

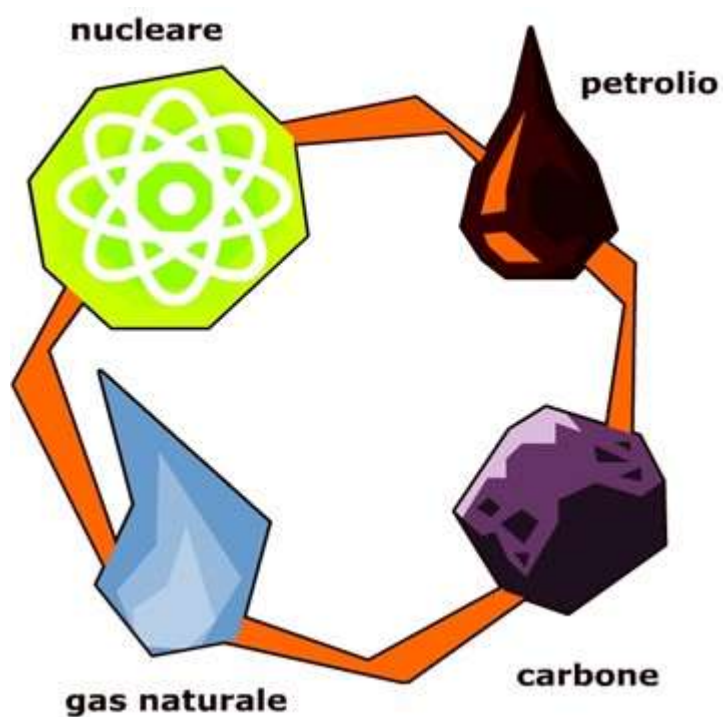


# **Tecnico delle energie rinnovabili**

**Appunti guida di progettazione**  
**installazione/manutenzione impianti FER**  
**(fonti energetiche rinnovabili)**

### ATTENZIONE AI TERMINI USATI

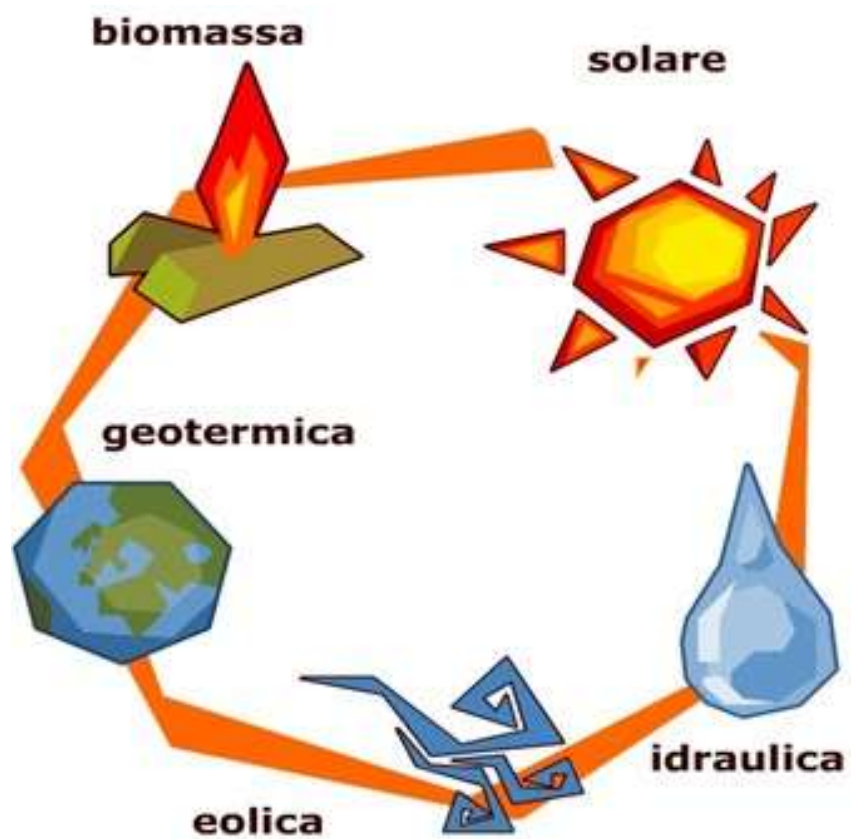
Fonti energetiche non rinnovabili e così dette “alternative” perché utilizzate in epoca moderna in sostituzione a quelle usate dall’uomo primitivo.



Vengono consumate a velocità maggiore di quella necessaria alla loro rigenerazione

## **ENERGIE RINNOVABILI**

Tutti i giorni sono disponibili e rigenerate in modo naturale senza generare inquinamenti a vari livelli



**Si rigenerano almeno alla velocità con cui vengono consumate**

## Possibilità di sfruttamento delle energie rinnovabili

SOLE = termico e fotovoltaico

VENTO = eolico e mini eolico

ARIA/TERRA = pompe di calore aria e geotermico

BIOMASSE = legno cippato pellet e (scarti agricoli rifiuti organici)

ACQUA = turbine idrauliche e (moto ondoso)

Avendo a disposizione questi elementi naturali, non inquinanti, andremo a scegliere, in base alla disponibilità nella zona di installazione dell'impianto e alle esigenze del cliente, quale realizzare, tenendo presente costi e tempi di rientro dell'investimento finanziario.

Tradotto, se siamo a Bolzano o a Palermo, si dovrà valutare quale impianto realizzare sfruttando in modo prevalente l'energia rinnovabile a disposizione sul posto e soprattutto che utilizzo ne fa il cliente, elettrico e/o termico.

Infatti in base all'esigenza del cliente e alla risorsa disponibile si andrà a proporre l'impianto più indicato tenendo presente due elementi fondamentali, con l'energia elettrica riesco a fare tutto, anche l'acqua calda, con l'energia termica produco "solo" acqua calda che serve unicamente per igiene personale ed eventualmente riscaldamento degli ambienti.

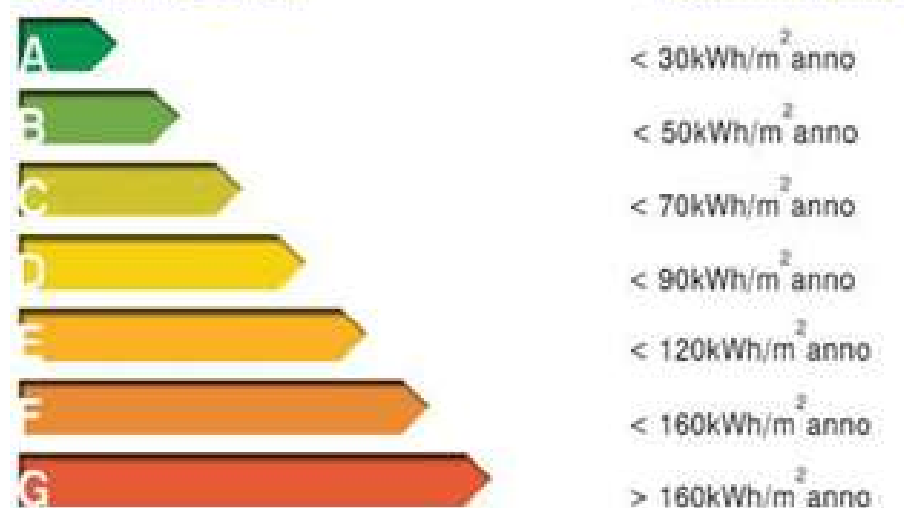
Mi spiego meglio, se devo far funzionare un frigorifero, con il solare termico non ci faccio nulla. Ed è per questo che l'energia elettrica rinnovabile viene definita nobile, utilizzabile per qualsiasi scopo, al contrario della termica fine a sé stessa.

Ciò non toglie che l'energia termica solare sia comunque una valida alternativa ai combustibili fossili dove ho un buon consumo di acqua calda sanitaria a livello familiare (se vivo solo e faccio la doccia in palestra...serve poco) o a livello più industriale tipo piscine e palestre, o se utilizzato per riscaldamento dell'edificio, questo deve avere una classe energetica molto alta per contenere l'ampiezza dell'impianto sia nei costi che nei volumi. (molti pannelli ci vuole spazio e non sempre è disponibile in più aumentano i costi di realizzazione e non sempre c'è un ritorno economico)

Questo vale per tutti gli impianti ad energie rinnovabili, avere l'edificio con classe energetica alta, semplifica la posa e l'utilizzo, con costi "contenuti" di realizzo. La parola "contenuti" è volutamente tra virgolette in quanto un impianto ad energie rinnovabili costa mediamente sempre di più di un impianto a combustibili fossili e tenuto conto anche degli eventuali sgravi fiscali, ci possono volere anni per ammortizzare l'investimento, per cui quando si valuta la progettazione di un impianto, il punto fermo da cui partire è la CLASSE ENERGETICA di appartenenza dell'edificio e valutarne il suo efficientamento, facendogli fare un salto in alto nella classe di appartenenza, dopo di che possiamo consigliare l'impianto più adatto.

#### CLASSIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI e relativi consumi energetici previsti:

##### CASA PASSIVA



**A tutti gli edifici viene data una classificazione energetica obbligatoria per affittare o vendere.  
Ad ogni classificazione energetica corrisponde un consumo annuo di combustibile per riscaldarlo**

**IN FUNZIONE DELLA CLASSE ENERGETICA SI HANNO QUESTI  
VALORI INDICATIVI DI CONSUMO COMBUSTIBILE ANNUO**

**CASA PASSIVA :**

**< 15 KWh/mq annuo = < 1,5 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica A:**

**< 30 KWh/mq annuo = < 3 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica B:**

**tra 31–50 KWh/mq annuo = 3,1–5 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica C:**

**tra 51–70 KWh/mq annuo = 5,1–7 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica D:**

**tra 71–90 KWh/mq annuo = 7,1–9 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica E:**

**tra 91–120 KWh/mq annuo = 9,1–12 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica F:**

**tra 121–160 KWh/mq annuo = 12,1–16 litri gasolio/mq annuo**

**Classe energetica G:**

**> 160 KWh/mq annuo = > 16 litri gasolio/mq annuo**

Come parametro usiamo l'antiquato gasolio, ma che rende meglio l'idea del consumo immaginando il liquido nero, inquinante, in bottiglia, dove nella casa passiva ce ne serve meno di un litro e mezzo mq/anno, mentre nella casa in classe G, purtroppo la più comune nelle nostre case fino a poco tempo fa, ne serve molto di più (maggiore di sedici litri mq/anno). Va da sé che la differenza tra 1,5 lt e 16 lt sia tanta, sia in termini di consumi, inquinamento e, molto importante, costi.

Tutto questo serve a prendere coscienza che, se le energie rinnovabili sono importanti, ma tutto deve partire dal consumo finale dell'utente che deve essere ridotto il più possibile a monte dell'impianto da realizzare.

Quando si parla di realizzare impianti di qualsiasi genere, ma a maggior ragione quelli dedicati alle energie rinnovabili, si deve conoscere le basi relative alle unità di misura in gioco perché non possiamo “confondere mele con le pere” altrimenti il nostro impianto non funzionerà mai bene.

### **Rivediamo le unità di misura che più ci interessano**

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>BAR (atm) (Pa)</b>               | <b>per misurare la pressione</b>      |
| <b>kW (kcal/h) (frig/h) (btu/h)</b> | <b>per misurare la potenza</b>        |
| <b>°C (K )</b>                      | <b>per misurare la temperatura</b>    |
| <b>kg</b>                           | <b>per misurare il peso</b>           |
| <b>L (lt)</b>                       | <b>per misurare la capacità</b>       |
| <b>mc</b>                           | <b>per misurare il volume</b>         |
| <b>mq</b>                           | <b>per misurare le superfici</b>      |
| <b>mm</b>                           | <b>per misure lineari</b>             |
| <b>dB(A)</b>                        | <b>per misurare il rumore o suono</b> |

nessuna di queste unità di misura va sottovalutata, soprattutto il rumore in quanto può essere fastidioso quando prodotto dalle ventole delle pompe di calore o dalle pale eoliche



## UNITA' DI MISURA

## LA LUNGHEZZA:

**LA LUNGHEZZA DEI SOLIDI SI MISURA IN METRI ( unità di misura del SISTEMA INTERNAZIONALE )**

**OVVIAMENTE SI POTRA' FARE RIFERIMENTO AI SOTTOMULTIPLI DEL METRO : DECIMETRI , CENTIMETRI , MILLIMETRI**

**Per fissare le idee occorrerà ricordare che in 1 metro ci sono DIECI DECIMETRI**

**in 1 metro ci sono CENTO**

**ed inoltre che : CENTIMETRI**

**in 1 metro ci sono MILLE MILLIMETRI**

**ESISTONO TUTTORA E SONO ACCETTATE PER IL LORO LARGO USO NEI PAESI ANGLOSASSONI LE UNITA' IMPERIALI**

**la YARD che equivale a circa 91 centimetri**

**il PIEDE ( foot ) che equivale a circa 30 centimetri**

**il POLLICE ( inch ) che equivale a circa 25,4 millimetri ( cioè 2, 54 centimetri )**

**di nostro immediato interesse nel campo dell' idraulica è soprattutto quest' ultima unità di misura**

**Per convertire le unità di misura :**

**da metri a millimetri moltiplicare per MILLE**

**da millimetri a metri dividere per MILLE**

**da metri a centimetri moltiplicare per CENTO**

**da centimetri a metri dividere per CENTO**

**da millimetri a pollici dividere per 25,4**

**da pollici a millimetri moltiplicare per 25,4**

**da pollici a centimetri moltiplicare per 2,54**

| Multipli   |           |           | Unità di misura | Sottomultipli |            |            |
|------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|------------|------------|
| km         | hm        | dam       |                 | dm            | cm         | mm         |
| chilometro | ettometro | decametro | m metro         | decimetro     | centimetro | millimetro |
| 1000       | 100       | 10        | 1               | 0,1           | 0,01       | 0,001      |

## VOLUME:

IL VOLUME DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI SI MISURA COME PRODOTTO DELLE TRE DIMENSIONI ( PER UN LIQUIDO DEL SUO CONTENITORE )  
AD ESEMPIO PER MISURARE IL VOLUME DI UN SOLIDO DI DIMENSIONI 1m DI LUNGHEZZA , 1m DI LARGHEZZA E 1m DI ALTEZZA  
SI OTTERRA' UN VOLUME di  $1 \text{ m}^3$  ( 1 METRO CUBO )

OVVIAMENTE SI POTRA' FARE RIFERIMENTO AI SOTTOMULTIPLI DEL METRO E SI OTTERRANNO : DECIMETRI CUBI , CENTIMETRI CUBI ,  
ECC:

IL VOLUME DI UN LIQUIDO E' GENERALMENTE ESPRESSO IN LITRI ANZICHE' IN  $\text{m}^3$

Per fissare le idee occorrerà ricordare che  $1 \text{ m}^3$  equivale a 1000 litri

ed inoltre che : 1 litro equivale ad 1 decimetro cubo

per cui  $1 \text{ m}^3$  equivale a MILLE decimetri cubi

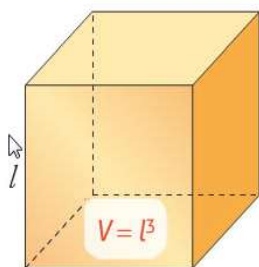
AD ESEMPIO : UN PALLET 1000 x 1200 mm di altezza 1 metro ( prodotto caricato sul pallet )  
occuperà un volume di :  $1 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  pari a :  $1,2 \text{ m}^3$

Di nostro interesse può essere sapere quanto vale il :

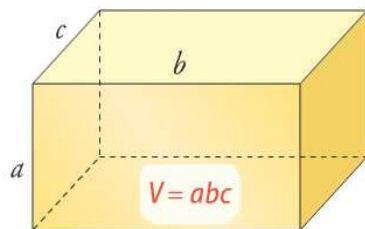
VOLUME DI UN SERBATOIO

VOLUME DI UN VANO DA RISCALDARE

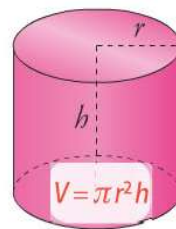
VOLUME DI ACQUA CALDA IN ACCUMULO



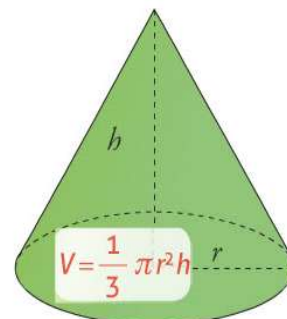
**A** Cubo



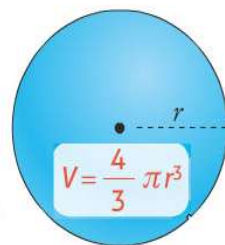
**B** Parallelepipedo  
rettangolo



**C** Cilindro



**D** Cono



**E** Sfera

Indipendentemente dalla forma, ho un volume calcolabile

## LA PORTATA:

COME SI MISURA ...

