



Relazione tecnica per il bilancio termico dell'edificio

Residenze_Social Housing a Porta Volta (MI)

Studente: Alessandra Carraro matr.740558

Politecnico di Milano

Corso di Laurea Magistrale in Architettura delle Costruzioni

Laboratorio di Progettazione II

Giancarlo Perotta, Domenico Lungo, Giorgio Ballio, Luca Zambelli, Daniele Palma

INDICE

- Il progetto: Residenze_social housing in Porta Volta (MI)
- Chiusure opache
- Chiusure trasparenti
- Carico termico per il dimensionamento dell'impianto
- Coefficienti di scambio termico per trasmissione e per ventilazione
- Energia scambiata per trasmissione e per ventilazione
- Calcolo del fabbisogno termico per la stagione del riscaldamento
- Calcolo del fabbisogno termico per la stagione del raffrescamento
- Verifiche di legge e certificazione
- Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh
- Scelte impiantistiche progettuali

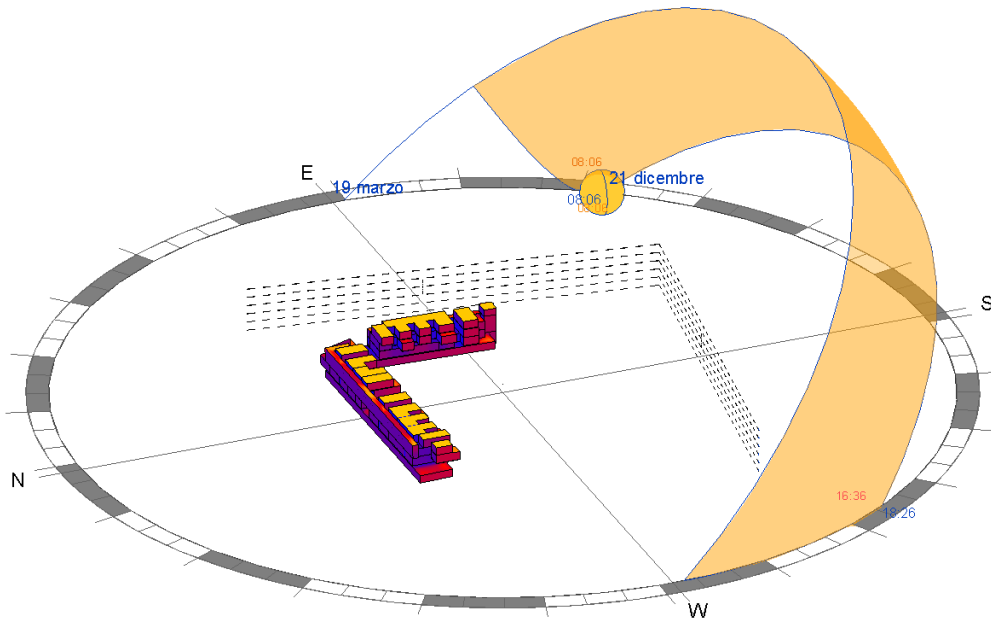
IL PROGETTO: Breve descrizione

Il progetto si colloca in una scala intermedia tra il progetto urbano e il progetto architettonico e vuole creare un nuovo rapporto con il tessuto urbano ed anche implementare le qualità insite nel contesto esistente. Si vuole creare un luogo che sia nodo di interscambio e di facile accesso, che sia spazio pubblico e luogo d'incontro del quartiere, ma al contempo sia spazio semipubblico destinato ai residenti dell'area. Un luogo che abbia una eterogeneità di utilizzo nelle diverse ore della giornata e nei diversi periodi dell'anno. L'area di progetto è stata pensata come uno spazio di aggregazione e di passaggio e da questo parte l'idea di una piastra pubblica a livello strada che permetta l'accesso agli spazi di qualità inseriti recentemente nel quartiere, li migliori e li integri con servizi ad oggi non presenti. Un luogo che possa essere nodo di interscambio auto-bicicletta, mezzo pubblico-bicicletta per chi si reca nelle aree verdi, ma anche spazio di relazione attrezzato e dotato di servizi di quartiere. Un luogo che comprenda una piastra a livello di attacco a terra semipubblica – per le relazioni più intime tra i residenti e altri servizi di quartiere – separata con un dislivello dal luogo di aggregazione più privato costituito dalle passerelle rialzate. Tale piastra permette inoltre la realizzazione di posti auto interrati e di negozi che si affacciano alla piazza. La distribuzione della superficie residenziale è stata pensata su alcune tipologie che vanno ad incastrarsi perfettamente le une con le altre, pur fornendo a ciascuna residenza un patio verde. Il progetto va a comporsi in 5 piani totali, di cui uno interrato adibito a parcheggio, uno adibito a piastra commerciale, e gli altri 3 a residenza.

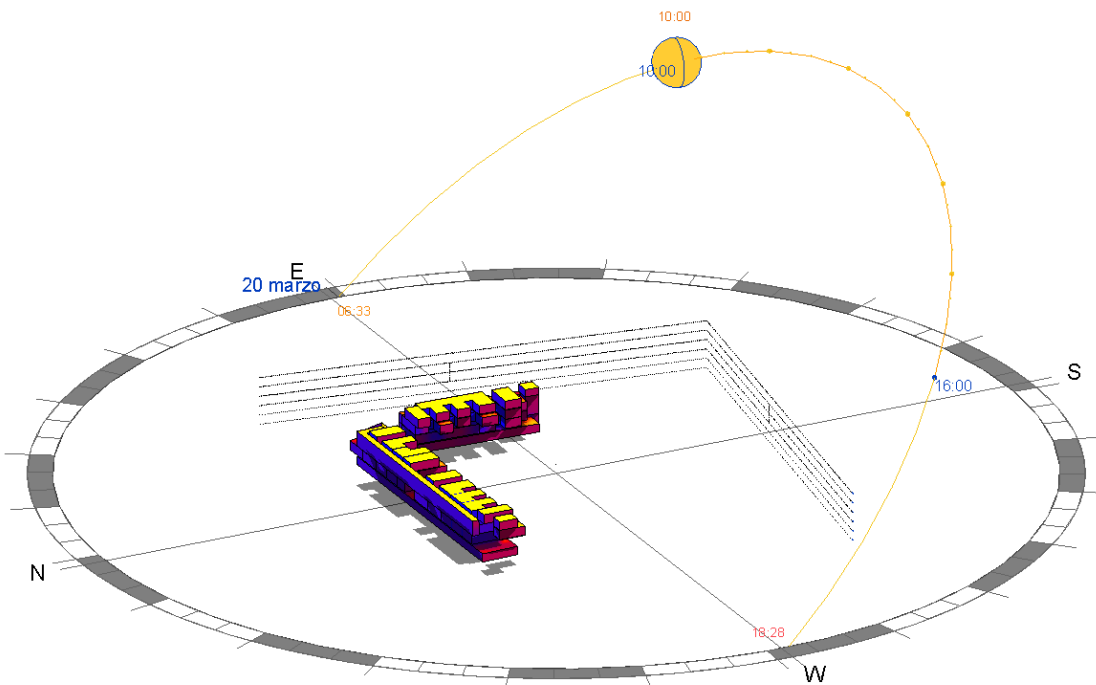
La tipologia scelta ha permesso di mantenere spazi aperti e ben visibili. Il risultato è un paesaggio urbano nel quale vengono incentivate l'effettiva aggregazione e l'uso di tutte le aree a disposizione. Il costo crescente delle abitazioni ha portato nel tempo alla riduzione degli spazi a disposizione. Non solo in termini di dimensioni dei locali, ma anche di uso; si è accorpato o in parte anche sottratto funzioni alle abitazioni. Questo ha creato e crea l'occasione per spostare funzioni della residenza alle parti comuni. Abbiamo lavanderie comuni, emeroteca, sala lettura per studenti, spazi per riunioni o aree attrezzate per bimbi e anziani. Una molteplicità di spazi che oltre a sostituire ed integrare le funzioni tolte agli alloggi stimola continuamente lo scambio e crea una socialità interna ormai perduta tra gli abitanti dello stesso edificio. Queste ricche dotazioni comuni, liberando lo spazio privato da alcune attività, permettono inoltre un utilizzo più razionale e flessibile degli ambienti a disposizione.

