



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CATANIA**
COMMISSIONE GIOVANI



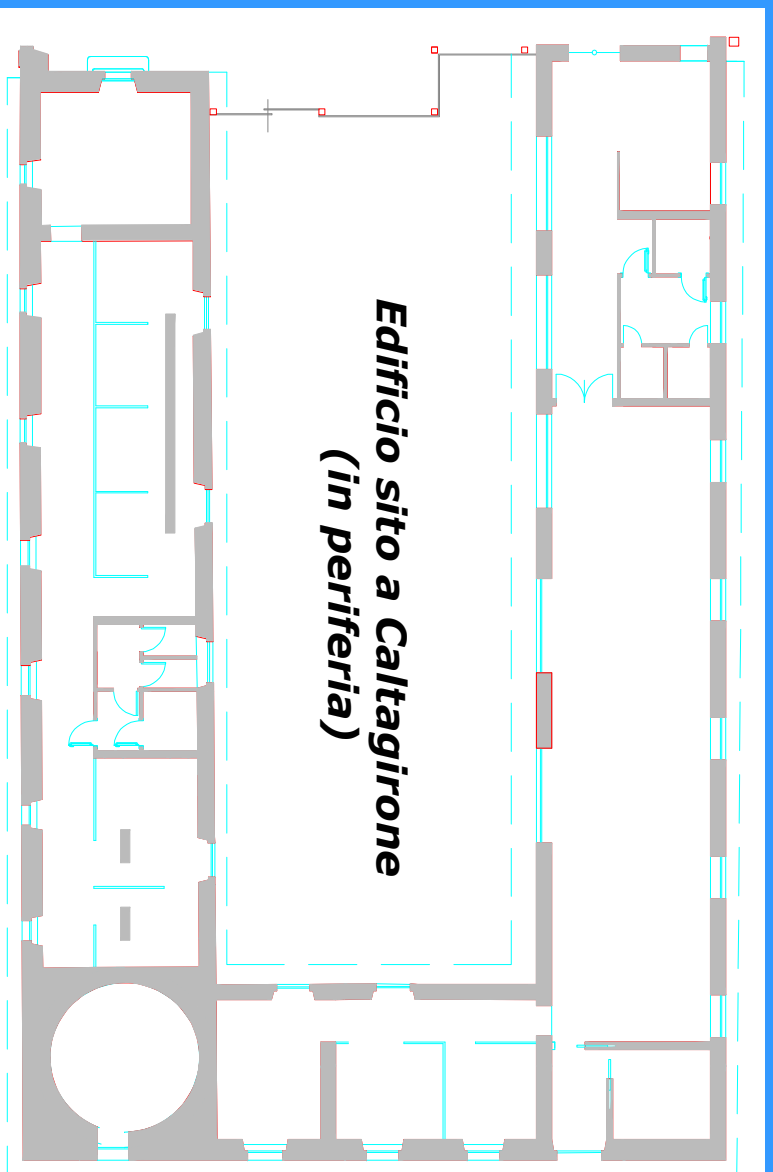
PRINCIPI BASILARI PER LA PROGETTAZIONE

Impianti di riscaldamento progetto e normativa

Ing. Gianpiero Evola

Catania, 25/10/2008

Caso studio



Parametri climatici

Catagirone : 1398 GG (zona C) – (Allegato A DPR 412/93)

A	B	C	D	E	F
gradi-giorno	gradi-giorno	gradi-giorno	gradi-giorno	gradi-giorno	gradi-giorno
fino a 600	601 - 900	901-1400	1401-2100	2101-3000	oltre 3000

Temperature esterne di progetto
(secondo UNI 5364)

CORREZIONI

- Si riduce di 1°C per ogni 200 m s.l.m.
- Per edifici isolati si riduce di 1-2 °C

600 m  **Isolato**

$T_e = 0^\circ\text{C}$

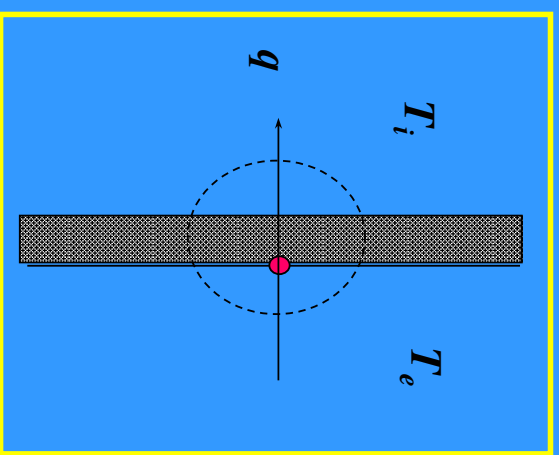
-15°C	Alta Valle Cuneese, Tarvisio, Valle d'Aosta
-12°C	Trento
-10°C	Alta Carnia, Aosta, Belluno, Cuneo, Sondrio, Verona (zona montana), Vicenza (zona altipiani)
-8°C	Alessandria, Asti, Torino
-7°C	Bassa Carnia, Brescia, provincia di Como, provincia di Piacenza, Vercelli
-5°C	Como, Cremona, Bergamo, Bologna, Ferrara, Forlì, Gorizia, L'Aquila, Mantova, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Pavia, Piacenza, Pordenone, Ravenna, Reggio Emilia, Rovigo, Treviso, Udine, Varese, Venezia, Verona, Vicenza
-4°C	Campobasso
-3°C	Cosenza, Enna, Potenza, Rieti, Verona (zona lago)
-2°C	Ancona, Ascoli Piceno, Avellino, Benevento, Catanzaro, Macerata, Matera, Perugia, Pesaro, Siena, Terni
0°C	Arezzo, Bari, Brindisi, Catanzaro, Caserta, Chieti, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Grosseto, Imperia, La Spezia, Lecce, Livorno, Lucca, Massa Carrara, Nuoro, Pisa, Ragusa, Roma, Savona, Taranto, Teramo
2°C	Latina, Napoli, Pescara, Salerno, Sassari
3°C	Agrigento, Cagliari, Reggio Calabria
5°C	Catania, Messina, Palermo, Siracusa, Trapani

La trasmittanza

La **TRASMITTANZA** di un elemento edilizio rappresenta il flusso termico trasmesso attraverso lo stesso elemento per unità di superficie ed in presenza di una differenza di temperatura unitaria fra i due ambienti (si misura in W/m²K)

$$q = U \cdot (T_i - T_e)$$

$$Q = U \cdot A_p \cdot (T_i - T_e)$$



$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{h_{oi}} + \sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{h_{oe}}}$$

$$C = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\lambda_j}}$$

Nota la stratigrafia della parete, si può valutare la **trasmittanza** U (e la **conduttanza** C) come :

Valori dei coefficienti h_{oi} ed h_{oe}
secondo ISO 9869

DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO		
Ascendente	Orizzontale	Discendente
h_{oi}	10 (W/m²K)	7,7 (W/m²K)
h_{oe}	25 (W/m²K)	25 (W/m²K)

Abacco dei materiali

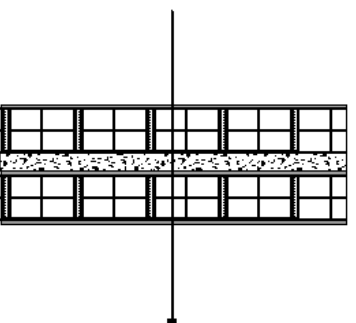
(sequito del prospetto)

UNI 10351/1994	ρ (kg/m ³)	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/m ³ Pa)	$\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/m ³ Pa)	λ_m (W/mK)	m %	λ (W/mK)
<p>Materie plastiche cellulari</p> <p>La conduttività di riferimento medio valida per materiali prodotti da non meno di 100 d (giorni). Per temperature medie comprese tra 270 e 320 K la conduttività delle matriche plastiche cellulari aumenta da 0,4 a 0,5% / K al crescere della temperatura media del materiale. Sul valore di m le tolleranze di spessore riferite a lastre di 10 cm di spessore, incidono dall'1 al 3%; l'effetto dell'installazione per incollaggio accostamento, incastro o battentura, ecc. incide dall'1 al 3%, per montaggi che impiegano stiffe o altri sistemi che introducono ponti termici; migliorare i dati di calcolo almeno del 5%. Per montaggi contro il terreno migliorare i dati di calcolo dal 10 al 25%⁽⁴⁾. Per i materiali leggeri le resistenze termiche specifiche non sono rigorosamente additive; ricalcolare la resistenza termica specifica totale di ciascun manufatto o di ciascun isolamento composto da più strati sovrapposti di resistenza termica specifica nota. Qualora sia fornita, per un determinato materiale, una correlazione tra la conduttività a 100 d dalla produzione e la conduttività ad un diverso numero di giorni dalla produzione, si possono ricalcolare i valori di m.</p> <p>— dioruro di polivinilile espanso rigido in lastre⁽⁵⁾</p> <p>— poliisilene⁽⁶⁾</p> <p>— espanso estruso in continuo, non reticolato</p> <p>— espanso estruso in continuo, reticolato</p> <p>— espanso estruso in continuo, reticolato</p> <p>— polistirene (contenuto di umidità in pareti (interne)⁽⁷⁾ da 1 a 2%, per applicazioni contro il terreno⁽⁸⁾ sino al 20%; per i prodotti estrusi i valori di umidità indicati devono essere circa dimezzati). La conduttività aumenta da 0,1 a 0,5% per ogni % di umidità)</p> <p>— espanso sinterizzato per alleggerimento strutture</p> <p>— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (conforme a UNI 7891, le masse volumiche sono quelle nominali indicate nella norma; conduttività di riferimento ricalcolate a 293 K e per 10 cm di spessore)</p> <p>— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi</p>	30	} 0,5 a 1	1 a 2	0,032	20	0,039
	40			0,035	20	0,041
	30	} 1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,042	20	0,050
	50			0,050	20	0,060
	33			0,048	20	0,048
	50	} 1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,048	20	0,058
	15			0,041	10	0,045
	20			0,037	10	0,041
	25	} 2,5 a 6	2,5 a 6	0,036	10	0,040
	30			0,036	10	0,040
10	} 3,6 a 9	3,6 a 9	0,051	10	0,059	
15			0,043	10	0,047	
20	} 2,5 a 6	2,5 a 6	0,040	10	0,044	
25			0,039	10	0,042	
30	} 1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,038	10	0,042	
30			0,038	10	0,042	

(segue prospetto)

Caratteristiche edificio - PARETI

STRUTTURA		Muratura in doppia parete con due elementi forati da 12 cm e polistirene espanso sinter. da 5 cm. S= 33 cm, R _w =49, REI>=180	
PE 103			
ns	comat	descrizione strati	s l r
LIT 1		Strato limitare della superficie verticale interna UNI 694b	0,130
1	LIT 7	Intonaco di calce e gesso	0,01 0,7 0,014
2	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0,12 0,250
3	I30 10	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kalmc in lastre, conforme UNI 7891	0,05 0,04 1,250
4	LIT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0,015 0,9 0,017
5	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0,12 0,250
6	LIT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0,015 0,9 0,017
LIT 2		Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 694b	0,040

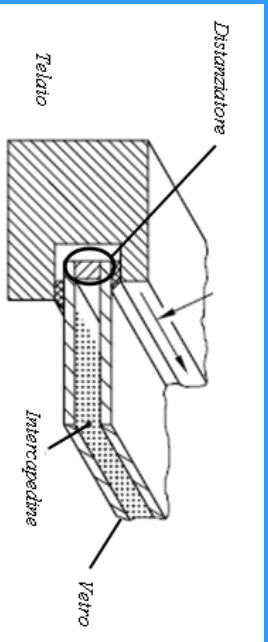


$$U = 0.508 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

Caratteristiche edificio - FINESTRE



$$U_w = \frac{A_g U_g + A_t U_t + l_g \Psi_g}{A_g + A_t}$$

(vedi UNI 10077)



U = 3.22 (W/m²·K)

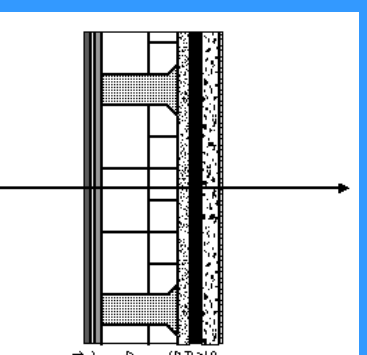
Tabella 4. Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,5	2,2
F	2,4	2,2	2,1

Caratteristiche edificio - SOFFITTO

STRUTTURA SOF 615
Copertura per mansarda in latero cemento con interposto isolamento in fibre di vetro, rivestimento in pino

ns	colMat	descrizione strati	s	l	R
ITR 4		Strato limitare della superficie orizzontale interna, calore ascendente			0,100
1	LEG 2	Legno di pino con flusso termico perpendicolare alle fibre	0,015	0,15	0,100
2	INA 3	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 10 mm, superfici opache, flusso di calore	0,01		0,150
3	INT 7	Intonaco di calce e gesso	0,015	0,7	0,021
4	SOL 2	Soletta mista da 16 cm, in laterizio +2, nevrature in cemento armato, 950 l/da	0,18		0,300
5	CIS 2	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 20000 per pareti interne o esterne protette	0,03	1,16	0,026
6	IMP 3	Bitume	0,03	0,17	0,176
7	ISO 3	Pannelli rigidi in fibra di vetro da 100 Kcal/mc	0,04	0,038	1,053
8	CAR 4	Cartone bitumato	0,003	0,23	0,013



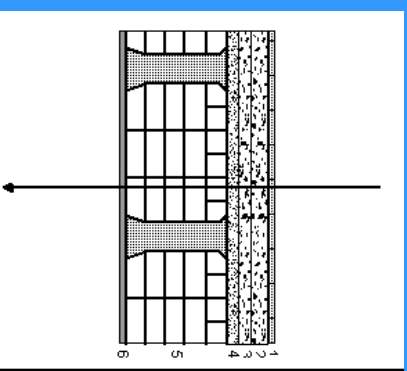
U = 0.5 (W/m²·K)

Tabella 3.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di copertura espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K)	Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K)
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Caratteristiche edificio - PAVIMENTO

STRUTTURA		Pavimento su portico, isolata con pannelli in polistirene, finitura in ceramica			
ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
	LITR 7	Strato limitare della superficie orizzontale interna, calore discendente			0.170
1	PAV 1	Piastrelle di ceramica	0.015	1	0.015
2	222 7	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo	0.04	0.13	0.308
3	130 11	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle impermeabile alta	0.03	0.035	0.857
4	CIS 6	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.03	1.26	0.024
5	SOL 7	Solatio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.24		0.280
6	INT 8		0.015	0.9	0.017



$$U = 0.54 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

Tabella 3.2 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K

Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K)	Dall' 1 luglio 2010 U (W/m ² K)
A	0.80	0.74	0.65
B	0.60	0.55	0.49
C	0.55	0.49	0.42
D	0.46	0.41	0.36
E	0.43	0.38	0.33
F	0.41	0.36	0.32

Calcolo carichi termici

Dispersioni per trasmissione :

$$Q_d = \sum_j U_j \cdot S_j \cdot (T_A - T_E) \cdot f$$

f: fattore di correzione per esposizione (UNI 7357)

sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest	nord	nord-est	est	sud-est
—	2÷5	5÷10	10÷15	15÷20	15÷20	10÷15	5÷10

Si deve inoltre tenere conto dei ponti termici (UNI EN ISO 14683); in prima approssimazione, il risultato precedente può essere incrementato del 10 %.