**... LA PORTATA !**

LA PORTATA DEI LIQUIDI SI MISURA COME VOLUME DEFLUITO NELL' UNITA' DI TEMPO .  
AD ESEMPIO PER MISURARE LA PORTATA DI ACQUA SI PUO' FARE RIFERIMENTO AI litri / min  
OPPURE AI litri / sec  
OPPURE AI  $\text{m}^3 / \text{h}$

Per passare da una unità di misura all' altra occorre ricordare che  $1 \text{ m}^3$  equivale a 1000 litri  
ed inoltre che :  
in un minuto ci sono 60 secondi  
in un' ora ci sono 60 minuti

ADESEMPIO:

|          |                           |               |                           |     |                                     |
|----------|---------------------------|---------------|---------------------------|-----|-------------------------------------|
|          | 60 l/h                    | equivalgono a | 1 l/min                   |     |                                     |
|          | $60 \text{ m}^3/\text{h}$ | equivalgono a | $1 \text{ m}^3/\text{h}$  | che | equivalgono a 1000 l/h              |
| 1000 l/h |                           | equivalgono a | $1000 / 60 \text{ l/min}$ | che | equivalgono a 16,67 l/min all' inci |

DIVERSO IL DISCORSO PER I GAS CHE OCCUPANO SEMPRE TUTTO IL VOLUME A LORO DISPOSIZIONE !

In questo caso occorre fare riferimento a  $\text{m}^3$  in condizioni standard , chiamati NORMALMETRICUBI  $\text{Nm}^3$   
Dal punto di vista della portata nulla cambia

E' di ns. interesse conoscere la portata per contabilizzare economicamente il :  
CONSUMO DI ACQUA IN UN CERTO PERIODO  
CONSUMO DI GAS DURANTE IL FUNZIONAMENTO DI UNA CALDAIA



## LA PRESSIONE:

**1 bar = 0,986923 atm , (atmosfere vecchia unità di misura)**

**unità di misura che , come si vede , si discosta molto poco da quella tradizionale in atm .**

**Ne consegue che i valori già espressi in atm sono molto simili a quelli nuovi espressi in bar .**

**Ma anche altre unità di misura , non più comprese nel Sistema Internazionale , non sono più ammesse , anche se ne troviamo ancora traccia .**



**Per convertire le unità di misura :**

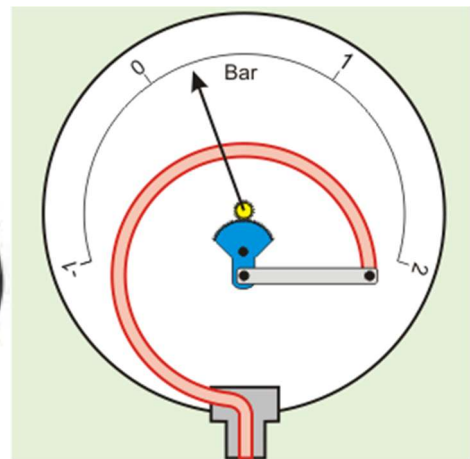
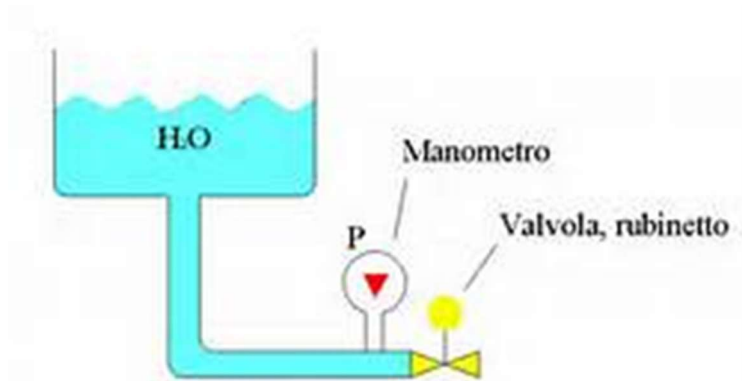
**1 kgp/cmq      =      0,980665 bar**

**1 atm            =      1,01325 bar**

**1 psi            =      0,0689 bar**

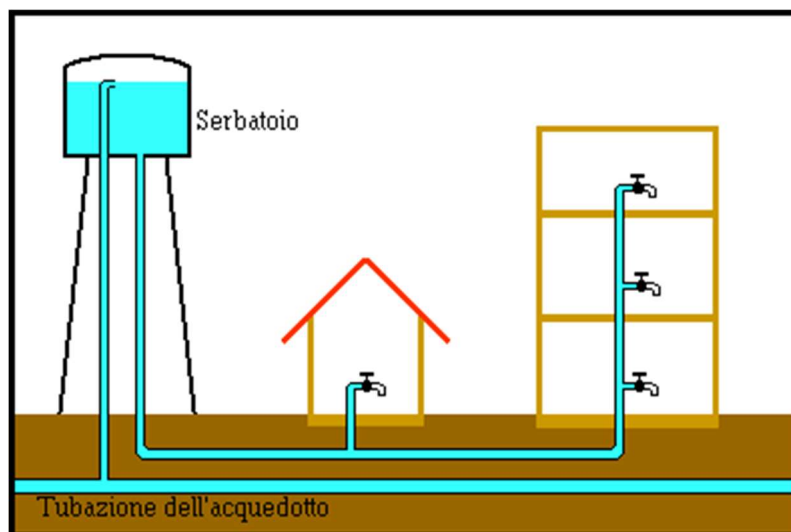
**psi = pound square inch ,    cioè libbra su pollice quadrato**

La pressione è determinata dalla differenza di livello, più è alto il livello, maggiore sarà la pressione



La si misura con il manometro

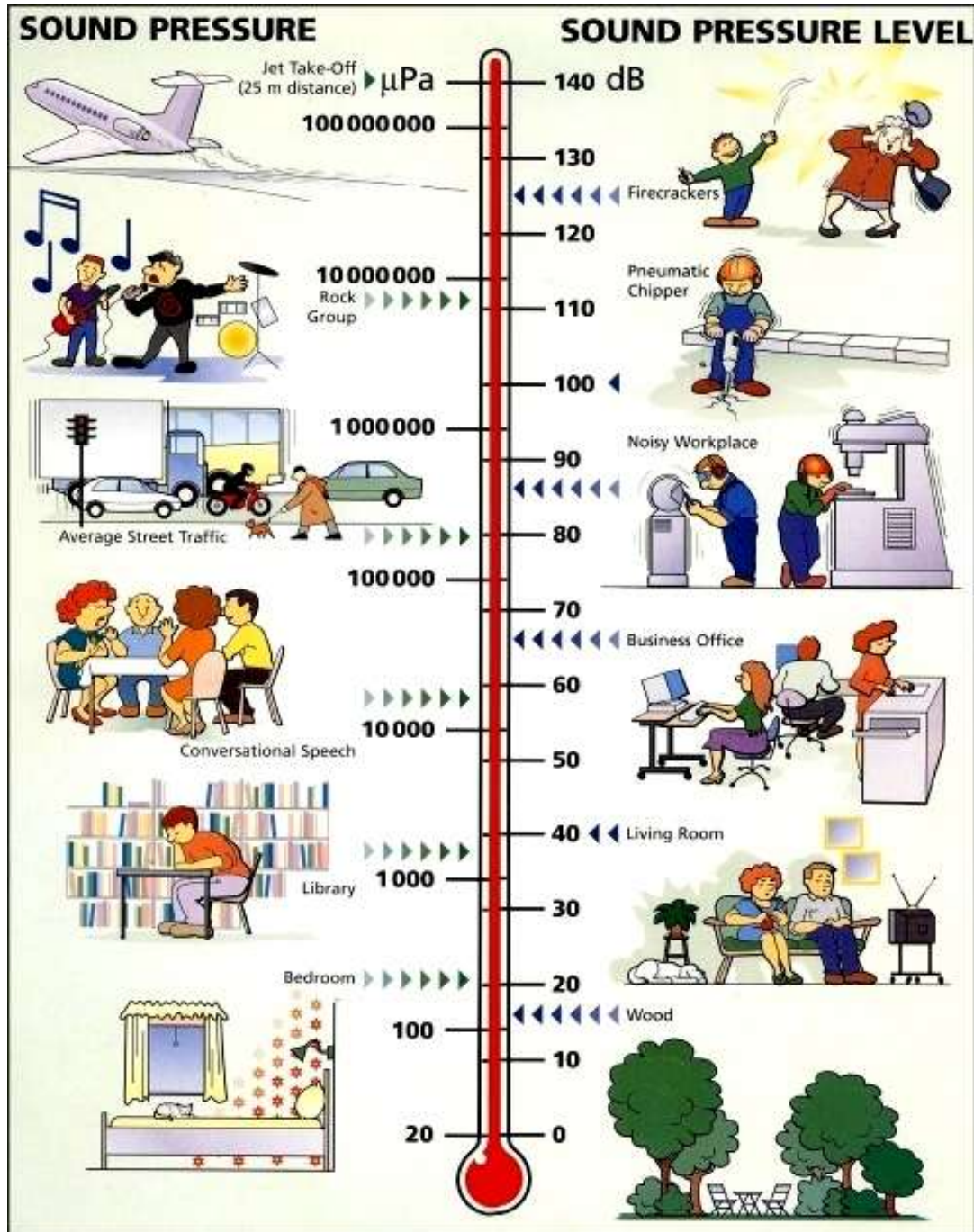
Con il manometro vedo la pressione interna al circuito e determino l'altezza idrostatica del livello di acqua, esempio: se il manometro segna 1 bar, vuole dire che per 10 mt in altezza avrò il mio circuito pieno di acqua.



## RUMORE e SUONO

Cosa sono i decibel? Misurano il suono o il rumore, provocato da qualsiasi oggetto in movimento

La scala di misura evidenzia come aumenti in modo esponenziale



## ... LA TEMPERATURA !

LA TEMPERATURA SI MISURA CON UNA SCALA CENTIGRADA.

PER DEFINIRE I LIVELLI DI ZERO GRADI E CENTO GRADI VIENE USATA

L' ACQUA !

Più in particolare VENGONO USATE LE TEMPERATURE :

di solidificazione dell' acqua ( quando cioè diventa GHIACCIO ) ==> ZEROGRADI

di ebollizione dell' acqua ( quando cioè diventa VAPORE ) ==> 100 GRADI

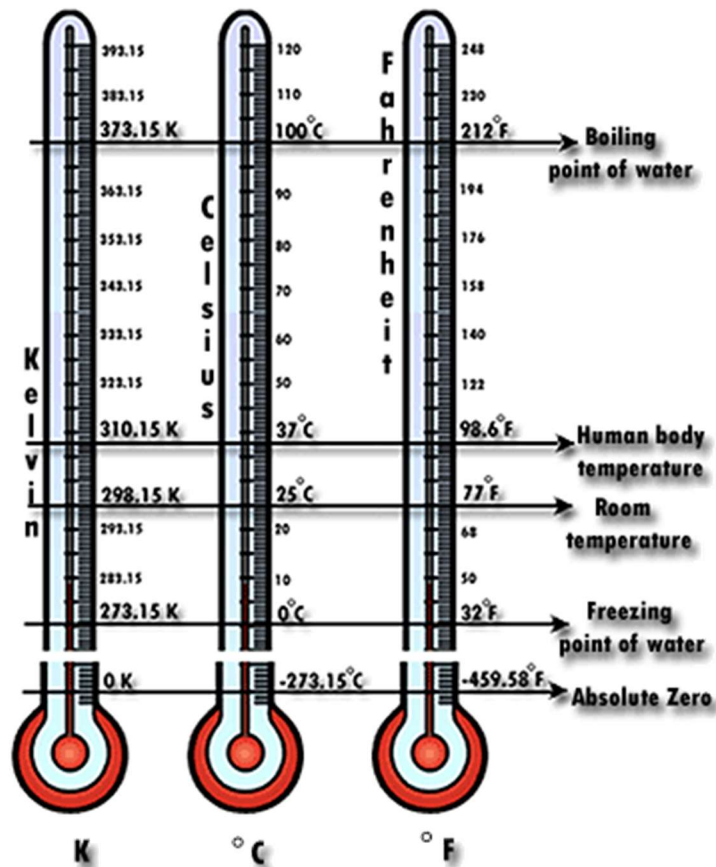
il tutto a pressione atmosferica

La scala di temperatura CENTIGRADA viene chiamata SCALA CELSIUS ed i relativi valori vengono indicati con : °C

AD ESEMPIO :     0 °C   temperatura di formazione del ghiaccio

100 °C   temperatura di formazione del vapore

36 °C   temperatura del corpo umano





termometri di varie grandezze

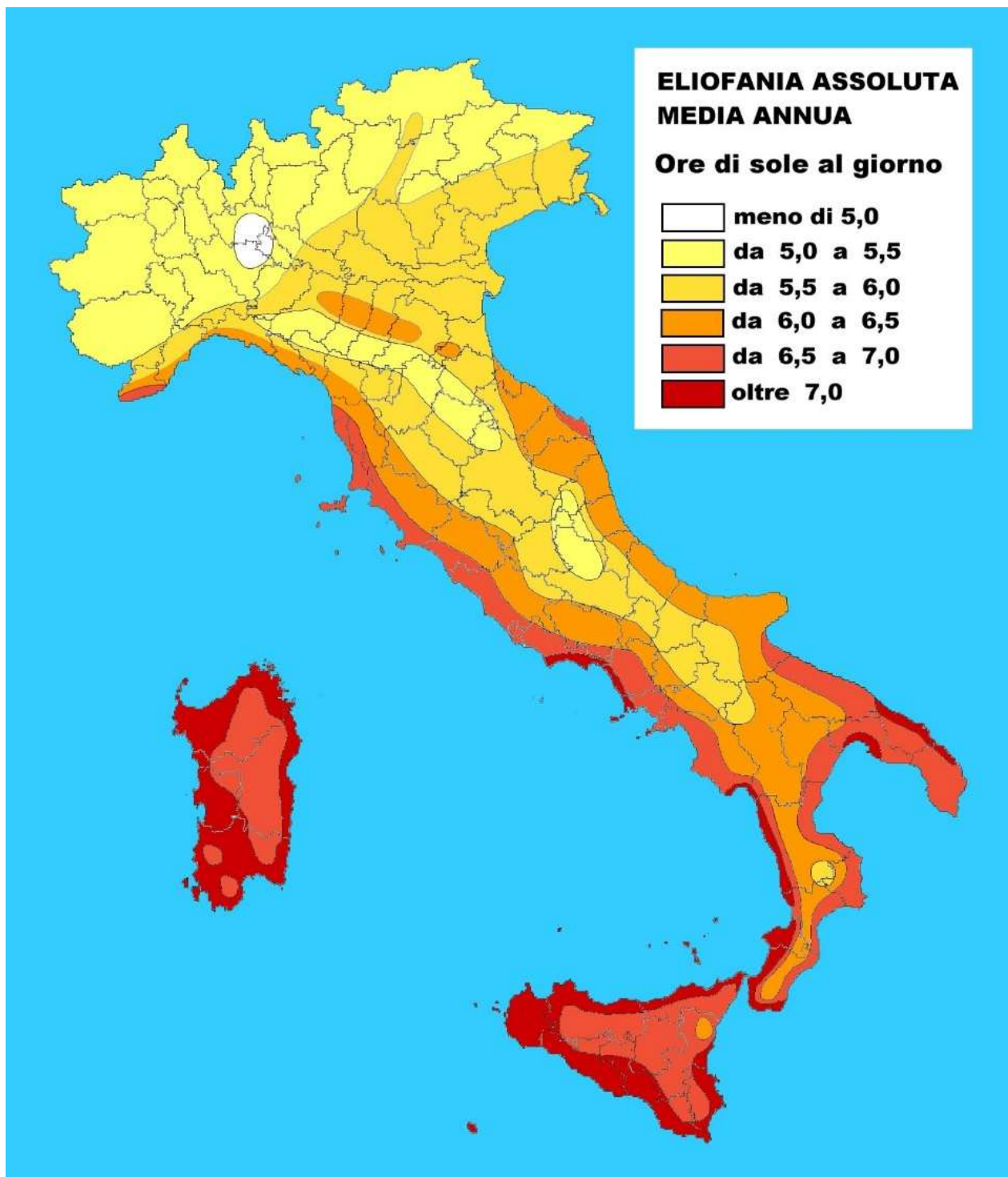
capacità importante è individuare i punti cardinali per sapere dove si trova l'esposizione a sud



seguendo il sole come "le giovani marmotte" o con l'ausilio di una bussola per gli impianti solari

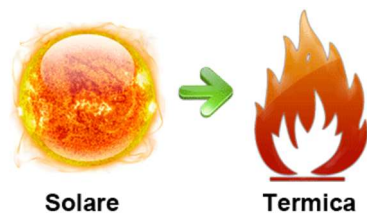
tenete sempre presente che il sole non ci manda mai la bolletta da pagare .....

