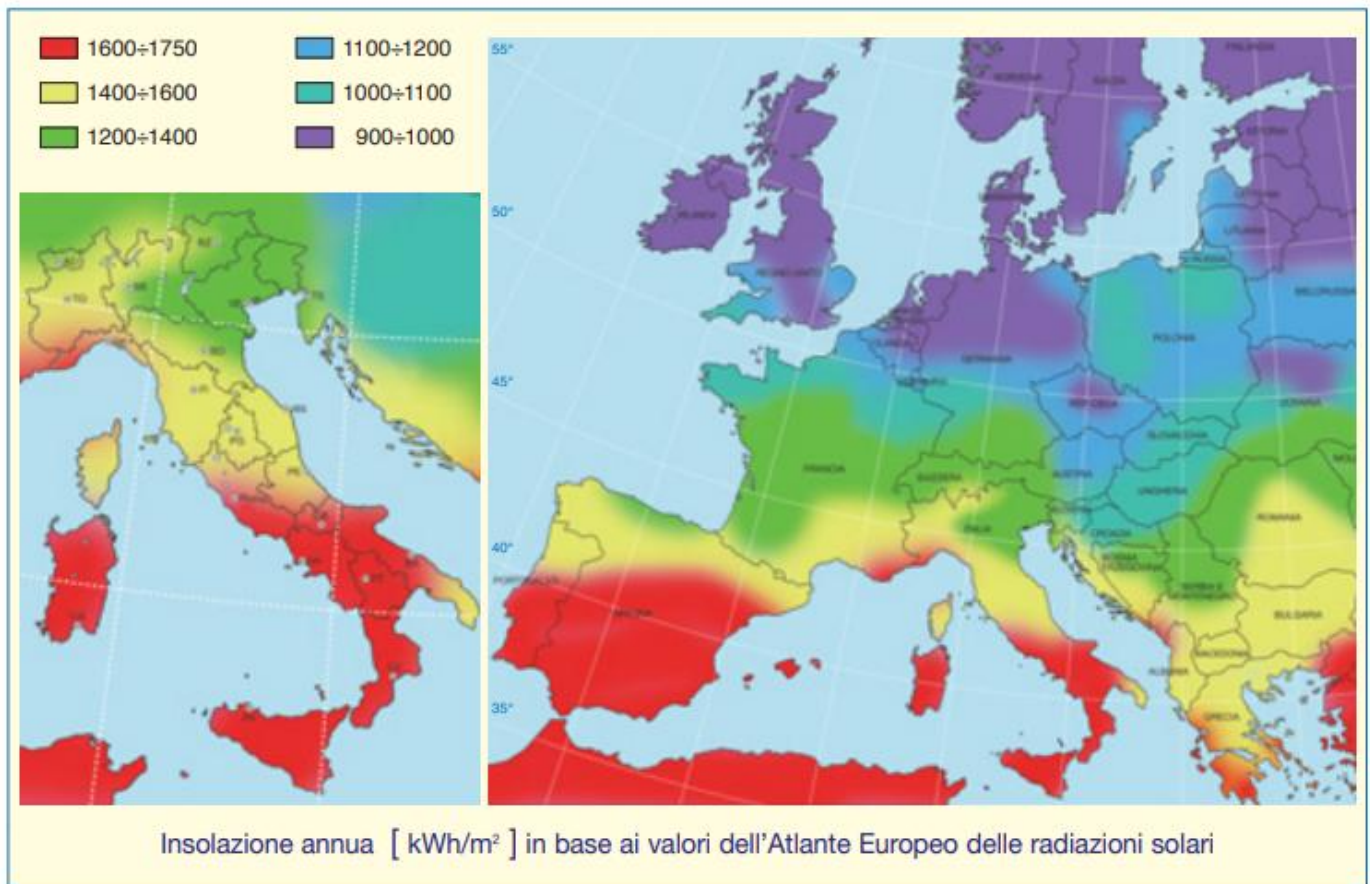


SOLARE TERMICO

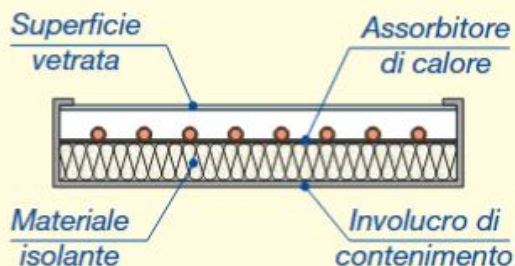
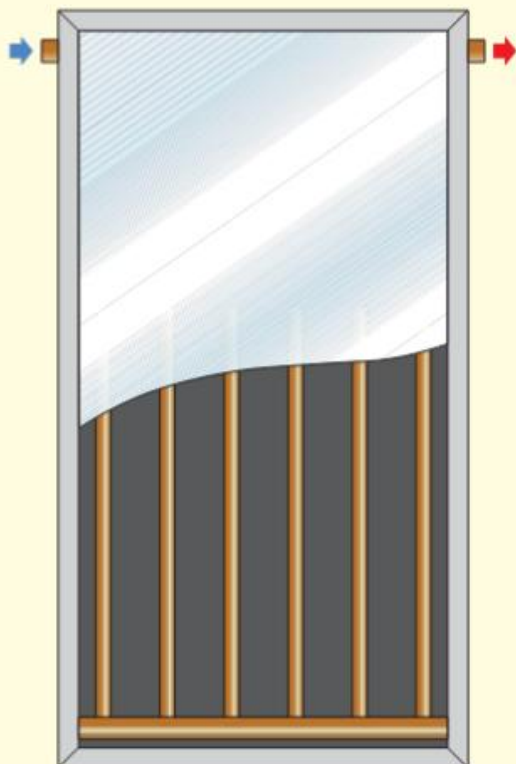
Prima di entrare nell'atmosfera terrestre, la radiazione solare ha una potenza (valutata rispetto ad una superficie ad essa perpendicolare) di circa 1350 W/m^2 .

Sulla terra, invece, la sua potenza è sensibilmente inferiore in quanto l'atmosfera agisce da filtro nei confronti dei raggi solari. I normali valori sono circa 1000 W/m^2 con cielo sereno, $100\div150 \text{ W/m}^2$ con cielo coperto.



L'insolazione annua [kWh/m²] è la quantità di energia solare che, nel corso di un intero anno, può essere captata da una superficie unitaria rivolta a Sud. Il suo valore dipende dalle caratteristiche climatiche del luogo e dalla sua posizione: latitudine, longitudine, altezza sul livello del mare.

Conoscere questa grandezza serve a quantificare l'energia termica ottenibile (in un certo luogo) con un impianto solare e quindi a valutare se risulta conveniente o meno la sua realizzazione.

Pannello a fluido liquido con protezione

Sono costituiti da:

- **un assorbitore metallico** (in rame, alluminio o acciaio) che incorpora anche i tubi di passaggio del fluido vettore;
- **una lastra in vetro o in plastica** con buona trasparenza alle radiazioni emesse dal sole ed elevata opacità a quelle emesse dall'assorbitore;
- **un pannello di materiale isolante**, posto sotto l'assorbitore;
- **un involucro di contenimento** per proteggere i componenti di cui sopra e limitare le dispersioni termiche del pannello.

Questi pannelli possono produrre acqua calda fino a $90\div 95^{\circ}\text{C}$. La loro resa diminuisce però in modo sensibile oltre i $65\div 70^{\circ}\text{C}$.