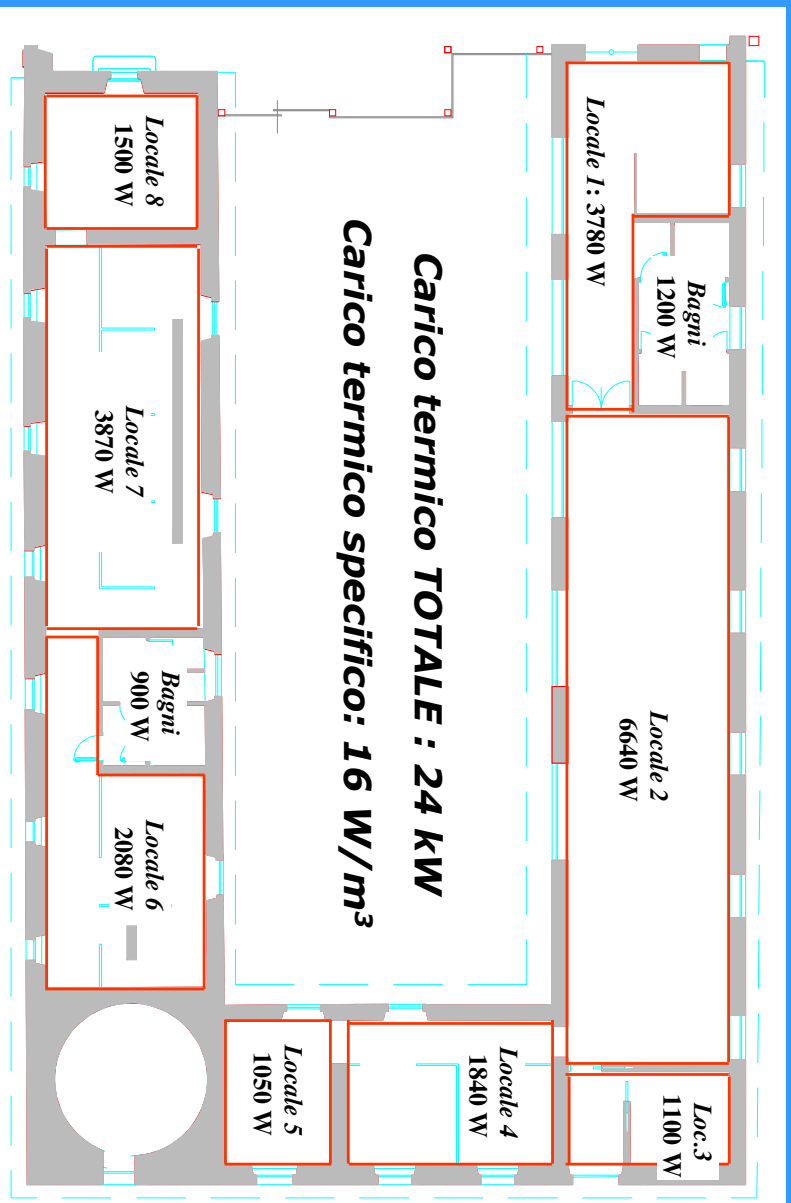
Dispersioni per ventilazione :

$$Q_d = m \cdot c_p \cdot (T_A - T_E) = nV \cdot \rho_a \cdot c_p \cdot (T_A - T_E)$$

$$n = 0.5 \quad \rho_a = 1.29 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$c_p = 1000 \text{ (J/kg}\cdot\text{K)}$$

Carichi termici



Selezione radiatori - ACCIAIO

Altezza (mm)	2		3		4		5		6	
	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE
750										
Δt50 = W	57,6	80,0	103,0	125,0	151,0					
Δt60 = W	73,64	101,82	131,13	159,34	192,95					
Kcal/h=Δt50	49,5	68,8	88,6	108,0	130,0					
Kcal/h=Δt60	62,89	87,57	112,77	137,46	169,90					
Intensasse	694	694	694	694	694					
Cap. Litri	0,73	1,09	1,44	1,80	2,20					
Peso (Kg.)	1,12	1,69	2,26	2,83	3,40					
Esp. (n)	1,309	1,323	1,325	1,346	1,344					

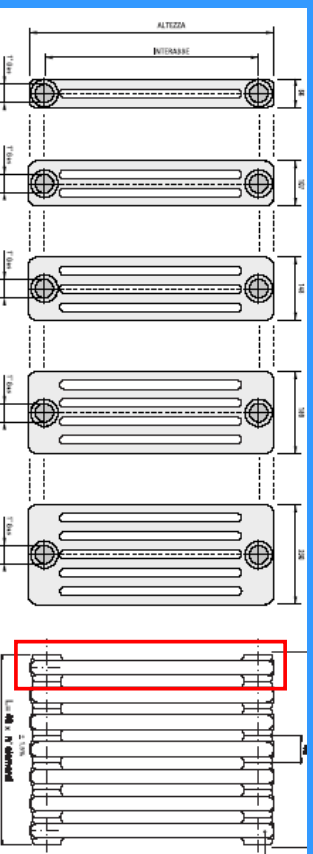
Altezza (mm)	2		3		4		5		6	
	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	
900										
Δt50 = W	68,1	94,6	121,0	146,0	176,0					
Δt60 = W	86,53	120,42	154,10	186,73	224,80					
Kcal/h=Δt50	58,6	81,4	104,0	126,0	151,0					
Kcal/h=Δt60	74,42	103,56	132,60	160,99	193,33					
Intensasse	844	844	844	844	844					
Cap. Litri	0,85	1,27	1,68	2,10	2,50					
Peso (Kg.)	1,33	2,01	2,68	3,36	4,03					
Esp. (n)	1,314	1,324	1,327	1,350	1,342					

Altezza (mm)	2		3		4		5		6	
	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	COLONNE	
1000										
Δt50 = W	75,2	104,0	133,0	161,0	193,0					
Δt60 = W	95,61	132,40	169,47	206,95	246,44					
Kcal/h=Δt50	64,7	89,4	114,0	138,0	166,0					
Kcal/h=Δt60	82,22	113,86	145,75	177,12	211,94					
Intensasse	944	944	944	944	944					
Cap. Litri	0,93	1,39	1,84	2,30	2,80					
Peso (Kg.)	1,48	2,22	2,96	3,71	4,46					
Esp. (n)	1,317	1,324	1,329	1,350	1,341					

$$\Delta t = t_m - t_A = \left(\frac{t_{in} + t_{out}}{2} \right) - t_A$$

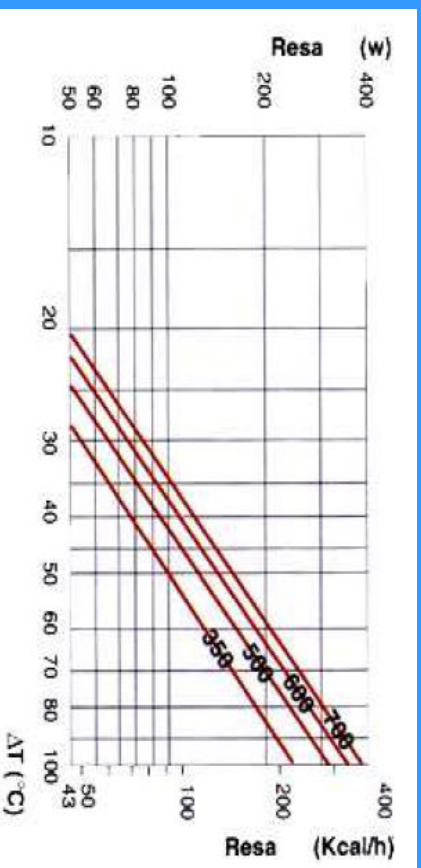
$$\Delta t = \left(\frac{2 \cdot t_{in} - 10}{2} \right) - t_A$$

$$\Delta t = \left(\frac{2 \cdot 75 - 10}{2} \right) - 20 = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Selezione radiatori - ALLUMINIO

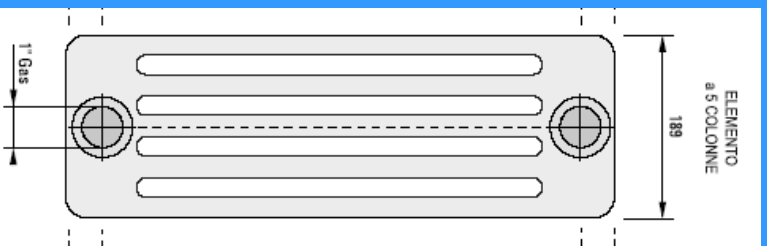
Articolo	Elementi	Interasse h (mm)	Resa DIN 4704 (w)	Resa DIN 4704 (Kcal/h)	Resa DIN 4704 (w)	Resa DIN 4704 (Kcal/h)
R805/4	4	600	768	660	598	514
R805/5	5	600	960	825	747	642
R805/6	6	600	1152	990	897	771
R805/8	8	600	1536	1321	1196	1028
R805/10	10	600	1921	1652	1495	1286
R805/12	12	600	2305	1982	1794	1543
R807/4	4	700	871	749	676	581
R807/5	5	700	1089	936	845	727
R807/6	6	700	1306	1123	1014	872
R807/8	8	700	1742	1498	1352	1163
R807/10	10	700	2178	1873	1691	1454
R807/12	12	700	2613	2247	2029	1745



Selezione radiatori - ACCIAIO

Altezza (mm)	COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE					
	2	3	4	5	6	
1000						
Δt50 = W	75,2	104,0	133,0	161,0	193,0	
Δt60 = W	95,61	132,40	169,47	206,95	246,44	
Kcal/h=Δt50	64,7	89,4	114,0	138,0	166,0	
Kcal/h=Δt60	82,22	113,86	145,75	177,12	211,94	
Interasse	944	944	944	944	944	
Cap. Litri	0,93	1,39	1,84	2,30	2,80	
Peso (Kg.)	1,48	2,22	2,96	3,71	4,46	
Esp. (n)	1,317	1,324	1,329	1,350	1,341	

Altezza (mm)	COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE					
	2	3	4	5	6	
750						
Δt50 = W	57,6	80,0	103,0	125,0	151,0	
Δt60 = W	73,64	101,82	131,13	159,84	192,95	
Kcal/h=Δt50	49,5	68,8	88,6	108,0	130,0	
Kcal/h=Δt60	62,89	87,57	112,77	137,46	169,90	
Interasse	694	694	694	694	694	
Cap. Litri	0,73	1,09	1,44	1,80	2,20	
Peso (Kg.)	1,12	1,69	2,26	2,83	3,40	
Esp. (n)	1,309	1,323	1,325	1,348	1,344	