Ci viene in aiuto anche l'atlante solare redatto da enti predisposti che ci indica le zone più soleggiate e quindi più favorevoli all'installazione di impianti solari, o quantomeno ci indica che in alcune zone è meglio un pannello solare in più rispetto ad altre.



Zone chiare meno favorevoli, zone scure buona esposizione solare di media con variazioni che possono essere influenzate dai cambiamenti climatici

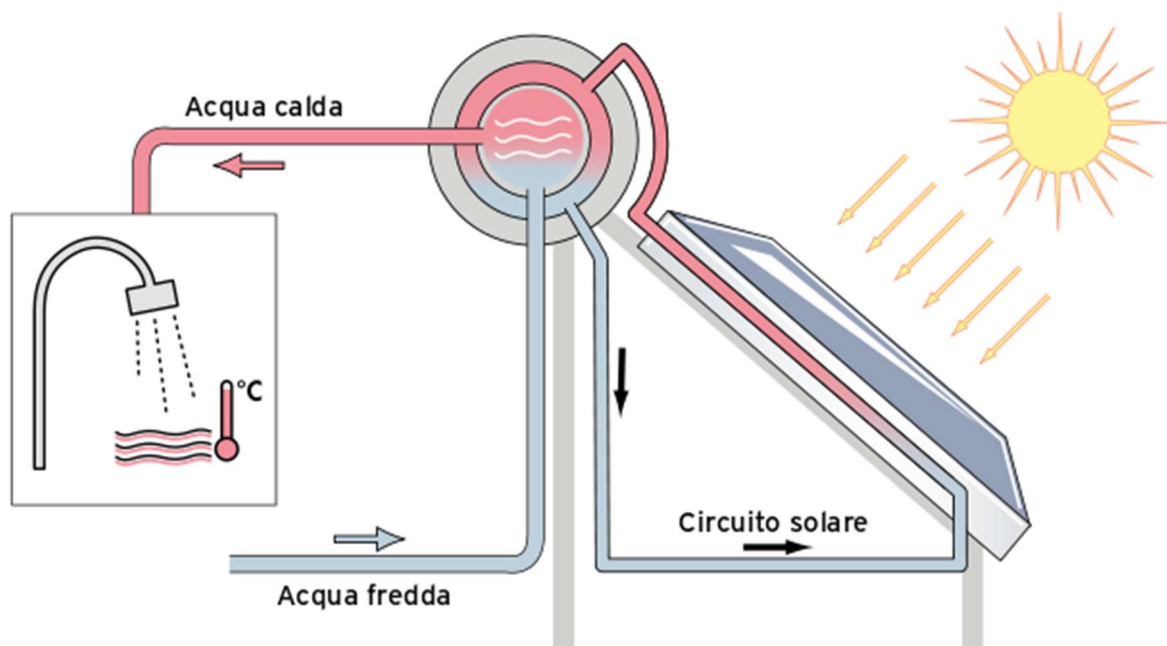
## SOLARE TERMICO



Sostanzialmente l'impianto termico solare è formato da tre tipologie di impiantistica e da tre tipologie di pannelli

### Impiantistica uno

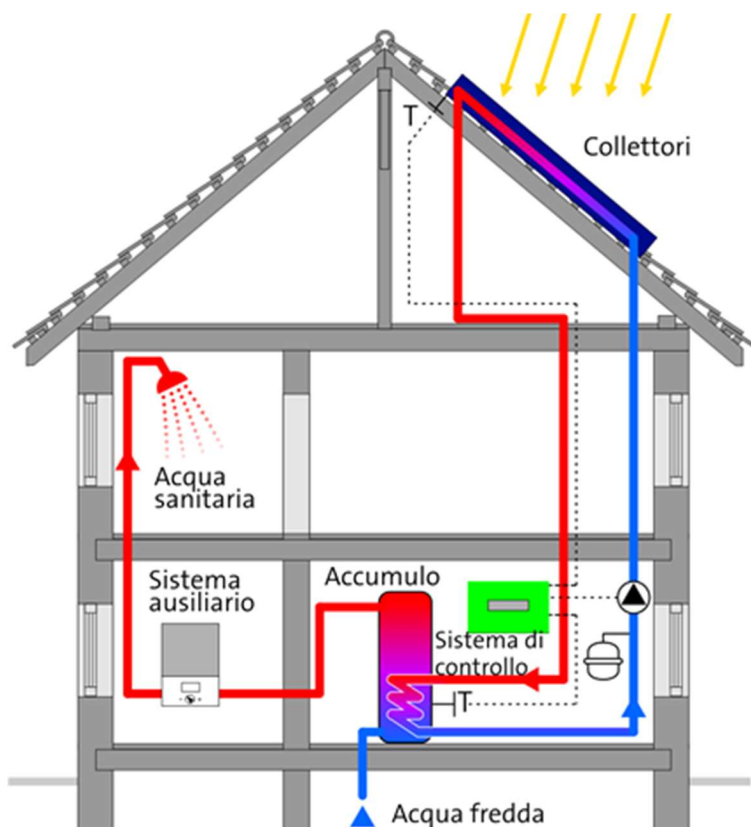
pannello solare con serbatoio di accumulo acqua calda sanitaria integrato a circolazione naturale (senza l'ausilio di pompe)



È compatto ma ha la problematica del peso del serbatoio che posizionato sopra il tetto non sempre è garantita la stabilità, in quanto il volume di acqua contenuto ed esposto al vento necessitano di ancoraggi particolari. Produce “solo acqua sanitaria” ed è esposto al freddo invernale con possibili gelate.

## Impiantistica due

È il più tradizionale, dove due tubi collegati tra pannello solare e serpentina del serbatoio di accumulo creano un circuito per il trasporto del calore stoccato nel serbatoio per essere poi utilizzato quando serve.

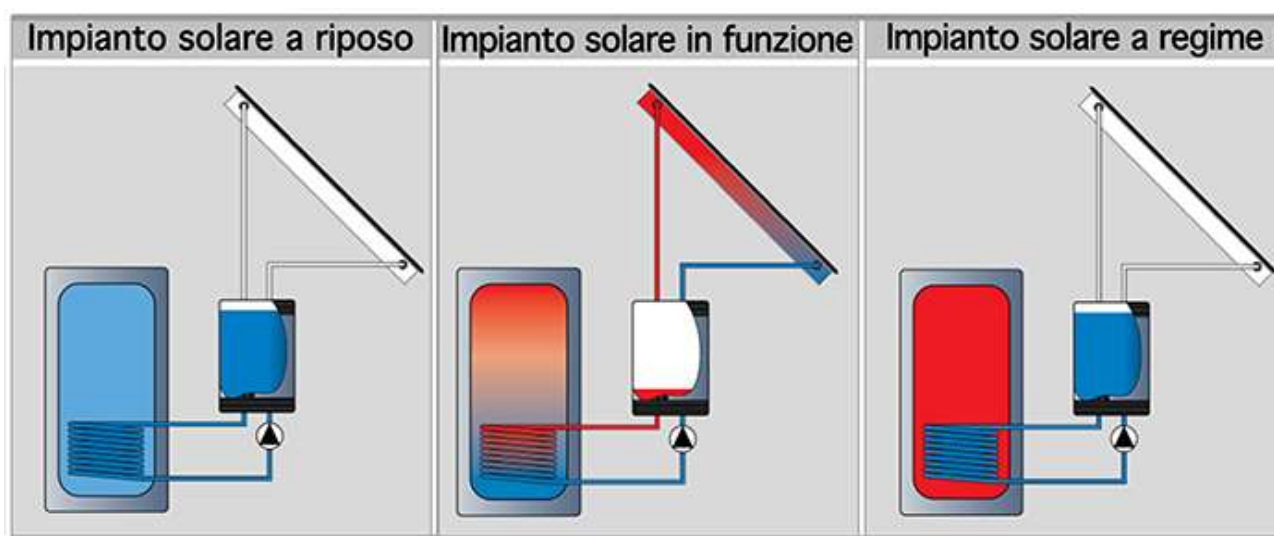


Il circuito che vedete rappresentato nello schema tra il pannello solare sopra al tetto ed il serbatoio, è caricato con acqua e glicole (antigelo) per evitare che in inverno ad impianto fermo, ghiacci il contenuto, con conseguente rottura del pannello. La quantità di antigelo sarà in percentuale al contenuto d'acqua in quanto, per esempio, con 20% di glicole, assicuriamo il circuito che non ghiacci fino a  $-9^{\circ}\text{C}$  di temperatura esterna. Esistono comunque le tabelle di comparazione redatte dai produttori di antigelo.

Tutti i componenti necessari al funzionamento disegnati nello schema sopra, li vedremo dopo in modo analitico, ognuno per la propria funzione.

### Impiantistica tre

È il più innovativo tra i sistemi di funzionamento di un impianto solare termico, è chiamato a svuotamento e sfruttando il principio dell'impianto tradizionale a due tubi di trasporto del calore tra il pannello ed il serbatoio di accumulo, ha la peculiarità "di svuotarsi" nel momento in cui non viene utilizzato



Un serbatoio contiene l'acqua necessaria al circuito per riempirsi nel momento in cui è necessario entri in funzione tramite una pompa, per poi raccogliere nuovamente l'acqua del circuito a lavoro finito e impianto soddisfatto.

VANTAGGI: non c'è pericolo di gelo in inverno perché ad impianto spento il pannello solare è vuoto e soprattutto al contrario in piena estate non c'è surriscaldamento dell'acqua stagnante dentro al pannello esposto al sole perché il serbatoio è già tutto caldo e quindi il circuito acqua è fermo. (in piena estate il sole in certe situazioni è ustionante).

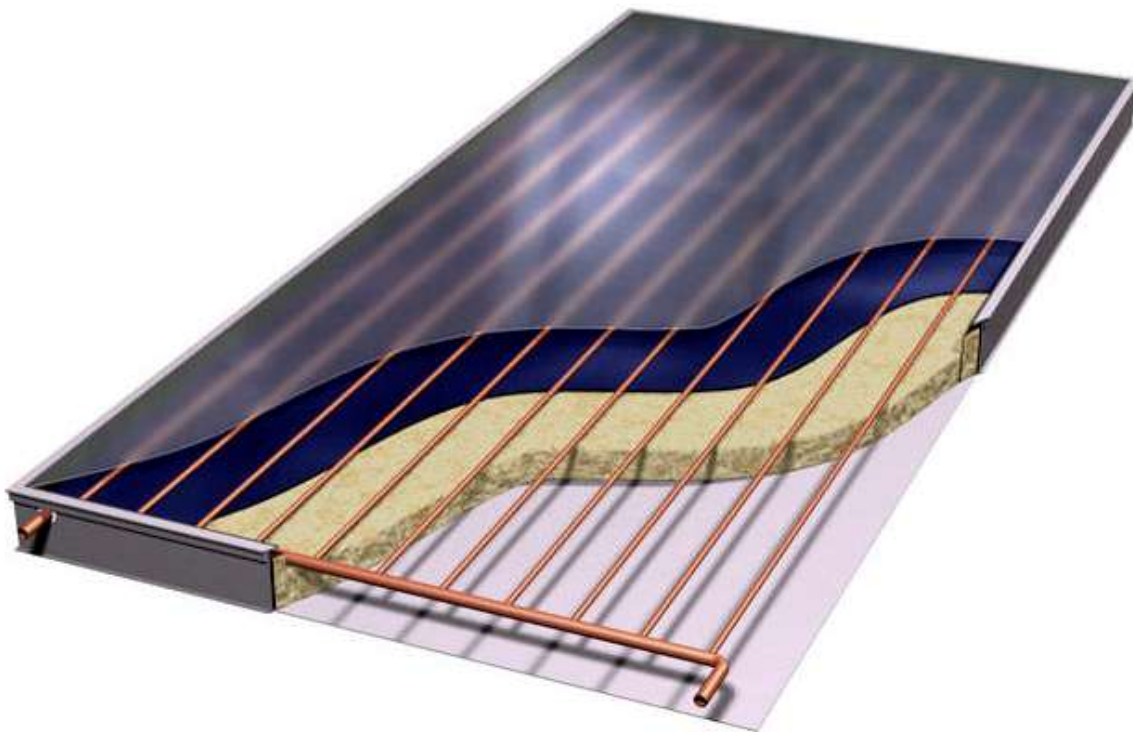
SVANTAGGI: caricamento periodico di acqua che evapora, costo elevato e MOLTA attenzione nell'installazione, in quanto una contropendenza o un sifone nella tubazione non permetterebbe lo svuotamento totale del circuito e quindi il possibile ghiaccio nel tubo o pannello con relativa rottura.

Perché l'acqua, sotto forma di ghiaccio, aumenta il volume e il tubo o il pannello che la contiene crepa causando perdite del circuito con successive riparazioni o sostituzioni costose e se vogliamo inutili se previste anzitempo.

## **Pannello uno**

È il classico pannello piano contenente una serpentina di tubo in rame verniciato nero per meglio captare il calore irradiato dal sole, posizionata sopra ad una lamiera anch'essa nera, nella parte sottostante abbiamo un pannello isolante mentre superiormente un vetro antigraffio amplifica l'effetto calore come una serra.

Alcuni pannelli sono perfezionati da un vetro "lenticolare" cioè con effetto lente che amplifica il passaggio di calore. Naturalmente il costo è maggiore come maggiore è la resa.



Il passaggio dell'acqua fredda all'interno della serpentina si carica di calore prodotto dal sole che viene trasportato verso il serbatoio per essere stoccato ed utilizzato al bisogno.

