12105.0
Energia ausiliaria - Piano Primo	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabbisogno in ingresso emissione - Piano Primo	kWh	40862.3	42119.7	35558.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14883.5	39504.2	172928.6
Fabbisogno in ingresso totale	kWh	40862.3	42119.7	35558.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14883.5	39504.2	172928.6

REGOLAZIONE

Perdite di regolazione riscaldamento zona: ZH1

Descrizione				Valore										
Tipologia di regolazione				Solo climatica - Compensazione con sonda esterna										
Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno - Piano Terra	kWh	32538.7	33483.0	27860.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11741.2	31597.0	137220.6
Rendimento regolazione - Piano Terra	-	0.876	0.876	0.837	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.849	0.891	-
Perdite di regolazione - Piano Terra	kWh	4615.1	4725.7	5422.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2093.5	3862.5	20719.6
Fabbisogno in ingresso regolazione - Piano Terra	kWh	37153.8	38208.7	33283.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13834.8	35459.5	157940.2
Fabbisogno in ingresso totale	kWh	37153.8	38208.7	33283.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13834.8	35459.5	157940.2

Perdite di regolazione riscaldamento zona: ZH2

Descrizione				Valore										
Tipologia di regolazione				Solo climatica - Compensazione con sonda esterna										
Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno - Piano Primo	kWh	40862.3	42119.7	35558.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14883.5	39504.2	172928.6
Rendimento regolazione - Piano Primo	-	0.892	0.892	0.858	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.868	0.906	-
Perdite di regolazione - Piano Primo	kWh	4954.9	5076.7	5877.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2258.3	4117.1	22284.8
Fabbisogno in ingresso regolazione - Piano Primo	kWh	45817.2	47196.4	41436.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17141.8	43621.2	195213.4
Fabbisogno in ingresso totale	kWh	45817.2	47196.4	41436.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17141.8	43621.2	195213.4

DISTRIBUZIONE ACQUA

Perdite di distribuzione riscaldamento zona (rete idronica): ZH1

Descrizione	Valore
Tipologia di distribuzione	Impianto centralizzati a montanti non isolati correnti in traccia nelle pareti interne (comuni a più unità immobiliari) - Edificio a 2 piani - Isolamento con spessori conformi alle prescrizioni del DPR 412/93
Potenza ausiliari di distribuzione [kW]	0.360

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno - Piano Terra	kWh	37153.8	38208.7	33283.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13834.8	35459.5	157940.2
Rendimento distribuzione acqua - Piano Terra	-	0.987	0.987	0.987	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.987	0.987	-
Perdite di distribuzione - Piano Terra	kWh	519.9	534.7	465.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	193.6	496.2	2210.1
Perdite recuperate - Piano Terra	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energia ausiliaria distribuzione acqua - Piano Terra	kWh	267.8	241.9	267.8	259.2	267.8	259.2	267.8	267.8	259.2	267.8	259.2	267.8	3153.6
Energia termica recuperata da ausiliari - Piano Terra	kWh	227.7	205.6	227.7	220.3	227.7	220.3	227.7	227.7	220.3	227.7	220.3	227.7	2680.6
Ventilanti canali rete estrazione aria - Piano Terra	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ventilanti canali rete immissione aria - Piano Terra	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ventilanti su ambienti - Piano Terra	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabbisogno in ingresso distribuzione acqua - Piano Terra	kWh	37673.7	38743.3	33749.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14028.3	35955.7	160150.3
Fabbisogno in ingresso totale ZH1	kWh	37673.7	38743.3	33749.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14028.3	35955.7	160150.3

Perdite di distribuzione riscaldamento zona (rete idronica): ZH2

Descrizione	Valore
Tipologia di distribuzione	Impianto centralizzati a montanti non isolati correnti in traccia nelle pareti interne (comuni a più unità immobiliari) - Edificio a 2 piani - Isolamento con spessori conformi alle prescrizioni del DPR 412/93
Potenza ausiliari di distribuzione [kW]	0.360

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Tempo attivazione	gg	31	28	31	0	0	0	0	0	0	0	16	31	137
Tempo attivazione	ore	744	672	744	0	0	0	0	0	0	0	384	744	3288
Fabbisogno - Piano Primo	kWh	45817.2	47196.4	41436.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17141.8	43621.2	195213.4
Rendimento distribuzione acqua - Piano Primo	-	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	0.985	-
Perdite di distribuzione - Piano Primo	kWh	697.7	718.7	631.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	261.0	664.3	2972.8
Perdite recuperate - Piano Primo	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energia ausiliaria distribuzione acqua - Piano Primo	kWh	267.8	241.9	267.8	259.2	267.8	259.2	267.8	267.8	259.2	267.8	259.2	267.8	3153.6
Energia termica recuperata da ausiliari - Piano Primo	kWh	227.7	205.6	227.7	220.3	227.7	220.3	227.7	227.7	220.3	227.7	220.3	227.7	2680.6
Ventilanti canali rete estrazione aria - Piano Primo	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ventilanti canali rete immissione aria - Piano Primo	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ventilanti su ambienti - Piano Primo	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fabbisogno in ingresso distribuzione acqua - Piano Primo	kWh	46514.9	47915.1	42067.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17402.8	44285.5	198186.2
Fabbisogno in ingresso totale ZH2	kWh	46514.9	47915.1	42067.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17402.8	44285.5	198186.2

CARATTERISTICHE TECNICHE IMPIANTI E CENTRALI

CENTRALI TERMICHE

Centrale: "Centrale Termica"

Tipo servizio	Servizio riscaldamento
----------------------	------------------------

Zone servite	
Descrizione	
Piano Primo	
Piano Terra	

Generatore: Caldaia monoblocco a combustione pressurizzata - 300 kw

Tipologia:	Generatore analitico direttiva
Anno:	1996
Combustibile:	Gas naturale (Metano)
Tipologia generatore:	Generatore standard
Atmosferico:	No
Ubicazione:	In centrale termica
Temperatura ambiente installazione [°C]	20.158
Potenza nominale [kW]:	290.000
Potenza intermedia [kW]:	87.000
Rendimento a carico nominale:	0.889
Rendimento a carico intermedio:	0.874
Perdite a carico nullo [W]:	2551.865
Potenze ausiliari	
A carico nominale [W]:	684.169
A carico intermedio [W]:	228.056
A carico nullo [W]:	15.000

RISULTATI DI CALCOLO PRESTAZIONALI IMPIANTI E CENTRALI

GENERATORI

Dettaglio generatore: Centrale Termica - Servizio riscaldamento - Caldaia monoblocco a combustione pressurizzata - 300 kw

Descrizione	U.M.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Qgn,out H	kWh	84188.6	86658.5	75816.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31431.2	80241.2	358336.4
Qgn,out W	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qgn,out C	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Temp. fluido	-	38.3	40.3	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.3	37.6	-
Eta gn,Pn,corr	-	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.90	0.90	-
Eta gn,Pint,corr	-	0.88	0.88	0.88	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.88	0.88	-
Fi gn,l,Pn,cor	W	31535	31812	31333	26163	26163	26163	26163	26163	26163	26163	30961	31441	-
Fi gn,l,Pint,cor	W	11896	12005	11816	9788	9788	9788	9788	9788	9788	9788	11669	11858	-
Fi gn,l,Po,cor	W	1101	1306	993	0	0	0	0	0	0	0	691	1022	-
FC	-	0.39	0.44	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.37	-
Q gn,l	kWh	10733.1	10818.1	9857.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4231.5	10319.1	45959.2
Q gn,env,rl	-	429.9	460.6	387.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	139.2	399.3	1816.8
Q gn,aux,rl	-	37.3	37.9	34.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	35.8	159.6
W aux,Px	W	287	322	262	15	15	15	15	15	15	15	215	275	-
Eta gn	-	0.89	0.89	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.89	-
Qgn,in H	kWh	94454.5	96978.1	85252.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35509.0	90125.3	402319.2
Qgn,in W	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qgn,in C	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qgn,out residuo H	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qgn,out residuo W	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Qgn,out residuo C	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energia ausiliaria	kWh	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Energia ausiliaria generatore	kWh	213.4	216.6	194.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.7	204.5	911.9

ALLEGATO 1 - DETTAGLIO CALCOLI APPORTI DI ENERGIA INTERNA

Per ogni zona termica dell'edificio e per ogni mese o frazione di mese, gli apporti interni si calcolano secondo la seguente equazione:

$$Q_{int} = \left\{ \sum_k \phi_{int,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{int,mn,u,l} \right\} \cdot t$$

dove:

$\phi_{int,mn,k}$ flusso termico prodotto dalla k-esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo [W];

$\phi_{int,mn,u,l}$ flusso termico prodotto dalla l-esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W];

$b_{tr,l}$ fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente l-esima sorgente di calore interna.