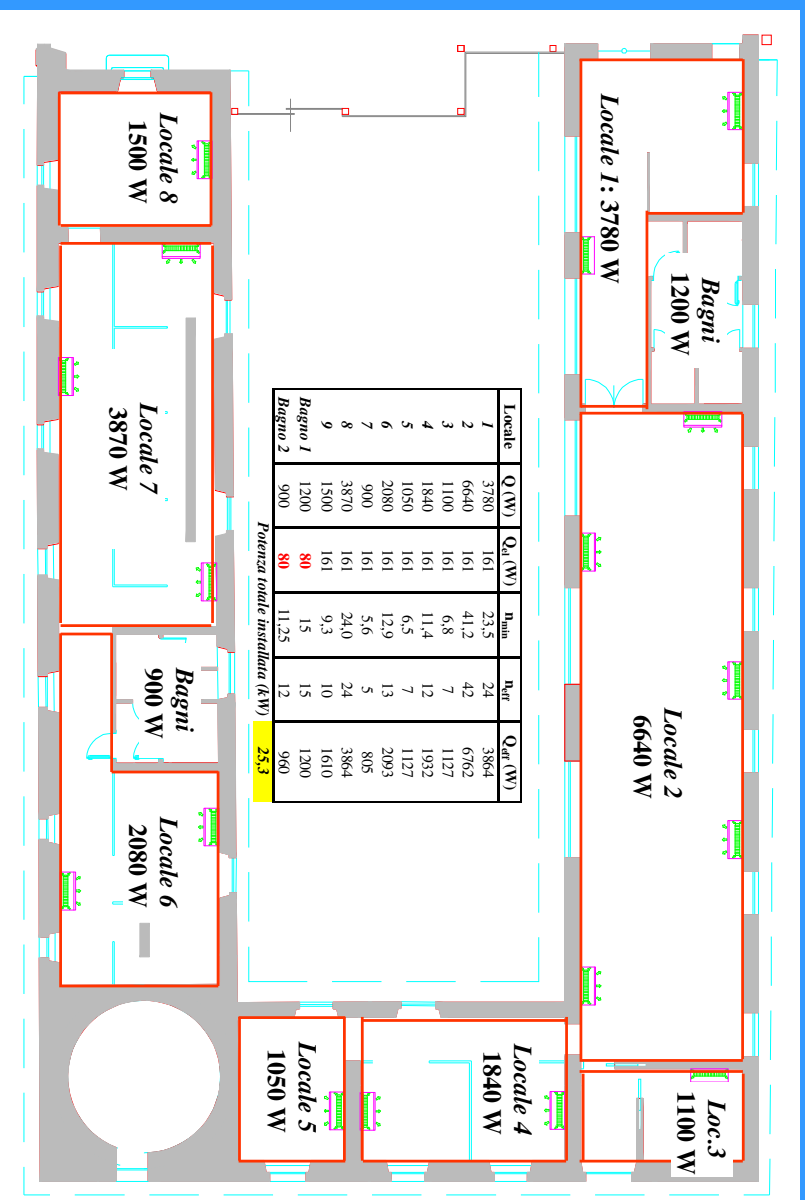
$$\eta_{\min} = \frac{Q}{Q_{el}}$$

$$Q_{\text{eff}} = \eta_{\text{eff}} \cdot Q_{\text{el}}$$

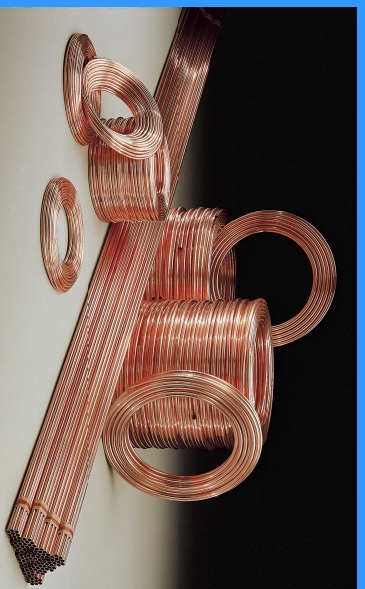
Locale	Q (W)	Q _{el} (W)	η _{min}	η _{eff}	Q _{eff} (W)
1	3780	161	23,5	24	3864
2	6640	161	41,2	42	6762
3	1100	161	6,8	7	1127
4	1840	161	11,4	12	1932
5	1050	161	6,5	7	1127
6	2080	161	12,9	13	2093
7	900	161	5,6	5	805
8	3870	161	24,0	24	3864
9	1500	161	9,3	10	1610
Bagno 1	1200	80	15	15	1200
Bagno 2	900	80	11,25	12	960

Potenza totale installata (KW) **25,3**

Disposizione radiatori



Tubazioni di collegamento



Rame nudo in rotoli

De (mm)	s (mm)
10	1,0
12	1,0
14	1,0
16	1,0
18	1,0
22	1,5

Rame nudo in verghe

De (mm)	s (mm)
28	1,5
35	1,5
42	1,5
54	1,5

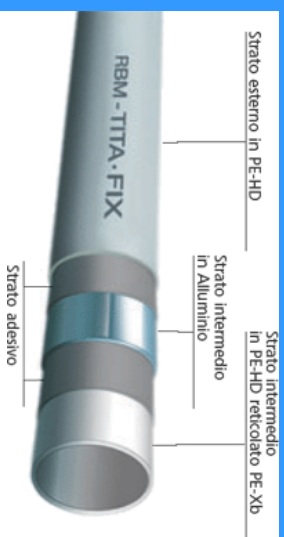
Vantaggi del tubo in rame (rispetto all'acciaio):

1. Maggiore facilità di posa (i tubi di diametro limitato si possono curvare);
2. Minori perdite di carico (a parità di diametro);
3. Maggiore durata e igienicità;
4. Purtroppo i costi sono parecchio più elevati !!

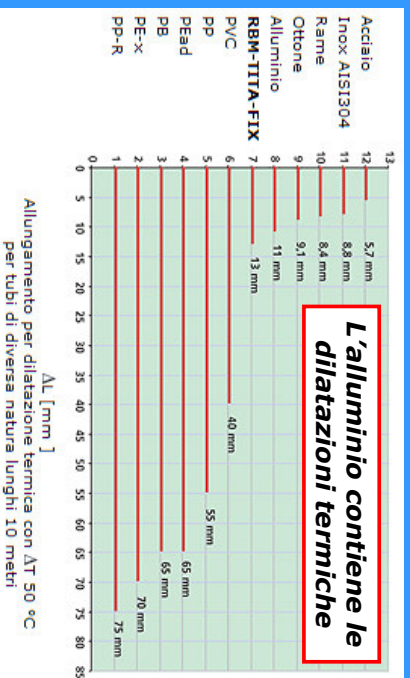
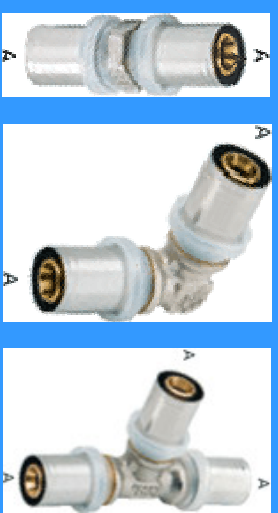
Tubazioni di collegamento

Tubo multistrato Pex-Al-Pex

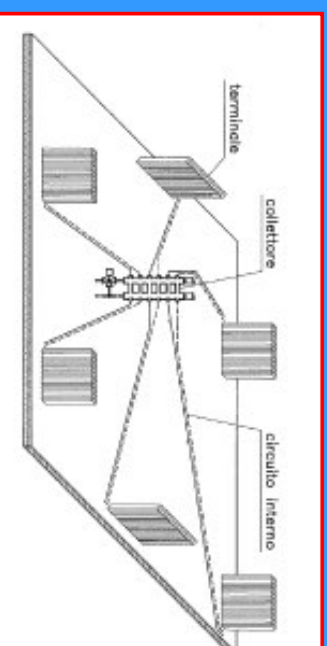
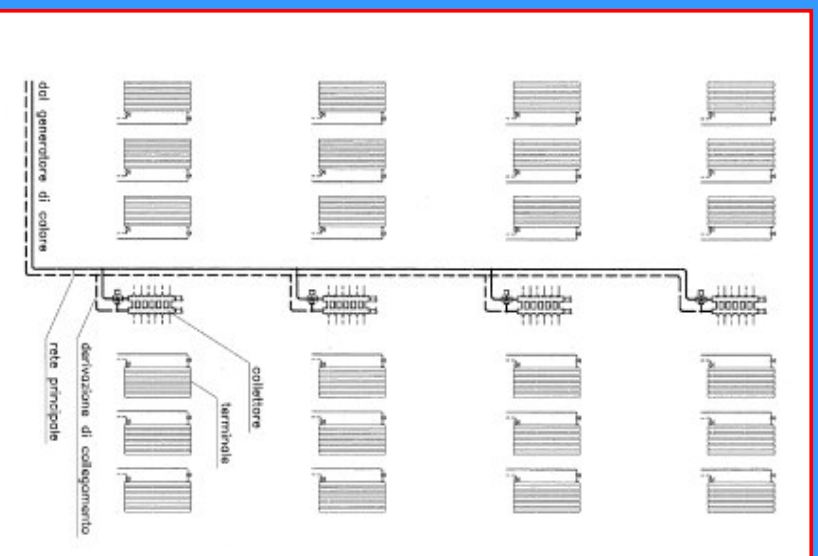
Denominaz.	Di (mm)	s (mm)	De (mm)
DN 10	10	2,0	14
DN 12	12	2,0	16
DN 15	15	3,0	20
DN 20	20	3,0	26
DN 26	26	3,0	32
DN 32	32	4,0	40

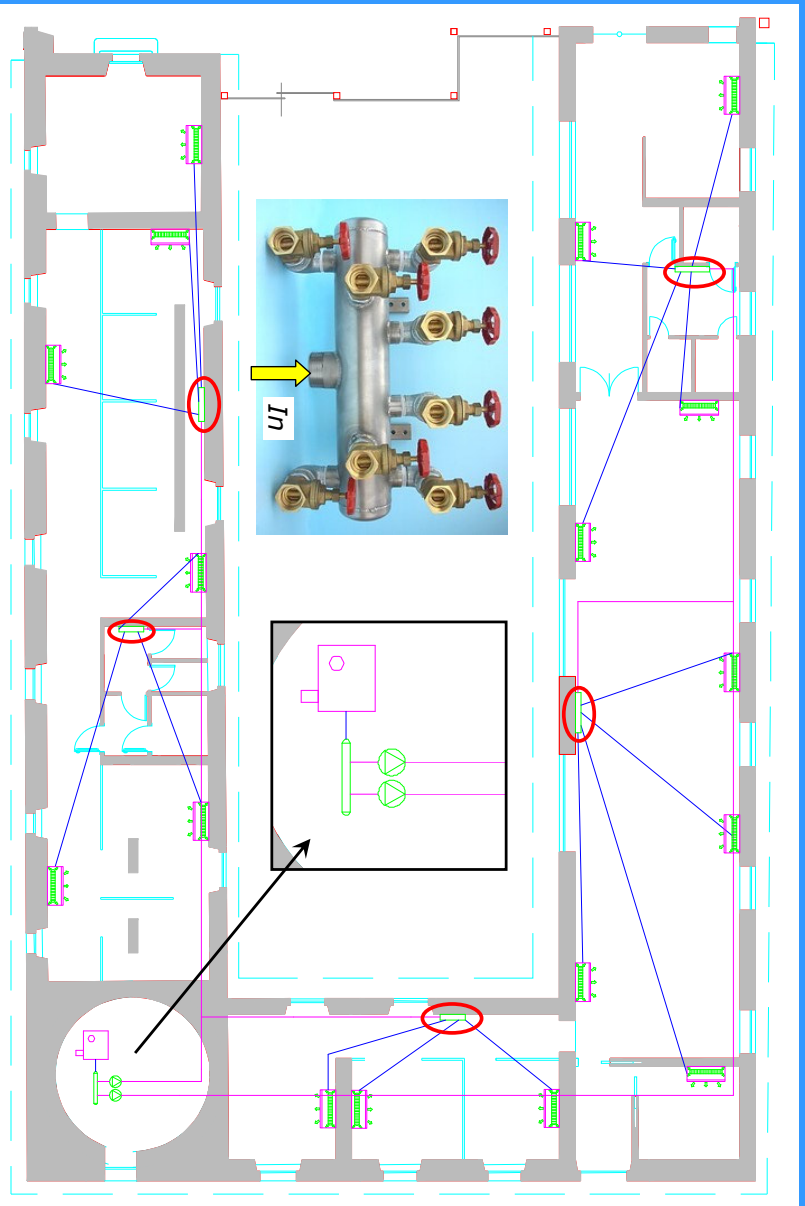


Si utilizza PE reticolato (PEX) a causa delle alte temperature (ca. 80°C)