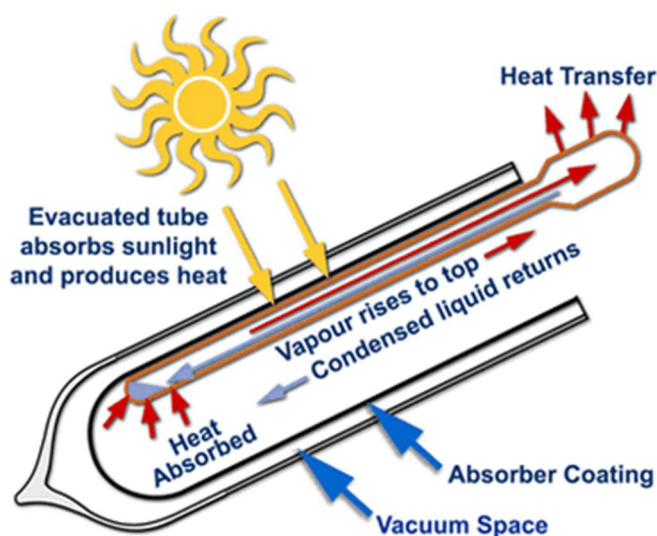
Tutti gli impianti ad energia rinnovabile hanno bisogno di un serbatoio o batteria di accumulo che ne permette l'utilizzo anche in assenza della fonte energetica utilizzata senza le limitazioni del caso.

## Pannello due

Più efficiente e più costoso del pannello piano è sicuramente il pannello solare sottovuoto, denominato HEATPIPE, dove ogni tubo di vetro sottovuoto contiene un bulbo in rame carico di liquido bassobollente non tossico che trasporta il calore catturato nel tubo di vetro verso il collettore superiore dove avviene lo scambio con l'acqua del nostro circuito di trasporto verso il serbatoio di accumulo.

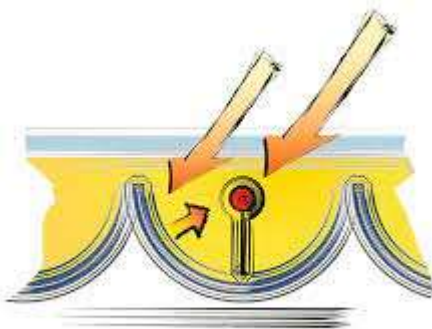
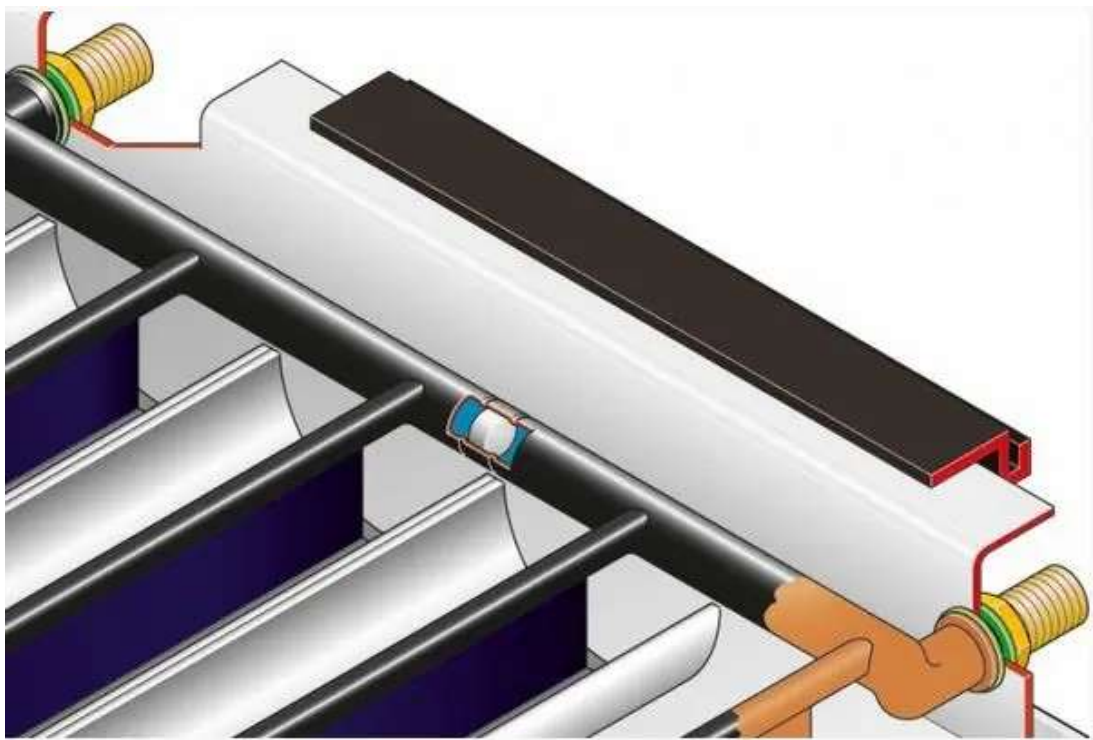


Il vantaggio di questo pannello rispetto a quello piano è che aumenta l'efficienza di captazione poiché il tubo di vetro tondo aumenta lo spettro di captazione nell'arco della giornata anche con angolazioni diverse del sole



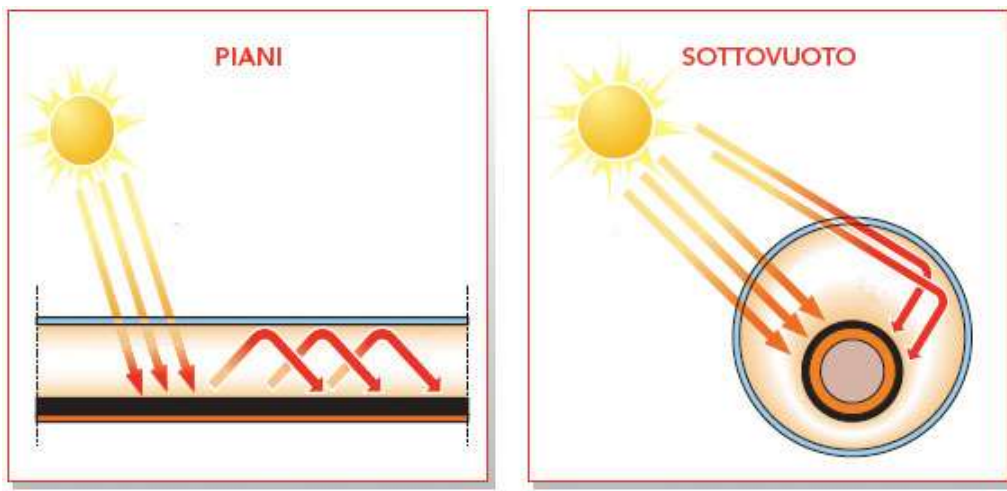
### Pannello tre

È l'ultimo ritrovato in fatto di tecnologia per quanto riguarda il pannello solare termico, è l'evoluzione del pannello piano tradizionale, con il vantaggio di aver posto sotto al tubo di rame una lamiera conca che funge da lente e permette di captare i raggi solari in tutto l'arco della giornata, tutto l'anno e riscaldare anche la parte sottostante del tubo aumentando l'efficienza anche in inverno, quando il sole cambia altezza ed angolo di lavoro

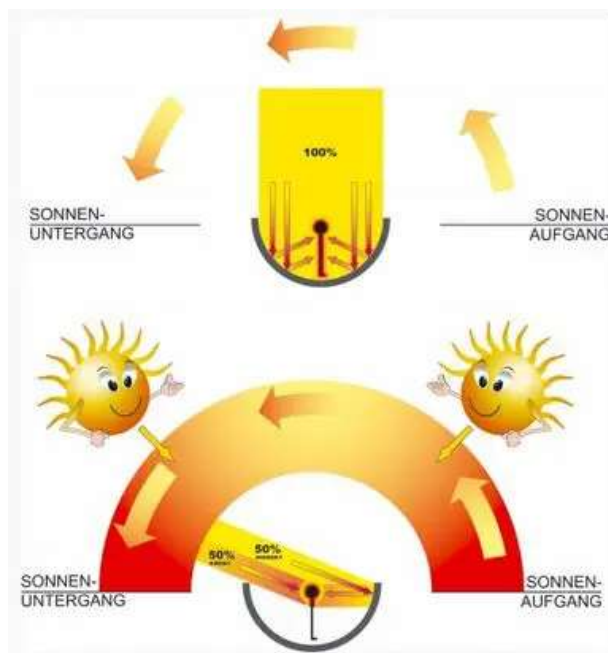


i raggi solari riflessi sulla lamiera conca sottostante aumentano la capacità di captazione del calore su tutta la superficie del tubo aumentando di fatto la resa annuale del pannello.

In sostanza il sole agisce sul pannello a seconda del tipo di costruzione con un'efficienza maggiore od inferiore in base alla captazione dei raggi solari nell'arco della giornata e dell'anno

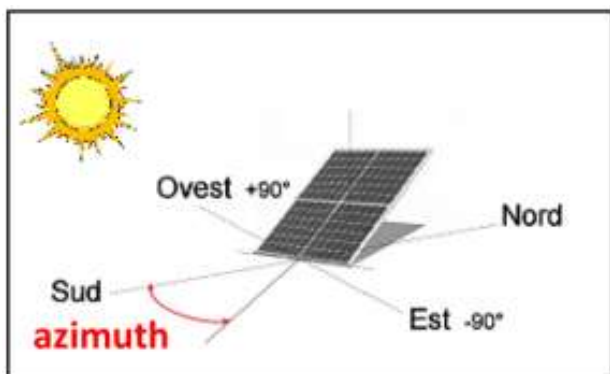


## CPC

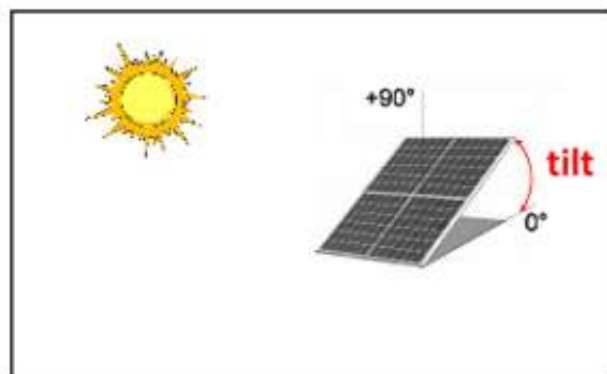


Questo va tenuto presente in base al luogo di installazione dell'impianto in quanto a nord potrebbe valere la pena installare un pannello tipo tre, mentre a sud un pannello tipo uno è più che sufficiente in quanto il sole è maggiormente presente.

## Angolazioni e inclinazioni ottimali per il montaggio di pannelli solari

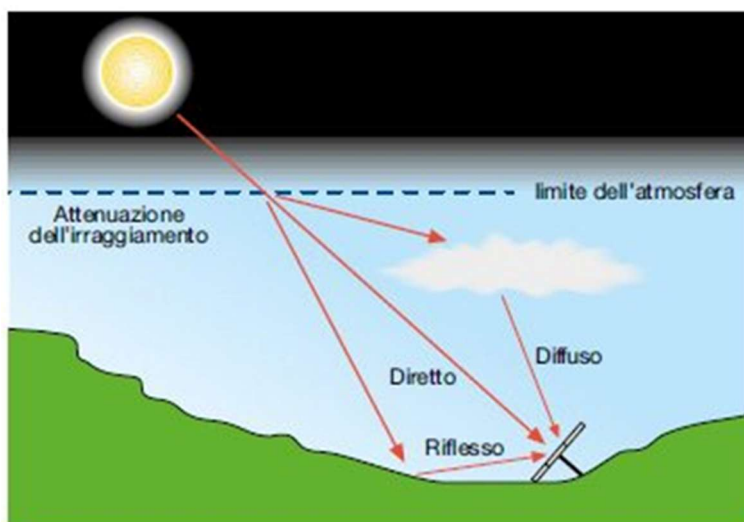


Rispetto a sud dove azimuth è 0°, verso est  
diventa negativo, verso ovest positivo



angolo di tilt è l'inclinazione rispetto al piano  
possono variare entrambi in base a tanti fattori

## più utile da sapere per impianti fotovoltaici



Radiazione solare sul pannello solare

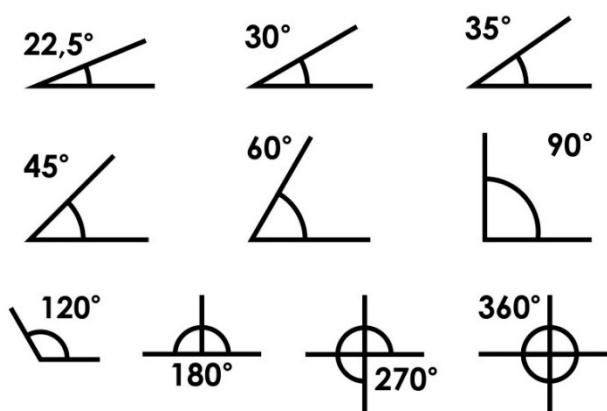
diretto, diffuso, riflesso

Variazioni di angoli dovuti ad installazioni obbligate variano la capacità di  
captazione del pannello e va tenuto conto in fase di progettazione

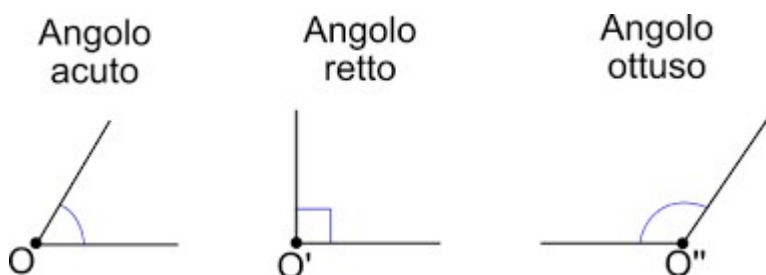
## **DUE APPUNTI DI GEOMETRIA:**

l'orientamento del pannello, lo abbiamo visto prima, va posizionato il più possibile rivolto a **SUD**, dove si concentra il maggior irraggiamento solare nell'arco della giornata.

Discorso a parte è l'**INCLINAZIONE** (o angolo TILT) che si misura in gradi

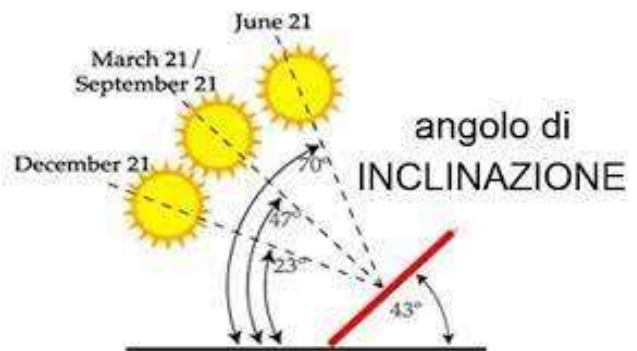
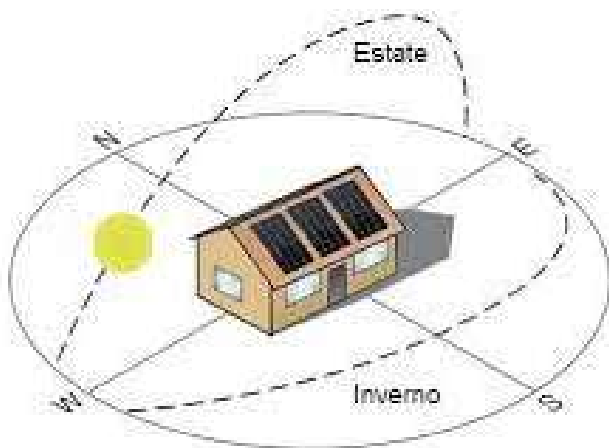


Definizione di angolo



Poiché il sole varia di inclinazione durante l'anno (più alto in estate e più basso in inverno) si deciderà l'inclinazione del pannello solare in base al suo utilizzo.

Oltre al fattore estetico che normalmente ha la precedenza in fase di progettazione dettata dalla posizione di installazione (balcone, tetto, giardino ecc.) si opterà per una posizione a 30° se destinato alla sola produzione di acqua calda sanitaria estiva, mentre, in caso di utilizzo per il riscaldamento invernale, lo si installerà in posizione vicina ai 90° (quasi verticale). Per entrambi i casi si utilizzerà la via di mezzo 45°.