ORIENTAMENTO E STUDI SOLARI

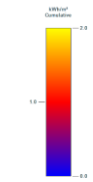
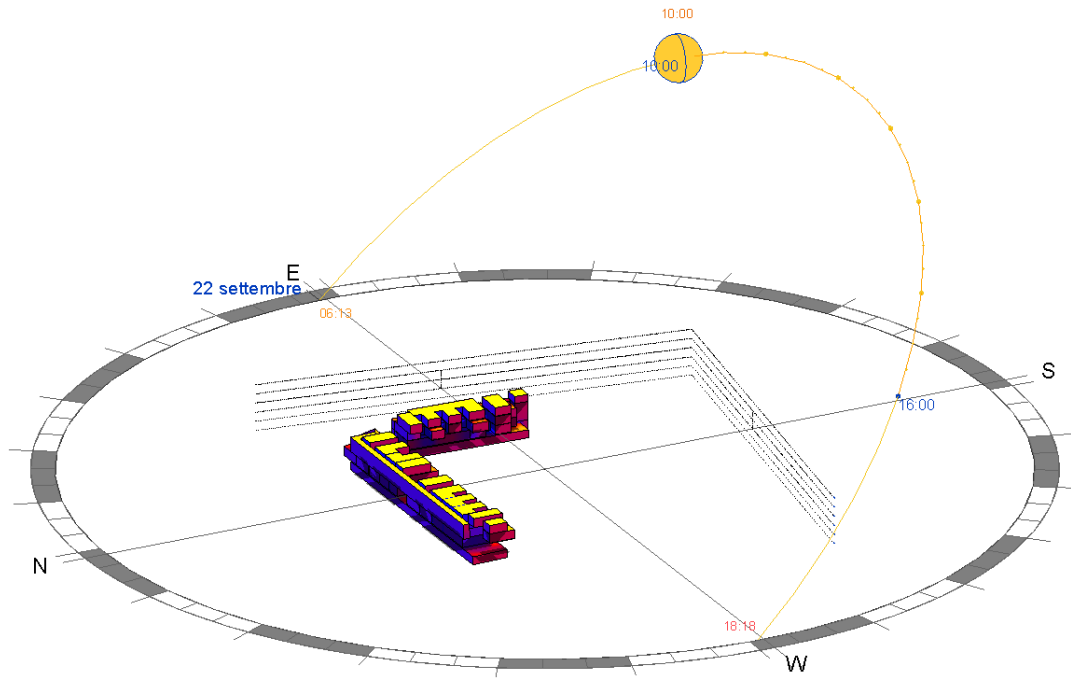
Di seguito si riportano gli studi solari riprodotti sulle masse dell'edificio nei vari periodi dell'anno. I dati sono riferiti alla longitudine e latitudine reali di Milano.



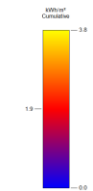
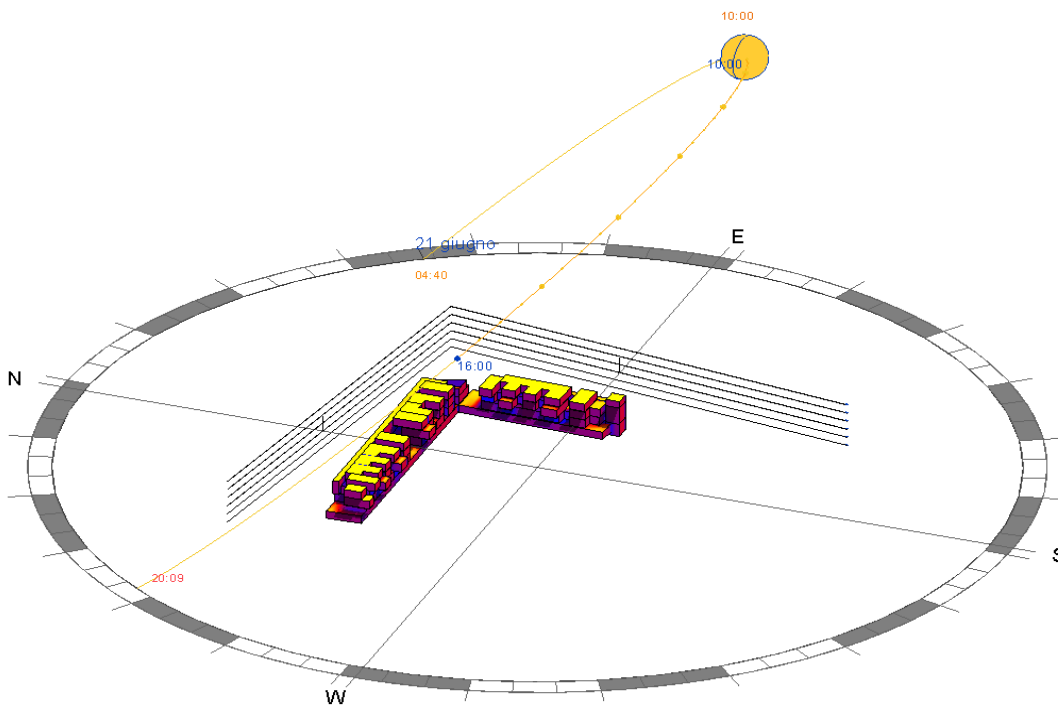
Solstizio d'inverno