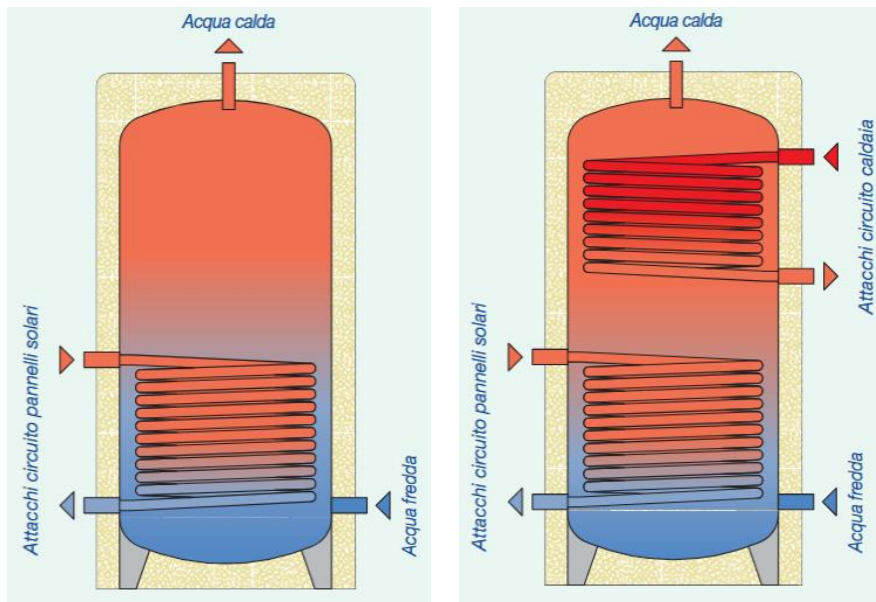
Non richiedono soluzioni d'uso complesse, hanno un buon rendimento e costi relativamente bassi. Per tali motivi sono i pannelli maggiormente utilizzati negli impianti civili.

Per impianti di piccole dimensioni sono disponibili anche con serbatoio incorporato.

SERBATOI A SERPENTINA

L'energia solare non è sempre disponibile. Di conseguenza, per poter utilizzare i servizi ad essa connessi in modo continuo serve l'aiuto di sistemi d'accumulo: sistemi che possono essere realizzati con sostanze liquide, solide (ad esempio pietre o ciottoli) oppure a scambio di fase (ad esempio sali fusi). Di seguito considereremo solo sistemi con serbatoi che contengono acqua: in pratica gli unici adottati in impianti solari ad uso civile. Possono essere a semplice o a doppio serpentino.

Quelli a semplice serpentino servono solo ad accumulare calore.



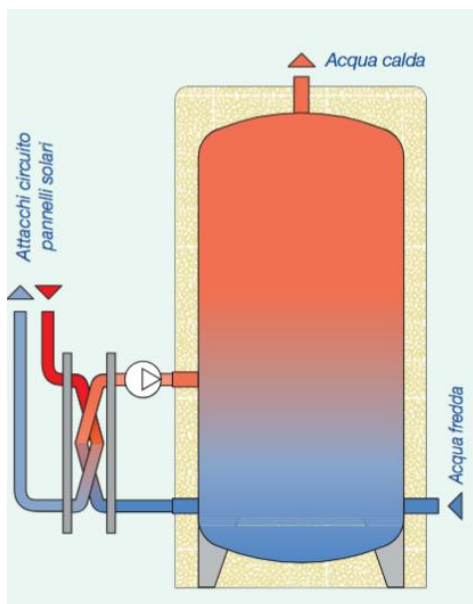
SERBATOI SENZA SCAMBIATORI INTERNI

Sono costituiti da semplici serbatoi d'accumulo. Lo scambio termico col fluido proveniente dai pannelli è realizzato con scambiatori esterni a piastre o a fascio tubiero. Gli scambiatori a piastre sono più compatti. Quelli a fascio tubiero, avendo sezioni di passaggio più ampie, sono meno esposti ai pericoli di "blocco" dovuti a incrostazioni e depositi di sporco.

Rispetto a quelli interni, l'uso degli scambiatori esterni:

- consente lo scambio termico di potenze più elevate;
- dà la possibilità di servire più serbatoi con un solo scambiatore;
- facilita, data l'autonomia dei serbatoi dagli scambiatori, la realizzazione di varianti ed integrazioni del sistema di accumulo.

Questi serbatoi e il relativo sistema di scambio termico sono utilizzati in impianti di medie e grandi dimensioni.



Regolazione con termoregolatore differenziale e valvola di by-pass modulante [schema 3]

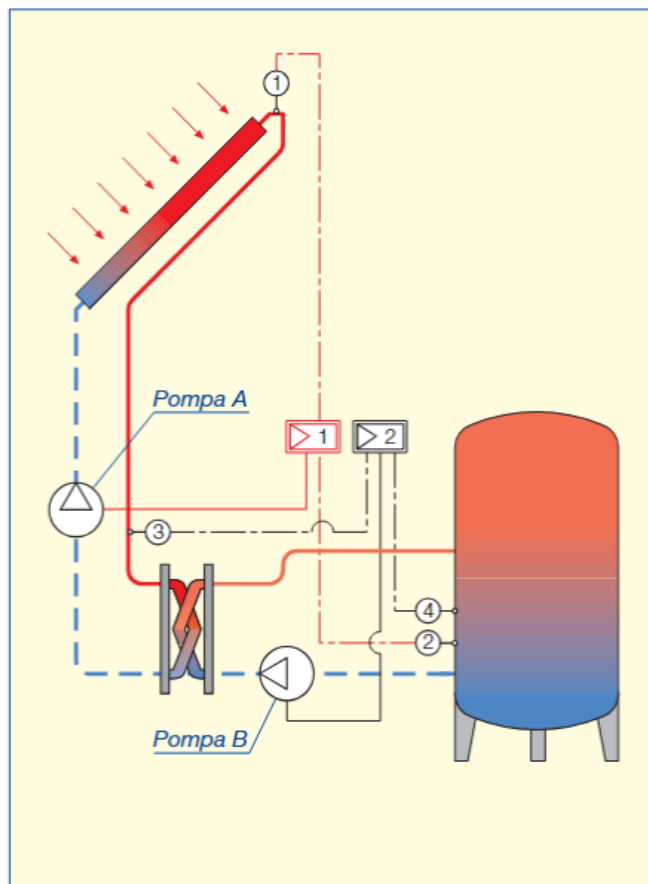
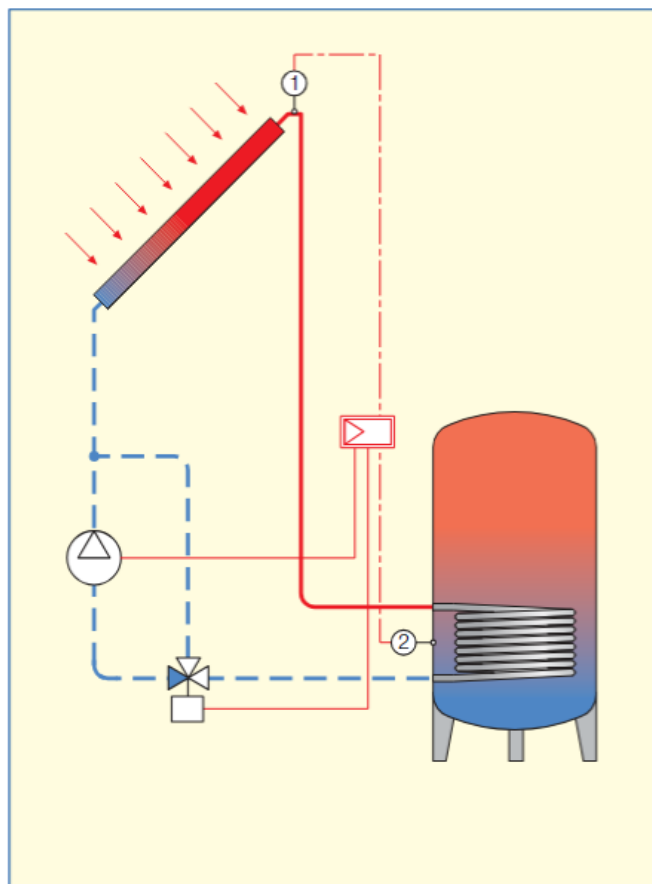
Il regolatore agisce sulla pompa come nel caso precedente, inoltre (azionando la valvola di by-pass) mantiene costante il Δt prefissato.