In assenza d'informazioni che ne dimostrino la rilevanza, è lecito trascurare l'effetto degli apporti termici prodotti all'interno di ambienti non climatizzati.

Apporti interni sensibili

Zona termica	Destinazione d'uso	Superficie netta [m ²]	ϕ_{int} [W]
Piano Terra	E.7	938.190	3752.760
Piano Primo	E.7	946.360	3785.440

Apporti interni latenti

Di seguito si riporta la portata massima di vapore acqueo dovuta alla presenza di persone e di apparecchiature per unità di superficie utile di pavimento ($G_{wv,Oc} + G_{wv,A}$)/A:

Zona termica	Destinazione d'uso	Superficie netta [m ²]	($G_{wv,Oc} + G_{wv,A}$)/A [g/h]
Piano Terra	E.7	938.190	15011.040
Piano Primo	E.7	946.360	15141.760

CALCOLO DEGLI SCAMBI DI ENERGIA TERMICA

Per il calcolo degli scambi termici mensili sono state utilizzate le seguenti formule (UNI/TS 11300-1):

$$Q_{sol,op} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,op,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \cdot \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t + \sum_j (Q_{sd,op} + Q_{si})_j$$

dove:

- $\phi_{sol,op,mn,k}$ flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W];
- $\phi_{sol,mn,u,l}$ flusso termico k-esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W];
- $b_{tr,l}$ fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente il flusso termico l-esimo di origine solare;
- $Q_{sd,op}$ apporti di energia termica diretti attraverso le partizioni opache, dovuti alla radiazione solare entranti nella zona climatizzata dalla serra j-esima [MJ]
- Q_{si} apporti di energia termica indiretti dovuti alla radiazione solare entranti nella zona climatizzata dalla serra j-esima [MJ]

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \cdot \phi_{r,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) F_{r,l} \cdot \phi_{r,mn,u,l} \right\} \cdot t - Q_{sol,op}$$

Riscaldamento

$$Q_{H,vs} = H_{vs,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

dove:

- $H_{tr,adj}$ coefficiente globale di scambio termico per trasmissione [W/K]
- $H_{ve,adj}$ coefficiente globale di scambio termico per ventilazione [W/K]
- $\theta_{int,set,H}$ temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona considerata [°C]
- θ_e temperatura esterna media del mese considerato o della frazione di mese [°C]
- $F_{r,k}$ fattore di forma tra il componente edilizio k-esimo e la volta celeste
- $F_{r,l}$ fattore di forma tra il componente edilizio l-esimo dell'ambiente non climatizzato e la volta celeste
- $\phi_{r,mn,k}$ extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio k-esimo [W]
- $\phi_{r,mn,u,l}$ extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio l-esimo dell'ambiente non climatizzato [W]
- $b_{tr,l}$ fattore di riduzione delle dispersioni per l'ambiente non climatizzato avente il componente l-esimo soggetto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste
- $Q_{sol,op}$ apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente sui componenti opachi [MJ]
- t durata del mese considerato o della frazione di mese (s)

COEFFICIENTI GLOBALI DI SCAMBIO TERMICO

I coefficienti globali di scambio termico $H_{tr,adj}$ e $H_{ve,adj}$ si calcolano con le seguenti formule:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

dove:

- H_D coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno [W/K]
- H_g coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno [W/K]
- H_U coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati [W/K]
- H_A coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa [W/K]

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \left\{ \sum_k b_{ve} \cdot q_{ve,k,mn} \right\}$$

dove:

- ρ_a capacità termica volumica dell'aria, pari a 1200 [J/(m3K)]
- $b_{ve,k}$ fattore di correzione della temperatura per il flusso d'aria k-esimo in ventilazione naturale [W/K]
- $q_{ve,k,mn}$ portata mediata sul tempo del flusso d'aria k-esimo [m3/s]

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Terra”

PERDITE DI CALORE PER TRASMISSIONE VERSO L'AMBIENTE ESTERNO (HD)

$$H_D = \sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_k (l_k \cdot \Psi_k \cdot c_k) \quad [W/K]$$

dove:

<p><i>A</i> Superficie dell'elemento [m²]</p> <p><i>l</i> Lunghezza lineare del ponte termico [m]</p> <p><i>c</i> Coefficiente di attribuzione del ponte termico</p>	<p><i>U</i> Trasmittanza termica dell'elemento [W/m²K]</p> <p><i>Ψ</i> Trasmittanza termica lineica del ponte termico [W/mK]</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Locale	H _{D,Comp.} opachi	H _{D,Comp.} Trasparenti	H _{D,Ponti} termici	H _{D,tot}
Bagno sx	102.202	38.718	-27.253	113.667
Sala insegnanti	38.334	21.496	-9.485	50.345
Aula 5	38.334	21.496	-9.485	50.345
ripostiglio	16.601	7.165	-1.325	22.442
Aula 1	84.214	21.496	0.801	106.511
Ingresso sx	19.117	13.283	-2.946	29.453
Aula 2	38.334	21.496	-9.485	50.345
Direzione	38.334	21.496	-9.485	50.345
Segreteria	38.334	21.496	-9.485	50.345
Aula 3	38.334	21.496	-9.485	50.345
Ingresso dx	19.117	13.283	-2.946	29.453
Aula 4	84.214	21.496	0.801	106.511
Ingresso lat	11.045	12.792	-3.887	19.951
Aula 6	38.334	21.496	-9.485	50.345
Aula 7	38.334	21.496	-9.485	50.345
Bagno dx	102.202	38.718	-27.253	113.667
Scala sx	26.706	18.189	-1.483	43.412
Scala dx	56.850	32.520	-8.614	80.755
Corridoio	308.083	92.414	-41.018	359.479
Archivio	125.656	12.262	20.770	158.689
TOTALE ZONA:	1262.683	494.299	-170.229	1586.753

PERDITE DI CALORE PER TRASMISSIONE VERSO IL TERRENO (H_g)

$$H_g = \sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_k (l_k \cdot \Psi_k \cdot c_k) \quad [W/K]$$

dove:

A Superficie dell'elemento [m²]

l Lunghezza lineare del ponte termico [m]

c Coefficiente di attribuzione del ponte termico

U Trasmittanza termica dell'elemento [W/m²K]

Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico [W/mK]

Locale	H _{g,Comp. opachi}	H _{g,Ponti termici}	H _{g,tot}
Bagno sx	19.547	0.000	19.547
Sala insegnanti	12.991	0.000	12.991
Aula 5	12.991	0.000	12.991
ripostiglio	5.129	0.000	5.129
Aula 1	18.156	0.000	18.156
Ingresso sx	7.102	0.000	7.102
Aula 2	12.991	0.000	12.991
Direzione	12.991	0.000	12.991
Segreteria	12.991	0.000	12.991
Aula 3	12.991	0.000	12.991
Ingresso dx	7.102	0.000	7.102
Aula 4	18.156	0.000	18.156
Ingresso lat	4.911	0.000	4.911
Aula 6	12.991	0.000	12.991
Aula 7	12.991	0.000	12.991
Bagno dx	19.547	0.000	19.547
Scala sx	13.050	0.000	13.050
Scala dx	13.050	0.000	13.050
Corridoio	90.880	0.000	90.880
Archivio	15.021	0.000	15.021
TOTALE ZONA:	335.576	0.000	335.576

PERDITE TOTALI PER TRASMISSIONE

Elemento disperdente	Coefficienti di scambio termico per trasmissione [W/K]			
	HD	Hg	HU	HA
Componenti trasparenti	4578.510			
Componenti opachi verso esterno	10361.552			
Componenti opachi verso ambienti non climatizzati		2833.799	0.000	0.000
Ponti termici	-1830.067	0.000	0.000	
Totale zona:	13109.994	2833.799	0.000	0.000

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER VENTILAZIONE

Stagione	H _{ve} [W/K]
Riscaldamento	2318.844
Raffrescamento	2318.844
Totale zona:	4637.688

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Primo”

PERDITE DI CALORE PER TRASMISSIONE VERSO L'AMBIENTE ESTERNO (HD)

$$H_D = \sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_k (l_k \cdot \Psi_k \cdot c_k) \quad [W/K]$$

dove:

A Superficie dell'elemento [m²]

l Lunghezza lineare del ponte termico [m]

c Coefficiente di attribuzione del ponte termico

U Trasmittanza termica dell'elemento [W/m²K]