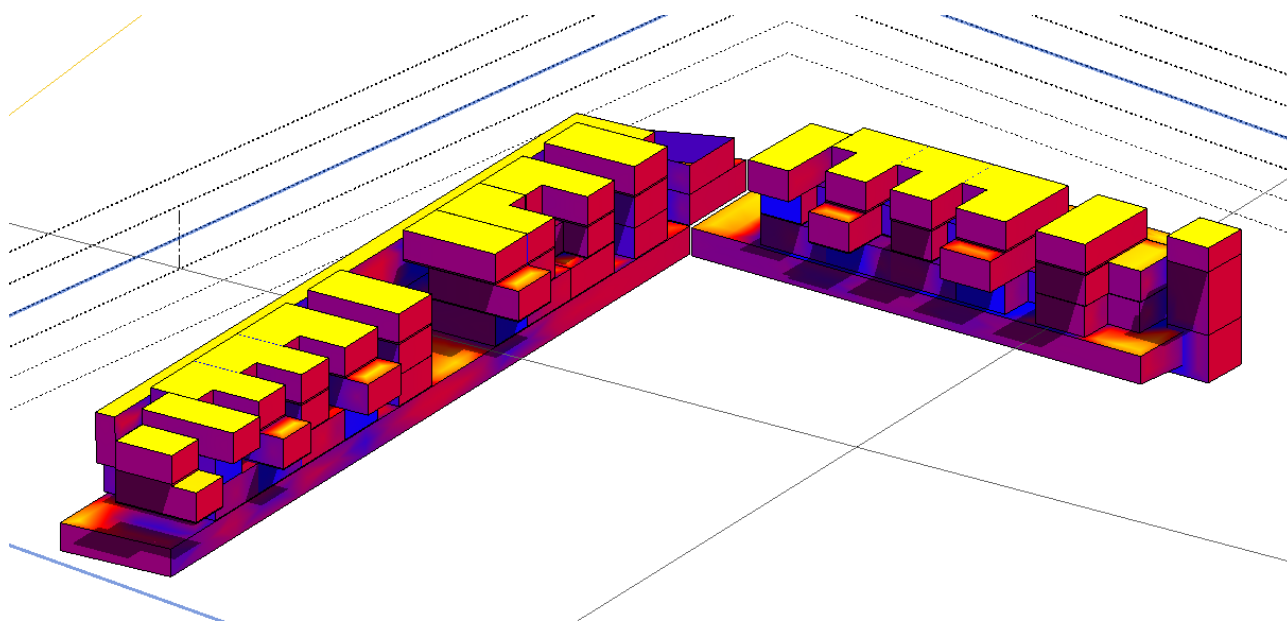
Equinozio di primavera



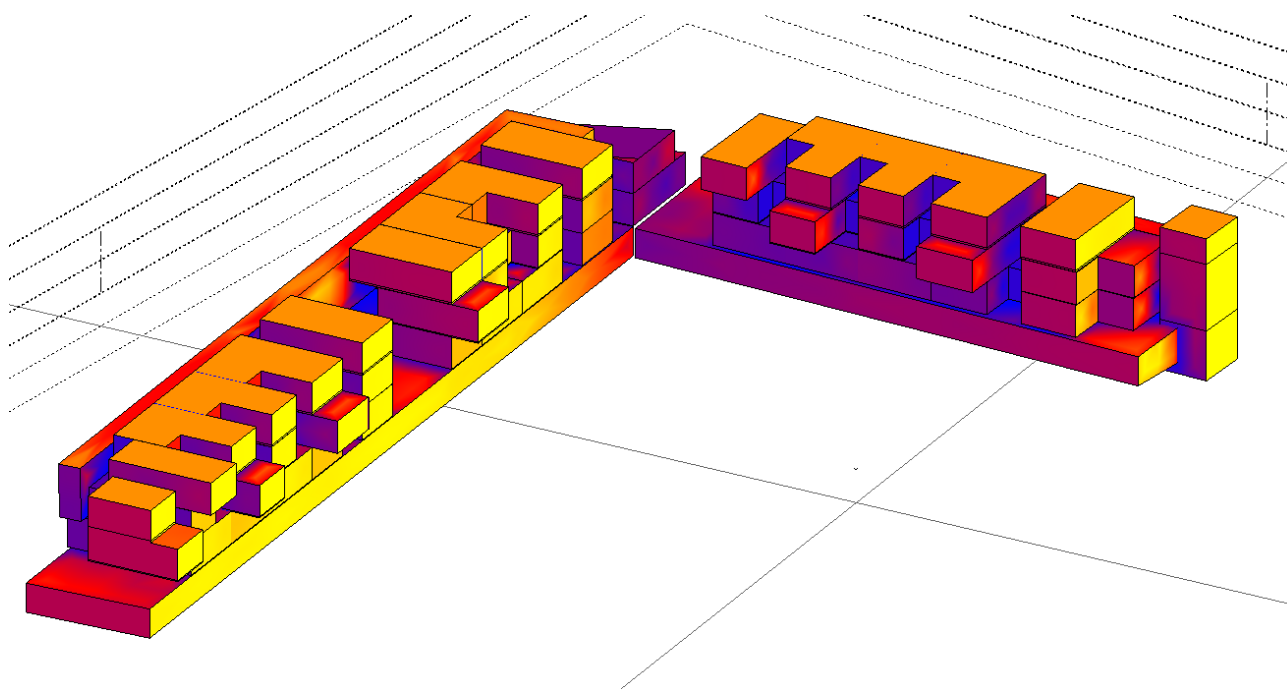
Equinozio d'autunno



Solstizio d'estate



Zone più soleggiate in estate



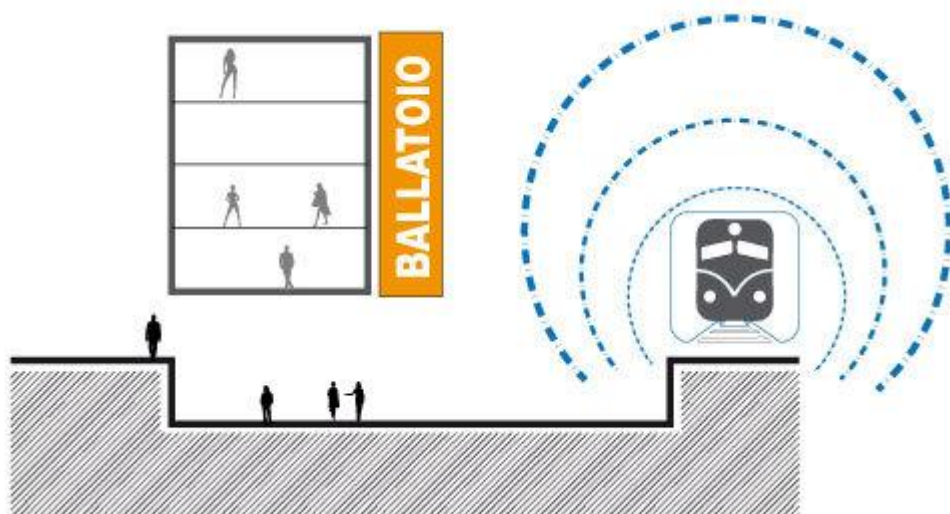
Zone più soleggiate in inverno

Gli studi solari sono stati fatti per capire come procedere nella progettazione degli elementi di involucro e soprattutto per gli interni.

Un esempio pratico può essere la scelta di inserire le zone giorno con ampie vetrate nelle zone più assolate d'inverno, in modo da sfruttare anche i pochi apporti solari invernali.

Invece è stato pensato un più adeguato isolamento nelle zone d'ombra collocate a Nord, ove anche la scelta progettuale del ballatoio è stata pensata attentamente come zona cuscinetto.

IL BALLATOIO



Il ballatoio è stato pensato come un filtro tra la zona più rumorosa e più fredda dell'area di progetto esposta sul fronte nord-est e le cellule residenziali vere e proprie . Più che una zona distributiva è in realtà una scelta progettuale per ottimizzare al meglio l'isolamento acustico e termico.



DATI CLIMATICI DELL'AREA DI PROGETTO

Temperatura interna progetto
(invernale)
Ti = 20 °C

Temperatura interna progetto (estiva)
Ti = 26 °C

località: Milano		GG= 2404		Decreto 5796 Regione Lombardia				
zona E		Irradiazione giornaliera media mensile						
mes	gg	T ext media <Te> °C	superfici verticali				O kWh/m 2	orizzontale kWh/m2
			N kWh/m2	S kWh/m2	E kWh/m2	O kWh/m2		
gennaio	31	1,7	0,4	1,7	0,8	0,8	1,1	
febbraio	28	4,2	0,7	2,4	1,4	1,4	1,9	
marzo	31	9,2	1,0	3,1	2,4	2,4	3,2	
aprile	30	14,0	1,5	3,0	3,2	3,2	4,6	
maggio	31	17,9	2,2	2,8	3,7	3,7	5,6	
giugno	30	22,5	2,6	2,7	4,0	4,0	6,2	
luglio	31	25,1	2,6	3,0	4,4	4,4	6,7	
agosto	31	24,1	1,8	3,1	3,7	3,7	5,4	
settembre	30	20,4	1,2	3,3	2,8	2,8	3,9	
ottobre	31	14,0	0,8	2,9	1,8	1,8	2,3	
novembre	30	7,9	0,5	1,9	0,9	0,9	1,2	
dicembre	31	3,1	0,4	1,5	0,7	0,7	0,9	

Dati per il carico termico estivo

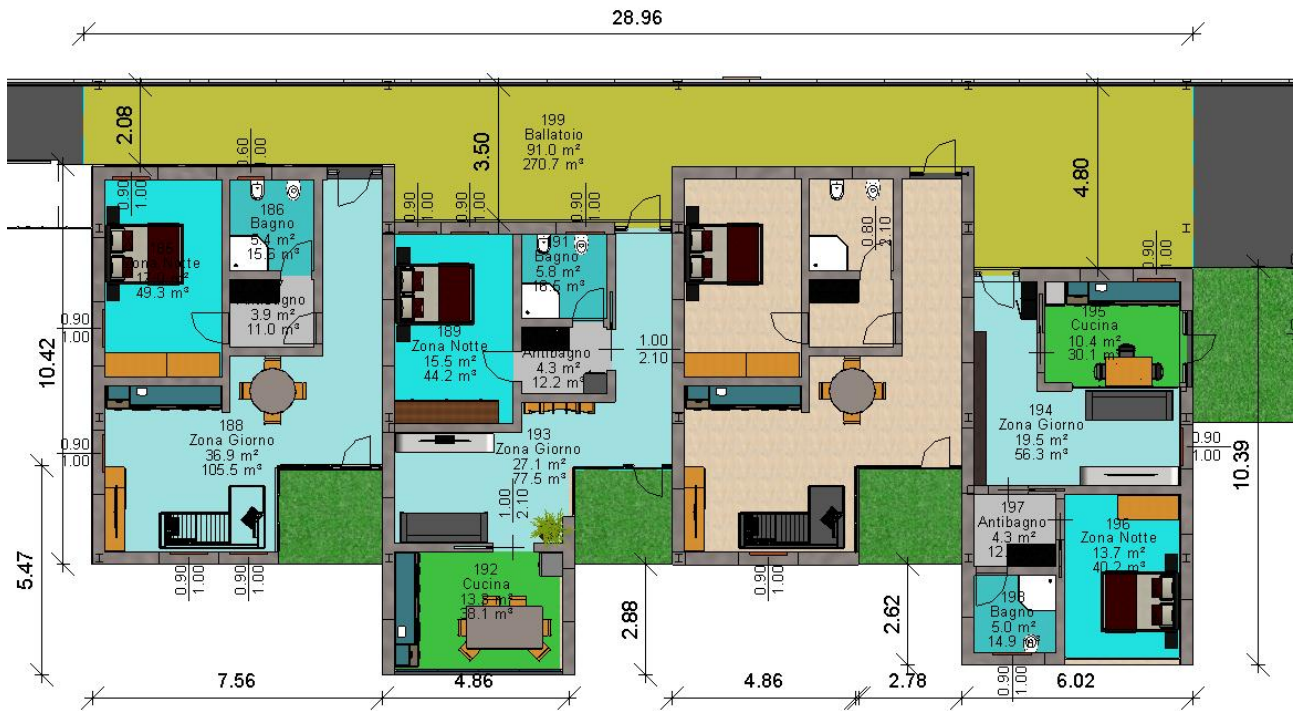
Milano	
T _{a,e,max}	31,9 °C
ΔT _{a,e}	12 °C
T _i	26 °C
ΔT _{a,e-i}	5,9 °C

Dati per il carico termico invernale

Milano	
Temp. Prog. Est. Inverno	-5
T est media annuale	13,7
ΔT est (escursione)	11,7

Ore	F(t)	°C
1	0,87	21,5
2	0,92	20,8
3	0,96	20,4
4	0,99	20,0
5	1	19,8
6	0,98	20,1
7	0,93	20,7
8	0,84	21,8
9	0,71	23,4
10	0,56	25,2
11	0,39	27,2
12	0,23	29,1
13	0,11	30,8
14	0,03	31,5
15	0	31,8
16	0,03	31,5
17	0,1	30,7
18	0,21	29,4
19	0,34	27,8
20	0,47	26,3
21	0,58	24,8
22	0,68	23,7
23	0,76	22,8
24	0,82	22,1

DATI EDIFICIO



dati geometrici

pianta

	mis. Esterne		mis. Interne		mis esterne	
lati Nord	28,96	m	28,18	m	lati sud	28,96
lati est	15,19	m	14,41	m	lati ovest	15,19
altezza	12,8	m	11,3	m		