È una regolazione che migliora lo scambio termico fra pannelli e accumulo. Tuttavia, per il suo costo elevato, è utilizzata solo in impianti medio-grandi.

Regolazione con termoregolatori differenziali

e scambiatore di calore esterno [schema 4] La pompa A è attivata solo quando la differenza di temperatura fra le sonde S1 e S2 supera il valore Δt_1 .

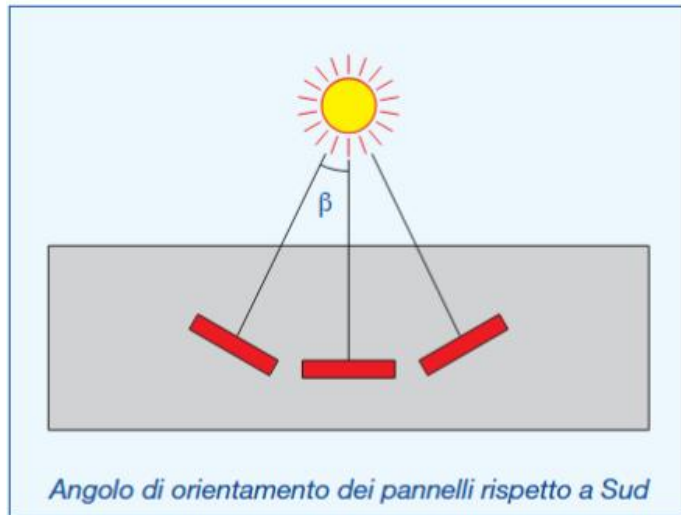
La pompa B è attivata solo quando la differenza di temperatura fra le sonde S3 e S4 supera il valore Δt_2 .



ANGOLO DI ORIENTAMENTO

Nel nostro emisfero l'orientamento ideale dei collettori è quello rivolto a Sud. Tuttavia anche orientamenti diversi non sono particolarmente penalizzanti.

Ad esempio con variazioni d'orientamento di $\pm 30^\circ$ rispetto a Sud, l'energia solare annua ricevuta diminuisce solo del 2,5%, mentre con variazioni di $\pm 45^\circ$ diminuisce del 3÷4%.



ANGOLO DI INCLINAZIONE

Se i pannelli sono posti su un tetto inclinato, in genere conviene mantenere la stessa inclinazione del tetto.

Se, invece, i pannelli sono posti su superfici piane, alle nostre latitudini conviene assumere i seguenti angoli di inclinazione:

$\alpha = 20\div 40^\circ$ per impianti a funzionamento estivo

$\alpha = 50\div 65^\circ$ per impianti a funzionamento invernale

$\alpha = 40\div 60^\circ$ per impianti a funzionamento annuo



SUPERFICIE DEI PANNELLI

Il calcolo delle superfici nette dei pannelli è in funzione del fabbisogno giornaliero d'acqua calda a 45°C
Facciamo riferimento alla normative italiana → FABBISOGNO ACS UNI/TS 11300-2

RESIDENZIALE

$$Vw = a \times Su + b \quad (\text{litri/giorno})$$

a (espresso in l/mq giorno) e **b** (espresso in l/giorno) dal Prospetto 30 UNI/TS 11300-2

Superficie utile S_u [m ²]	$S_u \leq 35$	$35 < S_u \leq 50$	$50 < S_u \leq 200$	$S_u > 200$
Parametro <i>a</i> [litri/(m ² × giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro <i>b</i> [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

NON RESIDENZIALE

$$Vw = a \times Nu \quad (\text{litri/giorno})$$

il valore di **a** e di **Nu** si ricavano dalla tabella seguente (UNI/TS 11300-2: 2019 prospetto 3)

Tipo di attività	a	Nu	Categoria DPR 412/93
Dormitori, residence, b&b	40 l/G letto	Numero di letti e numero di giorni mese	E.1 (3)
Hotel fino a 3 stelle	60 l/G letto	Numero di letti e numero di giorni mese	E.1 (3)
Hotel da 4 stelle e oltre	80 l/G letto	Numero di letti e numero di giorni mese	E.1 (3)
Attività giornaliera day hospital (senza pernottò)	15 l/G letto	Numero di letti	E.3
Attività ospedaliera con pernottò	80 l/G letto	Numero di letti	E.3
Scuole e istruzione	0,2	Numero di allievi / bambini	E.7
Scuole materne e asili nido	8	Numero di allievi / bambini	E.7
Attività sportive/palestre	50	Per doccia installata	E.6 (2)
Spogliatoi di stabilimenti	10	Per doccia installata	E.6 (3)
Esercizio commerciale senza obbligo di servizi igienici per il pubblico	0	-	E.5
Esercizio commerciale con obbligo di servizi igienici per il pubblico	0,2	Superficie netta climatizzata	E.5
Ristoranti e caffetterie	65	Numero di coperti *	E.4 (3)
Uffici	0,2	Superficie netta climatizzata	E.2
Catering, self service, bar	25	Numero di coperti *	E.4 (3)
Servizio lavanderia	50	Numero di letti	n.d.
Centri benessere	200	Numero di ospiti	n.d.
Altro	0	-	n.d.

Es. uffici bancari da 300m²: $Vw = 0,2 \times 300 = 60$ litri/giorno

NOTA: La temperatura di erogazione si assume pari a pari a 40°C

La superficie netta di pannelli solari è data da:

SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI CORRELATE AL FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACQUA CALDA A 45°C				
Italia Nord	1,2 m ²	per fabbisogno 50 l/giorno		
Italia Centro	1,0 m ²	"	"	" "
Italia Sud	0,8 m ²	"	"	" "
Nota: Per pannelli a tubi sotto vuoto, le superfici sopra riportate possono essere ridotte del 20%.				

Per impianti adibiti al riscaldamento di piscine, le superfici nette dei pannelli possono essere determinate in base ai seguenti valori.

RISCALDAMENTO PISCINE SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI	
Piscine esterne	0,60 ÷ 0,40 m ² ogni m ² sup. piscina
Piscine coperte	0,40 ÷ 0,30 m ² ogni m ² sup. piscina

POTENZA SPECIFICA DI PROGETTO

È la potenza captabile e trasferibile al fluido vettore da un metro quadrato di pannello con insolazione massima. Serve (come vedremo in seguito) a determinare la portata del circuito solare e a dimensionare il relativo scambiatore di calore. Il valore di questa grandezza dipende da molteplici fattori quali: l'insolazione massima del luogo, la tipologia e le caratteristiche costruttive dei pannelli, gli angoli di orientamento e inclinazione, le temperature dell'aria esterna e di funzionamento dell'impianto. Tuttavia, senza significativi errori, per pannelli piani con copertura trasparente, si può assumere il seguente valore:

$$q = 400 \text{ (kcal/h)/m}^2 = \mathbf{465,2 \text{ W/m}^2}$$

SALTO TERMICO DEL FLUIDO VETTORE

È il salto termico di progetto fra l'entrata e l'uscita del fluido vettore dai pannelli. Come nel caso precedente il suo valore serve essenzialmente a determinare la portata del circuito solare e a dimensionare il relativo scambiatore di calore. Per questa grandezza si può assumere il seguente valore:

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

VOLUME DEI SERBATOI D'ACCUMULO

Si può determinare in base a valori variabili da 50 a 60 litri per metro quadrato di pannelli. E quindi si può ritenere valida la seguente formula:

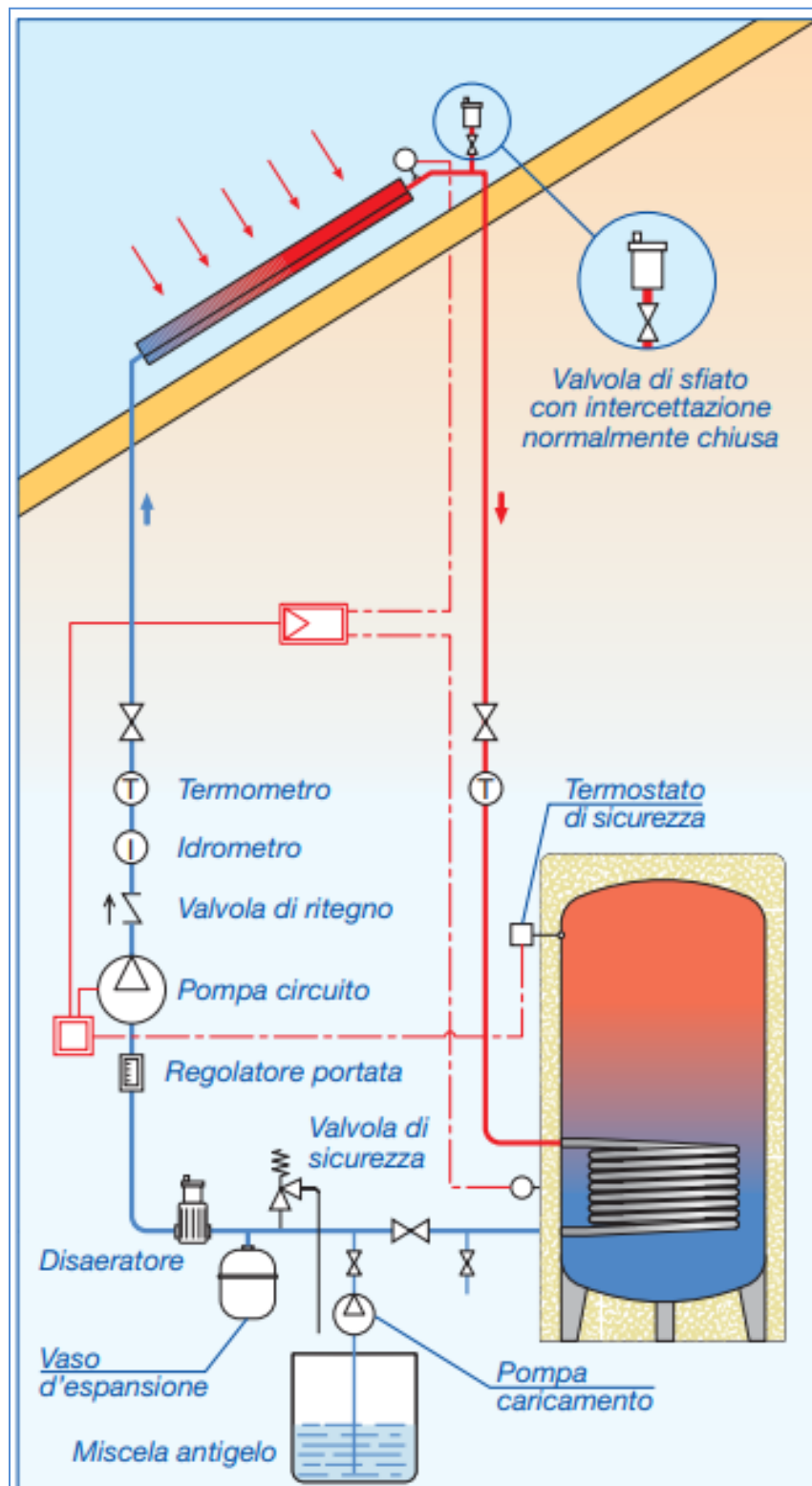
$$V = (50 \div 60) \cdot S \quad \text{Dove: } V = \text{Volume del serbatoio, m}^3; \quad S = \text{Superficie netta dei pannelli, m}^2$$

CIRCOLAZIONE FORZATA

È una circolazione che avviene con l'aiuto di pompe, attivate solo quando nei pannelli il fluido vettore si trova ad una temperatura più elevata rispetto a quella dell'acqua contenuta nei serbatoi d'accumulo.

Ovviamente in questi impianti non ci sono vincoli per l'ubicazione dei serbatoi.

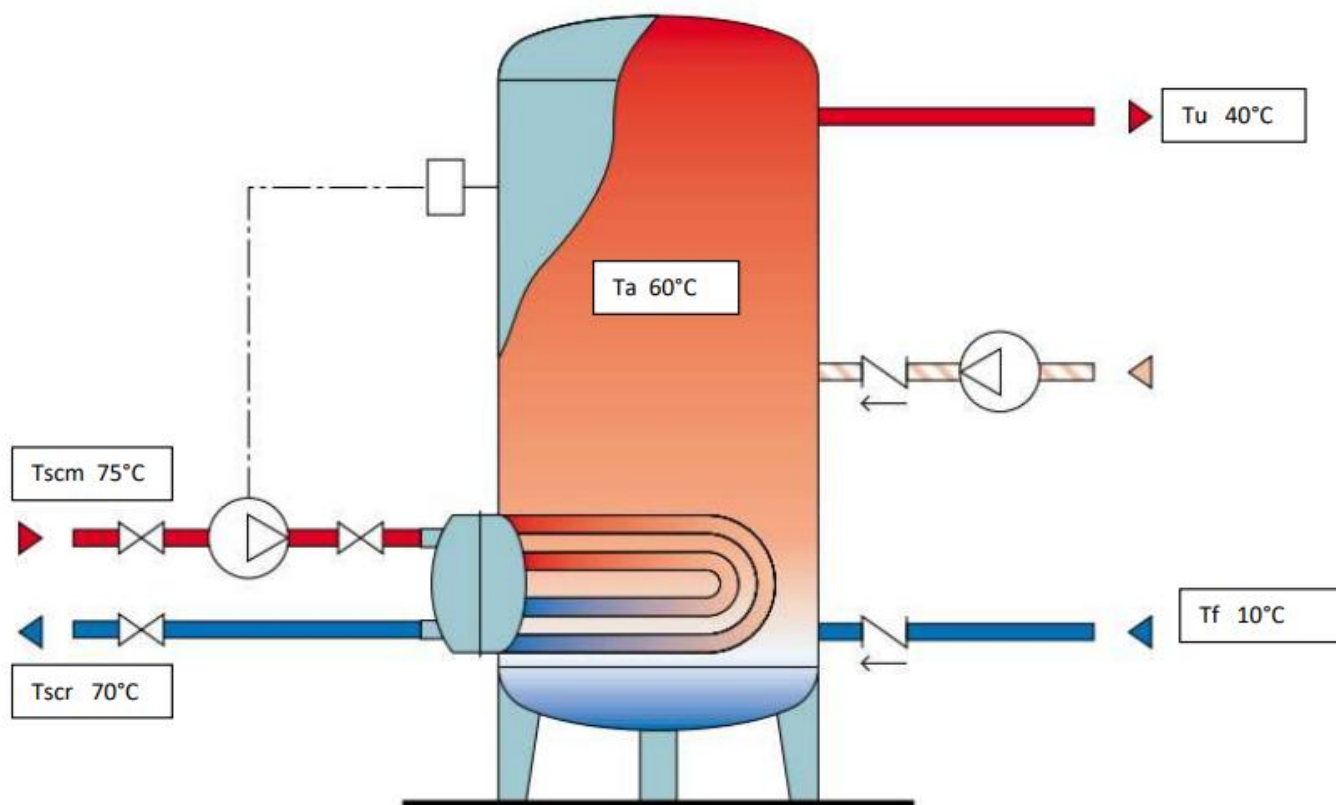
Lo schema che segue riporta i principali di un impianto solare con funzionamento a circolazione forzata.