Ψ Trasmittanza termica lineica del ponte termico [W/mK]

Locale	H _{D,Comp. opachi}	H _{D,Comp. Trasparenti}	H _{D,Ponti termici}	H _{D,tot}
Bagno sx	115.442	38.718	-32.143	122.016
Aula 7	43.438	21.496	-11.101	53.833
Aula 6	43.438	21.496	-11.101	53.833
Magazzino	19.365	7.165	-1.996	24.535
Aula 1	96.895	21.496	-5.229	113.162
Ripostiglio	26.746	9.233	-3.093	32.886
Aula 2	43.438	21.496	-14.342	50.592
Aula 3	43.438	21.496	-14.342	50.592
Aula 4	43.438	21.496	-14.342	50.592
Aula 5	43.438	21.496	-14.342	50.592
Direzione	26.746	9.233	-3.093	32.886
Segreteria	97.757	21.496	-5.155	114.098
Ambulatorio	19.365	7.165	-1.996	24.535
Aula magna	91.187	42.991	-23.754	110.424
Bagno dx	115.442	38.565	-32.143	121.863
Scala dx	66.135	32.520	-11.009	87.645
Scala sx	80.862	18.189	1.444	100.495
Corridoio	384.658	100.601	-50.470	434.788
TOTALE ZONA:	1401.226	476.344	-248.206	1629.365

PERDITE DI CALORE PER TRASMISSIONE ATTRAVERSO AMBIENTI NON CLIMATIZZATI (HU)

$$H_U = \sum_i (A_i \cdot U_i \cdot b_{tr,x}) + \sum_k (l_k \cdot \Psi_k \cdot c_k \cdot b_{tr,x}) \quad [W/K]$$

dove:

<i>A</i>	Superficie dell'elemento [m ²]	<i>U</i>	Trasmittanza termica dell'elemento [W/m ² K]
<i>l</i>	Lunghezza lineare del ponte termico [m]	Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico [W/mK]
<i>c</i>	Coefficiente di attribuzione del ponte termico	$b_{tr,x}$	Fattore di correzione dello scambio di energia tra ambiente climatizzato e non climatizzato

Locale	H _{U,Comp. opachi}	H _{U,Ponti termici}	H _{U,tot}
Bagno sx	58.246	0.000	58.246
Aula 7	67.096	0.000	67.096
Aula 6	67.096	0.000	67.096
Magazzino	27.368	0.000	27.368
Aula 1	67.096	0.000	67.096
Ripostiglio	37.079	0.000	37.079
Aula 2	67.096	0.000	67.096
Aula 3	67.096	0.000	67.096
Aula 4	67.096	0.000	67.096
Aula 5	67.096	0.000	67.096
Direzione	37.079	0.000	37.079
Segreteria	67.979	0.000	67.979
Ambulatorio	23.395	0.000	23.395
Aula magna	138.606	0.000	138.606
Bagno dx	58.246	0.000	58.246
Scala dx	43.017	0.000	43.017
Scala sx	43.017	0.000	43.017
Corridoio	343.867	0.000	343.867
TOTALE ZONA:	1347.573	0.000	1347.573

PERDITE TOTALI PER TRASMISSIONE

Elemento disperdente	Coefficienti di scambio termico per trasmissione [W/K]			
	HD	Hg	HU	HA
Componenti trasparenti	3708.610			
Componenti opachi verso esterno	10007.440			
Componenti opachi verso ambienti non climatizzati		0.000	10310.356	0.000
Ponti termici	-2091.365	0.000	0.000	
Totale zona:	11624.685	0.000	10310.356	0.000

COEFFICIENTE DI SCAMBIO TERMICO PER VENTILAZIONE

Stagione	H _{ve} [W/K]
Riscaldamento	2189.111
Raffrescamento	2189.111
Totale zona:	4378.222

APPORTI SOLARI ATTRAVERSO COMPONENTI OPACHI

Per ogni zona termica dell'edificio e per ogni mese o frazione di mese, gli apporti solari si calcolano secondo le seguenti equazioni:

$$Q_{sol,op} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,op,mn,k} \right\} \cdot t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \cdot \phi_{sol,mn,u,l} \right\} \cdot t + \sum_j (Q_{sd,op} + Q_{si})_j$$

dove:

$\phi_{sol,op,mn,k}$	flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W];
$\phi_{sol,mn,u,l}$	flusso termico k-esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W];
$b_{tr,l}$	fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente il flusso termico l-esimo di origine solare;
$Q_{sd,op}$	apporti di energia termica diretti attraverso le partizioni opache, dovuti alla radiazione solare entranti nella zona climatizzata dalla serra j-esima [MJ]
Q_{si}	apporti di energia termica indiretti dovuti alla radiazione solare entranti nella zona climatizzata dalla serra j-esima [MJ]

Flusso termico di origine solare

Il flusso termico k-esimo di origine solare ($\phi_{sol,op,k}$), espresso in MJ, si calcola con la seguente equazione:

$$\phi_{sol,op,k} = F_{sh,ob,k} * A_{sol,op,k} * I_{sol,k}$$

dove:

$F_{sh,ob,k}$	fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima;
$I_{sol,k}$	irradianza solare media del mese considerato o della frazione del mese, sulla superficie k-esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale [MJ/m ²];
$A_{sol,op,k}$	area di captazione solare effettiva della superficie opaca k-esima con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato [m ²], determinato con l'equazione seguente:

$$A_{sol,op,k} = \alpha_{sol} * R_{se} * U_{c,eq} * A_c$$

α_{sol}	fattore di assorbimento solare del componente opaco;
R_{se}	resistenza termica superficiale esterna del componente opaco [m ² K/W];
$U_{c,eq}$	trasmittanza termica equivalente del componente opaco [W/m ² K];
A_c	area proiettata del componente opaco [m ²].

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Terra”

Riepilogo zona

Mese	$\Phi_{sol,op,mn}$ [MJ]	$\Phi_{sol,op,mn,u}$ [MJ]	$\Phi_{sol,op}$ [MJ]
Gennaio	213.949	0.000	213.949
Febbraio	258.729	0.000	258.729
Marzo	313.473	0.000	313.473
Aprile	317.365	0.000	317.365
Maggio	397.207	0.000	397.207
Giugno	414.721	0.000	414.721
Luglio	425.762	0.000	425.762
Agosto	400.726	0.000	400.726
Settembre	327.695	0.000	327.695
Ottobre	276.948	0.000	276.948
Novembre	203.168	0.000	203.168
Dicembre	156.198	0.000	156.198
Totale:	3705.941	0.000	3705.941

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Primo”

Riepilogo zona

Mese	$\Phi_{sol,op,mn}$ [MJ]	$\Phi_{sol,op,mn,u}$ [MJ]	$\Phi_{sol,op}$ [MJ]
Gennaio	229.885	0.000	229.885
Febbraio	277.183	0.000	277.183
Marzo	333.723	0.000	333.723
Aprile	335.102	0.000	335.102
Maggio	416.307	0.000	416.307
Giugno	433.740	0.000	433.740
Luglio	445.503	0.000	445.503
Agosto	421.352	0.000	421.352
Settembre	347.436	0.000	347.436
Ottobre	296.077	0.000	296.077
Novembre	217.869	0.000	217.869
Dicembre	167.640	0.000	167.640
Totale:	3921.816	0.000	3921.816

APPORTI SOLARI ATTRAVERSO COMPONENTI TRASPARENTI

Per ogni zona termica dell'edificio e per ogni mese o frazione di mese, gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente sui componenti vetrati si calcolano secondo le seguenti equazioni:

$$Q_{sol,op} = \left\{ \sum_k \phi_{sol,w,mn,k} \right\} \cdot t + \sum_j Q_{sd,w,j}$$

dove:

$\phi_{sol,w,mn,k}$ flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W];

$Q_{sd,w,j}$ apporti di energia termica diretti attraverso le partizioni trasparenti, dovuti alla radiazione solare entranti nella zona climatizzata dalla serra j-esima [MJ]

Flusso termico di origine solare

Il flusso termico k-esimo di origine solare ($\phi_{sol,w,k}$), espresso in MJ, si calcola con la seguente equazione:

$$\phi_{sol,w,k} = F_{sh,ob,k} * A_{sol,w,k} * I_{sol,k}$$

dove:

$F_{sh,ob,k}$ fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima;

$I_{sol,k}$ irradianza solare media del mese considerato o della frazione del mese, sulla superficie k-esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale [MJ/m²];

$A_{sol,k}$ area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato [m²], determinato con l'equazione seguente:

$$A_{sol,w,k} = F_{sh,gl} * g_{gl} * (1 - F_F) * A_{w,p}$$

$F_{sh,gl}$ fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili;

F_F frazione di area relativa al telaio (rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato);

$A_{w,p}$ area proiettata totale del componente vetrato [m²];

g_{gl} trasmittanza di energia solare della parte trasparente del componente, ricavati moltiplicando i valori di trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale ($g_{gl,n}$) per un fattore di esposizione (F_w) che considera la variazione della trasmittanza di energia solare totale in funzione dell'angolo d'incidenza della radiazione solare.