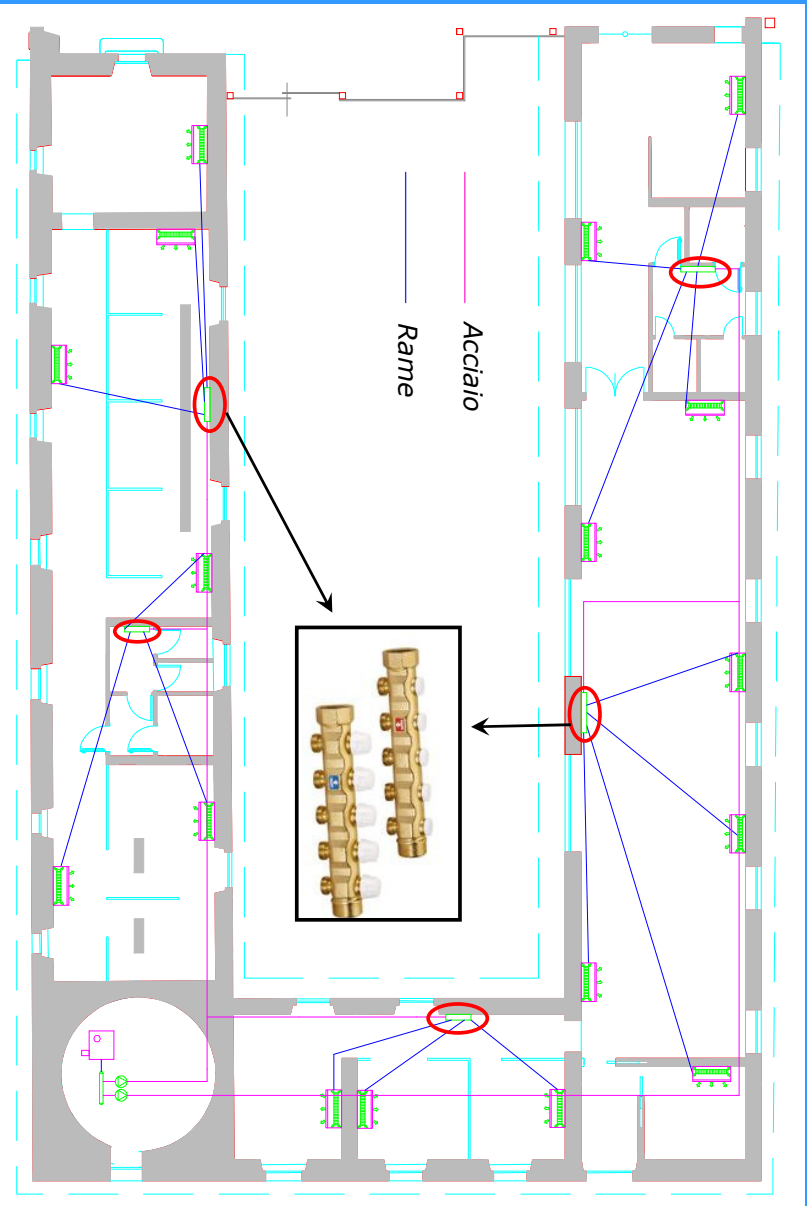


I collettori complanari



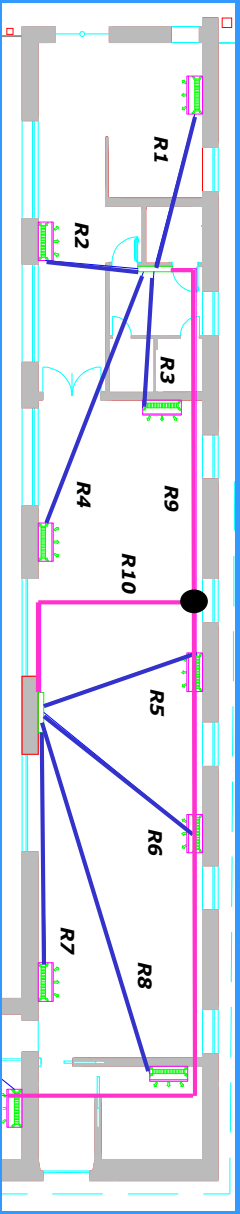


Layout tubazoni



Layout tubazoni

Dimensionamento tubazioni



$$\Delta P_{R1} + \Delta P_{rad} + \Delta P_{coil} + \Delta P_{R9} \approx \Delta P_{R5} + \Delta P_{rad} + \Delta P_{coil} + \Delta P_{R10}$$

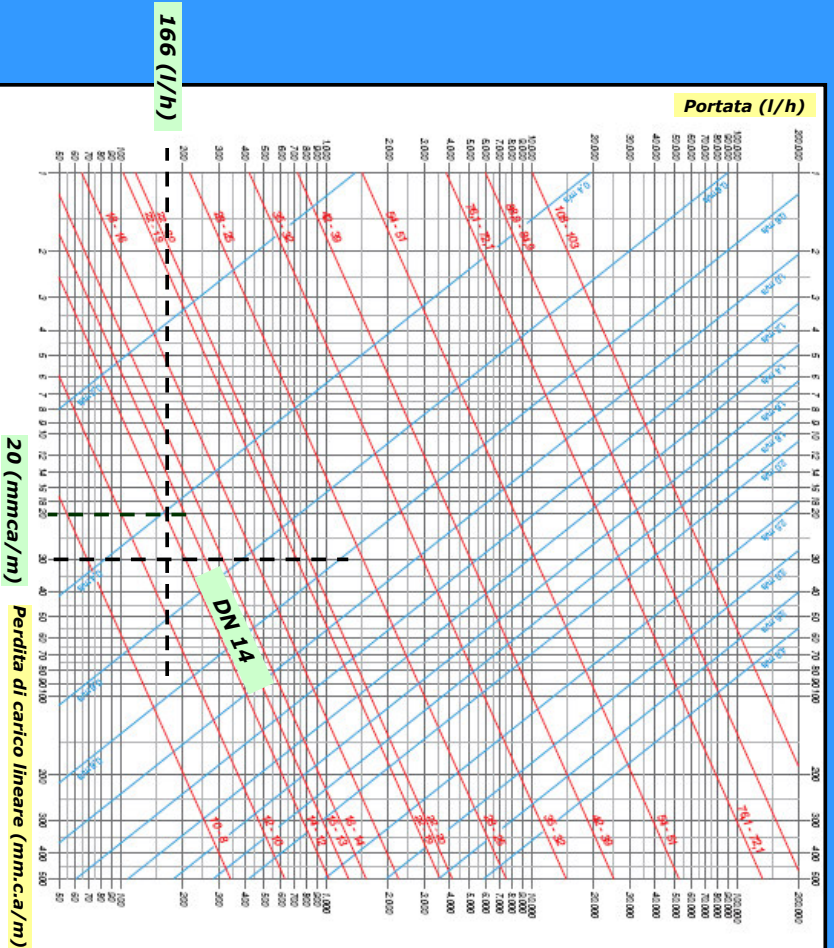
Ramo	Q_{rad} (W)	m_w (l/h)	L (m)
R1	1932	166,2	11
R2	1932	166,2	6,6
R3	1288	110,8	9,6
R4	1288	110,8	17
R5	1288	110,8	11
R6	1449	124,6	13,4
R7	1449	124,6	15,6
R8	1127	96,9	23

Totale ramo R9 (l/h)	553,8	23
Totale ramo R10 (l/h)	456,9	16

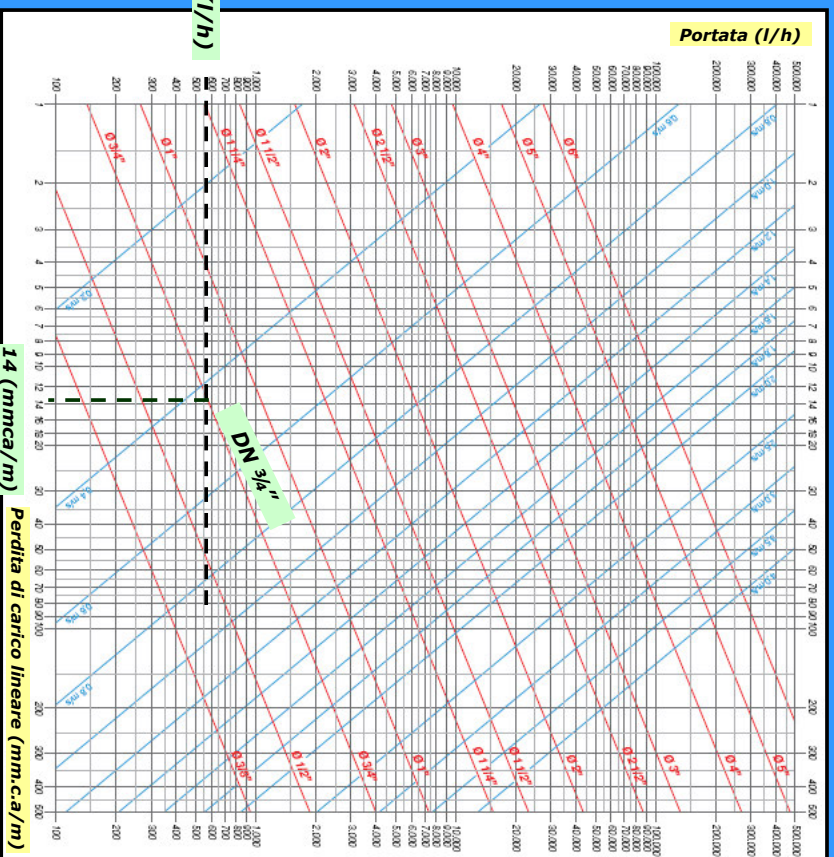
Portata d'acqua ai radiatori

$$m_w = \frac{Q_{rad} \text{ (W)}}{4186 \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot 10 \text{ (}^\circ C \text{)}} \cdot 3600 \left(\frac{s}{h} \right)$$

Perdite di carico distribuite -rame



Perdite di carico distribuite - acciaio



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di
LUNGHEZZA EQUIVALENTE

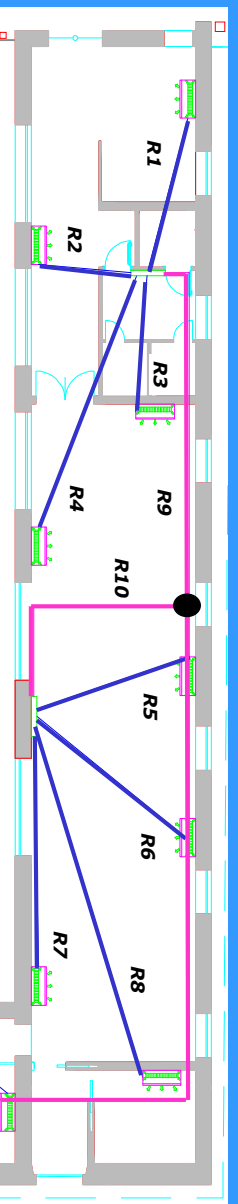
Gomito a 90°	0,75 (m)
Radiatore	2,3 (m)
Caldaia	3 (m)
Collettore	4 (m)

Perdite di carico TOTALI

Ramo R1 : $DN = 14 \text{ mm}$ ($\Delta p/l$) = 200 (Pa/m)

$L_{tot} = (11 + 2.3 + 6.0.75) = 17.8 \text{ m}$

→ $\Delta p = 3560 \text{ (Pa)}$



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di LUNGHEZZA EQUIVALENTE

Gomito a 90°	0,75 (m)
Radiatore	2,3 (m)
Caldaia	3 (m)
Collettore	4 (m)

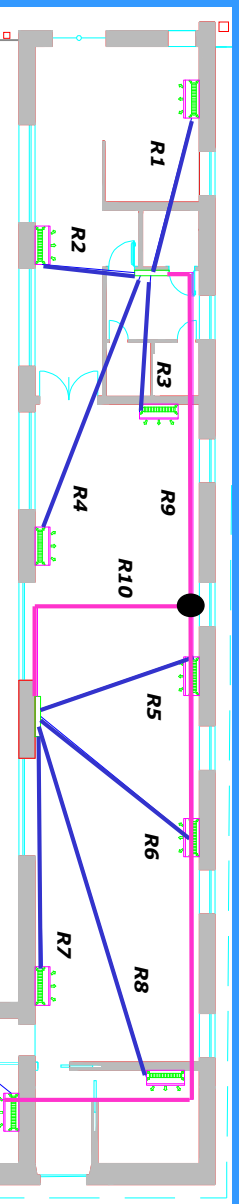
Perdite di carico TOTALI

Ramo R3 : $DN = 12 \text{ mm}$ ($\Delta p/L$) = 230 (Pa/m)

$$L_{tot} = (9.6 + 2.3 + 6 \cdot 0.75) = 16.4 \text{ m}$$



$$\Delta p = 3770 \text{ (Pa)}$$



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di LUNGHEZZA EQUIVALENTE

Gomito a 90°	0,75 (m)
Radiatore	2,3 (m)
Caldaia	3 (m)
Collettore	4 (m)

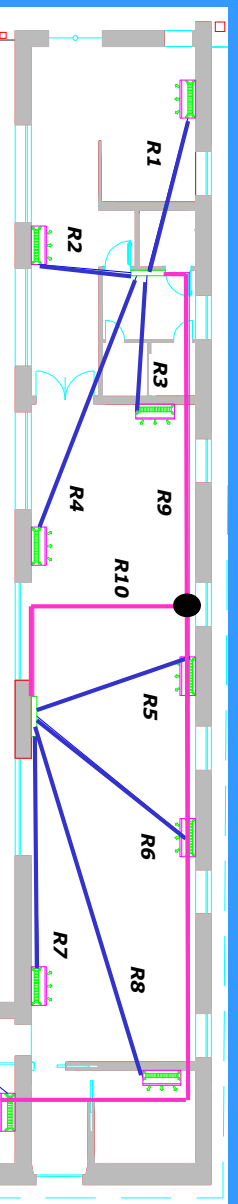
Perdite di carico TOTALI

Ramo R9 : $DN = 3/4''$ ($\Delta p/L$) = 160 (Pa/m)