SCAMBIATORI DI CALORE

Possono essere interni o esterni ai serbatoi d'accumulo.

SCAMBIATOREA SERPENTINA INTERNO



TEMPERATURA DELL'ACQUA FREDDA T_f

Il suo valore dipende da molti fattori quali: la temperatura del terreno, la temperatura esterna, la zona di provenienza dell'acqua e la natura della rete di distribuzione. In pratica, tuttavia, si può ritenere: • Italia settentrionale $t = 10 \div 12^\circ\text{C}$ • Italia centrale $t = 12 \div 15^\circ\text{C}$ • Italia meridionale $t = 15 \div 18^\circ\text{C}$

TEMPERATURA DI ACCUMULO DELL'ACQUA CALDA T_a

Il suo valore deve essere scelto in funzione dei seguenti criteri: • Evitare (o almeno limitare) fenomeni di corrosione e deposito del calcare. Tali fenomeni sono molto più rapidi e aggressivi quando l'acqua di accumulo supera i $60\text{-}65^\circ\text{C}$; • Limitare le dimensioni dei bollitori. Basse temperature dell'acqua di accumulo fanno aumentare notevolmente il volume dei bollitori; • Evitare lo sviluppo nell'acqua dei batteri. In genere i batteri possono sopportare a lungo temperature fino a 50°C .

Muiono invece in tempi rapidi oltre i 55°C . In considerazione di questi aspetti, accumulare acqua calda a 60°C è in genere un buon compromesso, compatibile anche con i limiti imposti dalla attuale norma UNI 9182.

TEMPERATURA DELL'ACQUA SCALDANTE T_{sc}

E' bene non tenere troppo elevata la temperatura del fluido scaldante e limitare il salto termico.

Ad esempio si può adottare una temperatura di mandata pari a 75°C e un salto termico di $5\text{-}10^\circ\text{C}$.

Per calcolare la superficie del serpentino riscaldante si può utilizzare con buona approssimazione la seguente formula:

$$S = \frac{Q_h}{K \cdot (t_{ms} - t_m)} \quad (5)$$

dove:

S = Superficie del serpentino.

Q_h = Calore orario trasmissibile dal serpentino (cioè calore orario richiesto alla caldaia).

K = Coefficiente di scambio termico del serpentino.

Normalmente si può considerare:

K = 500 per tubi in ferro

K = 520 per tubi in rame

t_{ms} = Temperatura media del fluido scaldante:

è data dalla media fra la temperatura di mandata e di ritorno del fluido scaldante.

t_m = Temperatura media del fluido riscaldato:

è data dalla media fra la temperatura dell'acqua di accumulo (**t_a**) e la temperatura dell'acqua fredda (**t_f**) di alimentazione.

SCAMBIATORE ESTERNO

La potenza termica può essere determinata con

$$Q = q \cdot S = 400 \cdot S \quad [W]$$

dove:

Q = potenza termica dello scambiatore (W)

q = potenza specifica di progetto, W/m²

S = superficie netta dei pannelli, m²

Temperature del circuito solare

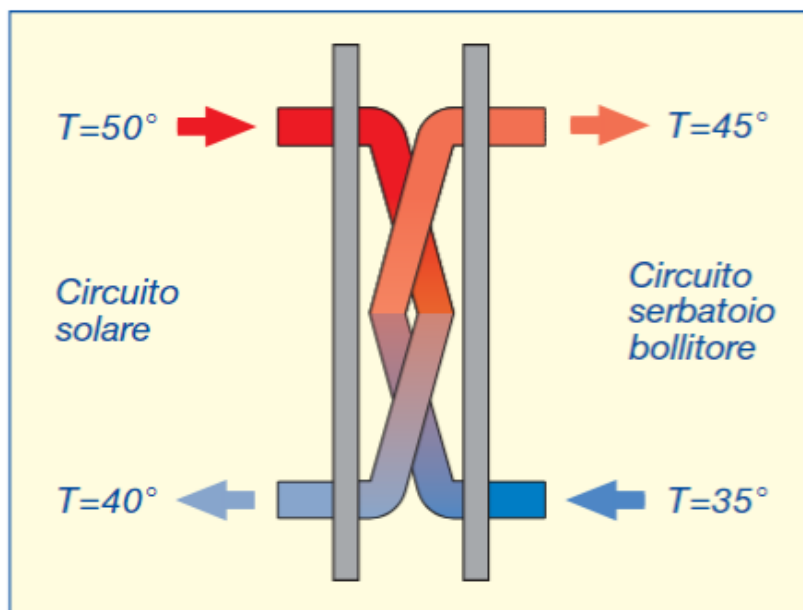
50°C = Temperatura entrata, °C

40°C = Temperatura uscita, °C

Temperature del circuito serbatoio

45°C = Temperatura entrata, °C

35°C = Temperatura uscita, °C



FORMULE GENERALI SCAMBIATORI

Per i fluidi che si scambiano calore (CALDO e FREDDO) vale la relazione generale

$$Q = m_f \cdot c_{pf} \cdot (T_{fu} - T_{fi}) \quad [W] \quad \text{essendo } c_{pf} \text{ la capacità termica massica del fluido freddo, } f=\text{freddo}$$

$$Q = m_c \cdot c_{pc} \cdot (T_{ci} - T_{cu}) \quad [W] \quad \text{essendo } c_{pc} \text{ la capacità termica massica del fluido caldo, } c=\text{caldo}$$

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_m$$

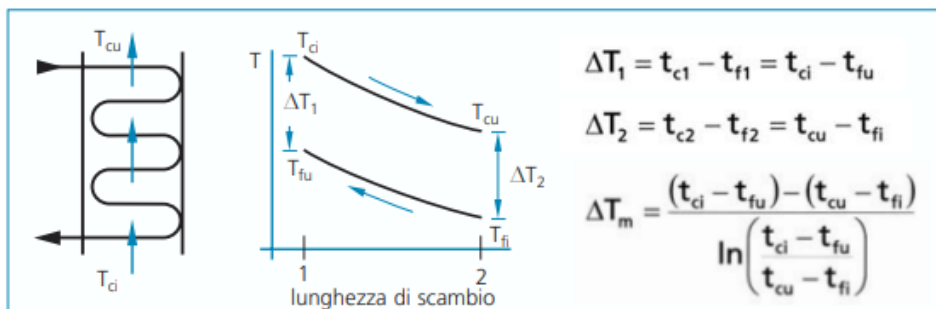
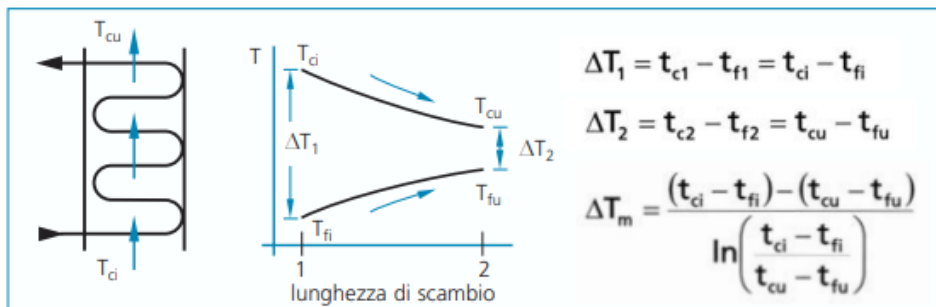
con **U** coefficiente di scambio termico globale (W/m² K)