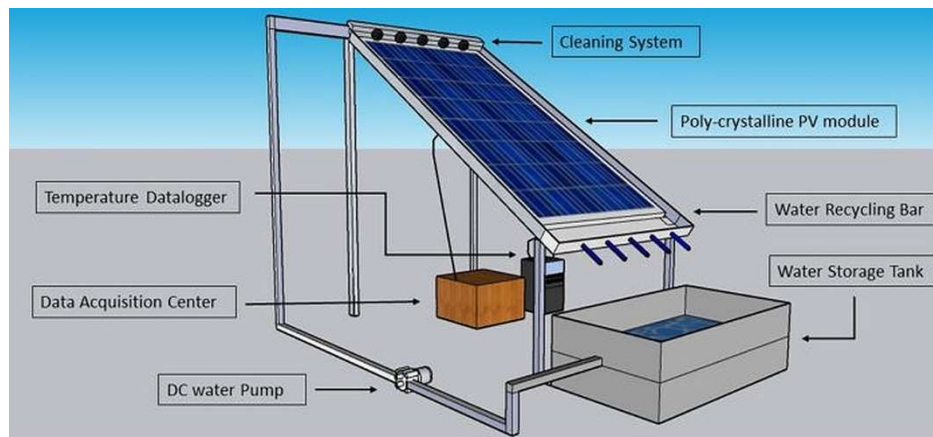


Questo per aumentare la capacità di captazione del pannello solare in base al suo utilizzo considerando che nel periodo invernale vi sono meno ore di irraggiamento disponibili nell'arco della giornata e quindi, con tutta probabilità si dovrà aggiungere dei pannelli per aumentare la produzione di calore con le poche ore a disposizione.

Valutazione importante è distinguere il principio di funzionamento dei pannelli solari termici da quelli fotovoltaici

Con il solare termico devo incamerare calore, che poi trasporterò, tramite le tubazioni/impianto, al serbatoio d'accumulo energia (sottoforma di acqua calda). Con il fotovoltaico devo catturare luce (radiazione solare) che può essere diffusa, diretta, riflessa (albedo) per poi essere accumulata nelle batterie, se esistenti. Quindi possiamo dire che l'impianto termico solare funziona ovviamente meglio in estate con maggior calore, mentre un impianto fotovoltaico funziona meglio con temperature più miti per il suo principio costruttivo. A tal proposito si stanno mettendo a punto degli impianti di raffreddamento estivo del pannello fotovoltaico, per renderlo maggiormente produttivo tutto l'anno, utilizzando acque di recupero.

Con la parola recupero si vuole suggerire acqua piovana in quanto priva di Sali che con l'evaporazione andrebbero ad opacizzare il vetro diminuendo di fatto il rendimento del pannello stesso compromettendo l'efficienza.

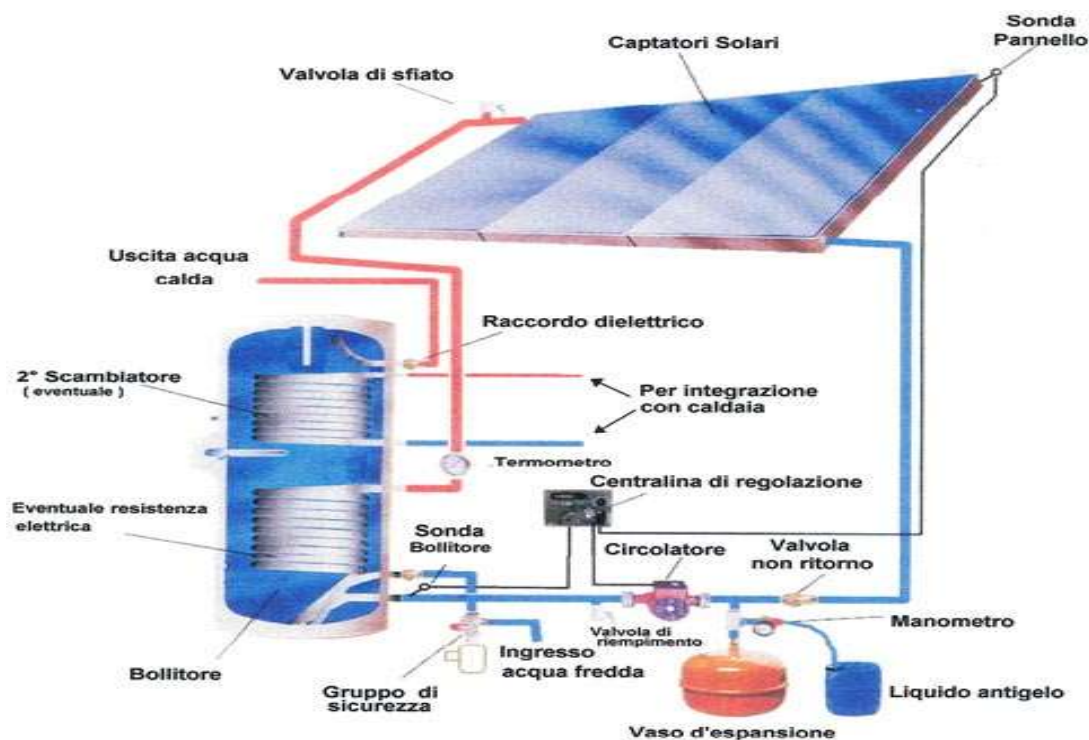


In tutti i casi è importante la pulizia della superficie captante (vetro) per aumentare la resa perché qualsiasi sporcizia (polvere, escrementi di volatili, opacità ecc.) riduce la trasmissione sia di calore che di luce

### **Componenti che determinano l'impianto solare**

Come disegnato nello schema di impiantistica due, il pannello solare è come la caldaia che scalda l'acqua utilizzando il sole come combustibile, una pompa di circolazione trasporta il calore prodotto riscaldando l'acqua interna al circuito ad una serpentina che cede questo calore al serbatoio di accumulo. Una centralina collegata a due sonde, una nel pannello ed una nel serbatoio, fa la misura delle due temperature e se quella del pannello è maggiore accende la pompa, se minore la spegne. Questo semplicemente perché, in caso contrario, il calore accumulato all'interno del serbatoio trasportato verso il pannello, andrebbe disperso nell'atmosfera vanificando il lavoro svolto durante la giornata.

In sostanza il calore all'interno del circuito deve avere un senso unico dal pannello al serbatoio e non viceversa.



## Pompa di circolazione

Viene identificata con un triangolo all'interno di un cerchio,  dove il vertice del triangolo indica il senso di circolazione, installata sempre sul ritorno non fa altro che trasportare l'acqua dal serbatoio verso il pannello solare ed è accesa o spenta dalla centralina per differenza di temperatura.



generalmente sono identificate con etichette gialle dedicate ad impianti solari in quanto progettate per lavorare ad alte temperature.

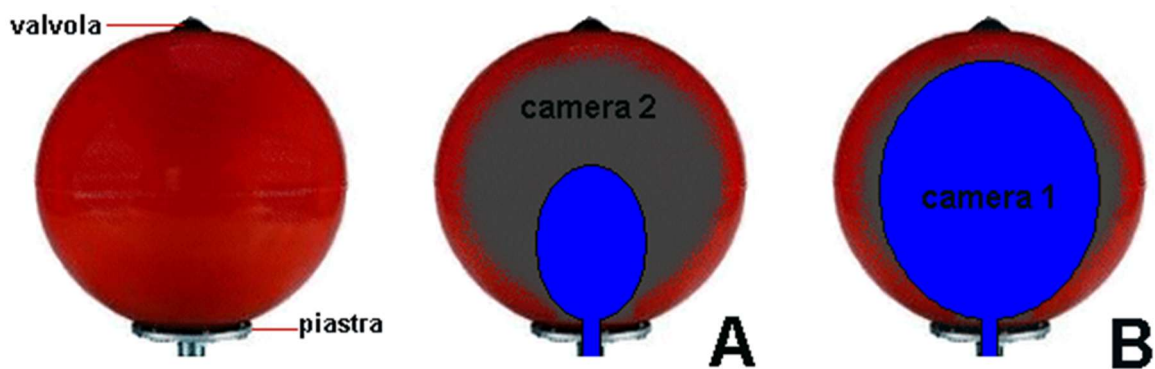
Per comodità di installazione esiste il monoblocco dove troviamo tutti i componenti ausiliari dell'impianto come il termometro di controllo temperatura sia sull'andata che sul ritorno, il manometro di controllo della pressione, il rubinetto di caricamento impianto acqua e glicole, l'attacco del vaso di espansione, la valvola di sicurezza e naturalmente la pompa, il tutto racchiuso in un guscio coibentato per trattenere il calore.

Termometri e manometri ne abbiamo già parlato in precedenza



### VASO di ESPANSIONE:

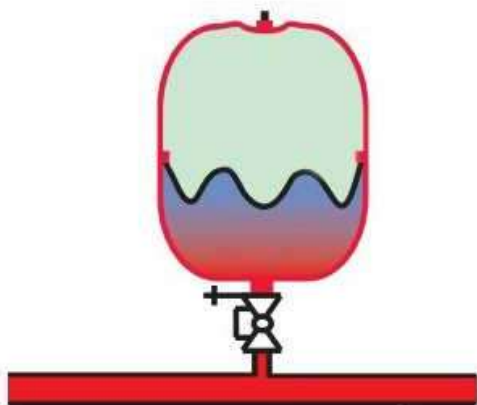
l'acqua contenuta nel circuito tra pannello solare e serbatoio, scaldandosi, aumenta di volume e quindi installiamo un vaso di espansione a membrana per contenere questo aumento di volume



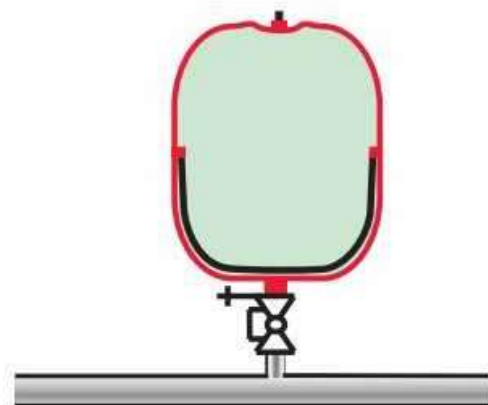
Vaso ad espansione  
chiuso da X litri

Il volume della membrana  
si riduce quando la pressione  
nell'impianto idraulico  
diminuisce

L'aumento della  
pressione  
nell'impianto idraulico  
provoca la dilatazione  
della membrana



IMPIANTO CALDO = ESPANSIONE VOLUME ACQUA

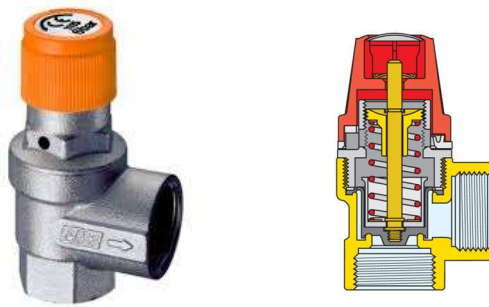


IMPIANTO FREDDO NESSUNA ESPANSIONE

Il contenuto in lt acqua del vaso chiuso va dimensionato in base al volume totale dell'impianto mediamente un 50% arrotondato per eccesso, questo perché normalmente il contenuto dell'impianto è basso ma l'aumento di volume è alto in quanto la temperatura che si può raggiungere con irraggiamento solare è elevata. Negli impianti tradizionali di riscaldamento a gas, soprattutto quelli recenti, la temperatura dell'acqua è molto inferiore rispetto al solare, e pertanto il vaso di espansione sarà più piccolo rispetto a quanto sopra descritto mediamente un 4%

### **Valvola di sicurezza:**

il nome dice tutto, valvola che per sicurezza, scarica l'acqua contenuta nell'impianto nel caso la pressione interna aumenti oltre il valore fissato per evitare che si rompano altre apparecchiature o tubazioni. Questo succede soprattutto se a rompersi è il vaso di espansione visto prima, perché viene a mancare la compensazione aumento di volume assorbito dal vaso.



La molla interna, all'aumentare della pressione si comprime, e lascia passare l'acqua di scarico dall'otturatore

### **Centralina di controllo:**

deve avviare o spegnere la pompa per circolazione acqua all'interno del circuito quando ci sono le condizioni per farlo in base alle rilevazioni delle due sonde di temperatura.

temperatura + alta pannello solare = ok circolazione acqua

temperatura + fredda pannello solare = stop circolazione acqua



### **Tubazioni di collegamento:**

per semplicità di installazione si utilizzerà tubazioni in acciaio corrugato gemellate, coibentate e con cavo elettrico predisposto di collegamento alla sonda di rilevazione temperatura del pannello solare



Venduto a rotoli si taglia a misura dovuta e con apposita raccorderia si procede al collegamento

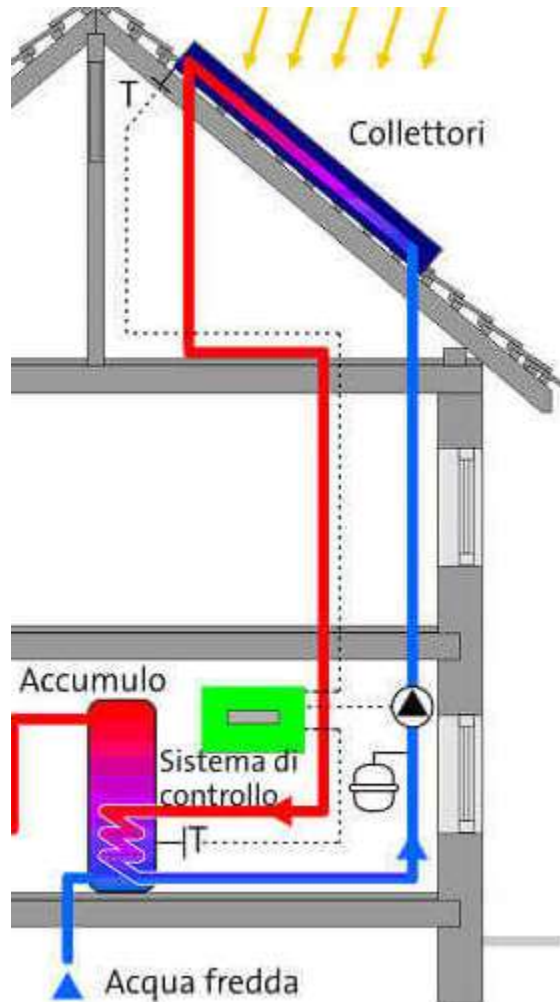
### **Serbatoio di accumulo:**

ci sono varie tipologie di serbatoio dove accumulare l'energia sottoforma di acqua calda prodotta dall'impianto solare

E' possibile accumulare sia acqua calda sanitaria per utilizzo alla persona, sia acqua calda tecnica utilizzabile per circuiti di riscaldamento. In base alla tipologia di impianto da realizzare si deciderà le dimensioni del serbatoio (lt) e/o quale soluzione tecnica di accumulo utilizzare.