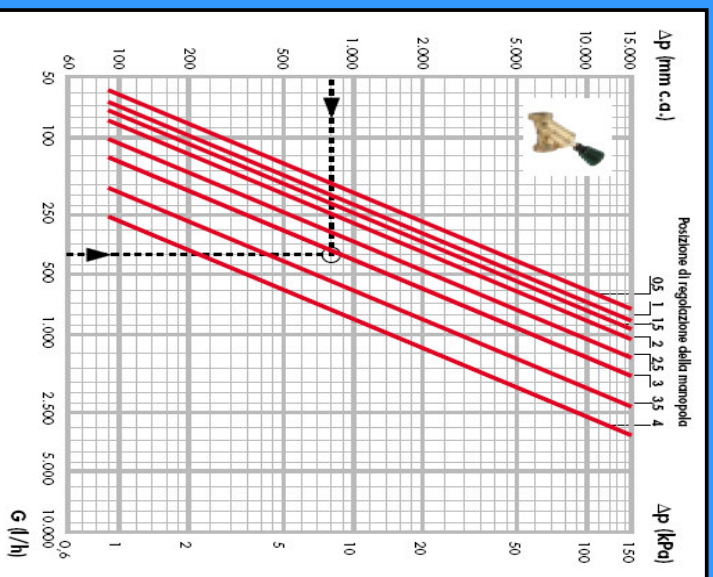
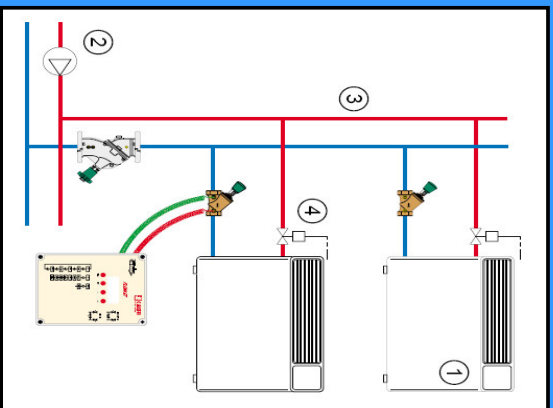
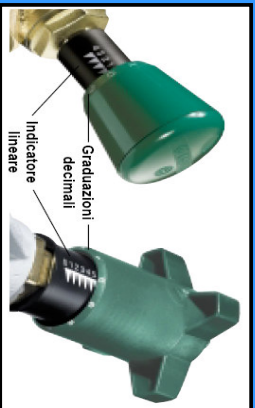
$$L_{tot} = (23 + 4 + 4 \cdot 0.75) = 30 \text{ m}$$



$$\Delta p = 4800 \text{ (Pa)}$$



Valvole di taratura - bilanciamento



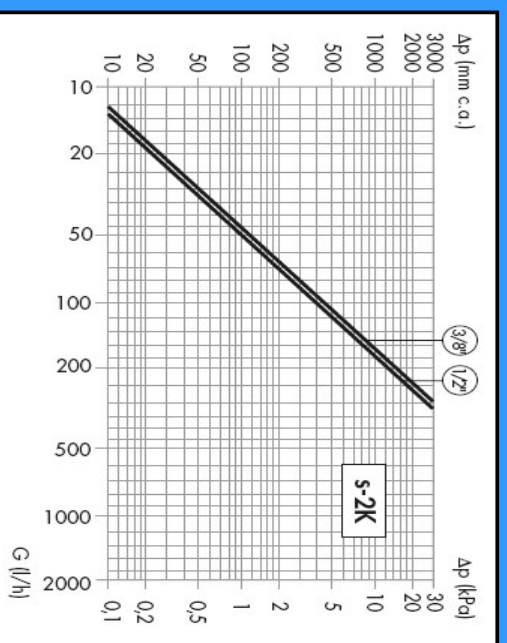
Valvole termostatiche



Funzione

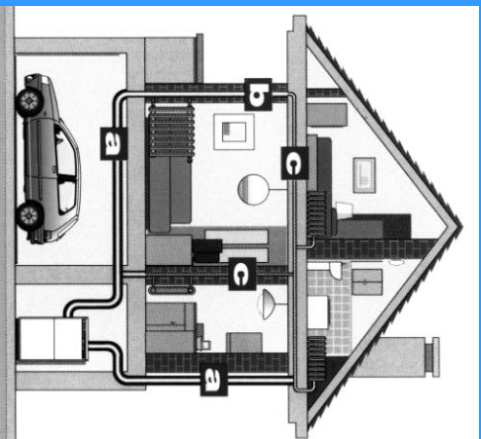
Le valvole termostatiche sono tipicamente impiegate per la regolazione del fluido ai radiatori degli impianti di riscaldamento. Esse sono dotate di un elemento regolatore di comando che, intervenendo automaticamente sull'apertura della valvola, mantiene costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono consistenti risparmi energetici.

Queste valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l'ausilio di altro mezzo sigillante.



Isolamento tubazioni

Spessore minimo isolante (DPR 412/93 – Allegato B)



Conducibilità termica utile isolante (W/mK)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	20-39	40-59	60-79	80-99	> 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

a. Cantina, garage, esterno, etc.

b. Montanti al di qua dell'isolante (-50%)

c. Tubazioni in strutture interne (-70%)

Tubi in Rame fino a
D_e = 22 m preisolati !!!



Isolante a celle chiuse a base di gomma sintetica

Scelta caldaia

Max portata di combustibile

$$\dot{V}_c = \frac{Q_{caldaia}}{H_1 \cdot \rho_c} = \frac{25.3 (kW)}{50000 (kJ/kg) \cdot 0.71 (kg/m^3)} = 2.6 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$



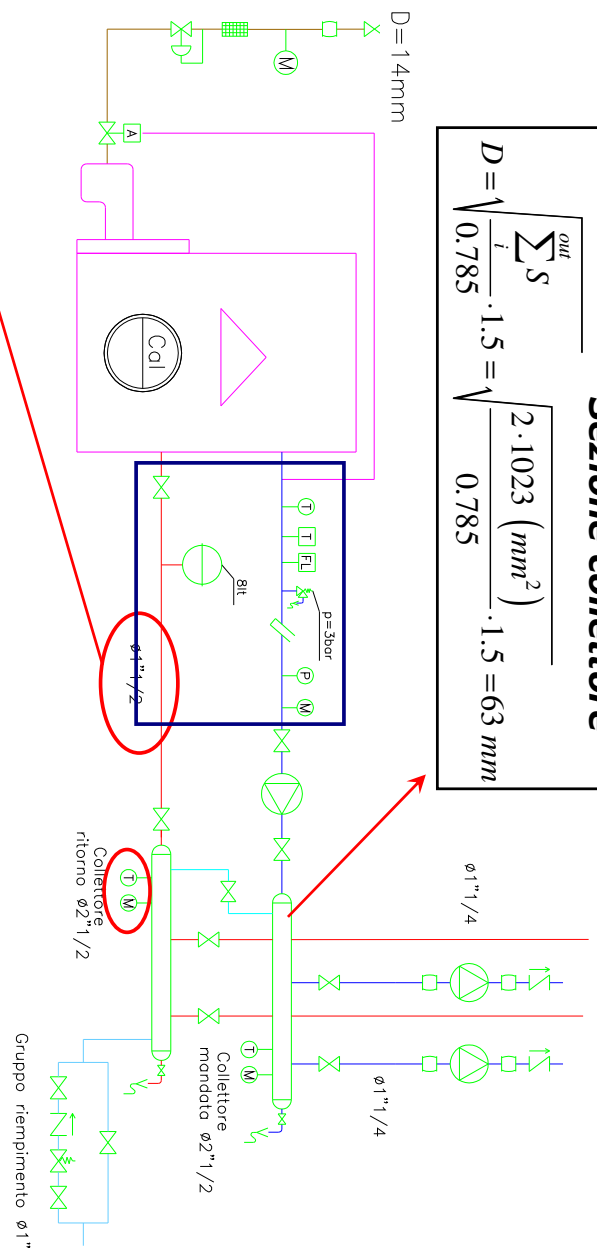
Dati tecnici atmovIT	Unità	atmovIT					atmovIT esclusiv	
		VK I 250/1-3	VK I 320/1-3	VK I 410/1-3	VK I 480/1-3	VK I 560/1-3	VK I 314/8-E	VK I 474/8E
Potenza termica al focolare (Q _N)	kW	275	34,8	45,0	53,8	61,5	34,8	52,2
Potenza termica nominale (P _n)	kW	25,0	31,5	41,0	48,9	56,0	31,7	47,7
Rendim. termico utile alla potenza nominale	%	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	94,0	94,0
Temperatura in andata minima/massima	°C	30/83	30/83	30/83	30/83	30/83	30/83	30/83
Altezza	mm	870	870	870	870	870	870	870
Profondità	mm	620	620	645	645	645	755	755
Larghezza	mm	520	585	585	720	820	720	820
Peso a vuoto	kg	102	122	142	162	182	142	182
Certificazione	CE	0085BN0611	0085BN0611	0085BN0611	0085BN0611	0085BN0611	0085BN0563	0085BN0563

Nota: al modello VKI 320/1-3 può essere aggiunto l'art. 309275 (S-Klt), comprendente pompa, vaso di espansione, valvola di sicurezza e manometro.

Schema di centrale

Sezione collettore

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{out} S}{0.785}} \cdot 1.5 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1023 \text{ (mm}^2\text{)}}{0.785}} \cdot 1.5 = 63 \text{ mm}$$



$$m_w = \frac{Q_{caldaia} \text{ (W)}}{4186 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \right) \cdot 10 \text{ (°C)}} = 0.61 \text{ (kg/s)}$$



$$D = 1'' 1/2$$

Vasi di espansione

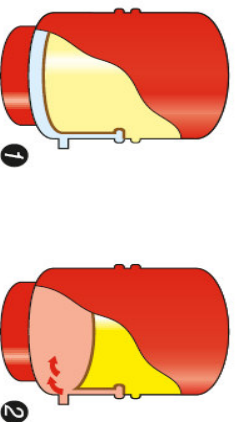
TAB. 1 - CARATTERISTICHE DEI TUBI IN ACCIAIO, diametri in pollici

diametro pollici	diametro esterno mm	diametro interno mm	superficie esterna m ² /m	sezione interna mm ²	contenuto acqua l/m	peso tubo nero kg/m	peso tubo zincato kg/m
3/8"	16,7	12,7	0,052	127	0,13	0,72	0,78
1/2"	21,0	16,3	0,066	209	0,21	1,08	1,16
3/4"	26,4	21,7	0,083	370	0,37	1,39	1,48
1"	33,2	27,4	0,104	589	0,59	2,17	2,30
1 1/4"	41,9	36,1	0,132	1.023	1,02	2,79	2,95
1 1/2"	47,8	42,0	0,150	1.385	1,38	3,21	3,40
2"	59,6	53,1	0,187	2.213	2,21	4,51	4,77
2 1/2"	75,2	68,7	0,236	3.705	3,70	5,76	6,12
3"	87,9	80,6	0,276	5.100	5,10	7,58	8,03
4"	113,0	104,9	0,355	8.638	8,64	10,88	11,58
5"	138,5	128,8	0,435	13.023	13,02	15,98	16,88
6"	163,9	154,2	0,515	18.665	18,67	19,01	20,02

Vasi di espansione

Funzione

I vasi d'espansione sono dei dispositivi atti alla compensazione dell'aumento di volume dell'acqua dovuto all'innalzamento della temperatura della stessa, sia negli impianti di riscaldamento che in quelli di produzione di acqua calda sanitaria. Essi vengono utilizzati anche come autoclavi negli impianti di distribuzione idrosanitari.



Vaso d'espansione

Il vaso di espansione chiuso a membrana (diaphragma) è costituito da un contenitore chiuso suddiviso in due parti da una membrana che separa l'acqua dal gas (in genere azoto) e che agisce da compensatore della dilatazione.

A seguito dell'incremento di temperatura, nel vaso si produce un aumento di pressione rispetto al valore di precarica a freddo (fig. 1), fino a raggiungere il valore corrispondente alla massima dilatazione (fig. 2).

Metodo di dimensionamento

Impianti di riscaldamento

La capacità di un vaso d'espansione chiuso a membrana (diaphragma) per impianti di riscaldamento viene calcolata applicando la seguente formula:

$$V = \frac{e \cdot C}{1 - P_1}$$

dove:

V = Volume del vaso (l)

e = coefficiente di espansione dell'acqua. Calcolato in base alla massima differenza tra la temperatura dell'acqua ad impianto freddo e quella massima d'esercizio. **In pratica, per il riscaldamento, si assume il valore convenzionale di 0,035.**

C = contenuto di acqua dell'impianto (l).

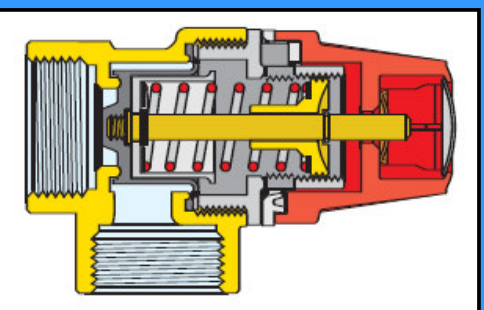
P₁ = pressione assoluta iniziale, (bar) alla guida alla quale è installato il vaso, rappresentata da pressione idrostatica + 0,3 bar + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di precarica del vaso aumentata di 1 bar.

P_f = pressione assoluta finale, (bar) rappresentata dalla pressione massima di esercizio dell'impianto + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di taratura della valvola di sicurezza aumentata di 1 bar.