L'espressione ΔT_m è chiamata, in modo corretto, differenza di temperatura media logaritmica, ed è definita dal rapporto:

$$\Delta T_m = (\Delta T_1 - \Delta T_2) / \ln (\Delta T_1 / \Delta T_2)$$

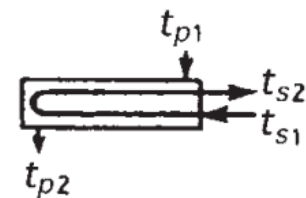
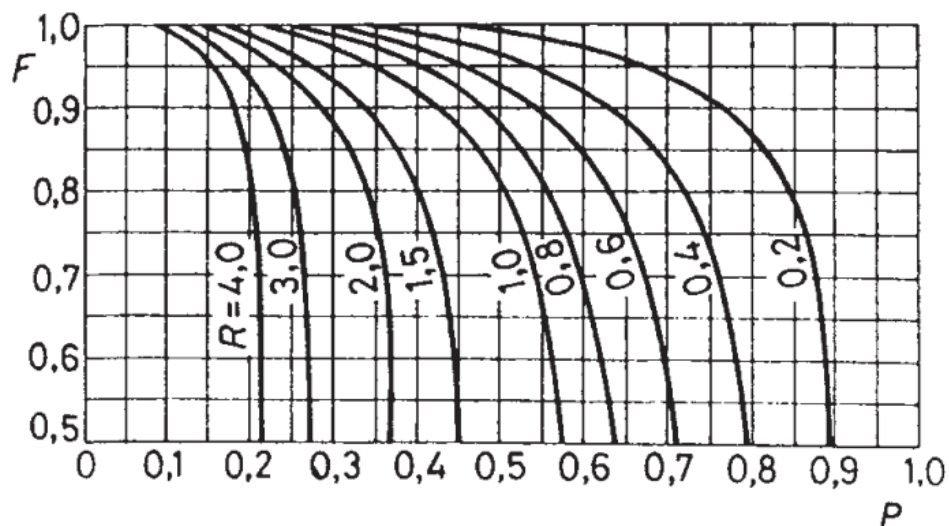
Combinazione di fluidi	Valore di $\mathcal{U}$
Acqua - acqua	850 ÷ 1700
Acqua - olio	110 ÷ 350
Gas - gas	10 ÷ 40
Vapore – olio combustibile denso	56 ÷ 170
Condensatore di vapore (acqua nei tubi)	1000 ÷ 6000
Scambiatore di calore a tubi alettati (acqua nei tubi, aria in corrente incrociata)	25 ÷ 50

Scambiatori di calore in equicorrente e controcorrente



A flusso incrociato

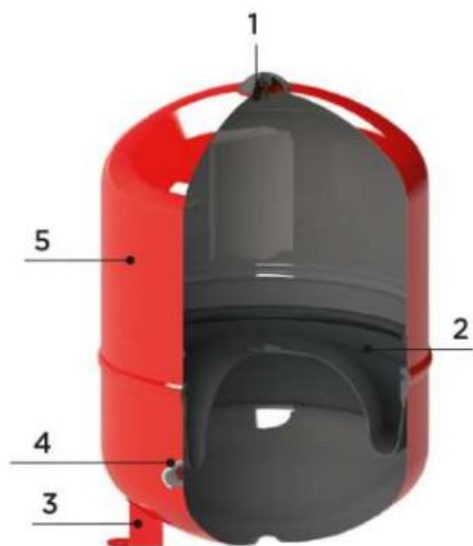
Nel caso di flusso incrociato il ΔT_m va moltiplicato per un fattore correttivo (<1) che si ricava da opportuni diagrammi.



VASO DI ESPANSIONE

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.

A titolo esplicativo l'acqua, passando da una temperatura di 0°C ad una di 100°C, produce un aumento di volume pari circa al 4,5%: ciò significa che dev'essere presente uno "spazio" interno al circuito in cui l'acqua possa essere contenuta. Tale "spazio" è fornito dal vaso di espansione.

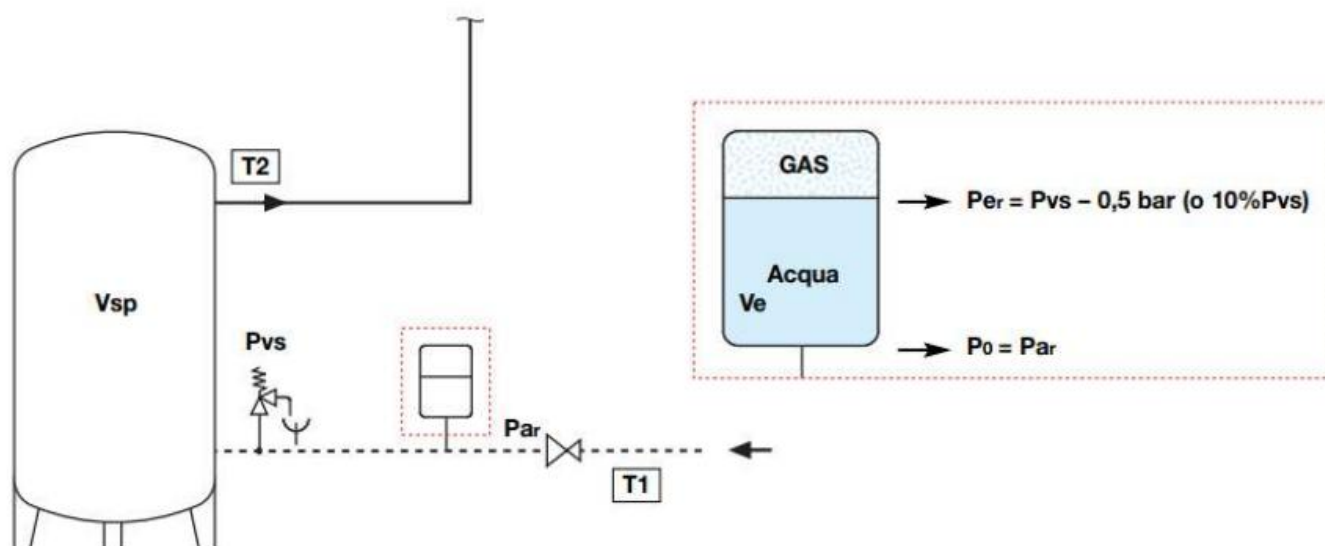
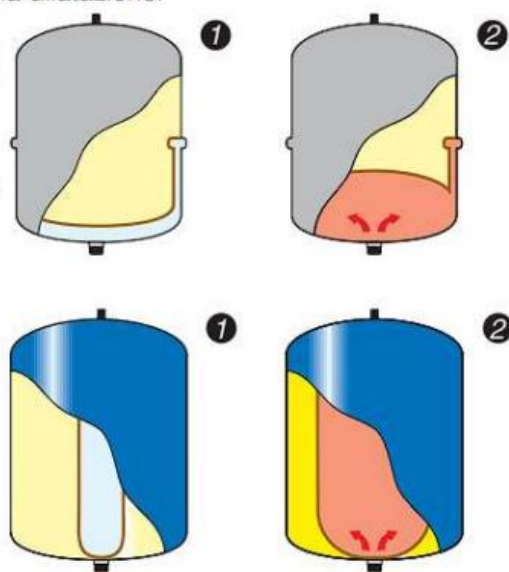


1. VALVOLA ARIA
2. MEMBRANA IN GOMMA
3. PIEDE DI SOSTEGNO
4. CONNESSIONE ACQUA
5. CORPO DEL VASO (VERNICIATURA A POLVERI)

Vaso d'espansione per circuiti di riscaldamento e sanitario

Il vaso di espansione chiuso a membrana 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).



VASO ESPANSIONE PER IMPIANTO SOLARE TERMICO

Negli impianti solari che possono andare in stagnazione (per evitare fuoriuscite del fluido) i vasi d'espansione devono essere in grado di contenere sia le dilatazioni del fluido sia il vapore che può formarsi.

NB: per proteggere le loro membrane, è bene installare i vasi di espansione sul ritorno del circuito solare, con tubo di collegamento rivolto verso il basso e senza isolamento termico.