A _L (lorda in pianta)	439,9	m ²
A (utile/calpestabile)	406,1	m ²
A tot interna	1630,3	m ²
S lorda (disperdente)	1570,1	m ²
V _L (lordo riscaldato)	5197,7	m ³
V (netto riscaldato)	4588,6	m ³

finestre nord	19,80	m ²	finestre ovest	5,40	m ²
finestre sud	93,24	m ²	finestre est	25,93	m ²

esposizione solare	N m ²	S m ²	E m ²	O m ²	orizzontale m ²	nessuna m ²
superficie totale	370,7	370,7	194,4	194,4	439,9	0,0
superficie trasparente	116,39	116,4	304,0	304,0	0,0	0,0
superficie opaca	254,3	254,3	-109,6	-109,6	439,9	0,0

componenti opachi	s m	λ W/(m*K)	R m²K/W	U W/(m²K)	correzione --->	U_c W/(m²K)
parete perimetrale				0,26		0,27
intonaco esterno	0,015	0,800	0,019			
Blocco BR35	0,350	0,095	3,68			
intonaco interno	0,015	0,400	0,038			
	0,380		3,740			
Fpt (fattore correzione ponti termici)					5%	

componenti trasparenti	Area m²		U_w W/(m²K)			
finestra e porta						
finestra	2,13		1,54			
				U_g W/(m²K)	F_{gl}	g_⊥
vetro scelto	1,70	80% area fin		1,10	0,80	0,31
doppio vetro semplice	4			2,9	0,90	0,75
doppio vetro basso emissivo				1,5	0,85	0,57
doppio vetro basso emissivo con Ar				1,1	0,85	0,55
doppio vetro selettivo e basso emissivo con Ar				1,1	0,80	0,31
				U_f W/(m²K)	1-F _f	
telaio scelto	0,43	20%area fin		1,70	0,80	
telaio in metallo				5,9		
telaio in alluminio con taglio termico				3,1		
telaio in PVC				1,7		
	peri metro			ψ W/(mK)		
ponte termico (vetro-telaio)	6,81	modifica perimetr riferito a tutte le finestre		0,10		
	6					

schermature regolabili

esterne

τ_{\perp}	ρ_{\perp}
0,2	0,4

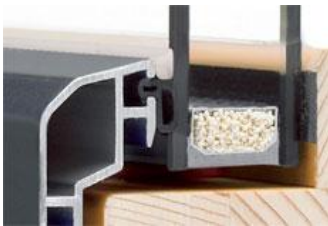
beam
diffuse

τ_{45}	ρ_{45}	g (sh+gl)
0,19	0,36	0,12
0,43	0,25	0,21

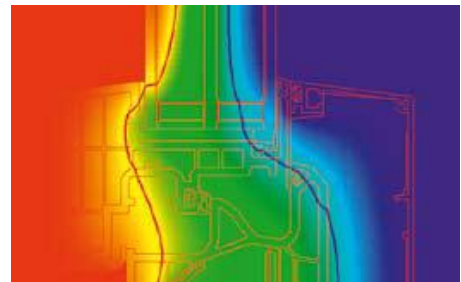
interne	$\tau \perp$	$\rho \perp$	beam diffuse	$\tau 45$	$\rho 45$	g (sh+gl)
		0,4		0,3		0,31
				0,51	0,22	0,29

NFISSI**INTERNORM THERMO 3**

- Profondità del profilo di 97 mm
- Isolamento termico $U_w = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ con $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ e canalina in acciaio/edelstahl
- Triplo vetro di serie, con $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fix-o-round technology
- Tre guarnizioni
- Listello di rivestimento altamente isolante, di serie



- Telaio a 5 camere e battente a 6 camere con termoschiuma altamente isolante (priva di HCFC alogenati, HFC alogenati ed HFC).



Una combinazione

innovativa di materiali - all'interno la praticità del PVC, all'esterno l'alluminio resistente agli agenti atmosferici e in mezzo una termoschiuma ad elevato isolamento (priva di HCFC alogenati, HFC alogenati ed HFC) – produce temperature ottimali e quindi altamente confortevoli nella struttura della finestra.

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE E PER VENTILAZIONE

Il calcolo dei coefficienti H_v e H_t è necessario per poter definire Q_t e Q_v ovvero per conoscere l'energia scambiata per trasmissione e quella scambiata per ventilazione, aerazione e infiltrazione. In particolare:

H_t è il coefficiente di scambio termico per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [W/K]

$$H_T = \sum_k A_{L,k} \cdot U_{C,k} \cdot F_{T,k}$$

$A_{L,k}$ è l'area lorda della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [m²];
 $U_{C,k}$ è la trasmittanza termica media, eventualmente corretta, della struttura k-esima, che separa la zona climatizzata o a temperatura controllata dall'ambiente circostante, [W/m²K];
 $F_{T,k}$ è il fattore correttivo da applicare a ciascuna struttura k-esima così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti con cui essi sono a contatto (Prospetto III);
 k è il numero delle strutture disperdenti.

H_v è il coefficiente di scambio termico di riferimento per ventilazione naturale, aerazione e/o infiltrazione, tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [W/K];

$$H_V = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k \dot{V}_{a,k}$$

$\rho_a \cdot c_a$ è la capacità termica volumica dell'aria, pari a 0,34 Wh/(m³K);
 $\dot{V}_{a,k}$ è la portata d'aria media giornaliera k-esima dovuta a ventilazione naturale o aerazione e/o infiltrazione della zona, [m³/h];
 k è il singolo e specifico ricambio d'aria dovuto a ventilazione o ad aerazione o a infiltrazione.

Ambiente circostante	F _{T,a}
Ambienti con temperatura pari alla temperatura esterna	1,00
Ambiente non climatizzato	
- con una parete esterna	0,40
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,50
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,60
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,80
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestra o serramenti esterni	0,50
- con finestre o serramenti esterni	0,80
Sottotetto	
- aerato	1,00
- tetto isolato	0,70
Terreno	0,45
Vespajo aerato	0,80

Prospetto III- Fattori correttivi da applicare a ciascun componente, k, così da tener conto delle diverse condizioni di temperatura degli ambienti adiacenti alla zona termica considerata

(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

	esposizione							n 1/h	ρ ar kg/m ³
	N	S	E	O	orizzon.	nessuna			
A trasp	116,4	116,4	304,0	304,0	0,0	0,0	m ²	0,1	perché prevista ventilazione meccanica controllata tipo h
U trasp.	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	W/(m ² K)		
A opaca	254,30	254,30	-109,57	-109,57	439,90	0,00	m ²		
U opaca	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	W/(m ² K)		
F_T	0,4	0,4	0,8	0,4	0,40	0,40	Ht		
	89,33	89,33	359,34	179,67	30,50	0,00	W/K		
									748,2

La quantità di energia scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, Q_L, si calcola allo stesso modo sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.

$$Q_L = Q_T + Q_V$$

Q_T è la quantità di energia dispersa per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

Q_V è la quantità di energia di riferimento dispersa per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

In particolare i valori di energia Q_t e Q_v sono calcolati come: $Q_T = H_T \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t$ $Q_V = H_V \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t$

INVERNO			
Ti	Qt	Qv	Q _{L,H}
°C	kWh	kWh	kWh
20	11413	4026	15439
20	8901	3139	12040
20	6736	2376	9112
20	3621	1277	4899
20	0	0	0
20	0	0	0
20	0	0	0
20	0	0	0
20	0	0	0
20	3742	1320	5062
20	7303	2576	9879
20	10540	3718	14258

ESTATE			
Ti	Qt	Qv	Q _{L,C}
°C	kWh	kWh	kWh
26	15155	5346	20501
26	12281	4331	16612
26	10478	3696	14174
26	7243	2555	9797
26	5052	1782	6834
26	2112	745	2858
26	561	198	759
26	1185	418	1603
26	3380	1192	4572
26	7484	2640	10124
26	10924	3853	14778
26	14282	5038	19320

Potenza dispersa per trasmissione e per ventilazione:

	N	S	E	O	Orizzontale	Nessuna	
Fatt. Corr. Esposizione	1,2	1	1,15	1,1	1	1,2	
Coeff. Dispers.pareti	89,3	89,3	359,3	179,7	30,5	0,0	W/K
Coeff. Dispers.P.T.							W/K
Diff. Temperatura	25	25	25	25	25	25	K
Potenza termica	2679,8	2233,2	10330,9	4940,9	762,5	0,0	W
POTENZA DISPERSA							
per TRASMISSIONE attraverso l'involucro	20947,2						W

	Hg W/K	Hpe W/K
POTENZA DISPERSA per TRASMISSIONE attraverso il terreno		W

POTENZA DISPERSA per VENTILAZIONE	11471,6	W
-----------------------------------	----------------	----------

$c_p =$	1000	J/kg/K
$\rho =$	1,2	kg/m ³
$n =$	0,3	1/h
V netto R. =	4589	m ³

POTENZA DI RIPRESA per INTERMITTENZA	22334,1	W
--------------------------------------	----------------	----------

A utile =	2030,4	m ²
f_RH =	11	W/m ²

La quantità di energia scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, Q_L, si calcola allo stesso modo sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.

$$Q_L = Q_T + Q_V$$

Q_T è la quantità di energia dispersa per trasmissione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

Q_V è la quantità di energia di riferimento dispersa per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

In particolare i valori di energia Q_t e Q_v sono calcolati come:

$$Q_T = H_T \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t$$

$$Q_V = H_V \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t$$

CALCOLO DEL FABBISOGNO TERMICO PER LA STAGIONE DI RISCALDAMENTO

$$Q_{NH,s} = Q_{L,H,net} - \eta_{G,H} \cdot Q_{G,H}$$

$$Q_{L,H,net} = Q_{L,H} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S}$$

$$Q_G = Q_I + Q_{SI} + Q_{SI,S}$$

Q_{NH,s} è il fabbisogno di energia termica totale (sensibile + latente) di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

Q_{L,H,net} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

Q_{G,H} è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare entrata attraverso i componenti trasparenti, [kWh];

η_{G,H} è il fattore di utilizzazione di riferimento degli apporti energetici gratuiti;

Q_{L,H} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante, [kWh];

Q_{SE,O} è la quantità di energia solare assorbita dai componenti opachi e trasferita all'ambiente a temperatura controllata o climatizzato, [kWh];

Q_{SE,S} è la quantità di energia solare trasferita all'ambiente servito dall'impianto termico dovuta ad eventuali spazi soleggiati a temperatura non controllata addossati all'involucro attraverso la/le parete/i opaca/opache di separazione, [kWh].