Tabella coefficiente "e", al variare della temperatura, relativo alla temperatura di 4 °C. (ρ = 1000 kg/m³)

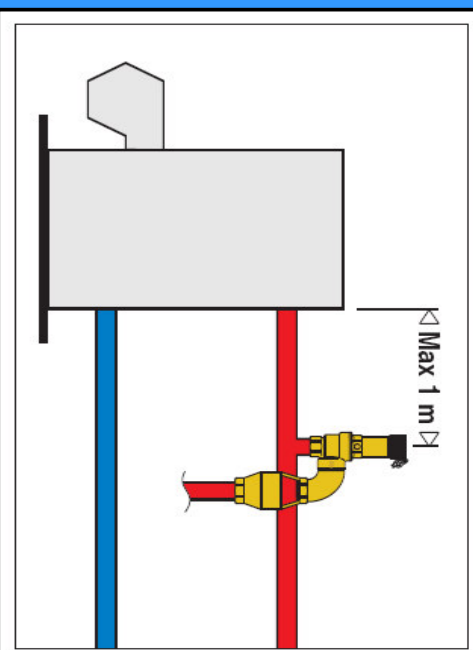
T (°C)	coeff. "e"	T (°C)	coeff. "e"	T (°C)	coeff. "e"
0	0,00013	40	0,00782	75	0,02575
10	0,00025	45	0,00984	80	0,02898
15	0,00085	50	0,01207	85	0,03236
20	0,00180	55	0,01447	90	0,03590
25	0,00289	60	0,01704	95	0,03958
30	0,00425	65	0,01979	100	0,04342
35	0,00582	70	0,02289		

Valvole di sicurezza

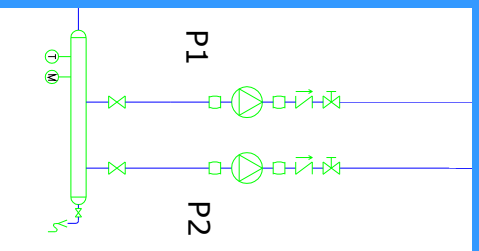


Impianto di riscaldamento

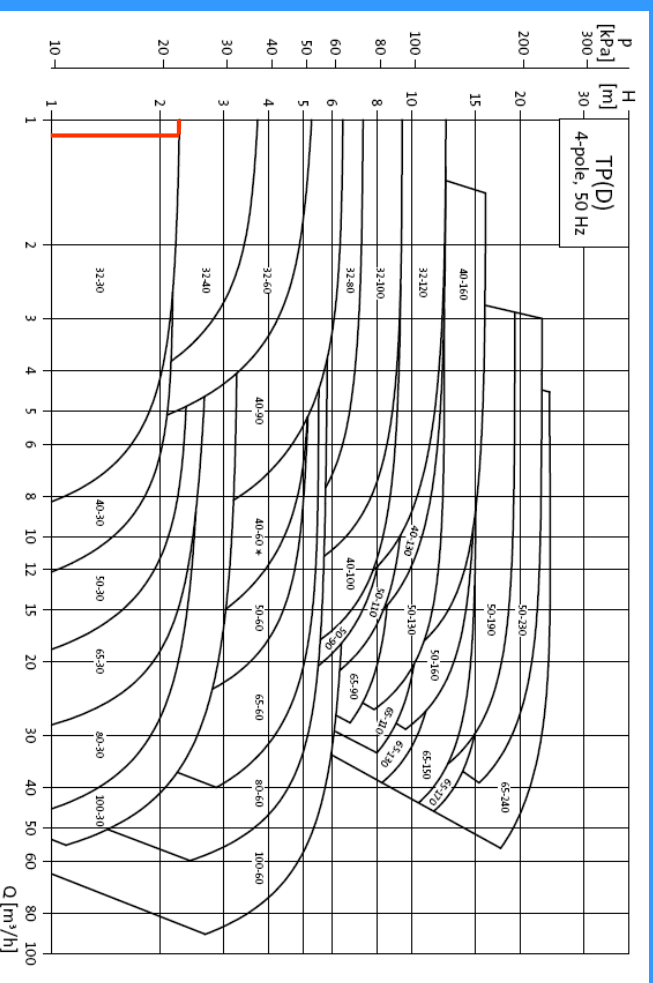
Le valvole di sicurezza devono essere installate sulla sommità del generatore o sulla tubazione di uscita ad una distanza non superiore ad un metro dal generatore (Raccolta R). La tubazione di collegamento della valvola di sicurezza al generatore non deve essere intercettabile.



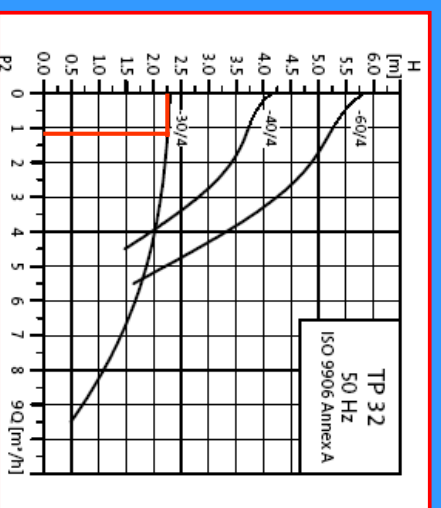
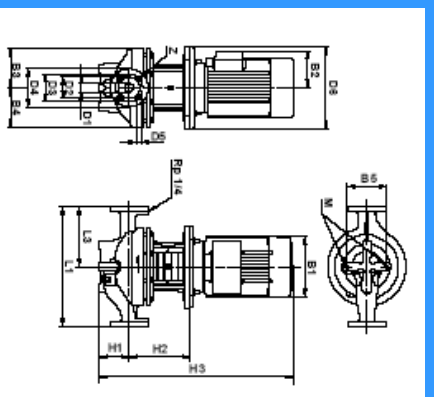
Scelta e dimensionamento pompa



P1	P2
1150 (l/h)	1000 (l/h)
23 (kPa)	21.5 (kPa)

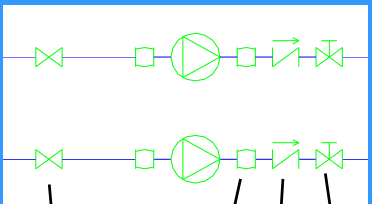


Scelta e dimensionamento pompa

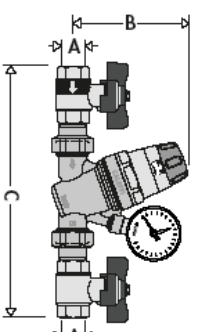
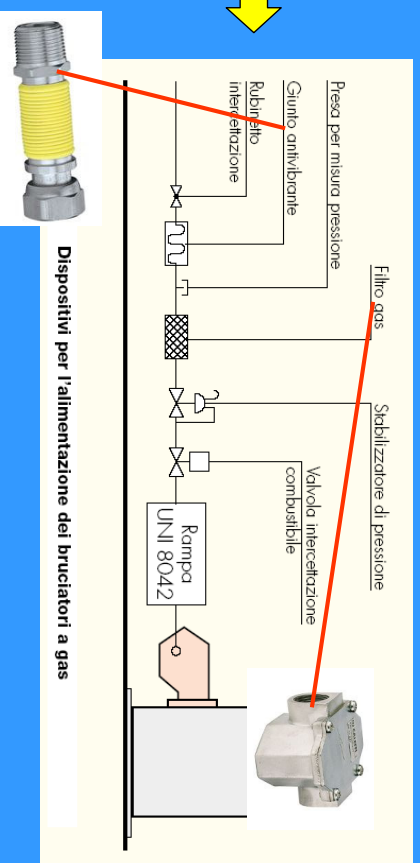
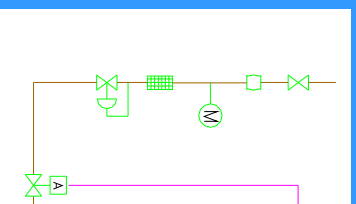
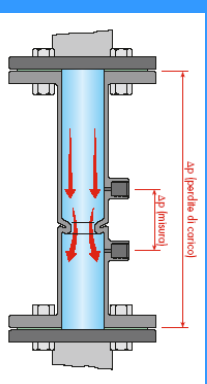


Modello pompa	Motore [kW]	PN	Dimensioni [mm]							
			D1	D2	D3	D4	D5	D6	B1	B2
TP(D) 32-30/4	0,12	6/10	32	76	90/100	140	14/19	-	118	101
TP(D) 32-40/4	0,25	6/10	32	76	90/100	140	14/19	-	142	133
TP(D) 32-60/4	0,25	6/10	32	76	90/100	140	14/19	-	142	133
TP(D) 32-80/4	0,25	16	32	78	100	140	18	170	141	109
TP(D) 32-100/4	0,37	16	32	78	100	140	18	170	141	109
TP(D) 32-120/4	0,55	16	32	78	100	140	18	200	141	109

Componentistica



- Saracinesca / Valvola di regolazione
- Valvola di ritegno
- Giunto antivibrante
- Saracinesca



Codice	A	B	C	Peso (kg)
554040/140	1/2"	112	204	1,72
554150	3/4"	112	232	1,9

Gruppo di riempimento

Il gruppo di riempimento automatico è un dispositivo composto da un riduttore di pressione a sede compensata, un filtro in entrata, un rubinetto di intercettazione ed una valvola di ritegno.

Va installato sulla tubazione di adduzione dell'acqua negli impianti di riscaldamento a circuito chiuso, e la sua funzione principale è quella di mantenere stabile la pressione dell'impianto, ad un valore impostato, provvedendo automaticamente al reintegro dell'acqua mancante.

Dopo l'installazione, durante la fase di riempimento o di reintegro, l'alimentazione si arresterà al raggiungimento della pressione di taratura.

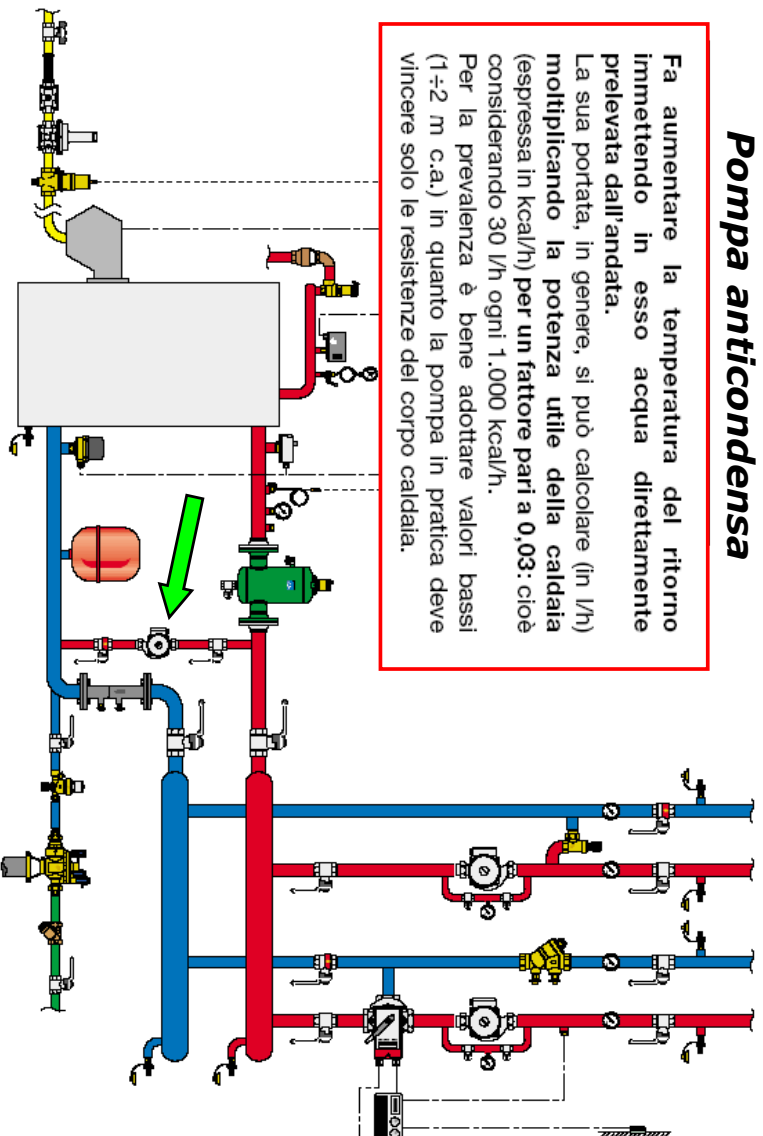
Pompa anticondensa

Pompa anticondensa

Fa aumentare la temperatura del ritorno immettendo in esso acqua direttamente prelevata dall'andata.

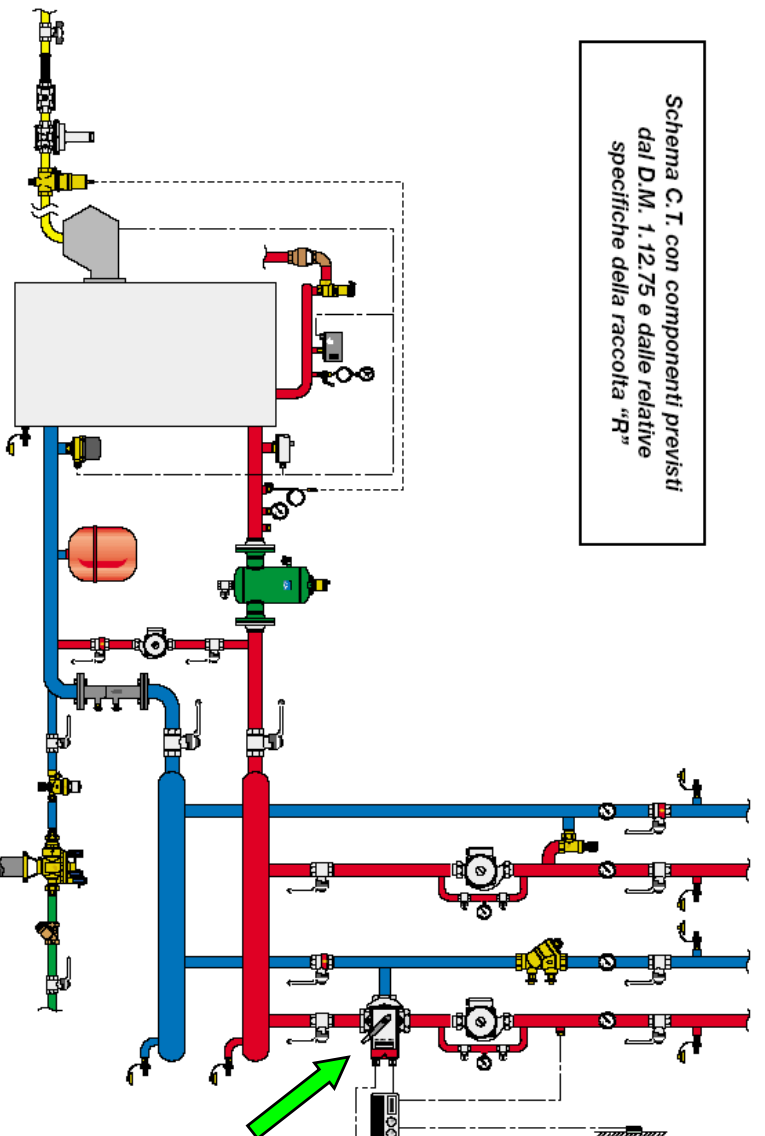
La sua portata, in genere, si può calcolare (in l/h) moltiplicando la potenza utile della caldaia (espressa in kcal/h) per un fattore pari a 0,03: cioè considerando 30 l/h ogni 1.000 kcal/h.