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Terra”

Riepilogo zona

Mese	$\Phi_{sol,w,mn}$ [MJ]	$\Phi_{sol,w,mn,u}$ [MJ]	$\Phi_{sol,w}$ [MJ]
Gennaio	649.436	0.000	649.436
Febbraio	778.423	0.000	778.423
Marzo	907.976	0.000	907.976
Aprile	863.788	0.000	863.788
Maggio	1026.959	0.000	1026.959
Giugno	1044.174	0.000	1044.174
Luglio	1077.151	0.000	1077.151
Agosto	1059.761	0.000	1059.761
Settembre	919.133	0.000	919.133
Ottobre	823.154	0.000	823.154
Novembre	611.451	0.000	611.451
Dicembre	469.737	0.000	469.737
Totale:	9684.939	0.000	9684.939

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Primo”

Riepilogo zona

Mese	$\Phi_{sol,w,mn}$ [MJ]	$\Phi_{sol,w,mn,u}$ [MJ]	$\Phi_{sol,w}$ [MJ]
Gennaio	701.702	0.000	701.702
Febbraio	838.652	0.000	838.652
Marzo	973.977	0.000	973.977
Aprile	923.765	0.000	923.765
Maggio	1094.169	0.000	1094.169
Giugno	1112.503	0.000	1112.503
Luglio	1147.007	0.000	1147.007
Agosto	1130.074	0.000	1130.074
Settembre	984.613	0.000	984.613
Ottobre	885.378	0.000	885.378
Novembre	660.194	0.000	660.194
Dicembre	507.878	0.000	507.878
Totale:	10370.612	0.000	10370.612

EXTRA FLUSSO VERSO LA VOLTA CELESTE

Di seguito è riportato il calcolo dell'extraflusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste (ϕ_r) di tutti i componenti, sia opachi che trasparenti, esposti direttamente verso l'ambiente esterno.

$$\phi_r = R_{se} \cdot U_C \cdot A_C \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}$$

dove:

R_{se} resistenza superficiale esterna del componente [m^2K/W];

U_C trasmittanza termica del componente [W/m^2K];

A_C area proiettata del componente [m^2];

h_r coefficiente di scambio termico esterno per irraggiamento [W/m^2K];

$\Delta\theta_{er}$ differenza tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura apparente del cielo

Il calcolo è effettuato adottando le seguenti ipotesi:

- La differenza di temperatura dell'aria esterna e la temperatura apparente del cielo vale:

$$\Delta\theta_{er} = \theta_e - \theta_{sky}$$

dove:

$$\theta_{sky} = 18 - 51,6 \cdot e^{-P_{v,e}/1000}$$

$P_{v,e}$ pressione parziale del vapore d'acqua media del mese considerato [Pa];

- Il coefficiente di scambio termico esterno per irraggiamento [W/m^2K] è determinato con l'equazione:

$$h_r = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \frac{(\theta_e + 273)^4 - (\theta_{sky} + 273)^4}{\theta_e - \theta_{sky}}$$

dove:

ε emissività della superficie esterna del componente;

σ costante di Stefan-Boltzmann ($=5,67 \cdot 10^{-8}$) [W/m^2K^4];

θ_{sky} temperatura equivalente di corpo nero della volta celeste [$^{\circ}C$];

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Terra”

Riepilogo zona

Mese	Φ_r [W]
Gennaio	2067.146
Febbraio	2029.153
Marzo	2277.553
Aprile	2214.316
Maggio	3323.315
Giugno	3963.523
Luglio	4647.074
Agosto	3989.477
Settembre	2638.396
Ottobre	2213.930
Novembre	1791.550
Dicembre	1755.252
TOTALE:	32910.684

Zona climatizzata “Zona Climatizzata 1 - Piano Primo”

Riepilogo zona

Mese	ϕ_r [W]
Gennaio	1982.853
Febbraio	1946.409
Marzo	2184.681
Aprile	2124.021
Maggio	3187.798
Giugno	3801.900
Luglio	4457.578
Agosto	3826.797
Settembre	2530.809
Ottobre	2123.651
Novembre	1718.495
Dicembre	1683.677
TOTALE:	31568.671

FABBISOGNO DI RISCALDAMENTO PER SINGOLO AMBIENTE

Dispersioni totali mensili per singolo ambiente

Di seguito è riportato il calcolo delle dispersioni totali per ogni singolo ambiente di ogni zona termica in ogni mese in cui è in funzione il riscaldamento.

Zona termica: ZH1 "Piano Terra"

Zona climatizzata	Zona termica	D _d -Gen [kWh]	D _d -Feb [kWh]	D _d -Mar [kWh]	D _d -Nov [kWh]	D _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Terra	38192	39253	35598	14617	35933
Ambiente	Temperatura interna [°C]	D _d -Gen [kWh]	D _d -Feb [kWh]	D _d -Mar [kWh]	D _d -Nov [kWh]	D _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	3550	3649	3309	1359	3340
Sala insegnanti	20	888	913	828	340	835
Aula 5	20	827	850	771	317	779
ripostiglio	18	185	191	173	71	174
Aula 1	20	1347	1385	1256	516	1268
Ingresso sx	18	1338	1376	1247	512	1259
Aula 2	20	983	1010	916	376	924
Direzione	20	502	516	468	192	472
Segreteria	20	502	516	468	192	472
Aula 3	20	983	1010	916	376	924
Ingresso dx	18	1338	1376	1247	512	1259
Aula 4	20	1330	1367	1240	509	1252
Ingresso lat	18	865	889	807	331	814
Aula 6	20	1024	1052	954	392	963
Aula 7	20	1024	1052	954	392	963
Bagno dx	24	3550	3649	3309	1359	3340
Scala sx	18	1675	1721	1561	641	1575
Scala dx	18	1874	1926	1747	717	1763
Corridoio	18	13431	13804	12519	5140	12637
Archivio	18	975	1002	909	373	917

Zona termica: ZH2 “Primo Piano”

Zona climatizzata	Zona termica	D _d -Gen [kWh]	D _d -Feb [kWh]	D _d -Mar [kWh]	D _d -Nov [kWh]	D _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Primo	46387	47754	43336	17751	43626
Ambiente	Temperatura interna [°C]	D _d -Gen [kWh]	D _d -Feb [kWh]	D _d -Mar [kWh]	D _d -Nov [kWh]	D _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	4252	4377	3972	1627	3999
Aula 7	20	1490	1534	1392	570	1401
Aula 6	20	1490	1534	1392	570	1401
Magazzino	18	349	360	326	134	329
Aula 1	20	1839	1894	1718	704	1730
Ripostiglio	18	446	459	416	171	419
Aula 2	20	1425	1467	1331	545	1340
Aula 3	20	1425	1467	1331	545	1340
Aula 4	20	1425	1467	1331	545	1340
Aula 5	20	1425	1467	1331	545	1340
Direzione	20	524	539	490	201	493
Segreteria	20	1305	1344	1219	499	1227
Ambulatorio	20	367	377	342	140	345
Aula magna	20	2764	2846	2583	1058	2600
Bagno dx	24	4250	4376	3971	1627	3997
Scala dx	18	2311	2379	2159	884	2174
Scala sx	18	2384	2454	2227	912	2242
Corridoio	18	16915	17413	15802	6473	15908

Guadagni totali mensili per singolo ambiente

Di seguito è riportato il calcolo dei guadagni totali per ogni singolo ambiente di ogni zona termica in ogni mese in cui è in funzione il riscaldamento.