Per dimensionare vasi di espansione capaci di tali prestazioni, si può dapprima calcolare il loro volume utile (cioè il volume di fluido che essi devono contenere) con la formula:

$$V_U = (V_C \cdot e + V_P) \cdot k$$

dove:

V_U = Volume utile del vaso di espansione, l

V_C = Contenuto di fluido nel circuito solare, l

e = Coefficiente di dilatazione del fluido: $e = 0,045$ per l'acqua, $e = 0,070$ per miscela acqua-glicole

V_P = Contenuto di fluido nei pannelli solari, l

k = costante di sicurezza $\rightarrow = 1,1$ valore normalmente assunto.

Si può determinare poi il volume nominale con la formula utilizzata per il calcolo dei normali vasi di espansione, e cioè:

$$V_N = V_U \cdot (P_F + 1) / (P_F - P_I)$$

dove:

V_N = Volume nominale del vaso di espansione, l

V_U = Volume utile del vaso di espansione, l

P_I = Pressione iniziale, vale a dire la pressione di riempimento dell'impianto, bar (consigliato: pressione atm. + 0,5 bar)

P_F = Pressione finale, bar (consigliato: pressione apertura valvola sicurezza - 0,5 bar $\rightarrow 6-0,5= 5,5$ bar)

ESERCIZIO

Calcolare il vaso di espansione richiesto da un circuito solare che utilizza miscela antigelo e ha le seguenti caratteristiche:	In base a tali dati e con riferimento alle formule e relative simboli della pagina precedente, risulta:
Numero pannelli solari: 8	- Contenuto di fluido nei pannelli solari: $V_P = 8 \cdot 2,0 = 16$ l
Contenuto fluido di ogni pannello: 2,0 l	- Contenuto di fluido nel circuito solare: $V_C = 16,0 + 24,0 = 40$ l
Contenuto fluido tubazioni, scambiatore di calore e altri componenti circuito solare: 24,0 l	- Volume utile del vaso di espansione: $V_U = (40 \cdot 0,07 + 16) \cdot 1,1 = 20,7$ l
Pressione iniziale: 1,5 bar	- Volume commerciale del vaso di espansione: $V_N = 20,7 \cdot (5,5 + 1) / (5,5 - 1,5) = 34$ l
Pressione finale: 5,5 bar	Il valore calcolato porta alla scelta di un vaso di espansione commerciale: $V_{\text{commerciale}} = 35$ l

Metodo di dimensionamento

T1 = temperatura acqua fredda di alimentazione
T2 = temperatura di accumulo dell'acqua calda
e = coefficiente di espansione dell'acqua, calcolato in base alla massima differenza tra la temperatura dell'acqua fredda di alimentazione e quella calda di accumulo

$$e = n_{T2}/100 - n_{T1}/100$$

Definizione volumi

Vn = volume del vaso (l), da calcolare
Vsp = volume dell'acqua riscaldata (l) (nel bollitore)
Ve = volume di espansione dovuto al riscaldamento dell'acqua (l)

Definizione pressioni - le pressioni sotto riportate sono tutte pressioni misurate al manometro (pressioni relative):

Po = pressione di precarica vaso lato gas (bar)
Pvs = pressione taratura valvola sicurezza (bar)
Par = pressione iniziale (bar) lato acqua, relativa rappresentata dalla pressione massima di ingresso (valore di taratura del riduttore di pressione o dalla pressione massima di alimentazione della rete)

$$Par = Po$$

Per = pressione massima di esercizio dell'impianto (bar) lato gas (Pvs) diminuita di un valore di pressione che previene l'apertura della valvola di sicurezza.

$$Per = Pvs - 0,5 \text{ bar (10\% Pvs se Pvs > 5 bar)}$$

La capacità di un vaso d'espansione chiuso a membrana (diaframma) per impianti sanitari con accumulo viene calcolata applicando la seguente formula:

$$Vn = \frac{e \cdot Vsp}{Pa - \frac{Pe}{1 - \frac{Pe}{Pa}}} \quad (2)$$

Pressioni assolute

Pa = pressione assoluta iniziale lato gas (bar) pari alla pressione massima di ingresso Par + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di precarica a freddo del vaso aumentata di 1 bar.

$$Pa = Par + 1 = Po + 1$$

Pe = pressione assoluta finale lato gas (bar) data dalla pressione massima relativa di esercizio dell'impianto Per + pressione atmosferica (1 bar).

$$Pe = Per + 1$$

Tabella indicativa coefficiente "n" al variare della temperatura "T (°C)", relativo alla temperatura di 10°C, senza glicole

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n	0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,7	2,3	2,9	3,6

Esempio:

Dimensionare un vaso di espansione per un impianto idrosanitario avente le seguenti caratteristiche:

Vsp = volume dell'acqua riscaldata (bollitore) = **600 l**
T1 = temperatura acqua fredda di alimentazione = **10°C**
T2 = temperatura di accumulo dell'acqua calda = **80°C**
Par = pressione iniziale lato acqua = **3,5 bar**
Pvs = pressione di taratura della valvola di sicurezza = **6 bar**

Soluzione:

Dalla tabella dei coefficienti "n" ricaviamo:

per $T1 = 10^\circ\text{C} \rightarrow n_{T1} = 0,1$ per $T2 = 80^\circ\text{C} \rightarrow n_{T2} = 2,9$
 quindi "e" per $\Delta T = 70^\circ\text{C}$ è dato da:

$$e = (2,9/100) - (0,1/100) = 0,028$$

Po = pressione di precarica vaso lato gas = **Par = 3,5 bar**

Per = pressione massima di esercizio dell'impianto lato gas
 $= Pvs - 0,5 \text{ bar} = 6 - 0,5 = \mathbf{5,5 \text{ bar}}$

Pa = pressione assoluta iniziale lato gas = $Par + 1 = 3,5 + 1 = \mathbf{4,5 \text{ bar}}$

Pe = pressione assoluta finale lato gas = $Per + 1 = 5,5 + 1 = \mathbf{6,5 \text{ bar}}$

Si applica la formula (2) per il calcolo del volume del vaso **Vn**:

$$Vn = \frac{0,028 \cdot 600}{1 - \frac{4,5}{6,5}} = \mathbf{54,54 \text{ l}}$$

Verrà scelto quindi un vaso da 60 l (che dovrà essere precaricato a 3,5 bar)

ESERCIZIO PRODUZIONE ACS CON SOLARE TERMICO

Si vuole coprire il 50% del fabbisogno di ACS di un condominio di 4 piani (18 appartamenti) con una media di 3 persone ad appartamento attraverso il solare termico.