Per la prevalenza è bene adottare valori bassi (1÷2 m c.a.) in quanto la pompa in pratica deve vincere solo le resistenze del corpo caldaia.



Valvola di regolazione a 3 vie

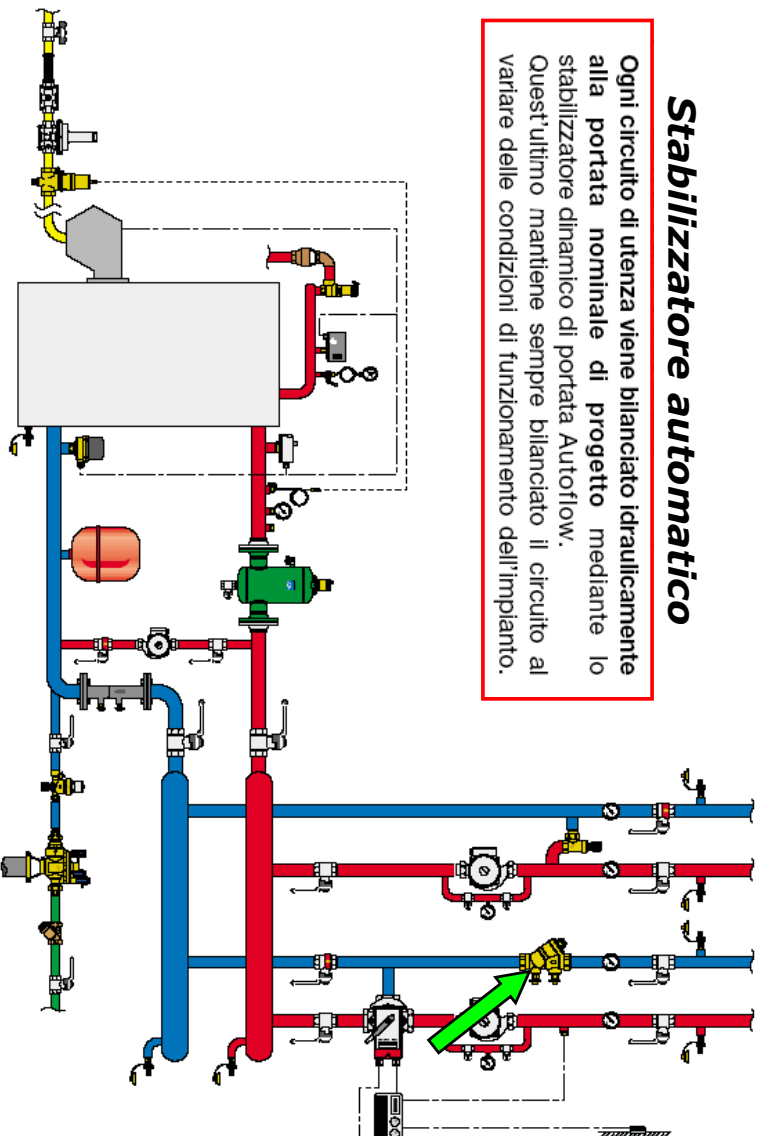
Schema C.T. con componenti previsti dal D.M. 1.12.75 e dalle relative specifiche della raccolta "R"



Stabilizzatore automatico di portata

Stabilizzatore automatico

Ogni circuito di utenza viene bilanciato idraulicamente alla portata nominale di progetto mediante lo stabilizzatore dinamico di portata Autoflow. Quest'ultimo mantiene sempre bilanciato il circuito al variare delle condizioni di funzionamento dell'impianto.



Calcolo tubo gas

UNI 7129:2001 – $Q_{roc} < 30000$ (Kcal/h) → (Se alimentati da rete)

DMI 12/04/1996 – $Q_{roc} > 30000$ (Kcal/h) → (Se alimentati da rete)

UNI 7131:1999 → (Se alimentati da bombole di GPL)

Calcolo secondo UNI 7129:2001

Le sezioni delle tubazioni costituenti l'impianto (vedere appendice A) devono essere tali da garantire una fornitura di gas sufficiente a coprire la massima richiesta, limitando la perdita di pressione fra il contatore e qualsiasi apparecchio di utilizzazione a valori non maggiori di:

- 0,5 mbar per i gas della 1ª famiglia (gas manifatturato);
- 1,0 mbar per i gas della 2ª famiglia (gas naturale);
- 2,0 mbar per i gas della 3ª famiglia (GPL).

Qualora a monte del contatore sia installato un regolatore di pressione, si ammettono perdite di pressione doppie di quelle sopra riportate.

CALDAIA

$$\dot{V}_c = \frac{Q_{caldaia}}{H_i \cdot \rho_c}$$

CUCINA a gas

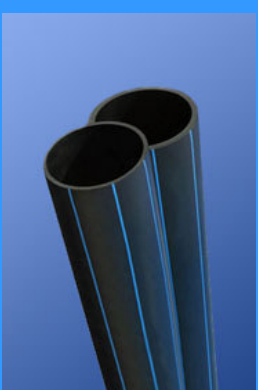
$$\dot{V}_c = 2.0 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Calcolo tubo gas

Materiali : Rame, PEAD, Acciaio

Quando possibile conviene utilizzare il PEAD, più economico e facile da installare, che però può essere utilizzato solo per i tratti interrati.

Le giunzioni tra tratti in rame e tratti in PEAD devono essere realizzate tramite speciali raccordi, con estremità idonee per saldatura sul lato PEAD e per giunzione filettata sul lato rame.



I tubi in rame per gas sono normalmente ricoperti con guaina in PVC



Dimensioni standard PEAD

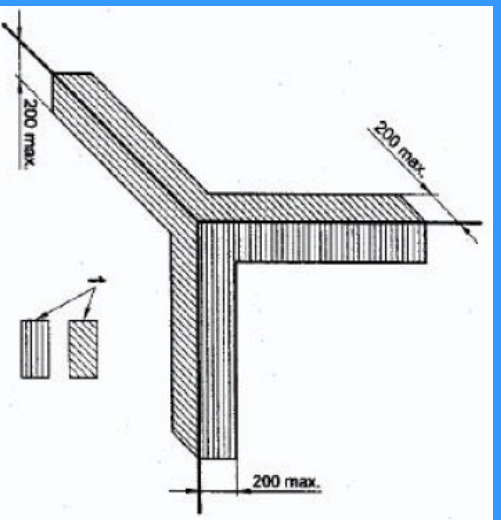
De (mm)	s (mm)	De (mm)	s (mm)
20	3,0	40	3,7
25	3,0	50	4,6
32	3,0	63	5,8

Dimensioni standard Rame

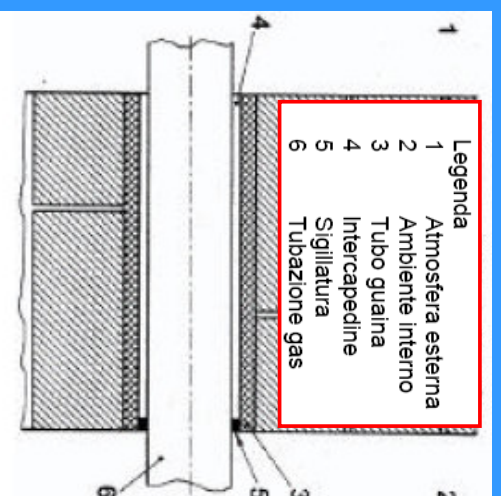
De (mm)	s (mm)	De (mm)	s (mm)
12	1,0	18	1,0
14	1,0	22	1,5
16	1,0	28	1,5

Calcolo tubo gas

Zone da utilizzare per il passaggio dei tubi



Attraversamento di muri perimetrali esterni



1. Tubazioni in vista con andamento rettilineo (verticale ed orizzontale);
2. Elementi d'ancoraggio distanti l'uno dall'altro non più di 2,5 m;
3. Tubazioni in vista in posizione tale da non subire urti o danneggiamenti.

Calcolo tubo gas

Bisogna garantire una perdita di pressione tra il contatore ed ogni apparecchio di utilizzazione non superiore a 1 mbar (in condizioni di massimo carico)

$$\Delta p = f \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{200 \cdot D_i} \cdot L$$

Dati di progetto: Portata di gas, lunghezza (la velocità dipende da D_i)

Prospetto A VI — Portate in volume (m³/h a 15 °C) per gas naturale, densità 0,6, calcolate per tubazioni di rame, con perdita di carico di 1,0 mbar

D_i mm	Portata m ³ /h								
	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	19,0		
s mm	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
L m									
2	0,39	0,85	1,56	2,56	3,9	5,60	8,95		
4	0,26	0,57	1,04	1,72	2,61	3,78	6,01		
6	0,21	0,45	0,83	1,36	2,07	2,98	4,76		
8	0,17	0,38	0,70	1,15	1,75	2,52	4,03		
10	0,15	0,34	0,62	1,01	1,54	2,22	3,55		
15	0,12	0,27	0,49	0,80	1,22	1,76	2,81		
20	0,10	0,23	0,41	0,68	1,04	1,49	2,38		
25	0,09	0,20	0,36	0,60	0,91	1,31	2,09		

Calcolo tubo gas

Portate di gas

$$\dot{V}_{cucina} = 2,0 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

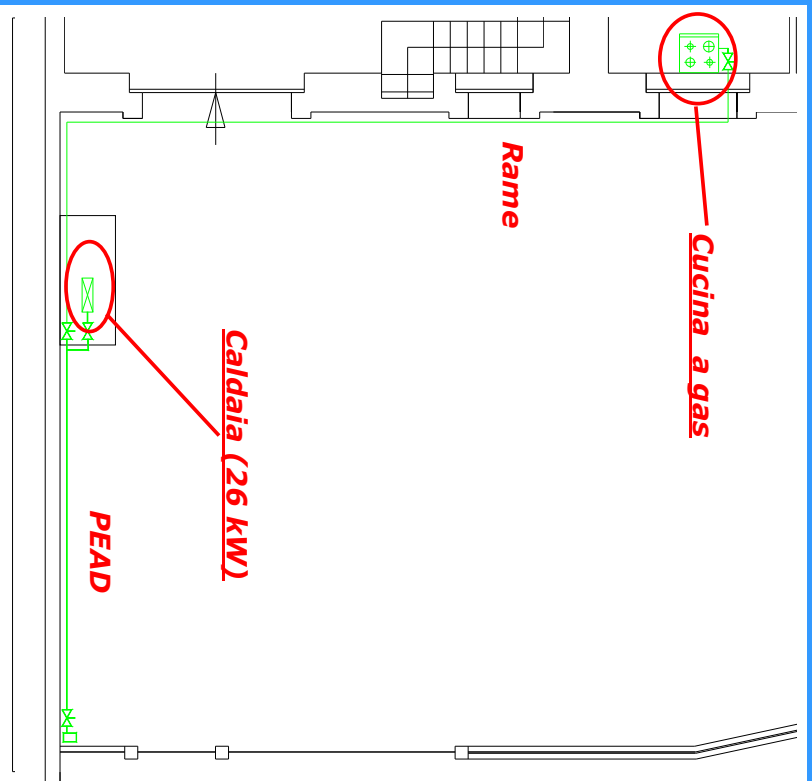
$$\dot{V}_{caldaia} = \frac{Q_{caldaia}}{H_i \cdot \rho_c} = 2,6 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Cadute di pressione

$$\Delta p = f \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{200 \cdot D_i} \cdot L$$

PEAD: $D_i = 26 \text{ mm}$

Rame: $D_i = 19 \text{ mm}$



Normativa su centrale termica

**Per combustibili liquidi
e Potenza > 35 kW**

Legge n. 615, 13.7.1966

DPR n. 1391, 22.12.1971

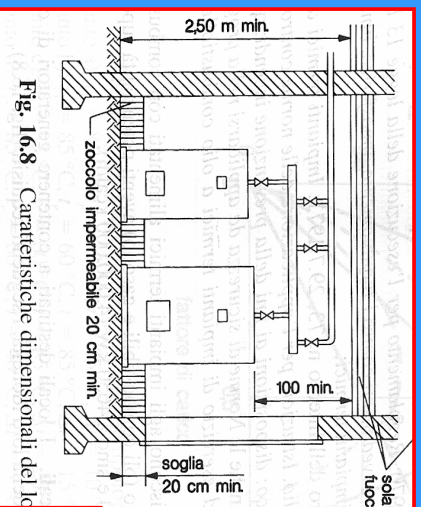
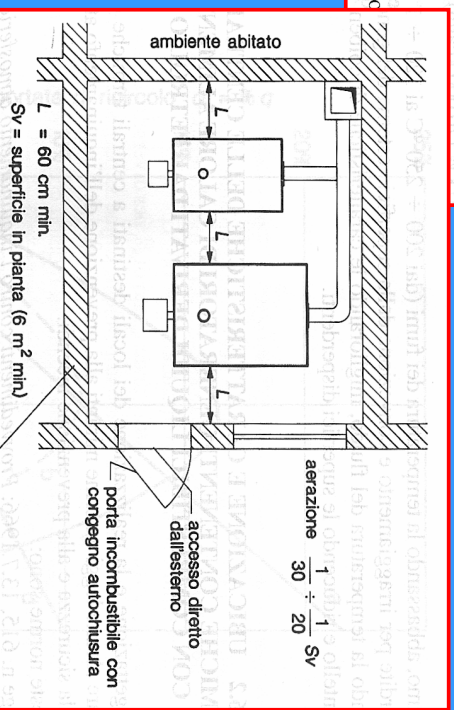