Zona termica: ZH1 "Piano Terra"

Zona climatizzata	Zona termica	G _d -Gen [kWh]	G _d -Feb [kWh]	G _d -Mar [kWh]	G _d -Nov [kWh]	G _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Terra	8384	8576	10611	4002	6837
Ambiente	Temperatura interna [°C]	G _d -Gen [kWh]	G _d -Feb [kWh]	G _d -Mar [kWh]	G _d -Nov [kWh]	G _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	779	797	986	372	636
Sala insegnanti	20	195	199	247	93	159
Aula 5	20	182	186	230	87	148
ripostiglio	18	41	42	52	19	33
Aula 1	20	296	303	374	141	241
Ingresso sx	18	294	301	372	140	240
Aula 2	20	216	221	273	103	176
Direzione	20	110	113	139	53	90
Segreteria	20	110	113	139	53	90
Aula 3	20	216	221	273	103	176
Ingresso dx	18	294	301	372	140	240
Aula 4	20	292	299	370	139	238
Ingresso lat	18	190	194	240	91	155
Aula 6	20	225	230	284	107	183
Aula 7	20	225	230	284	107	183
Bagno dx	24	779	797	986	372	636
Scala sx	18	368	376	465	175	300
Scala dx	18	411	421	521	196	336
Corridoio	18	2948	3016	3732	1407	2404
Archivio	18	214	219	271	102	175

Zona termica: ZH2 “Primo Piano”

Zona climatizzata	Zona termica	G _d -Gen [kWh]	G _d -Feb [kWh]	G _d -Mar [kWh]	G _d -Nov [kWh]	G _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Primo	8858	9067	11203	4220	7189
Ambiente	Temperatura interna [°C]	G _d -Gen [kWh]	G _d -Feb [kWh]	G _d -Mar [kWh]	G _d -Nov [kWh]	G _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	812	831	1027	387	659
Aula 7	20	285	291	360	136	231
Aula 6	20	285	291	360	136	231
Magazzino	18	67	68	84	32	54
Aula 1	20	351	360	444	167	285
Ripostiglio	18	85	87	108	41	69
Aula 2	20	272	279	344	130	221
Aula 3	20	272	279	344	130	221
Aula 4	20	272	279	344	130	221
Aula 5	20	272	279	344	130	221
Direzione	20	100	102	127	48	81
Segreteria	20	249	255	315	119	202
Ambulatorio	20	70	72	89	33	57
Aula magna	20	528	540	668	251	428
Bagno dx	24	812	831	1027	387	659
Scala dx	18	441	452	558	210	358
Scala sx	18	455	466	576	217	369
Corridoio	18	3230	3306	4085	1539	2621

Fabbisogni totali mensili per singolo ambiente

Di seguito è riportato il calcolo dei fabbisogni totali per ogni singolo ambiente di ogni zona termica in ogni mese in cui è in funzione il riscaldamento.

Zona termica: ZH1 “Piano Terra”

Zona climatizzata	Zona termica	F _d -Gen [kWh]	F _d -Feb [kWh]	F _d -Mar [kWh]	F _d -Nov [kWh]	F _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Terra	29808	30677	24987	10615	29096
Ambiente	Temperatura interna [°C]	F _d -Gen [kWh]	F _d -Feb [kWh]	F _d -Mar [kWh]	F _d -Nov [kWh]	F _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	2771	2851	2323	987	2705
Sala insegnanti	20	693	713	581	247	676
Aula 5	20	646	665	541	230	630
ripostiglio	18	145	149	121	52	141
Aula 1	20	1052	1082	881	374	1026
Ingresso sx	18	1045	1075	876	372	1020
Aula 2	20	767	789	643	273	749
Direzione	20	392	403	328	139	382
Segreteria	20	392	403	328	139	382
Aula 3	20	767	789	643	273	749
Ingresso dx	18	1045	1075	876	372	1020
Aula 4	20	1038	1069	870	370	1014
Ingresso lat	18	675	695	566	240	659
Aula 6	20	799	822	670	285	780
Aula 7	20	799	822	670	285	780
Bagno dx	24	2771	2851	2323	987	2705
Scala sx	18	1307	1345	1096	465	1276
Scala dx	18	1463	1506	1226	521	1428
Corridoio	18	10483	10788	8787	3733	10232
Archivio	18	761	783	638	271	743

Zona termica: ZH2 “Primo Piano”

Zona climatizzata	Zona termica	F _d -Gen [kWh]	F _d -Feb [kWh]	F _d -Mar [kWh]	F _d -Nov [kWh]	F _d -Dic [kWh]
Zona Climatizzata 1	Piano Primo	37529	38687	32133	13531	36437
Ambiente	Temperatura interna [°C]	F _d -Gen [kWh]	F _d -Feb [kWh]	F _d -Mar [kWh]	F _d -Nov [kWh]	F _d -Dic [kWh]
Bagno sx	24	3440	3546	2945	1240	3340
Aula 7	20	1206	1243	1032	435	1171
Aula 6	20	1206	1243	1032	435	1171
Magazzino	18	283	291	242	102	274
Aula 1	20	1488	1534	1274	537	1445
Ripostiglio	18	361	372	309	130	350
Aula 2	20	1153	1188	987	416	1119
Aula 3	20	1153	1188	987	416	1119
Aula 4	20	1153	1188	987	416	1119
Aula 5	20	1153	1188	987	416	1119
Direzione	20	424	437	363	153	412
Segreteria	20	1056	1089	904	381	1025
Ambulatorio	20	297	306	254	107	288
Aula magna	20	2237	2306	1915	806	2171
Bagno dx	24	3439	3545	2944	1240	3339
Scala dx	18	1870	1927	1601	674	1815
Scala sx	18	1929	1988	1651	695	1873
Corridoio	18	13685	14107	11717	4934	13287

DIMENSIONAMENTO RETE IMPIANTO TERMICO

Potenza termica dei radiatori

Partendo dal fabbisogno di ogni singolo ambiente ricavato in precedenza, si considerano solamente i dati relativi al mese di Febbraio, che registra le temperature più basse.

Il calcolo delle potenze nominali installate in ogni ambiente dipendono dalla tipologia di calorifero installato, dal numero di elementi presenti e dalle temperature di funzionamento dell'impianto (T in ingresso e T in uscita dal radiatore).

Il calcolo delle potenze effettive installate in ogni ambiente definisce il valore della potenza termica che viene effettivamente scambiata dai radiatori con l'ambiente in cui essi sono installati.

Esso viene effettuato applicando al valore di della Potenza nominale una serie di coefficienti riduttivi, che tengono conto dell'altitudine, della temperatura dell'acqua, della tipologia di attacchi, della verniciatura e della tipologia di installazione.

Di seguito è riportato il calcolo della potenza termica effettiva dei radiatori installati in ogni singolo ambiente di ogni zona termica nel mese di Febbraio.

Zona termica: ZH1 "Piano Terra"

Zona climatizzata	Zona termica	elemento calorifero in ghisa						
		tipologia					4/871	
Zona Climatizzata 1	Piano Terra	emissioni [W]					115.5	
Ambiente	Temperatura interna [°C]	F _d -Feb [kWh]	P _{necessaria} [kW]	elementi n	P _{nominale, installata} [kW]	F _t	F _{pr}	P _{effettiva, installata} [kW]
Bagno sx	24	2851	4.24	48	5.54	0.90	1.00	4.97
Sala insegnanti	20	713	1.06	30	3.47	1.00	1.00	3.47
Aula 5	20	665	0.99	30	3.47	1.00	1.00	3.47
ripostiglio	18	149	0.22	13	1.50	1.05	1.00	1.58
Aula 1	20	1082	1.61	37	4.27	1.00	1.00	4.27
Ingresso sx	18	1075	1.60	18	2.08	1.05	1.00	2.19
Aula 2	20	789	1.17	31	3.58	1.00	1.00	3.58
Direzione	20	403	0.60	46	5.31	1.00	0.954	5.07
Segreteria	20	403	0.60	33	3.81	1.00	1.00	3.81
Aula 3	20	789	1.17	31	3.58	1.00	1.00	3.58
Ingresso dx	18	1075	1.60	19	2.19	1.05	1.00	2.31
Aula 4	20	1069	1.59	36	4.16	1.00	1.00	4.16
Ingresso lat	18	695	1.03	12	1.39	1.05	1.00	1.46
Aula 6	20	822	1.22	32	3.70	1.00	1.00	3.70
Aula 7	20	822	1.22	32	3.70	1.00	1.00	3.70
Bagno dx	24	2851	4.24	54	6.24	0.90	1.00	5.60
Scala sx	18	1345	2.00	24	2.77	1.05	1.00	2.92
Scala dx	18	1506	2.24	31	3.58	1.05	1.00	3.77
Corridoio	18	10788	16.05	190	21.95	1.05	1.00	23.09
Archivio	18	783	1.17	40	4.62	1.05	0.965	4.69

Zona termica: ZH2 “Primo Piano”