Q_G è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

Q_I è la quantità di energia gratuita dovuta ad apparecchiature elettriche e persone, [kWh];

Q_{SI} è la quantità di energia gratuita dovuta alla radiazione solare entrante attraverso le superfici trasparenti rivolte direttamente verso l'ambiente esterno, [kWh];

CALCOLO DEL FATTORE **Q_{L,H,net}**

	esposizione					m ²
	N	S	E	O	Orizzon.	
A opaca	254,30	254,30	-109,57	-109,57	439,90	
F _{er}	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	
α _s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Ni	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	

INVERNO	Q _{L,H}
Ti	kWh
°C	
20	15439
20	12040
20	9112
20	4899
20	0
20	0
20	0
20	0
20	0
20	0
20	5062
20	9879
20	14258

Apporti Solari Esterni						Q _{SE}	
gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	
Gennaio	31	11	46	-2	-2	45	97
Febbraio	28	16	54	-5	-5	71	131
Marzo	31	24	74	-10	-10	132	209
Aprile	30	31	62	-15	-15	184	248
Maggio	31	45	57	-18	-18	231	296
Giugno	30	50	51	-19	-19	248	310
Luglio	31	50	58	-21	-21	276	342
Agosto	31	37	64	-19	-19	223	287
Settembre	30	27	73	-11	-11	156	233
Ottobre	31	20	73	-8	-8	95	172
Novembre	30	13	49	-3	-3	48	104
Dicembre	31	11	41	-2	-2	37	85

Calcolo fattore Q_s

	esposizione					m ²
	N	S	E	O	Orizzon.	
A trasp	116,39	116,39	304,00	304,00	0,00	
1-Ff	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
g_{\perp}	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	
Fgl	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	

Apporti Solari Interni (stagione di riscaldamento)							Q_s	Q_i
gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	kWh	
Gennaio	31	258	1095	314	314	0	1981	335
Febbraio	28	380	1303	757	757	0	3197	302
Marzo	31	573	1775	1481	1481	0	5310	335
Aprile	30	748	1496	2142	2142	0	6529	324
Maggio	31	0	0	2629	0	0	2629	335
Giugno	30	0	0	2823	0	0	2823	324
Luglio	31	0	0	3126	0	0	3126	335
Agosto	31	0	0	2698	0	0	2698	335
Settembre	30	0	0	1621	0	0	1621	324
Ottobre	31	481	1744	1111	1111	0	4446	335
Novembre	30	308	1171	375	375	0	2229	324
Dicembre	31	261	977	275	275	0	1787	335

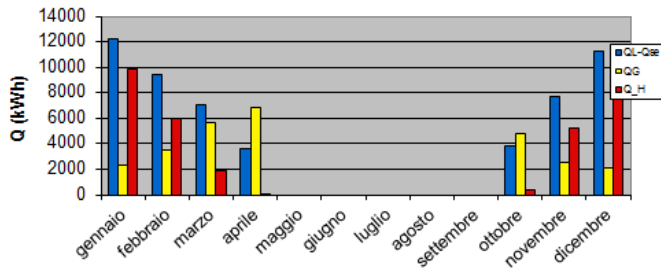
CALCOLO DEL FABBISOGNO TERMICO PER LA STAGIONE DI RISCALDAMENTO

$$Q_{NH,s} = Q_{L,H,net} - \eta_{G,H} \cdot Q_{G,H}$$

mes	gg	$Q_{L,Q_{se}}$ kWh	Q_G kWh	γ_H	ac	η_{gain_H}	Q_H kWh
gennaio	31	12171,4	2316,0	0,19	4,9	1,00	9856
febbraio	28	9437,1	3499,2	0,37	4,9	0,99	5956
marzo	31	7031,1	5644,4	0,80	4,9	0,91	1917
aprile	30	3645,1	6853,2	1,88	4,9	0,52	82
maggio	31						
giugno	30						
luglio	31						
agosto	31						
settembre	30						
ottobre	31	3850,3	4780,9	1,24	4,9	0,73	365
novembre	30	7746,1	2552,8	0,33	4,9	1,00	5201
dicembre	31	11245,3	2122,2	0,19	4,9	1,00	9124
stagione di riscaldamento							32500

C_m	115,0	$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Atot	1630	m ²
τ_c	57,8	h
τ_{0C}	15	h
a_{0C}	1	

GRAFICI



QL-Q_{SE} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

Q_G è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

Q_H è il fabbisogno di energia termica totale di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

CALCOLO DEL FABBISOGNO TERMICO PER LA STAGIONE DI RAFFRESCAMENTO

$$Q_{NC,s} = Q_{G,C} - \eta_{L,C} \cdot Q_{L,C,net}$$

$$Q_G = Q_I + Q_{SI} + Q_{SI,S}$$

$$Q_{L,C,net} = Q_{L,C} - Q_{SE,O} - Q_{SE,S}$$

Q_{NC} è il fabbisogno di energia termica di riferimento per il raffrescamento o la climatizzazione estiva della zona considerata, [kWh];

η_{L,C} è il fattore di utilizzazione di riferimento delle dispersioni termiche;

Q_{L,C,net} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

Q_G è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

Q_I è la quantità di energia gratuita dovuta ad apparecchiature elettriche e persone, [kWh];

Q_{SI} è la quantità di energia gratuita dovuta alla radiazione solare entrante attraverso le superfici trasparenti rivolte direttamente verso l'ambiente esterno, [kWh];

Q_{L,C} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra la zona climatizzata o a temperatura controllata e l'ambiente circostante, [kWh];

Q_{SE,O} è la quantità di energia solare assorbita dai componenti opachi e trasferita alla zona climatizzata o a temperatura controllata, [kWh];

Q_{SE,S} è la quantità di energia solare trasferita alla zona servita dall'impianto termico dovuta ad eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro attraverso la/le parete/i opaca/opache di separazione; tale contributo è da considerarsi solo quando tali spazi non siano dotati di meccanismi che assicurino la loro ventilazione (esterno su esterno) durante il periodo estivo, [kWh].

CALCOLO DEL FATTORE **Q_{L,H,net}**

	esposizione					m ²
	N	S	E	O	Orizzon.	
A opaca	254,30	254,30	-109,57	-109,57	439,90	
F _{er}	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	
α _s	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Ni	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	

Q _{L,C}	
ESTATE	kWh
Ti	20501
°C	16612
28	14174
28	9797
28	6834
28	2858
28	759
28	1603
28	4572
28	10124
28	14778
28	19320

Apporti Solari Esterni							Q _{SE}
	gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh
Gennaio	31	11	46	-2	-2	45	97
Febbraio	28	16	54	-5	-5	71	131
Marzo	31	24	74	-10	-10	132	209
Aprile	30	31	62	-15	-15	184	248
Maggio	31	45	57	-18	-18	231	296
Giugno	30	50	51	-19	-19	248	310
Luglio	31	50	58	-21	-21	276	342
Agosto	31	37	64	-19	-19	223	287
Settembre	30	27	73	-11	-11	156	233
Ottobre	31	20	73	-8	-8	95	172
Novembre	30	13	49	-3	-3	48	104
Dicembre	31	11	41	-2	-2	37	85

CALCOLO DEL FATTORE Q_G

Il calcolo del fattore Q_G è stato effettuato tenendo conto anche delle ombre da aggetti e ostruzioni esterne su superfici trasparenti.

	esposizione				
	N	S	E	O	Orizzon.
A trasp	116,39	116,39	304,00	304,00	0,00 m ²
1-Ff	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
g _t	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Apporti Solari Interni (stagione di raffrescamento)							Q _s	Q _t
	gg	Nord kWh	Sud kWh	Est kWh	Ovest kWh	Orizzontale kWh	kWh	kWh
Gennaio	31	258	1095	314	314	0	1981	335
Febbraio	28	380	1303	757	757	0	3197	302
Marzo	31	573	1775	1481	1481	0	5310	335
Aprile	30	748	1496	2142	2142	0	6529	324
Maggio	31	1071	1363	2629	2629	0	7692	335
Giugno	30	1189	1234	2823	2823	0	8069	324
Luglio	31	1210	1396	3126	3126	0	8858	335
Agosto	31	889	1531	2698	2698	0	7816	324
Settembre	30	640	1760	1621	1621	0	5643	335
Ottobre	31	481	1744	1111	1111	0	4446	324
Novembre	30	308	1171	375	375	0	2229	335
Dicembre	31	261	977	275	275	0	1787	324