Fig. 16.8 Caratteristiche dimensionali del locale



Apertura di ventilazione:

Almeno 6 cm² per ogni kW installato

Dimensionamento canna fumaria

Normativa in vigore

UNI 7129:2001

UNI 10640:1997

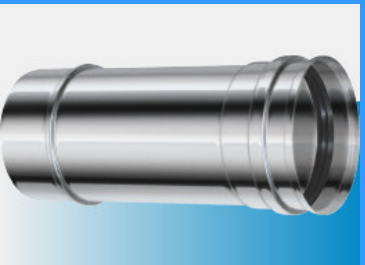
UNI 9615:1990

UNI 10641:1997

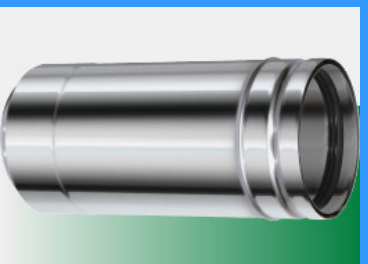
Tale normativa si esprime in merito di:

- Dimensionamento della canna fumaria;
- Posizionamento della canna e degli scarichi;
- Modalità di aspirazione per la caldaie a camera aperta.
- Etc

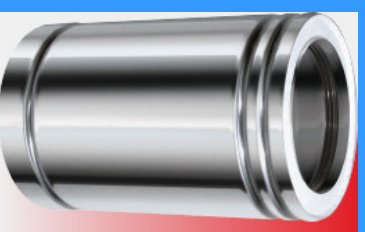
Dimensionamento canna fumaria



Monoparete Inox



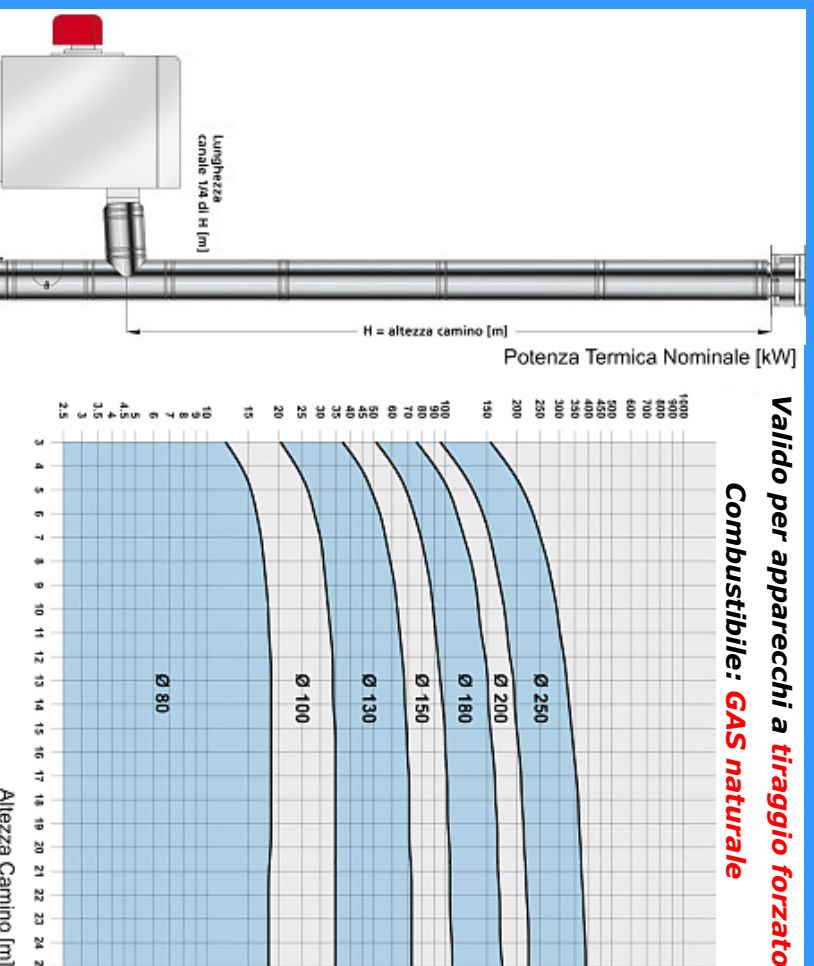
Doppia parete con camera d'aria



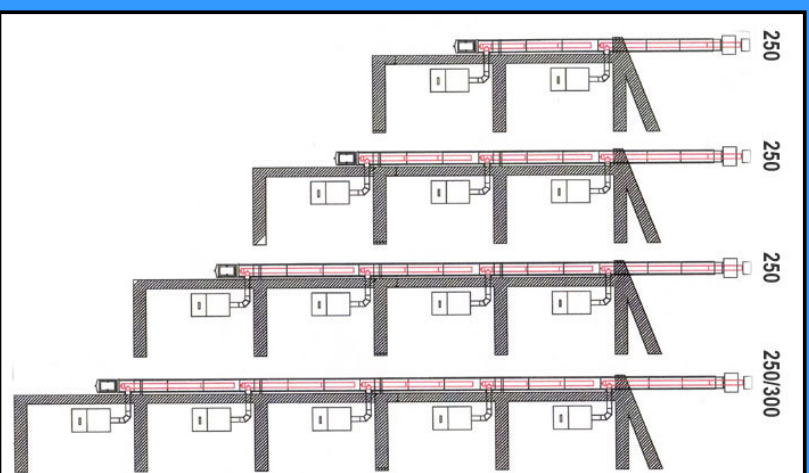
Doppia parete con lana minerale

Ø interno	60	80	100	120	130	150	180	200	250	300	350
Ingombro esterno	69	89	109	129	139	159	189	209	259	309	359

Dimensionamento canna fumaria



Canna fumaria collettiva



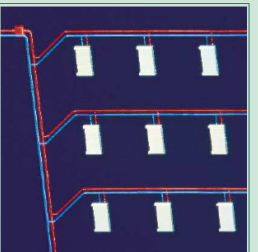
MARCO DONNINELLI

LE RETI DI DISTRIBUZIONE



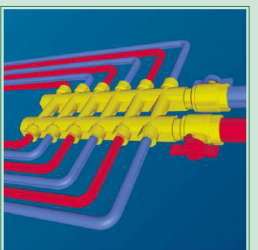
MARCO DONNINELLI

I CIRCUITI E I TERMINALI DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE



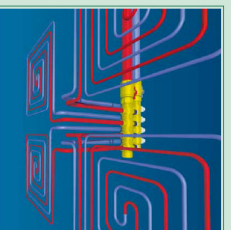
MARCO DONNINELLI

GLI IMPIANTI A COLLETTORI



MARCO DONNINELLI

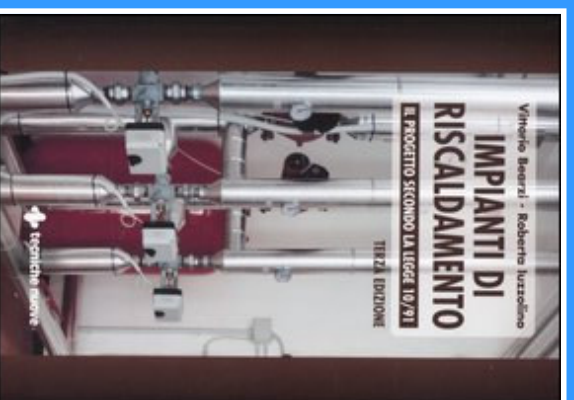
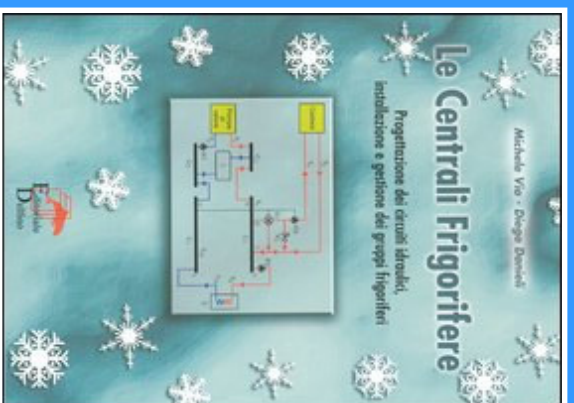
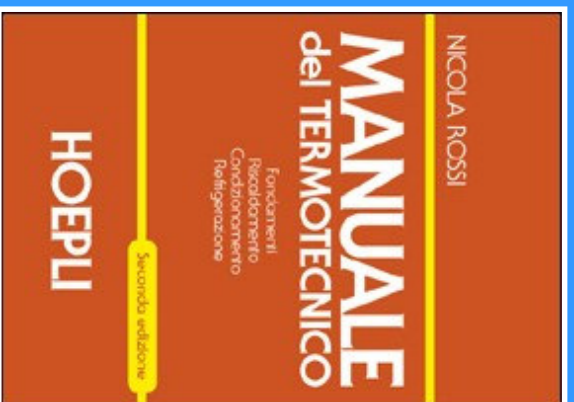
GLI IMPIANTI A PANNELLI RADIANTI



MARCO DONNINELLI

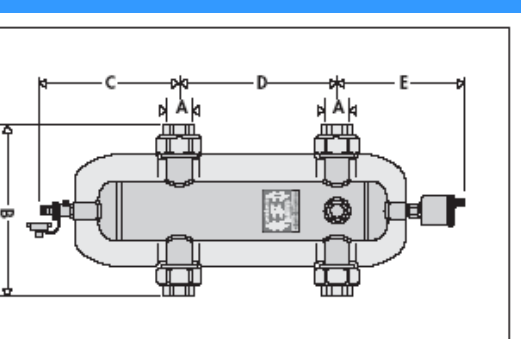
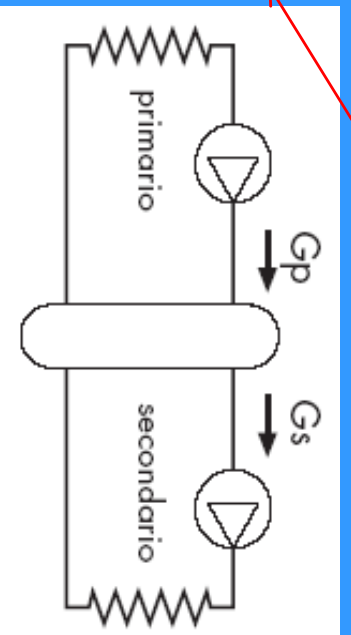
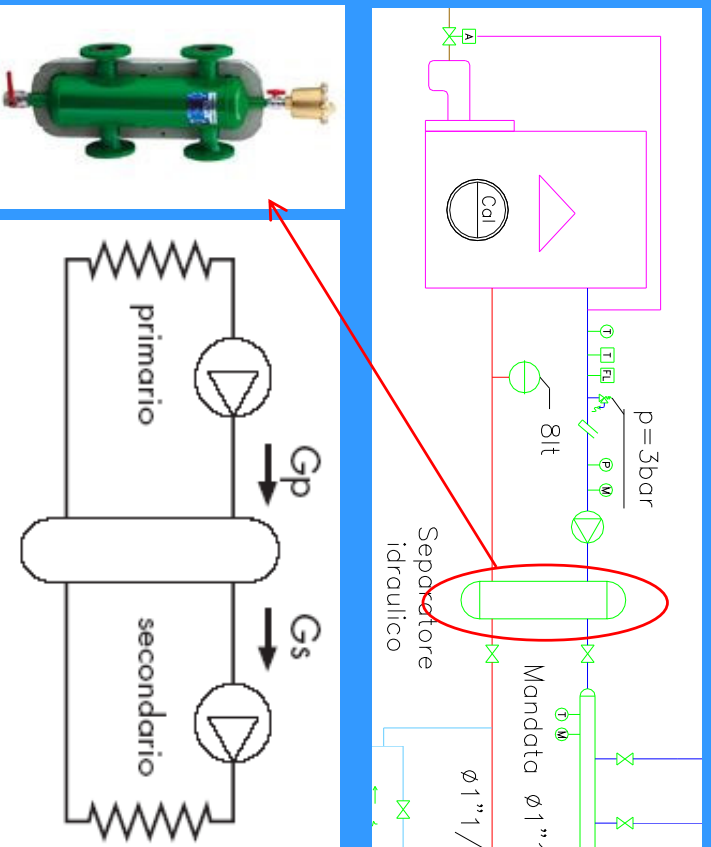
IMPIANTI IDROSANTARI





GRAZIE DELL'ATTENZIONE !!!

Il separatore idraulico



Codice	A	B	C	D	E	hmax
548076	1"	225	195	220	204	2,7
548077	1 1/4"	248	225	240	214	3,8
548078	1 1/2"	282	235	260	224	5,7

Attacco	1"	1 1/4"	1 1/2"	DN 50
Volume [l]	1,7	2,6	4,8	15