## Esempi di serbatoi da abbinare ad impianti per acqua sanitaria con pannelli solari

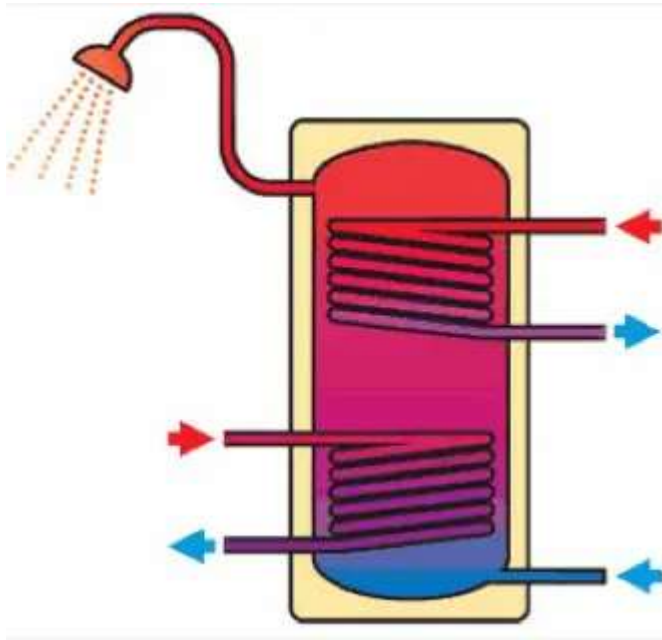
Produzione di sola acqua calda per uso sanitario alla persona



Per dimensionare Il volume del serbatoio si terrà conto di un fabbisogno di 50 lt per persona, per cui famiglia di 4 persone = 200 lt di accumulo e poiché la parte veramente calda è solo quella superiore, è conveniente raddoppiare il volume portandolo a 400 lt (raccomandato ma non obbligatorio)

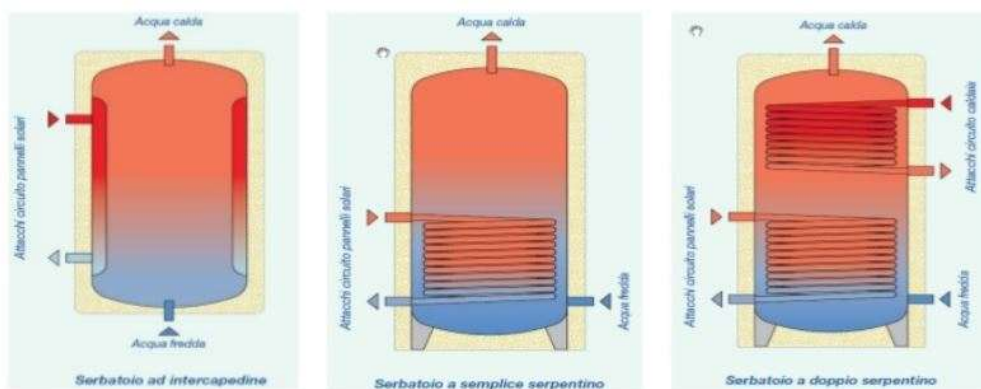
Per alberghi, centri sportivi , campeggi ecc.. sarà il cliente ad indicare il consumo medio giornaliero dell'acqua calda non sapendo, noi installatori, l'affluenza del pubblico.

## Che cos'è la stratificazione?

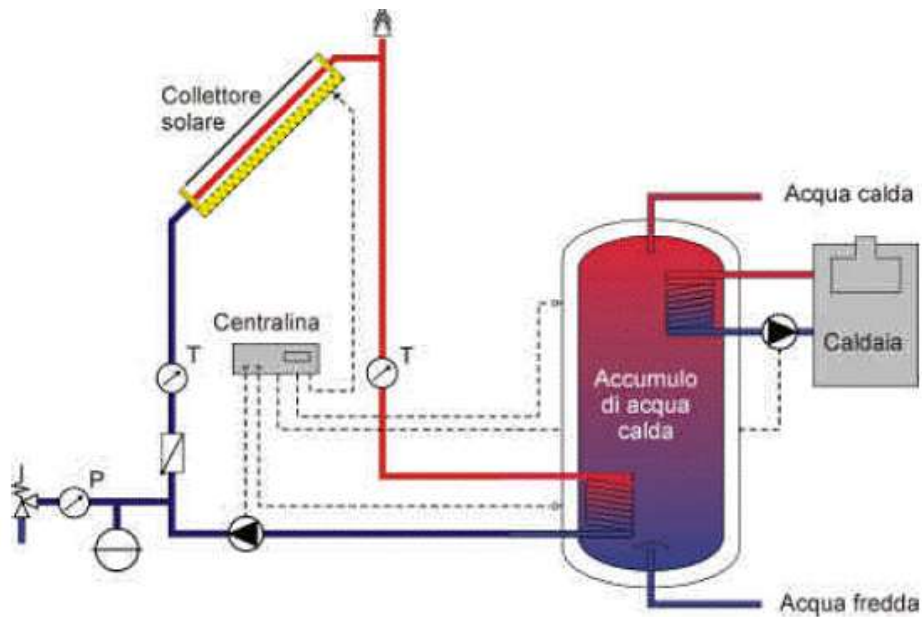


L'acqua calda è più leggera e tende sempre a salire nella parte alta del serbatoio, oltretutto nella parte bassa vi è l'entrata dell'acqua fredda che si scalderà attraversando esternamente la serpentina scaldata dal pannello solare, per poi salire verso l'alto ed essere prelevata per l'utilizzo.

E' per questo motivo che un serbatoio caldo presenta varie temperature interne dell'acqua a seconda del punto in cui siamo



## Schema impianto solare abbinato a serbatoio di accumulo integrato da caldaia



Stesso sistema del precedente con l'aiuto di una caldaia a gas o a legna o una pompa di calore esterna supplementare che entra in funzione quando il sole viene a mancare



**mono serpentino**  
**schema con solo utilizzo solare**



**doppio serpentino**  
**schema con aiuto della caldaia**

Deciso il volume d'acqua interno al serbatoio, si procederà al calcolo della grandezza del pannello solare per scaldarlo e senza entrare troppo nello specifico dei calcoli termotecnici si valuterà **1mq di pannello X 50 lt** di accumulo di acqua sanitaria

Per cui a 400 lt di serbatoio corrisponderanno 8 mq di pannelli solari, ogni pannello solare è mediamente 2 mq (misura da catalogo), si dovrà installare 4 pannelli solari tradizionali piani.

Altre soluzioni con pannelli solare heatpipe o cpc più performanti ridurranno la superficie da installare anche del 50% e qui bisogna seguire le indicazioni del costruttore che avrà testato il prodotto in laboratorio.

Questo quanto richiede la logica di impianto, poi il cliente non ha spazio a sufficienza per i pannelli e il serbatoio, ci si adatterà ad apparecchiature più piccole e con rese inferiori informandolo di quanto si va a realizzare.

### **DUE APPUNTI DI TERMOTECNICA:**

come calcolo la potenza termica necessaria a riscaldare l'acqua con i pannelli?

$Q$  = potenza termica

$V$  = volume in lt

$c = 1.16 \text{ W/l K}$  = capacità termica specifica dell'acqua

$\Delta T$  = differenza di temperatura dell'acqua tra entrata ed uscita

$Q = V \times c \times \Delta T$

Esempio: devo riscaldare 50 lt di acqua che entra nel serbatoio a 20°C ed esce a 60°C

**$Q = 50 \times 1.16 \times 40 = 2.320 \text{ Watt}$  potenza necessaria per riscaldare 50 lt di acqua da 20 a 60°C**

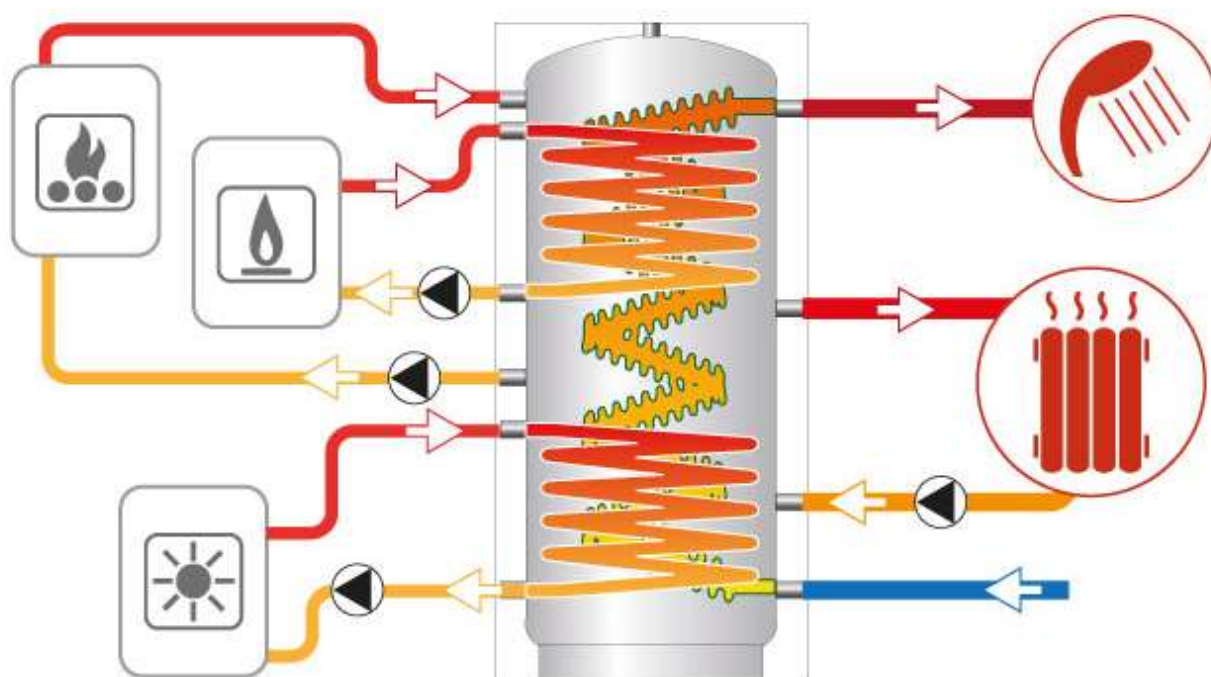
L'irraggiamento solare medio giornaliero è di 5 ore e che ogni mq di pannello eroga 450 Watt avremo  $5 \times 450 = 2250 \text{ Watt/mq}$  al giorno

**Conclusione: ogni mq di pannello solare riscalda 50 lt di acqua nel serbatoio a conferma di quanto prima ipotizzato.**

### Esempi di serbatoi da abbinare ad impianti per acqua tecnica con pannelli solari

Prima abbiamo visto il riscaldamento diretto con pannelli solari di un serbatoio contenente acqua calda sanitaria per uso alla persona

Per integrare, eventualmente, anche l'impianto di riscaldamento, si dovrà prevedere di installare, anziché un serbatoio di acqua calda sanitaria, un **termoaccumulo**



Dove far convergere tutte le fonti di energia disponibili come nello schema funzionale sopra dove si vede il solare, l'eventuale caldaia a gas, ma potrebbe essere una pompa di calore e la caldaia a legna

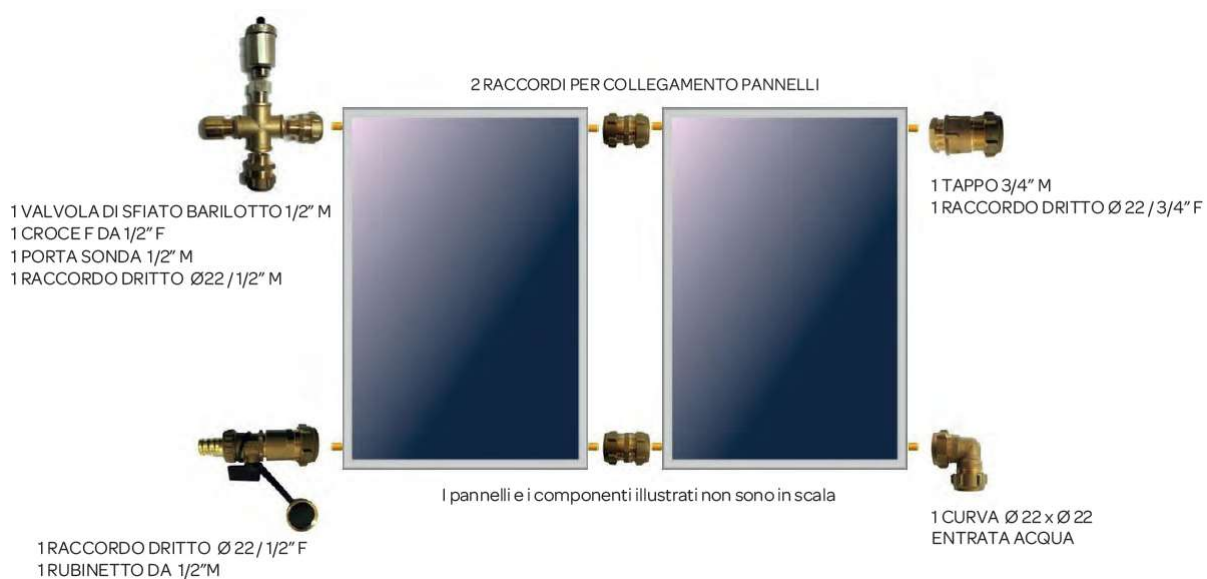
L'acqua tecnica contenuta nel termoaccumulo sarà prelevata da una pompa per far circolare l'acqua nel circuito radiatori o pannelli a pavimento e contemporaneamente scalderà una serpentina internamente alla quale circolerà l'acqua sanitaria per uso alla persona che si scalderà per conduzione.

L'acqua tecnica scambia calore con l'acqua sanitaria ma non si uniscono mai perché separati dalla serpentina che nello schema vediamo corrugata (disegnata in arancione) questo per aumentare la superficie di contatto per lo scambio di calore.

Nel caso si voglia integrare l'impianto solare anche sul riscaldamento ambienti si dovrà raddoppiare le superfici captanti dei pannelli solari facendo attenzione che un impianto sovradimensionato in estate, a radiatori fermi, può andare in ebollizione.

L'ideale sarebbe utilizzare i pannelli solari in inverno per il riscaldamento ambienti ed in estate per riscaldare la piscina ma non sempre è possibile....

Il collegamento di più pannelli solari tra di loro sarà da eseguire seguendo le indicazioni del costruttore in quanto progettati in modo diverso