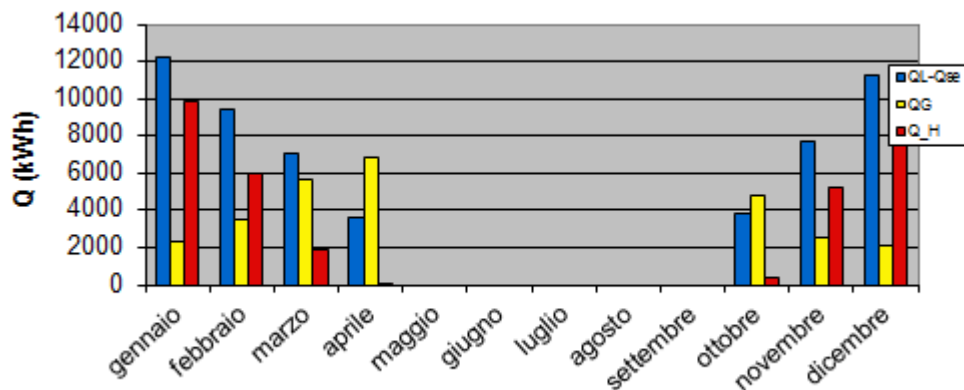
CALCOLO DEL FABBISOGNO TERMICO PER LA STAGIONE DI RISCALDAMENTO

$$Q_{NH,s} = Q_{L,H,net} - \eta_{G,H} \cdot Q_{G,H}$$

mese	gg	Q _{L-Q_{se}} kWh	Q _G kWh	γ _H	a _c	η _{gain_H}	Q _H kWh
gennaio	31	12171,4	2316,0	0,19	4,9	1,00	9856
febbraio	28	9437,1	3499,2	0,37	4,9	0,99	5956
marzo	31	7031,1	5644,4	0,80	4,9	0,91	1917
aprile	30	3645,1	6853,2	1,88	4,9	0,52	82
maggio	31						
giugno	30						
luglio	31						
agosto	31						
settembre	30						
ottobre	31	3850,3	4780,9	1,24	4,9	0,73	365
novembre	30	7746,1	2552,8	0,33	4,9	1,00	5201
dicembre	31	11245,3	2122,2	0,19	4,9	1,00	9124
stagione di riscaldamento							32500

Cm	115,0	kJ/(m ² ·K)
Atot	1630	m ²
τ _c	57,8	h
τ _{0C}	15	h
a _{0C}	1	

Grafico di riferimento



Q_{L-Q_{SE}} è la quantità di energia di riferimento scambiata per trasmissione e per ventilazione tra l'ambiente a temperatura controllata o climatizzato e l'ambiente circostante al netto dei contributi della radiazione solare trasferita all'interno per assorbimento sui componenti opachi e da eventuali spazi soleggiati addossati all'involucro, [kWh];

Q_G è la quantità di energia gratuita dovuta alle sorgenti interne ed alla radiazione solare, [kWh];

Q_H è il fabbisogno di energia termica totale di riferimento per il riscaldamento o la climatizzazione invernale della zona considerata, [kWh];

CALCOLO DEL VALORE EP_h: INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER IL RISCALDAMENTO

L'edificio oggetto di analisi appartiene alla categoria E1, adibito a residenza, per tanto l'EP_h verrà rapportato all'unità di superficie utile degli ambienti a temperatura controllata o climatizzata.

Rapporto di forma dell'edificio	Zona climatica				
	D		E		F
S/V	da 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3001 GG
≤ 0,2	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	68	88	88	116	116

Tabella A.1 - Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m³ anno, per gli edifici della categoria E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

$$EP_h = \frac{Q_{ep,h}}{V_{lordo}} \quad EP_h < EP_{h_lim}$$

Fabbisogno termico annuo per il riscaldamento

$$Q_{H_annuo} = 32500 \text{ kWh}$$

Potenza termica utile del generatore

$$P_n = 65,7 \text{ kW}$$

efficienza globale media stagionale minima dell'impianto di riscaldamento

$$\varepsilon_{g_min} = 80,0\%$$

□

Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento

$$Q_{EPH_annuo} = 40625 \text{ kWh}$$

$$A_{utile} = 2030 \text{ m}^2$$

EP _H =	20,0	kWh/m ²	OK
EP _{H lim} =	46,9	kWh/m ²	

CERTIFICAZIONE ENERGETICA PER IL RISCALDAMENTO

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	EP _H < 14	EP _H < 20	EP _H < 25
A	14 ≤ EP _H < 29	20 ≤ EP _H < 39	25 ≤ EP _H < 49
B	29 ≤ EP _H < 58	39 ≤ EP _H < 78	49 ≤ EP _H < 98
C	58 ≤ EP _H < 87	78 ≤ EP _H < 118	98 ≤ EP _H < 148
D	87 ≤ EP _H < 116	118 ≤ EP _H < 157	148 ≤ EP _H < 198
E	116 ≤ EP _H < 145	157 ≤ EP _H < 197	198 ≤ EP _H < 248
F	145 ≤ EP _H < 175	197 ≤ EP _H < 236	248 ≤ EP _H < 298
G	EP _H ≥ 175	EP _H ≥ 236	EP _H ≥ 298

Tabella A.4.1 - Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato dell'edificio (kWh/m²anno), per gli edifici della classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

CALCOLO DEL VALORE ET_c : INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER IL RAFFRESCAMENTO

Allo stesso modo verrà calcolato ET_c , apportato all'unità di superficie utile degli ambienti a temperatura controllata o climatizzata.

$$ET_c = \frac{Q_c}{V_{\text{lordo}}}$$

Fabbisogno termico annuo per il raffrescamento

$$Q_{c_annuo} = \boxed{29522} \text{ kWh}$$

$$A_{\text{utile}} = \boxed{2030} \text{ m}^2$$

$$ET_c = \boxed{14,5} \text{ kWh/m}^2$$

CERTIFICAZIONE ENERGETICA PER IL RAFFRESCAMENTO

Classe	Edifici di classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$	$ET_c < 5$
A	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$	$5 \leq ET_c < 10$
B	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$	$10 \leq ET_c < 20$
C	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$	$20 \leq ET_c < 30$
D	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$	$30 \leq ET_c < 40$
E	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$	$40 \leq ET_c < 50$
F	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$	$50 \leq ET_c < 60$
G	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$	$ET_c \geq 60$

Tabella A.4.3 - Valori limite della classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento, espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzato dell'edificio [$\text{kWh/m}^2\text{anno}$], per gli edifici della classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme.

Valutazione del fabbisogno di energia primaria EPh							
Descrizione		Simbolo	Unità	Energia termica	Energia elettrica totale	Energia elettrica recuperata	Rendimenti
Edificio	0.Fabbisogno ideale edificio	Q_c	kWh	27.311			
Emissione	2a. Fabbisogno	Q''_h	kWh	27.311			0,960
	3.Perdite di emissione	$Q_{e,e}$	kWh	+ 1.138			
	3a.Fabbisogno emissione	$Q_{in,e}$	kWh	= 28.449			
	3b.Energia elettrica emissione	$Q_{e,e}$	kWh		0		
Regolazione	3a. Fabbisogno	$Q_{out,c}$	kWh	28.449			0,940
	4.Perdite di regolazione	$Q_{l,c}$	kWh	+ 1.816			
	4a. Fabbisogno effettivo	Q_{hr}	kWh	= 30.265			
Distribuzione	4a. Fabbisogno	ΣQ_{hr}	kWh	30.265			0,980
	5. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d}$	kWh	+ 618			
	5b.Energia elettrica pompe distribuzione	$Q_{po,d}$	kWh		4368		
	5b.Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	0,85		3.713	
	5a.Fabbisogno della distribuzione	Q_p	kWh	= 27.170			
Generazione	5a. Fabbisogno	ΣQ_p	kWh	27.170			2,070
	6b.Energia elettrica pompa primaria	Q_{po}	kWh		0		
	6b.Fattore di recupero energia elettrica	η_{po}	-	0,85		0	
	6a.Energia termica utile dal generatore	Q_u	kWh	= 27.170			
	6 Rendimento generatore	η_{gn}	-	2,07			
	7.Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	13.126			
	6c.Energia elettrica del bruciatore	Q_{br}	kWh		0		
Totali	8.Fabbisogno totale di en.elettrica	Q_e	kWh		4.368		1,207
	8a. Energia primaria equivalente	$Q_e \cdot \eta_{sen}$	kWh	9.496	0,460		
	7.Fabbisogno per la combustione	Q_c	kWh	13.126			
	9.Totale energia primaria	Q	kWh	22.621			

Es. appartamento termoautonomo

Superficie utile riscaldata (m2)	2861,35	m2
EPh (kWh/m2 anno)	7,9	kWh/m2 anno
Classe energetica	A+	

Altezza lorda	16,4	m
Volume lordo riscaldato	46926,14	m3

Potenza termica utile	77,08312	kW
Rendimento globale minimo	0,807	
Rendimento medio globale stagionale	1,207	
Verifica rendimento	OK	

3b. Energia elettrica emissione

Radiatori	0	kWh/a
Ventilconvettori	0	kWh/a
Esempio con ventilconvettori		
Potenza elettrica di 1 ventilconvettore	0	W
Tempo di funzionamento annuo	0	h/anno
Numero totale ventilconvettori	0	
3b. Energia elettrica emissione	0	kWh/a

5b. Energia elettrica pompe distribuzione

Potenza elettrica pompe di distribuzione	1000	W
Tempo di funzionamento annuo	4368	h/anno

6c. Energia elettrica del bruciatore

Potenza elettrica pompe di distribuzione	0	W	non c'è bruciatore
Tempo di funzionamento annuo	4368	h/anno	

SCELTE IMPIANTISTICHE

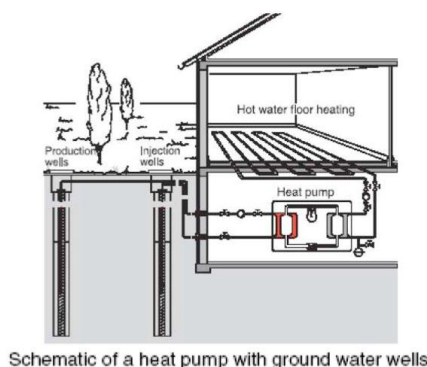
Alla quota del piano interrato, a ridosso del corpo scala, come qui illustrato, è stato inserito il locale termico, con i macchinari necessari per il riscaldamento e per l'ACS. Ogni edificio ha il proprio. Il locale come da norma prevede strutture e porte REI 30, le porte devono avere altezza minima 2 m e larghezza minima 0,60 m.