Zona climatizzata	Zona termica	elemento calorifero in ghisa						
		tipologia					4/871	
Zona Climatizzata 1	Piano Primo	emissioni [W]					115.5	
Ambiente	Temperatura interna [°C]	F _d -Feb [kWh]	P _{necessaria} [kW]	elementi n	P _{nominale, installata} [kW]	F _t	F _{pr}	P _{effettiva, installata} [kW]
Bagno sx	24	3546	5.28	35	4.04	0.90	0.965	3.50
Aula 7	20	1243	1.85	32	3.70	1.00	0.93	3.44
Aula 6	20	1243	1.85	33	3.81	1.00	0.93	3.54
Magazzino	18	291	0.43	15	1.73	1.05	1.00	1.82
Aula 1	20	1534	2.28	39	4.50	1.00	0.93	4.19
Ripostiglio	18	372	0.55	20	2.31	1.05	0.93	2.26
Aula 2	20	1188	1.77	33	3.81	1.00	0.93	3.54
Aula 3	20	1188	1.77	33	3.81	1.00	0.93	3.54
Aula 4	20	1188	1.77	33	3.81	1.00	0.93	3.54
Aula 5	20	1188	1.77	33	3.81	1.00	0.93	3.54
Direzione	20	437	0.65	21	2.43	1.00	0.93	2.26
Segreteria	20	1089	1.62	40	4.62	1.00	0.93	4.30
Ambulatorio	20	306	0.45	13	1.50	1.00	1.00	1.50
Aula magna	20	2306	3.43	72	8.32	1.00	0.93	7.73
Bagno dx	24	3545	5.28	38	4.39	0.90	0.965	3.80
Scala dx	18	1927	2.87	14	1.62	1.05	1.00	1.70
Scala sx	18	1988	2.96	15	1.73	1.05	1.00	1.82
Corridoio	18	14107	20.99	202	23.33	1.05	0.945	23.20

Portata in ingresso ai radiatori

Fissata precedentemente la differenza di temperatura tra ingresso e uscita dell'acqua nel corpo scaldante a $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$ per minimizzare il costo dell'impianto, la portata di acqua per ciascun corpo scaldante sarà uguale a:

Portata, $Q_{\text{effettiva}} = (\text{Potenza effettiva installata} / \text{calore specifico dell'acqua} \times \Delta T \text{ 10 K})$

Portata, $Q_{\text{effettiva}} = (\text{Potenza effettiva installata} / 4186 \text{ J/kg} \times 10 \text{ K}) = [\text{kg/s}] = [\text{l/s}]$

Si passa poi da [l/s] a [l/h] moltiplicando la portata ottenuta per 3600, per poter rientrare all'interno delle tabelle e scegliere la tubazione adatta.

Di seguito è riportato il calcolo della portata effettiva nei radiatori installati in ogni singolo ambiente di ogni zona termica nel mese di Febbraio.

Zona termica: ZH1 "Piano Terra"

Zona climatizzata		Zona termica		
Zona Climatizzata 1		Piano Terra		
Ambiente	Temperatura interna [$^{\circ}\text{C}$]	$P_{\text{effettiva, installata}}$	$Q_{\text{effettiva}}$	
		[kW]	[litri/s]	[litri/h]
Bagno sx	24	4.97	0.119	428
Sala insegnanti	20	3.47	0.083	298
Aula 5	20	3.47	0.083	298
ripostiglio	18	1.58	0.038	136
Aula 1	20	4.27	0.102	368
Ingresso sx	18	2.19	0.052	188
Aula 2	20	3.58	0.086	308
Direzione	20	5.07	0.121	436
Segreteria	20	3.81	0.091	328
Aula 3	20	3.58	0.086	308
Ingresso dx	18	2.31	0.055	199
Aula 4	20	4.16	0.099	358
Ingresso lat	18	1.46	0.035	125
Aula 6	20	3.70	0.088	318
Aula 7	20	3.70	0.088	318
Bagno dx	24	5.60	0.134	481
Scala sx	18	2.92	0.070	251
Scala dx	18	3.77	0.090	324
Corridoio	18	23.09	0.552	1986
Archivio	18	4.69	0.112	403

Zona termica: ZH2 "Primo Piano"

Zona climatizzata	Zona termica			
Zona Climatizzata 1	Piano Primo			
Ambiente	Temperatura interna [°C]	$P_{\text{effettiva, installata}}$	$Q_{\text{effettiva}}$	
		[kW]	[litri/s]	[litri/h]
Bagno sx	24	3.50	0.084	301
Aula 7	20	3.44	0.082	296
Aula 6	20	3.54	0.085	305
Magazzino	18	1.82	0.044	157
Aula 1	20	4.19	0.100	360
Ripostiglio	18	2.26	0.054	194
Aula 2	20	3.54	0.085	305
Aula 3	20	3.54	0.085	305
Aula 4	20	3.54	0.085	305
Aula 5	20	3.54	0.085	305
Direzione	20	2.26	0.054	194
Segreteria	20	4.30	0.103	370
Ambulatorio	20	1.50	0.036	129
Aula magna	20	7.73	0.185	665
Bagno dx	24	3.80	0.091	327
Scala dx	18	1.70	0.041	146
Scala sx	18	1.82	0.044	157
Corridoio	18	23.20	0.554	1995

Dimensionamento rete termica

Di seguito è riportato il dimensionamento della rete termica principale e di collegamento alle centrali di zona. Il calcolo delle tubazioni è di seguito svolto col metodo delle perdite di carico lineari costanti.

Come valore guida si è assunto: $r = 10 \div 15$ mm/m, che consente un buon compromesso fra due esigenze diverse:

- contenere i costi di realizzazione dell'impianto;
- limitare il consumo energetico delle elettropompe.

In questo modo è stato progettato un circuito bilanciato in grado di servire i loro terminali con la giusta portata di fluido: cioè con la portata di fluido necessaria a far sì che i terminali possano riscaldare secondo quanto richiesto.

Progettare e realizzare circuiti bilanciati serve essenzialmente a:

- garantire il corretto funzionamento dei terminali;
- evitare velocità del fluido troppo elevate, possibile causa di rumori e azioni abrasive;
- impedire che le elettropompe lavorino in condizioni di scarsa resa e surriscaldamento;
- limitare il valore delle pressioni differenziali che agiscono sulle valvole di regolazione, per impedire trafilemanti e irregolarità di funzionamento.

In impianti a reti estese, come nel caso in esame, un buon dimensionamento delle tubazioni deve essere affiancato dall'utilizzo di appositi dispositivi atti a regolare il flusso del fluido. La scelta progettuale è ricaduta sui regolatori di portata "autoflow", dispositivi in grado di mantenere automaticamente costante la portata di fluido che passa attraverso le derivazioni su cui sono posti.

Tabella perdite di carico continue per tubazioni in Acciaio, Temperatura acqua = 80°C