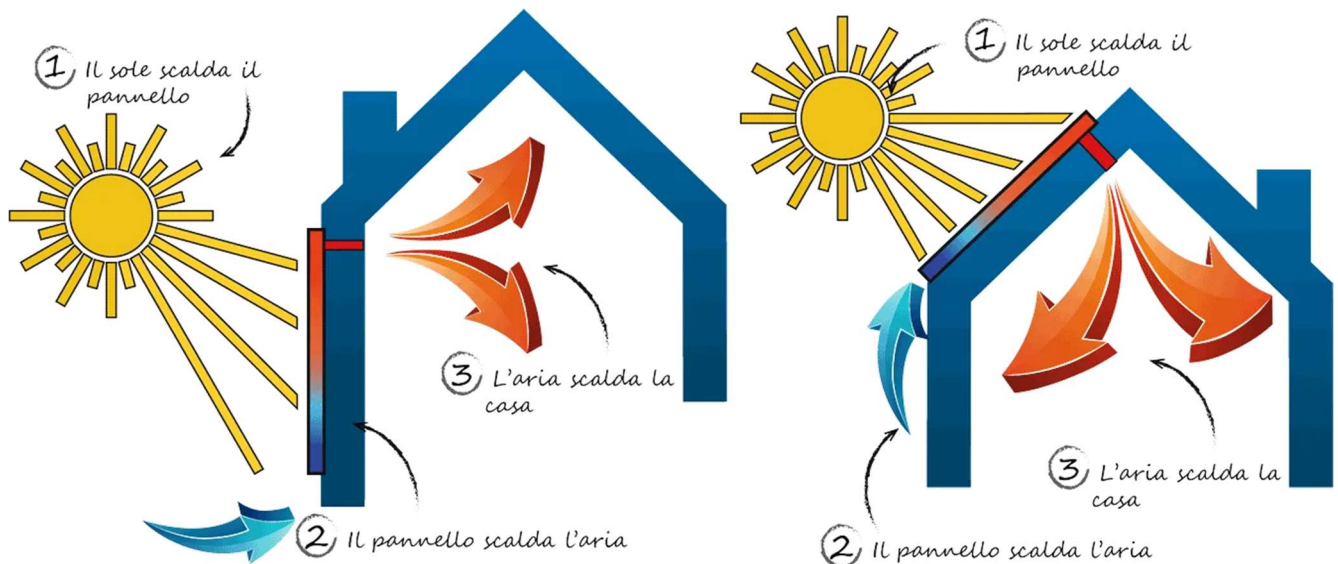
pannello piano



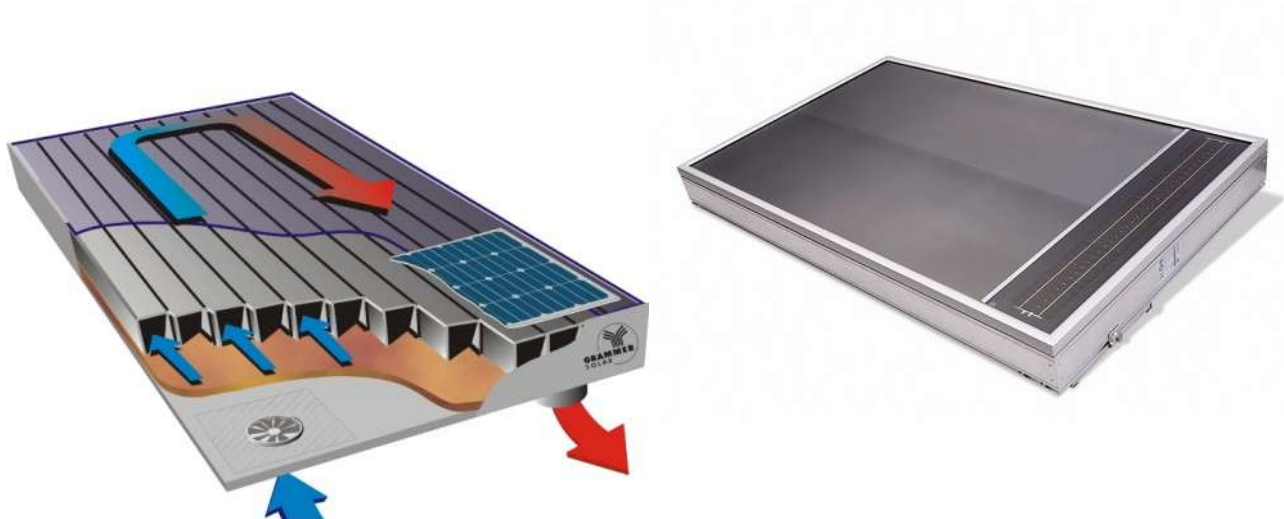
pannello heatpipe

### CURIOSITA' : Pannello solare ad aria:

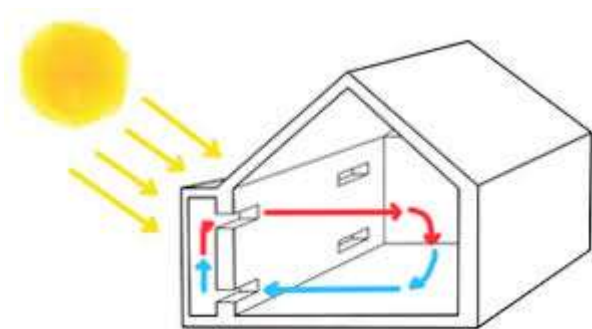
poco diffuso perché limitato al solo utilizzo di riscaldamento dell'aria (no acqua)



Ha però la peculiarità di eliminare le muffe, non gela ed è autonomo in quanto un piccolo pannello fotovoltaico incorporato fa funzionare il ventilatore per il flusso di aria, quando calda, riducendo a “zero” i costi di esercizio.



Esiste nella versione a tutta aria esterna o a ricircolo di aria interna dell'edificio. Nella soluzione tutta aria esterna si dovrà calcolare delle uscite di aria opposte perché come vedremo nel capitolo camini per le biomasse, i fluidi per muoversi devo avere entrate e uscite.

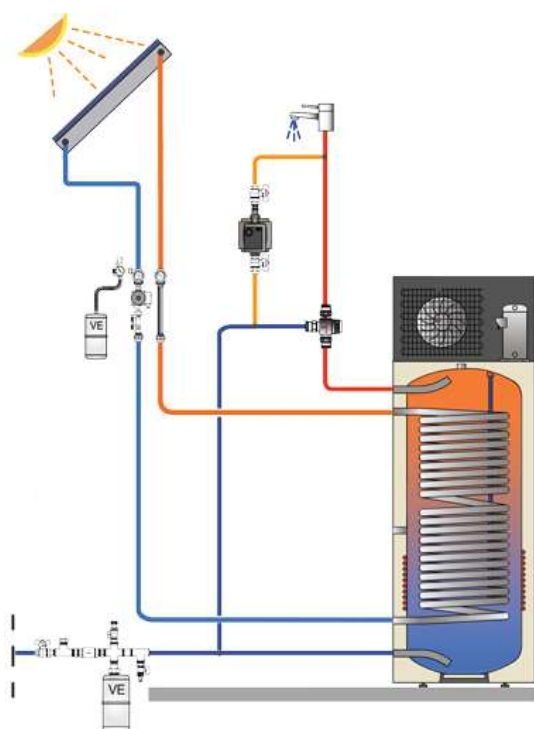


\_ricircolo interno

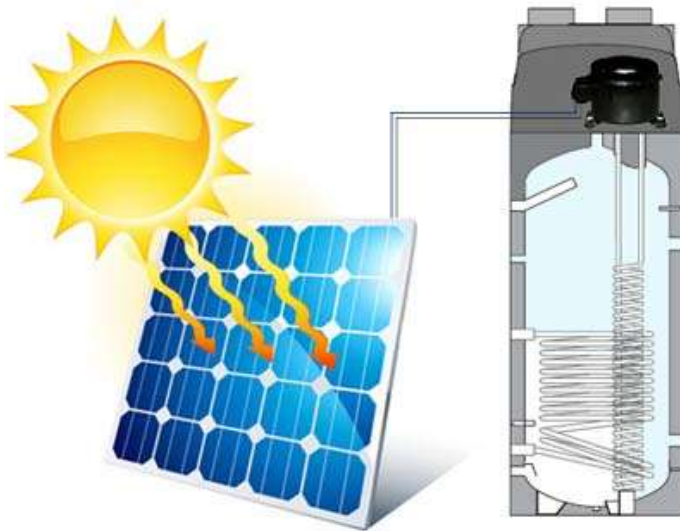
### **Impianto “ad isola” per sola produzione acqua calda sanitaria:**

lo si definisce ad isola un impianto dove produzione e utilizzo avviene direttamente sul posto, senza interventi esterni in zone non raggiunte da reti elettriche od altro, il cosiddetto stand-alone, molto utilizzato nel solo fotovoltaico, un po meno nel termico dove, volendo produrre la sola acqua calda sanitaria, tipo rifugio di montagna riscaldato a biomassa, posso utilizzare uno scaldabagno ad accumulo in pompa di calore alimentato da fotovoltaico per il funzionamento in elettrico e con integrazione del pannello solare termico per accelerare i tempi di riscaldamento dell’acqua quando il sole, oltre alla radiazione scalda fisicamente.

E’ sottinteso che l’energia elettrica del fotovoltaico va accumulata in batteria, in quanto, in mancanza del sole, non funzionerebbe né il termico, né l’elettrico.



scaldabagno in pompa di calore ibrido con l’ausilio di pannello solare termico in aiuto al riscaldamento dell’acqua sanitaria



integrazione fotovoltaica per la PDC

### **INFORMAZIONE TERMOTECNICA:**

#### **Come calcolo il volume del serbatoio acqua calda sanitaria?**

Abbiamo visto prima che 50 lt per persona sono sufficienti a soddisfare i fabbisogni giornalieri, ma entra in gioco un altro aspetto che è la temperatura, e cioè se accumulo l'acqua calda nel serbatoio a 60°C ma, la utilizzo come normalmente avviene a 40°C, avrò a disposizione un numero maggiore di litri.

Esempio: serbatoio da 100 lt caldo a 60°C

acqua che arriva dall'acquedotto a 12°C

utilizzo al rubinetto doccia 40°C

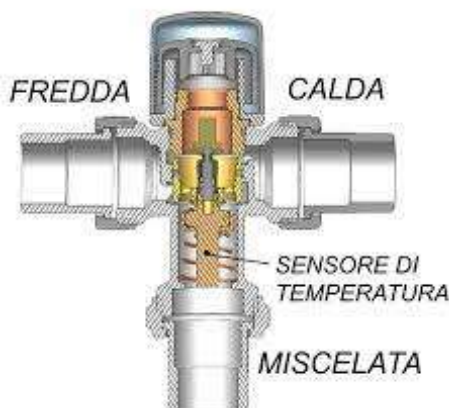
applico la formula

$$100 \cdot \frac{60-40}{40-12} = 171$$

il valore risultato della formula è la quantità di acqua in più che ho a disposizione, in questo caso specifico quasi il doppio (171 con 100 accumulati)

Come faccio a regolare la temperatura in uscita al serbatoio costante a 40°C?

Utilizzo un miscelatore termostatico dove posso tarare manualmente la temperatura tramite la manopola graduata, e lui provvederà ad aggiungere o togliere acqua fredda alla calda in modo automatico mantenendo regolare il flusso e la temperatura



La manopola gialla indica che è stato progettato per impianti solari con temperature in gioco più alte degli impianti tradizionali

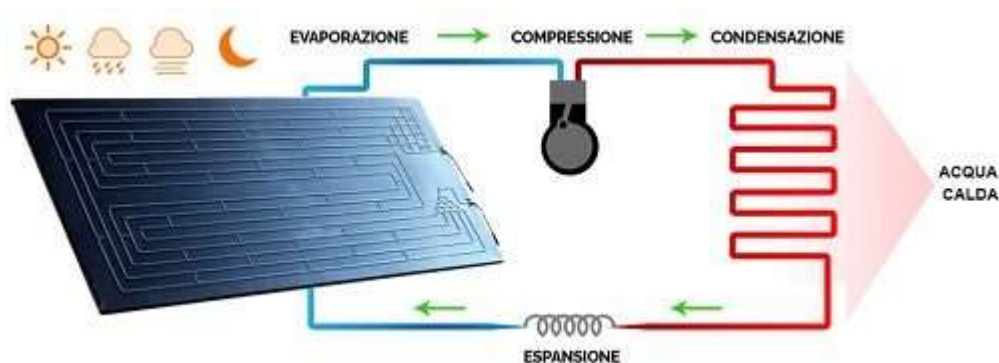
### **CURIOSITA'**

in italia è poco diffuso ma in spagna molto utilizzato per via delle temperature esterne più favorevoli, un nuovo concetto di pannello solare

#### **pannello atmosferico termodinamico domestico**

perché la spagna? Perché è un paese più caldo del nostro e privo di nebbia. Infatti è particolarmente indicato installarlo nel sud dove le temperature esterne sono tendenzialmente più calde evitando, con nebbia o temperature rigide, le eventuali formazioni di ghiaccio sulla superficie del pannello esterno causanti problemi di sicurezza nel caso di distacco incontrollato della lastra che si andrebbe a formare e abbassamento del rendimento.

Il principio è quello del frigorifero di casa invertito per fare caldo anziché freddo



In questo caso all'interno del circuito di trasporto del calore non circola acqua, ma, liquido refrigerante che per effetto del ciclo frigorifero sfrutta principalmente il

calore e non la luce, per questo funziona anche di notte, a patto che la temperatura esterna sia superiore a 0°C ed idealmente intorno ai 5°C.

Quando c'è vento sfrutta l'energia cinetica e quando piove il calore del vapore acqueo. Per questo la sua peculiarità è proprio la capacità di funzionare 365 giorni l'anno in tutte le condizioni atmosferiche. Sostanzialmente il gas frigorifero più freddo "cattura" calore dall'ambiente esterno e lo trasporta alla pompa di calore che lo utilizza per scaldare il serbatoio di acqua calda, con tutti i pregi e difetti del caso. Il principio di sottrarre calore ad un ambiente caldo per cause dovute a lavorazioni particolari (panificio, fonderia, ecc.) potrebbe tornare comodo.

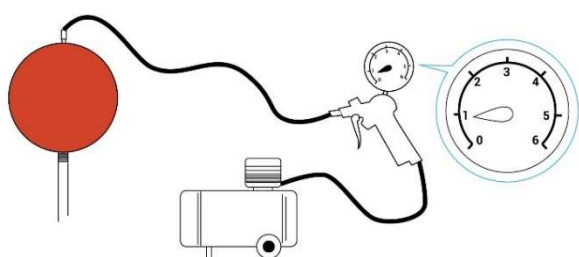


essendo un circuito frigorifero quello che collega il pannello solare alla pompa di calore collegata al serbatoio, non abbiamo problemi di gelo, pompa di circolazione acqua, vasi di espansione a membrana che potrebbero rompersi. Unico problema è la formazione di ghiaccio esternamente sul pannello per cui non esiste una funzione "no-frost" come sulle PDC ad aria che si valuteranno nello specifico capitolo e per cui in certi situazioni è penalizzante.

### **Avviamento impianto solare termico ad acqua:**

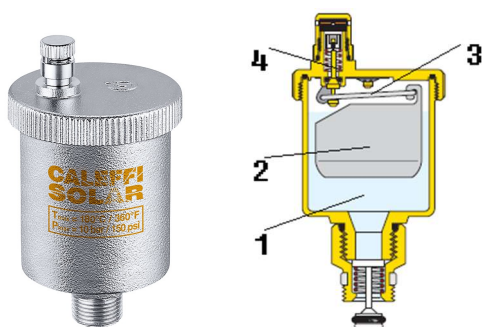
dopo aver fissato i pannelli con la certezza che il vento non potrà creare problemi di stabilità, dopo aver posato le tubazioni, dopo aver posizionato il serbatoio, dopo aver installato la pompa e gli altri accessori, dopo aver eseguito i collegamenti elettrici della centralina, si dovrà caricare con acqua il circuito per eseguire la prova di tenuta.

A seguito di esito positivo si procederà allo svuotamento, alla prova di carica del vaso, e al successivo riempimento con miscela di acqua e antigelo calcolata in percentuale alla quantità di acqua immessa.



prova pressione carica vaso

Nei punti alti del circuito dove ci sono valvole sfiato aria automatiche verificare che



siano aperte

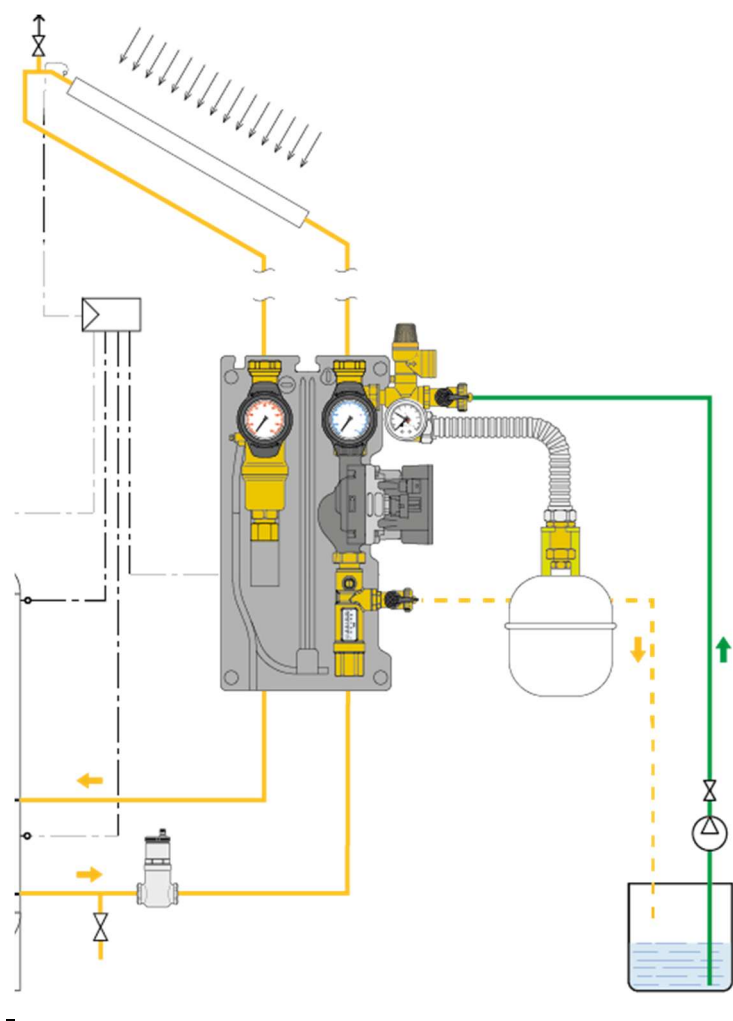
controllare sempre di aver installato

apparecchiature in versione solar in quanto costruite con materiali resistenti alle alte temperature

Caricare nell'impianto la miscela acqua e glicole con l'ausilio di una pompa con serbatoio utilizzando gli appositi attacchi predisposti



pompa caricamento liquido antige



serbatoio con pompa carrellato

Verificare attraverso il manometro la giusta pressione che dovrà essere almeno 1 bar oltre il dislivello tra pannelli e serbatoio, accendere l'impianto che per differenza di temperatura accenderà la pompa, quindi verificare tramite i termometri la temperatura dell'acqua tra andata e ritorno per capire se sta circolando bene. Dopo alcune ore vedremo il serbatoio caldo segnalato dal termometro sul serbatoio stesso.