- Valutare il fabbisogno di ACS del condominio sito a BRESCIA zona centro
- Dimensionamento di massima dell'impianto solare completo di boiler e vaso di espansione
- Stima dei costi e dei tempi di rientro utilizzando pannelli solari piani ipotizzando di produrre l'ACS con boiler elettrico e con boiler P.D.C. con COP 2,2 (utilizzare il pannello solare allegato).
- Disegno del layout ottimale dei pannelli
- Calcolo prevalenza della pompa lato accumulo ipotizzando di installare il boiler nel seminterrato (profondità dal terrazzo di 20 m) assumendo un coefficiente complessivo di perdita localizzata pari a 30 e un lunghezza complessiva dei tubi in PEX lato boiler (scambiatore a piastre esterno) di 65 m.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Condominio						
2	N° appartamenti	18					
3	Area tipica	90 m2					
4							
5	Calcolo fabbisogno ACS						
6	Da norma UNI						
7	a	1,067					
8	b	36,67					
9	Vw	132,7 litri/giorno					
10	V tot	2388,6 litri/giorno					
11	Consumo ACS 50%						
12	C 50%	1194,3 litri/giorno					
13							
14	Calcolo AREA pannelli						
15	Stot	28,6632 m2					
16	Area singolo pannello						
17	Sp	2,15 m2					
18	n° pannelli	14					
19							
20	Volume serbatoio accumulo						
21	V serbatoio	1655,5 litri					
22							
23	Serpentina interna			Scambiatore esterno CC			
24	Tsolare mand.	75 °C		Tci solare mand.	75 °C		
25	Tsolare rit.	65 °C		Tcu solare rit.	65 °C		
26	Tf acquedotto	10 °C		Tfi ACS	45 °C		
27	Ta accumulo	55 °C		Tfu ACS	55 °C		
28	Potenza termica solare accumulabile			Potenza termica solare accumulabile			
29	q specifica	465,2 W/m2		q specifica	465,2 W/m2		
30	Q	14002,52 W		Q	14003 W		
31	U	600 W/m2 k		U	600 W/m2 k		
32	Tms	70 °C		<i>Salto di temperatura ΔT_m</i>			
33	Tm	32,5 °C		ΔT_1	20		
34	S	0,6223342 m2		ΔT_2	20		
35	D tubi	20 mm		ΔT_m	20 !		
36	Lunghezza	9,9 m		S	1,167		
37				D tubi	20 mm		
38				Lunghezza	18,6 m		
39	Vaso di espansione						
40	e	0,07					
41	Vp 1 pannello	1,5 l					
42	Vp tot.	21 l					
43	k	1,1					
44	lungh. Tubi	25 m					
45	d 3/4"	20 mm					
46	Vc	7,85 l					
47	<i>Volume utile</i>						
48	Vu	23,70445 l					
49	<i>Volume nominale</i>						
50	pi	1,5 bar					
51	pf	5,5 bar					
52	Vn	38,5 l					
53	Vcomm.	40 l					

CR110 e CR120 SELECTIVE



Collettore di nuova generazione **CR 110 e CR120 SELECTIVE** per la circolazione naturale e forzata. L'alto rendimento è garantito dalla piastra captante con trattamento selettivante. Il profilo è in acciaio zincato verniciato a polveri, con all'interno isolamento in schiuma poliuretana. La copertura è in vetro temprato dello spessore di 3,2 mm con elevata resistenza contro la grandine e con finitura superficiale prismatica per una riflessione ridotta.

VANTAGGI:

- Collettore piano per impianti a circolazione naturale e forzata
- Cornice esterna in acciaio zincato verniciato a polveri
- Possibilità di installazione su diverse tipologie di tetti
- Possibilità di sostituire il vetro
- Sistema anticondensa
- Assorbitore con trattamento Selective Paint
- Vetro temprato, prismatico, bassa riflessione, basso contenuto di ferro

MODELLO		CR110	CR120
CODICE		0618048	0630021
Superficie lorda	m ²	2,7	2,80
Superficie apertura	m ²	2,15	2,56
Superficie assorbimento	m ²	2,15	2,56
Dimensioni (L x H x P)	mm	1070 x 2170 x 90	1270 x 2180 x 90
Peso a vuoto	Kg	36	39
Contenuto di fluido	l	1,30	1,53
Materiale cassa		acciaio zincato verniciato a polveri	
Risalite in rame Ø 8 mm		7	8
Trattamento selettivante		Selective Paint	
Fattore di assorbimento	%	90	
Fattore di emissione	%	45	
Attacchi laterali		4 attacchi filettati 3/4" F	
Vetro prismatico temprato spessore	mm	3,2	
Isolamento termico collettore		schiuma poliuretana 23 mm	
Pressione massima di esercizio	bar	10	
Rendimento ottico (rif. apertura)	%	0,693	
Coefficiente trasmissione termica a ₁ (rif. apertura)	W/m ² K	4,390	
Coefficiente trasmissione termica a ₂ (rif. apertura)	W/m ² K ²	0,018	
Capacità termica	kJ/K	12,501	
Fattore di correzione angolare K _{50°}		0,87	
Perdita di pressione (a 100 l/h)	mbar	0,9	3,0
Temperatura di stagnazione	°C	170	

EXTRAVAREM LR CE -10 +99 °C

Codice standard	Capacità	Press. Massima	Raccordo	Dimensioni	Imballo	Qtà/pallet
	L	bar	inch	mm	m³	n.
R1005231CS000000	5*	6	3/4"	160x325	0,019	210
R1008231CS000000	8*	6	3/4"	200x330	0,031	144
UR012231CS000000	12	6	3/4"	270x325	0,024	84
UR018231CS000000	18	6	3/4"	270x415	0,034	56
UR025231CS000000	25	6	3/4"	290x460	0,041	63
UR040231CS000000	40	5	3/4"	320x580	0,068	36

Membrana fissa, flangia aggraffata

MAXIVAREM LR CE -10 +99 °C

Codice standard	Capacità	Press. Massima	Raccordo	Dimensioni	Imballo	Qtà/pallet
	L	bar	inch	mm	m³	n.
UR035231CS000000	35	5	3/4"	320X525	0,064	42
UR050271CS000000	50	6	3/4"	380X620	0,104	25
UR060371CS000000	60	6	1"	380X670	0,116	25
UR080371CS000000	80	6	1"	450X650	0,135	20
UR100371CS000000	100	6	1"	450X730	0,173	15
UR150471CS000000	150	6	1"½	554X810	0,265	8
UR200471CS000000	200	6	1"½	554X988	0,324	8
UR250471CS000000	250	6	1"½	624X1006	0,423	6
UR300471CS000000	300	6	1"½	624X1160	0,481	6
UR400471CS000000	400	6	1"½	624X1520	0,77	6
UR500471CS000000	500	6	1"½	790X1250	1,126	1
UR600471CS000000	600	6	1"½	790X1525	1,349	1
UR700471CS000000	700	6	1"½	790X1635	1,438	1
URN10H61CS000000	1000	6	2"	930X1913	2,2	1

Membrana sostituibile, flangia avvitata da 50 lt

STARVAREM -10 +99 °C

Codice standard	Capacità	Press. Massima	Raccordo	Dimensioni	Imballo	Qtà/pallet
	L	bar	inch	mm	m³	n.
UR0352E1CS000000	35	6	3/4"	320x500	0,06	42
UR0502E1CS000000	50	6	3/4"	381x555	0,08	25
UR0803E1CS0ST000	80	10	1"	451x732	0,16	12
UR1003E1CS0ST000	100	10	1"	451x806	0,17	12
UR1503E1CS0ST000	150	10	1"	451x1027	0,22	6
UR2003E1CS0ST000	200	10	1"	550x1076	0,33	6
UR2803E1CS0ST000	280	10	1"	550x1385	0,43	6
UR430VE1CS0ST000	430	10	1"1/4	630x1580	0,66	6

Membrana a diaframma
Raccordo laterale per 35-50 L

TUBI IDRAULICI COMMERCIALI

I tubi vengono generalmente classificati come diametro nominale che corrisponde, in linea di massima, con il diametro interno del tubo.

I diametri nominali, foro nominale, secondo gli standard statunitensi sono espressi in pollici mentre nell'uso europeo sono espressi in mm.

Generalmente, per identificare il diametro nominale si utilizzano le seguenti sigle:

- DN = (Diametro Nominale) espresso generalmente in mm
- NB = (Nominal Bore) espresso generalmente in pollici

		Diametro Esterno (mm)
NB (Pollici)	DN(mm)	TUBI ACCIAIO
1/8"	6	10,3
1/4"	8	13,7
3/8"	10	17,2
1/2"	15	21,3
3/4"	20	26,7
1"	25	33,4
1" 1/4	32	42,2
1" 1/2	40	48,3
2"	50	60,3
2" 1/2	65	73
3"	80	88,9
3" 1/2	90	101,6
4"	100	114,3
5"	125	141,3
6"	150	168,3
8"	200	219,1
10"	250	273,1
12"	300	323,9
14"	350	355,6
16"	400	406,4
18"	450	457,2
20"	500	508
24"	600	609,6
44"	1100	1117,6