Date le analisi precedenti è possibile evincere il generatore utilizzato richiede una potenza termica utile di circa 100 Kw. Il generatore scelto è una pompa di calore acqua/acqua Reversibile: grazie alla sua temperatura costante durante tutto l'anno, l'acqua di falda rappresenta una sorgente termica importante che può essere sfruttata, attraverso dei pozzi, dalle pompe di calore. L'acqua viene recuperata tramite un pozzo di prelievo e convogliata all'evaporatore, dove cede (o acquisisce, nel processo di raffreddamento) calore prima di essere reintrodotta nel sottosuolo, tramite un pozzo di immissione. Anche laghi, fiumi e torrenti possono essere utilizzati come sorgenti per la produzione di energia termica per lo più frigorifera. Come per le pompe di calore aria – acqua, queste possono essere abbinate a pannelli solari termici, caldaie a biomassa e caldaie a gas, meglio se a condensazione.

Per questa tecnologia è fondamentale eseguire alcune analisi preventive (prove di pompaggio per verificare la quantità di acqua utilizzabile e la sua profondità al fine di non creare problemi importanti alle falde acquifere; caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua al fine di utilizzare i materiali più adatti sia per la costruzione del pozzo che del circuito Idraulico). La pompa di calore scelta per la climatizzazione dell'ambiente è una pompa reversibile qui sotto riportata, che attinge da un pozzo, uno per ogni singolo edificio.

Pompe di calore Acqua/Acqua

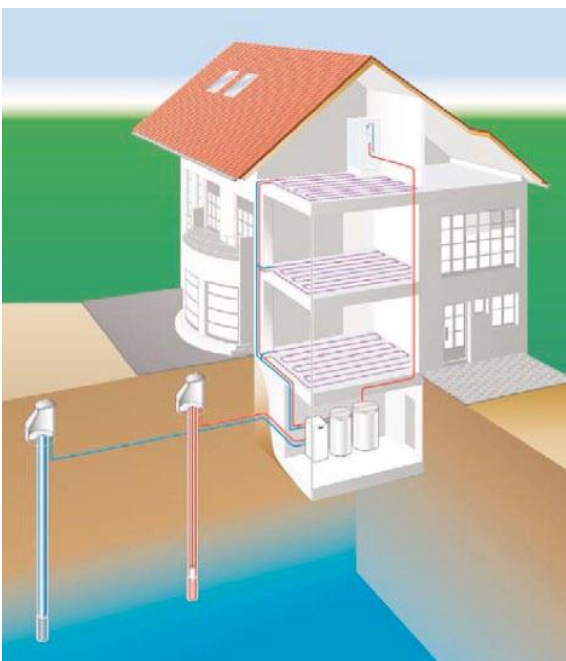
Tipo	Potenzialità termica/ COP ²⁾	Montaggio		Temp. di mandata ca.			Riscaldam. e Raffrescam.
		interno	esterno	fino 58 °C	fino 65 °C	fino 75 °C	
WWP W 9 IE	8,2 / 4,8	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 9 I	8,2 / 4,9	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 14 IE	13,5 / 4,7	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 14 I	13,5 / 5,0	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 18 I	16,9 / 5,2	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 22 I	21,3 / 5,3	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 27 I	26,1 / 4,9	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 50 I	47,3 / 5,7	●		●			Passivo ⁵⁾
WWP W 100 I	95,5 / 5,3	●		●			Passivo ⁵⁾



Schematic of a heat pump with ground water wells

Inoltre la pompa di calore è ideale se abbinata all'uso di corpi scaldanti come i pannelli radianti a pavimento perchè lavora a basse temperature. Per giunta questa tecnologia ci dà la possibilità di riscaldare l'inverno e di raffrescare d'estate e sempre attraverso i pannelli radianti a pavimento. L'estate il solo raffrescamento non basta però è necessaria anche una deumidificazione, che dovrà essere effettuata tramite appositi impianti. Abbiamo deciso di abbinare questa tecnologia ai pannelli solari, per far sì che quest'ultimi possano contribuire a ricoprire il fabbisogno di acqua calda sanitaria dell'edificio. La pompa di calore quindi è collegata ad un accumulatore da 1000 l, che raccoglie il liquido termovettore, e ad un bollitore che mantiene a temperatura l'acqua calda sanitaria da 2000 l.

Nei cavedi ai lati dell'ascensore si diramano le tubature necessarie per il raffrescamento e riscaldamento da cui si diramano i collettori nei singoli appartamenti, attraversando e riscaldando anche le zone ad uso comune.



Esempio di funzionamento dell'impianto di riscaldamento.

La tecnologia utilizzata per questo tipo di servizio è quella dei pannelli radianti a pavimento.

La pompa di calore fornisce energia termica al fluido termovettore che viene depositato nell'accumulatore, dal

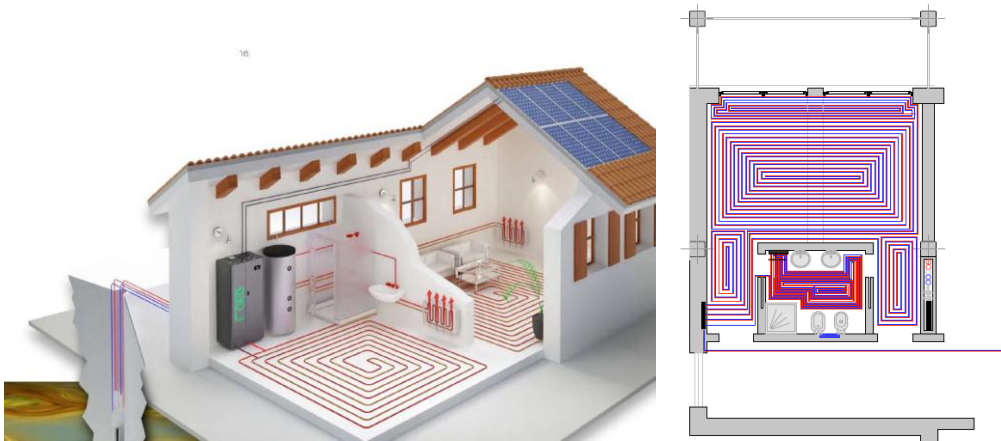
quale partono le tubazioni per i vari appartamenti e gli spazi comuni degli studenti.

Le tubazioni di distribuzione sono realizzate in acciaio e sono preisolate di modo da non disperdere energia termica

durante il trasporto del fluido. All'ingresso di ogni utenza troviamo un collettore dal quale partono tutte le

varie serpentine presenti negli appartamenti, regolabili quindi autonomamente. Queste tubazioni essendo allo stesso tempo dei corpi scaldanti sono realizzate con un materiale che presenta una buona trasmittanza termica, il PEX. La potenza termica emessa viene calcolata attraverso diverse procedure: di fatto è necessario trovare la temperatura della superficie radiante in funzione della temperatura dell'acqua. I parametri che influenzano tale valore sono: il passo del tubo; lo spessore e conduttività termica del rivestimento della superficie radiante (resistenza termica del rivestimento del pavimento); il diametro esterno

del tubo, comprensivo dell'eventuale rivestimento; la conduttività termica del tubo e del rivestimento; gli elementi conduttivi aggiuntivi; il contatto fra tubi e pavimento/parete/soffitto. All'interno degli appartamenti le serpentine hanno generalmente un passo di 10 cm per le camere, 5 cm per i locali di servizio, quali i bagni, 7 cm in prossimità di muri esterni e finestre, 12 cm per gli ambienti comuni. Questo tipo di disposizione delle serpentine viene detta anulare standard e serve a compensare le perdite di energia termica dovuto alla vicinanza del locale con l'esterno.