<i>r</i> = perdite di carico continue, mm c.a./m		<i>G</i> = portate, l/h											<i>v</i> = velocità, m/s		
<i>r</i>	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	<i>r</i>
2	G	49	97	208	383	802	1.204	2.267	4.516	6.924	14.015	24.582	39.720	G	2
	v	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,52	0,59	v	
4	G	71	140	301	555	1.162	1.744	3.285	6.542	10.030	20.304	35.612	57.542	G	4
	v	0,16	0,18	0,22	0,26	0,32	0,35	0,41	0,49	0,54	0,65	0,75	0,85	v	
6	G	88	174	374	690	1.444	2.166	4.080	8.126	12.459	25.220	44.235	71.474	G	6
	v	0,19	0,23	0,28	0,32	0,39	0,43	0,51	0,61	0,68	0,81	0,93	1,05	v	
8	G	103	203	436	804	1.684	2.526	4.758	9.477	14.531	29.414	51.591	83.361	G	8
	v	0,22	0,27	0,32	0,38	0,46	0,51	0,59	0,71	0,79	0,94	1,09	1,23	v	
10	G	115	229	491	906	1.897	2.846	5.362	10.678	16.372	33.142	58.130	93.926	G	10
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,23	1,38	v	
12	G	127	253	541	999	2.091	3.138	5.911	11.771	18.049	36.536	64.083	103.545	G	12
	v	0,28	0,33	0,40	0,47	0,57	0,63	0,74	0,88	0,98	1,17	1,35	1,53	v	
14	G	138	274	588	1.085	2.271	3.407	6.418	12.783	19.600	39.676	69.589	112.442	G	14
	v	0,30	0,36	0,44	0,51	0,62	0,68	0,80	0,96	1,06	1,27	1,47	1,66	v	
16	G	149	295	632	1.165	2.439	3.659	6.894	13.729	21.051	42.612	74.740	120.765	G	16
	v	0,33	0,39	0,47	0,55	0,66	0,73	0,86	1,03	1,14	1,37	1,58	1,78	v	
18	G	158	314	673	1.241	2.598	3.897	7.342	14.622	22.419	45.383	79.599	128.616	G	18
	v	0,35	0,41	0,50	0,58	0,71	0,78	0,92	1,09	1,22	1,46	1,68	1,90	v	
20	G	167	332	712	1.313	2.748	4.123	7.767	15.469	23.719	48.013	84.212	136.071	G	20
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,75	0,83	0,97	1,16	1,29	1,54	1,78	2,01	v	
22	G	176	349	749	1.382	2.892	4.339	8.173	16.278	24.959	50.524	88.616	143.186	G	22
	v	0,39	0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,22	1,36	1,62	1,87	2,11	v	
24	G	184	366	784	1.447	3.030	4.545	8.563	17.053	26.148	52.930	92.837	150.006	G	24
	v	0,40	0,48	0,58	0,68	0,82	0,91	1,07	1,27	1,42	1,70	1,96	2,21	v	
26	G	193	382	819	1.511	3.162	4.744	8.937	17.799	27.291	55.245	96.897	156.566	G	26
	v	0,42	0,50	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,48	1,77	2,04	2,31	v	
28	G	200	397	852	1.572	3.290	4.936	9.298	18.519	28.394	57.478	100.814	162.895	G	28
	v	0,44	0,52	0,63	0,74	0,89	0,99	1,16	1,38	1,54	1,84	2,13	2,40	v	
30	G	208	412	884	1.631	3.414	5.121	9.648	19.215	29.462	59.638	104.603	169.017	G	30
	v	0,46	0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,60	1,91	2,21	2,49	v	
35	G	226	448	960	1.771	3.707	5.561	10.477	20.866	31.993	64.763	113.591	183.540	G	35
	v	0,49	0,59	0,71	0,83	1,01	1,12	1,31	1,56	1,74	2,08	2,40	2,71	v	
40	G	242	481	1.031	1.902	3.982	5.973	11.252	22.410	34.361	69.556	121.999	197.126	G	40
	v	0,53	0,63	0,77	0,90	1,08	1,20	1,41	1,67	1,87	2,23	2,57	2,91	v	
45	G	258	512	1.098	2.026	4.241	6.361	11.984	23.867	36.595	74.078	129.930	209.941	G	45
	v	0,57	0,67	0,82	0,95	1,15	1,28	1,50	1,78	1,99	2,38	2,74	3,09	v	
50	G	273	542	1.162	2.143	4.486	6.730	12.679	25.250	38.716	78.372	137.461	222.109	G	50
	v	0,60	0,71	0,86	1,01	1,22	1,35	1,58	1,89	2,10	2,51	2,90	3,27	v	
60	G	301	597	1.280	2.363	4.946	7.419	13.977	27.836	42.681	86.398	151.538	244.855	G	60
	v	0,66	0,79	0,95	1,11	1,34	1,49	1,75	2,08	2,32	2,77	3,20	3,61	v	
70	G	327	649	1.390	2.566	5.371	8.057	15.178	30.228	46.348	93.822	164.559	265.895	G	70
	v	0,72	0,85	1,03	1,21	1,46	1,62	1,90	2,26	2,52	3,01	3,47	3,92	v	
80	G	351	697	1.493	2.755	5.768	8.653	16.301	32.466	49.779	100.766	176.739	285.576	G	80
	v	0,77	0,92	1,11	1,30	1,57	1,73	2,04	2,43	2,70	3,23	3,73	4,21	v	
90	G	374	742	1.590	2.935	6.143	9.216	17.361	34.576	53.015	107.317	188.290	304.142	G	90
	v	0,82	0,98	1,18	1,38	1,67	1,85	2,17	2,58	2,88	3,44	3,97	4,48	v	
100	G	396	785	1.683	3.105	6.499	9.750	18.367	36.580	56.088	113.537	199.139	321.770	G	100
	v	0,87	1,03	1,25	1,46	1,76	1,95	2,30	2,73	3,05	3,64	4,20	4,74	v	

Tabella perdite di carico continue per tubazioni in PEX, Temperatura acqua = 80 °C

		r = perdite di carico continue, mm c.a./m												G = portate, l/h				v = velocità, m/s			
r	Øe	12	15	18	20-22	28	32	40	50	63	75	90	110	Øe	r						
	Øi	8	10	13	16	20	26	32,6	40,8	51,4	61,2	73,6	90	Øi							
2	G	15	27	55	96	176	358	662	1.217	2.278	3.658	6.036	10.421	G	2						
	v	0,08	0,09	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,26	0,30	0,35	0,39	0,46	v							
4	G	22	40	81	143	261	532	984	1.809	3.385	5.436	8.970	15.485	G	4						
	v	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,28	0,33	0,38	0,45	0,51	0,59	0,68	v							
6	G	27	50	102	180	329	671	1.240	2.290	4.268	6.854	11.309	19.523	G	6						
	v	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,35	0,41	0,48	0,57	0,65	0,74	0,85	v							
8	G	32	59	121	212	388	791	1.462	2.688	5.030	8.078	13.329	23.011	G	8						
	v	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,41	0,49	0,57	0,67	0,76	0,87	1,00	v							
10	G	37	67	137	241	441	899	1.661	3.053	5.715	9.177	15.142	26.141	G	10						
	v	0,20	0,24	0,29	0,33	0,39	0,47	0,55	0,65	0,77	0,87	0,99	1,14	v							
12	G	41	75	152	267	489	997	1.843	3.388	6.342	10.185	16.805	29.011	G	12						
	v	0,22	0,26	0,32	0,37	0,43	0,52	0,61	0,72	0,85	0,96	1,10	1,27	v							
14	G	44	81	166	292	534	1.089	2.013	3.700	6.926	11.122	18.352	31.682	G	14						
	v	0,25	0,29	0,35	0,40	0,47	0,57	0,67	0,79	0,93	1,05	1,20	1,38	v							
16	G	48	88	179	315	577	1.176	2.172	3.994	7.475	12.004	19.807	34.195	G	16						
	v	0,27	0,31	0,37	0,43	0,51	0,62	0,72	0,85	1,00	1,13	1,29	1,49	v							
18	G	51	94	192	337	617	1.257	2.323	4.272	7.996	12.840	21.186	36.575	G	18						
	v	0,28	0,33	0,40	0,47	0,55	0,66	0,77	0,91	1,07	1,21	1,38	1,60	v							
20	G	54	100	203	358	655	1.335	2.468	4.537	8.492	13.637	22.501	38.845	G	20						
	v	0,30	0,35	0,43	0,49	0,58	0,70	0,82	0,96	1,14	1,29	1,47	1,70	v							
22	G	58	105	215	378	692	1.410	2.606	4.791	8.967	14.400	23.760	41.019	G	22						
	v	0,32	0,37	0,45	0,52	0,61	0,74	0,87	1,02	1,20	1,36	1,55	1,79	v							
24	G	60	111	226	397	727	1.482	2.738	5.035	9.424	15.134	24.972	43.110	G	24						
	v	0,33	0,39	0,47	0,55	0,64	0,78	0,91	1,07	1,26	1,43	1,63	1,88	v							
26	G	63	116	236	415	761	1.551	2.867	5.271	9.865	15.843	26.140	45.128	G	26						
	v	0,35	0,41	0,49	0,57	0,67	0,81	0,95	1,12	1,32	1,50	1,71	1,97	v							
28	G	66	121	247	433	794	1.618	2.991	5.499	10.292	16.528	27.271	47.080	G	28						
	v	0,36	0,43	0,52	0,60	0,70	0,85	1,00	1,17	1,38	1,56	1,78	2,06	v							
30	G	69	126	257	451	826	1.684	3.111	5.720	10.706	17.192	28.368	48.973	G	30						
	v	0,38	0,45	0,54	0,62	0,73	0,88	1,04	1,22	1,43	1,62	1,85	2,14	v							
35	G	75	137	280	492	902	1.839	3.397	6.246	11.692	18.776	30.980	53.483	G	35						
	v	0,41	0,49	0,59	0,68	0,80	0,96	1,13	1,33	1,57	1,77	2,02	2,34	v							
40	G	81	148	302	531	974	1.984	3.667	6.742	12.619	20.264	33.436	57.723	G	40						
	v	0,45	0,52	0,63	0,73	0,86	1,04	1,22	1,43	1,69	1,91	2,18	2,52	v							
45	G	87	159	323	568	1.041	2.123	3.922	7.211	13.497	21.675	35.764	61.742	G	45						
	v	0,48	0,56	0,68	0,79	0,92	1,11	1,31	1,53	1,81	2,05	2,34	2,70	v							
50	G	92	169	343	604	1.106	2.254	4.165	7.659	14.335	23.020	37.984	65.573	G	50						
	v	0,51	0,60	0,72	0,83	0,98	1,18	1,39	1,63	1,92	2,17	2,48	2,86	v							
60	G	102	187	381	670	1.227	2.502	4.623	8.500	15.909	25.548	42.154	72.774	G	60						
	v	0,56	0,66	0,80	0,93	1,09	1,31	1,54	1,81	2,13	2,41	2,75	3,18	v							
70	G	111	204	416	731	1.340	2.732	5.048	9.282	17.374	27.900	46.036	79.475	G	70						
	v	0,62	0,72	0,87	1,01	1,19	1,43	1,68	1,97	2,33	2,63	3,01	3,47	v							
80	G	120	220	449	789	1.447	2.949	5.449	10.018	18.752	30.113	49.686	85.776	G	80						
	v	0,66	0,78	0,94	1,09	1,28	1,54	1,81	2,13	2,51	2,84	3,24	3,75	v							
90	G	129	236	481	844	1.547	3.154	5.828	10.716	20.057	32.209	53.145	91.748	G	90						
	v	0,71	0,83	1,01	1,17	1,37	1,65	1,94	2,28	2,69	3,04	3,47	4,01	v							
100	G	137	250	510	897	1.643	3.350	6.190	11.381	21.302	34.208	56.443	97.442	G	100						
	v	0,76	0,89	1,07	1,24	1,45	1,75	2,06	2,42	2,85	3,23	3,69	4,25	v							