DIFFUSORI DI MANDATA/RITORNO

CALCOLO NUMERO DIFFUSORI DI MANDATA			
Numero dei diffusori di MANDATA (portata volumica totale/velocità aria 500m ³ /h)		4,4	
Numero dei diffusori di RIPRESA (portata volumica totale/velocità aria 500m ³ /s)		2,9	
lo ho considerato 1000 m ³ /h per avere 5 canali di mandata (e ritorno), quelli necessari a servire i miei :			
DIFFUSORE MANDATA			
Q	m ³ /h	4435	m ³ /s
w		7	1,23
A=Q/w		0,18	0,27
sez. circolare			
Pleanum A			
Q	m ³ /h	459	m ³ /s
w		5	0,13
A=Q/w		0,03	0,10
Diramazione Pleanum A -Per piano e singolo alloggio			
Q	m ³ /h	92	m ³ /s
w		3	0,03
A=Q/w		0,01	0,06
sez. circolare			
Pleanum B			
Q	m ³ /h	1371	m ³ /s
w		5	0,38
A=Q/w		0,08	0,18
Diramazione Pleanum B -Per piano e singolo alloggio			
Q	m ³ /h	274	m ³ /s
w		3	0,08
A=Q/w		0,03	0,10
sez. circolare			
Pleanum C			
Q	m ³ /h	820	m ³ /s
w		5	0,23
A=Q/w		0,05	0,14
Diramazione Pleanum C -Per piano e singolo alloggio			
Q	m ³ /h	164	m ³ /s
w		3	0,05
A=Q/w		0,02	0,08
sez. circolare			
Pleanum D			
Q	m ³ /h	820	m ³ /s
w		5	0,23
A=Q/w		0,05	0,14
Diramazione Pleanum D -Per piano e singolo alloggio			
Q	m ³ /h	164	m ³ /s
w		3	0,05
A=Q/w		0,02	0,08
sez. circolare			
Pleanum E			
Q	m ³ /h	820	m ³ /s
w		5	0,23
A=Q/w		0,05	0,14
Diramazione Pleanum E -Per piano e singolo alloggio			
Q	m ³ /h	164	m ³ /s
w		3	0,05
A=Q/w		0,02	0,08
sez. circolare			

DIFFUSORE RITORNO			
Q	m3/h	m3/s	
	2878	0,80	
w	7		
A=Q/w	0,11	0,22	

Pleanum A			
Q	m3/h	m3/s	
	459	0,13	
w	5		
A=Q/w	0,03	0,10	

Diramazione Pleanum A -Per piano e singolo alloggio			
Q	m3/h	m3/s	
	92	0,03	
w	3		
A=Q/w	0,01	0,06	

Pleanum B			
Q	m3/h	m3/s	
	1234	0,34	
w	5		
A=Q/w	0,07	0,17	

Diramazione Pleanum B -Per piano e singolo alloggio			
Q	m3/h	m3/s	
	247	0,07	
w	3		
A=Q/w	0,02	0,10	

Pleanum C			
Q	m3/h	m3/s	
	738	0,21	
w	5		
A=Q/w	0,04	0,13	

Diramazione Pleanum C -Per piano e singolo alloggio			
Q	m3/h	m3/s	
	148	0,04	
w	3		
A=Q/w	0,01	0,07	

Pleanum D			
Q	m3/h	m3/s	
	738	0,21	
w	5		
A=Q/w	0,04	0,13	

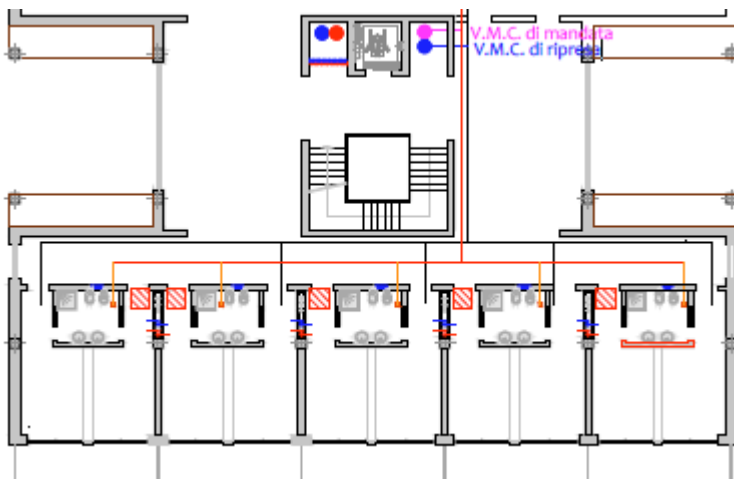
Diramazione Pleanum D -Per piano e singolo alloggio			
Q	m3/h	m3/s	
	148	0,04	
w	3		
A=Q/w	0,01	0,07	

Pleanum E			
Q	m3/h	m3/s	
	738	0,21	
w	5		
A=Q/w	0,04	0,13	

Diramazione Pleanum E -Per piano e singolo alloggio			
Q	m3/h	m3/s	
	148	0,04	
w	3		
A=Q/w	0,01	0,07	

Impianto di distribuzione dell'aria trattata, VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA. Ventilare gli alloggi è un'esigenza imprescindibile per la salubrità dell'ambiente, per evitare la formazione di muffe, per risparmiare energia; esigenza, quest'ultima, difficilmente compatibile con l'apertura delle finestre.

Gli alloggi progettati prevedono tutti un sistema di ventilazione meccanica controllata: nel cavedio opposto a quello del riscaldamento sono stati infatti dimensionati due collettori di distribuzione dell'aria, che terminano in copertura con un sistema di ricircolo.



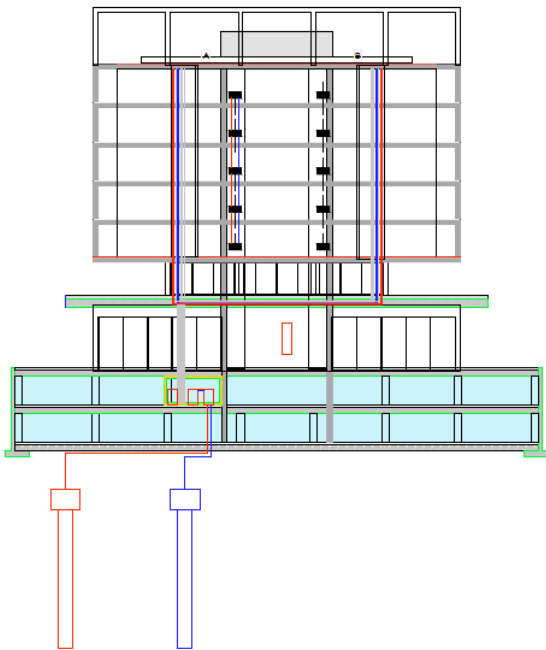
PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ACS

Passiamo al calcolo del fabbisogno giornaliero di ACS, la cui produzione è garantita da pannelli solari termici (integrati con la PdC) distribuiti sul tetto ed esposti verso sud-ovest con un'inclinazione di 30°. Bisogna a questo punto distinguere i pannelli solari termici dai pannelli solari fotovoltaici. I pannelli solari termici permettono di riscaldare l'ACS per l'uso quotidiano senza utilizzare gas o elettricità. Il principio utilizzato è sfruttare il calore proveniente dal Sole e utilizzarlo per il riscaldamento o la produzione di acqua calda che

può arrivare a temperature ben più elevate di quelle normalmente richieste. Risultano essere un efficace sostituto dello scaldabagno o della caldaia per lavare piatti, fare la doccia, e tutti gli altri usi quotidiani nel contesto abitativo. Un pannello impiega circa 10 ore per riscaldare l'acqua del serbatoio. Uno degli svantaggi è che in mancanza del Sole il rendimento dei pannelli si riduce drasticamente, soprattutto quando il cielo è nuvoloso e in inverno. Inoltre, nelle ore notturne è soltanto possibile utilizzare l'acqua riscaldata precedentemente, una volta esaurita occorrerà utilizzare la PdC.

Per calcolare il consumo giornaliero di ACS prendiamo ad esempio un comfort medio con un utilizzo di 50L per persona. Per ricoprire il fabbisogno di ACS collegheremo all'impianto un accumulatore di acqua calda da 5000L.

E' indubbio il vantaggio dal punto di vista economico negli anni ed ambientale dell'utilizzo dei pannelli solari termici. L'integrazione di un pannello solare in un impianto idraulico avviene nel seguente modo. Il tubo di uscita del serbatoio è collegato a poca distanza ad una valvola termostatica che si occupa di miscelare l'acqua calda dell'accumulo con l'acqua fredda dell'impianto mantenendo in uscita acqua a temperatura costante (40-50 °C). I motivi principali per cui avviene sono: pericolo di ustioni; dispersione di calore nelle tubature data l'elevata temperatura (per questo motivo la valvola non dovrebbe essere posta troppo distante dall'accumulo); danneggiamento di una eventuale caldaia posta in serie al pannello solare.



L'uscita della valvola termostatica è poi collegata ad una valvola deviatrice detta anche valvola a tre vie. Questa valvola ha un ingresso e due possibili uscite. A seconda della temperatura di ingresso si attiva l'una o l'altra uscita, ma mai contemporaneamente. Si adotta questa soluzione per far in modo che quando la temperatura è di circa 40 °C o superiore l'acqua venga direttamente immessa nel circuito dell'acqua calda sanitaria; in caso contrario viene inviata all'ingresso di una caldaia istantanea o ad accumulo, che la scalda fino alla temperatura desiderata prima di essere immessa nel circuito. La suddetta valvola deviatrice può essere azionata manualmente (valvola manuale), ad esempio nel periodo invernale o in lunghi periodi di scarso irraggiamento,

oppure può essere controllata meccanicamente da un piccolo motore azionato da un sensore di temperatura, solitamente una termocoppia, posto all'interno dell'accumulo (valvola elettronica).