Zona termica: ZH1 "Piano Terra"

Zona climatizzata		Zona termica		elemento calorifero in ghisa				
Zona Climatizzata 1		Piano Terra		tipologia	4/871			
				emissioni [W]	115.5			
Tratto rete	Lunghezza L	Diametro DN _i	Q _{effettiva}	" r "	Verifica	calcoli portate		
n	[m]	[mm]	[litri/h]	[mm/m]	"flag"			
21	5.10	26.0	824	8	V	428	396	0
20	8.70	26.0	824	8	V	824	0	0
19	9.50	26.0	636	5	V	318	318	0
18	7.10	32.6	1460	8	V	824	636	0
17	6.50	26.0	449	3	V	324	125	0
16	7.20	32.6	1909	13	V	1460	449	0
15	9.50	26.0	865	10	V	308	199	358
14	13.60	40.8	2774	8	V	865	1909	0
13	6.50	26.0	1220	17	V	1220	0	0
12	10.50	40.8	3995	16	V	1220	2774	0
11	9.50	26.0	764	8	V	436	328	0
10	14.00	51.4	4759	7	V	764	3995	0
9	11.10	26.0	864	10	V	368	188	308
8	3.50	51.4	5623	10	V	864	4759	0
7	5.90	26.0	251	1	V	251	0	0
6	7.20	51.4	5874	10	V	251	5623	0
5	9.60	26.0	596	5	V	298	298	0
4	8.80	51.4	6470	12	V	596	5874	0
3	5.10	26.0	793	7	V	428	365	0
2	4.30	51.4	7263	15	V	793	6470	0
1	21.00	65.0	7263	5	V	7263	0	0

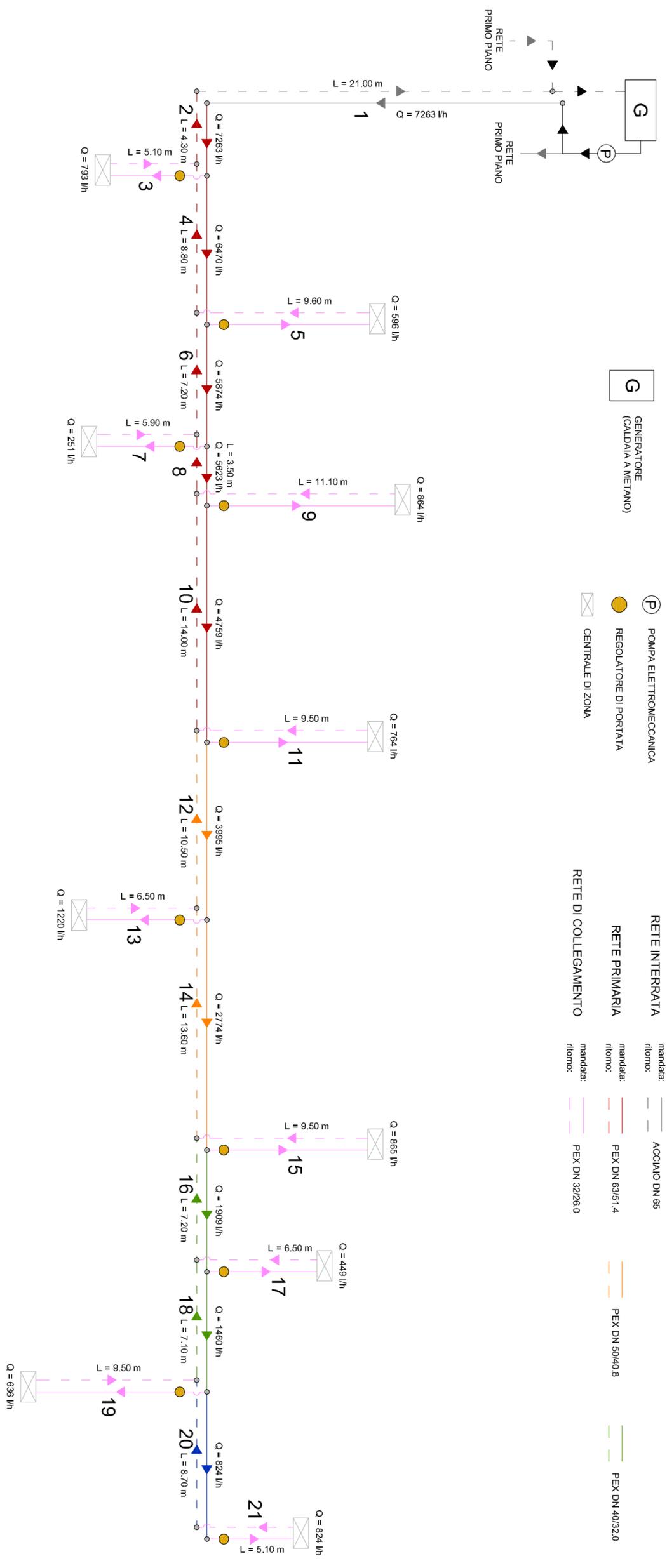
" r " = perdite di carico continue [mm/m]

Zona termica: ZH2 "Primo Piano"

Zona climatizzata		Zona termica		elemento calorifero in ghisa				
Zona Climatizzata 1		Piano Primo		tipologia	4/871			
				emissioni [W]	115.5			
Tratto rete n	Lunghezza L [m]	Diametro DN _i [mm]	Q _{effettiva} [litri/h]	" r " [mm/m]	Verifica "flag"	calcoli portate		
19	2.90	26.0	744	7	V	327	417	0
18	15.70	26.0	744	7	V	744	0	0
17	3.50	26.0	275	2	V	129	146	0
16	7.00	26.0	1019	12	V	275	744	0
15	7.50	26.0	869	10	V	305	194	370
14	3.40	32.6	1888	12	V	869	1019	0
13	3.50	26.0	665	6	V	665	0	0
12	17.10	40.8	2553	7	V	665	1888	0
11	3.50	32.6	1429	8	V	1272	157	0
10	4.00	40.8	3983	16	V	1429	2553	0
9	7.50	26.0	610	5	V	305	305	0
8	14.00	51.4	4593	7	V	610	3983	0
7	9.10	26.0	859	10	V	360	194	305
6	10.60	51.4	5452	9	V	859	4593	0
5	7.60	26.0	758	7	V	296	305	157
4	8.20	51.4	6210	11	V	758	5452	0
3	2.90	26.0	687	6	V	301	386	0
2	4.70	51.4	6897	14	V	687	6210	0
1	21.00	65.0	6897	5	V	6897	0	0

" r " = perdite di carico continue [mm/m]

LEGENDA



PLESSO SCOLASTICO: DON BOSCO

PIANO TERRA - SCHEMA RETE IMPIANTO TERMICO