### **Manutenzione di un impianto solare:**

- 1) ogni due anni controllare la concentrazione dell'antigelo ed eventualmente integrare con nuovo glicole

**ATTENZIONE: troppo antigelo l'acqua diventa viscosa (troppo densa) e non circola**

- 2) Verificare periodicamente la pressione impianto
- 3) Controllare periodicamente la pressione del vaso che essere uguale all'impianto. Operazione da fare ad impianto vuoto d'acqua
- 4) Eventuale pulizia del vetro pannello solare perché se sporco non funziona bene
- 5) Controllo del funzionamento della pompa
- 6) Controllo del vetro del pannello solare che non sia crepato con grandine

### **Soluzioni ai problemi**

Avviamento dell'impianto dopo un arresto Se si fosse spenta la regolazione a causa di mancanza di corrente, è sufficiente riconnetterla alla stessa oppure di riaccenderla. La configurazione non si cancella a causa di mancanza di corrente.

Dopo un lungo periodo di arresto controllate che non sia fuoriuscito il liquido dalla valvola di sicurezza. Questo potrebbe capitare con temperature e pressioni elevate. Lo scarico della valvola dovrebbe essere portato in un recipiente vuoto. Aggiungete eventualmente del liquido acqua-antigelo e controllate la pressione impianto.

### **L'accumulatore non diventa caldo, benchè sia una giornata di sole**

1. Controllare la posizione delle sonde
2. Controllare le chiusure
3. Controllare circolatori
4. Controllare le impostazioni della centralina solare
5. Sfiatare l'impianto

### **Nessuna o poca pressione nell'impianto**

A causa dell'arresto dell'impianto, potrebbe essere uscito del liquido dalla valvola di sicurezza

1. Controllare il vaso di espansione (pressione di precarica)
2. Riempire l'impianto nuovamente

### **Il bollitore per l'acqua calda sanitaria diventa troppo caldo**

1. Controllare le impostazioni della centralina solare
2. Controllare i valori e la posizione delle sonde

### **Si manifestano forti oscillazioni di pressione**

1. Controllare il vaso di espansione (pressione di precarica)
2. Eventualmente installare un vaso più capiente

### **La pompa non funziona**

1. La centralina é accesa ed é in funzione automatica?
2. Controllare la pompa
3. Controllare le impostazioni della centralina solare

### **Rumori nelle tubazioni**

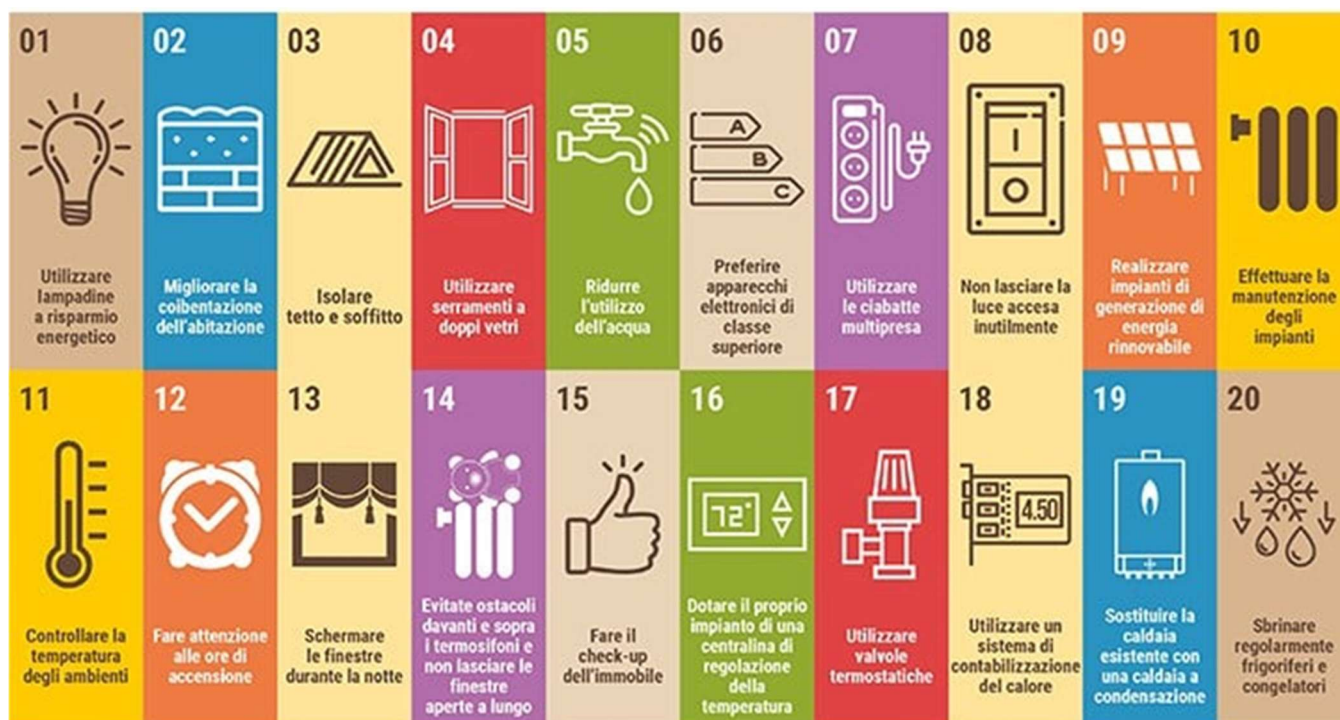
1. Sfiatare e/o effettuare un lavaggio dell'impianto al vaso di sfiato e alla pompa.

**ATTENZIONE: Rischio di ustioni a causa di temperature alte !**

**TENERE SEMPRE PRESENTE** che: un cliente soddisfatto lo dice ad altri clienti che portano altro lavoro e quindi guadagno, il famoso PASSAPAROLA, per cui sapere parlare, conoscere il disegno, la matematica, la tecnologia, e tutto quello che si impara a scuola serve sempre oggi o domani si potrà essere dei bravi tecnici ed essere richiesti dai clienti



## I consigli di ENEA per il risparmio energetico



### BIOMASSE:

Rispetto ad altre energie rinnovabili dove non abbiamo combustione ma solo energia elettrica per il funzionamento degli impianti, qui lo sfruttamento avviene tramite il fuoco con tutte le problematiche di incendio.

È di tutti i giorni sentire la notizia al telegiornale che è bruciato il tetto di una casa o qualcuno si è intossicato con il monossido di carbonio utilizzando il caminetto a legna e via dicendo. **Ovunque c'è fuoco, c'è pericolo.**

La più comune tra le energie, utilizzata in alternativa agli impianti tradizionali, soprattutto fuori città, è la legna, e, tralasciando "piccoli dettagli" sull'uso dei motori per tagliarla e trasportarla, si può affermare che nella combustione, il ciclo della CO<sub>2</sub> è pari a zero, cioè l'anidride carbonica emessa dalla combustione, è pari a quella assorbita dalla pianta per crescere.



## PRIMA COSA UN APPUNTO DI TERMOTECNICA:

cosa è il potere calorifero?

È la quantità di calore che riesco ad ottenere dalla combustione completa dell'unità di massa (kg) o volume (mc) di un combustibile

Tradotto, e visto che stiamo parlando di biomasse, è la quantità di calore massima che riesco ad ottenere bruciando un kg di legna.

Questo perché ogni tipo di legna ha un risultato diverso e rende più o meno pregiata la fornitura.

|               | pioppo                                                                              | quercia                                                                             | pino                                                                                | faggio                                                                              | abete                                                                               | frassino                                                                             | castagno                                                                              | betulla                                                                               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tipi di legna | pioppo                                                                              | quercia                                                                             | pino                                                                                | faggio                                                                              | abete                                                                               | frassino                                                                             | castagno                                                                              | betulla                                                                               |
| kcal x kg     | 4.022                                                                               | 4.548                                                                               | 4.557                                                                               | 4.578                                                                               | 4.588                                                                               | 4.660                                                                                | 4.731                                                                                 | 4.800                                                                                 |

Come potete vedere ogni tipo di albero produce legna, che ,se bruciata, sviluppa più calore di altra. Questo per dire che, in base alla tabella di cui sopra, acquistando del castagno, un kg di legna svilupperà più calore di un kg di pioppo.

### **SECONDO APPUNTO DI TERMOTECNICA:**

Visto la tabella sopra in kcal/h possiamo trasformare il valore in kW semplicemente dividendolo per 860 (valore di conversione) esempio betulla  $4800:860 = 5,58 \text{ kW/kg}$

Sono valori importanti in fase di acquisto sia di legna che di pellet perché il prezzo, basato sul resa calorica, farà la differenza a fine stagione.

### **LEGNA:**

La legna è utilizzata sotto forma di tronchetti tagliati a misura per essere introdotti nell'apparecchiatura che la brucerà, servendosi di caminetti, stufe e caldaie omologate CE si produrrà calore e ricordarsi sempre di far spaccare la legna per farle perdere l'umidità perchè più elevato è il suo contenuto di acqua maggiore è la quantità di calore necessario per incendiarsi, tutto calore perso e sottratto alla combustione.



Durante il deposito è necessario che la legna sia protetta dalle intemperie per essere utilizzata asciutta e secca.

È vietato bruciare mobili e qualsiasi legna contenente vernici o solventi per ovvie questioni di inquinamento dell'aria.

## PELLET:

I pellets sono cilindretti di legno prodotti sottoponendo ad elevata pressione la segatura, ossia gli scarti di legno puro (senza vernici) prodotti da segherie, falegnamerie ed altre attività connesse alla lavorazione del legno, senza utilizzare alcun tipo di collante, ma solo per effetto della pressione elevata.

Oltre ad essere un combustibile ecologico il pellet presenta anche dei vantaggi tecnici. Mentre la legna normale presenta mediamente un potere calorifico di 4,4Kw/Kg (con il 15 % di umidità con 18 mesi di stagionatura), quello del pellet è di 5,3 Kw/kg. La densità del pellet è di 650 kg /M3 ed il contenuto d'acqua è pari all' 8% del suo peso. Per questo motivo non è necessario stagionare il pellet per ottenere una resa calorica sufficientemente adeguata. Il diametro va da un minimo di 5 mm ad un massimo di 8 mm. Su ogni sacco sono stampati i valori in base al tipo di legno utilizzato e relative certificazioni.



Per uso domestico è senza dubbio più pulito della legna in quanto non genera sporcizia sia durante il trasporto che lo stoccaggio ed è molto pratico l'utilizzo. Se a combustione avvenuta la cenere risultante è poca è sinonimo di buon prodotto.

## CIPPATO:

E' il meno utilizzato in ambito domestico (nel nord italia viene bruciato nei grandi impianti di teleriscaldamento, dove una caldaia riscalda interi quartieri o piccoli borghi trasportando l'acqua calda con tubazioni dedicate ad ogni edificio) Il cippato grezzo – fresco taglio ha contenuto idrico pari al 50% e genera un potere calorifico pari a circa il 2,0 kWh/kg. Il cippato essiccato naturalmente al sole ha coefficiente idrico pari a ca. il 25%-35% e genera un potere calorifico pari a 3.0 - 3.5 kWh/kg. Con il processo di Essiccazione in Impianto otteniamo coefficiente di umidità pari al 10% e sviluppiamo un potere calorifico pari 4.0 – 4.5 kWh/kg.



Al pari della legna deve avere poca umidità per alta resa in combustione.

Il cippato si ricava da tronchi, ramaglie e scarti di produzione agricole e forestali, di segherie e di potature utilizzando un'apposita tritratrice comunemente detta "Cippatrice". A seconda del tipo di biomassa usata dovrò acquistare un generatore di calore specifico, certificato per bruciare o legna o pellet o cippato.

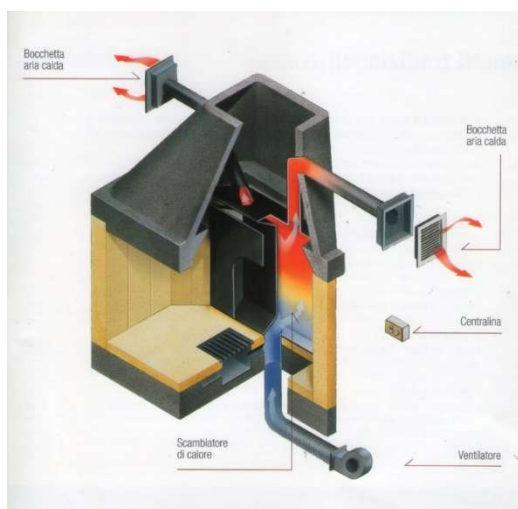
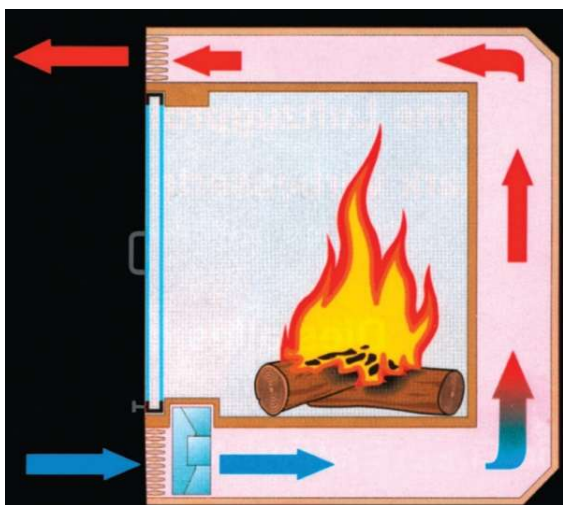
Solo alcune stufe definite onnivore bruciano oltre al pellet anche noccioli di oliva o gusci triti ma sono più difficili da reperire nella grande distribuzione.

### **Come utilizzo le biomasse?**

#### **Prima cosa informarsi in regione, dove devo realizzare l'impianto, se lo posso fare.**

Alcune regioni, tra cui l'Emilia Romagna, lo vietano per altitudini sotto i 600 mt di quota in quanto le polveri sottili prodotte dalla combustione delle biomasse in pianura padana sommate a quelle di traffico e smog in generale rendono difficile la respirazione dell'aria in città.

Per bruciare la legna posso utilizzare "semplici caminetti" che possono alimentare impianti ad aria diretta in ambiente con scambiatore interno.



L'aria fredda prelevata dal basso con un ventilatore (elettrico) viene fatta circolare intorno al focolare separato dal fuoco ed immessa calda in ambiente. Eventuali canalizzazioni posso riscaldare più ambienti.

Va da se che per il principio fisico di movimento dell'aria, devo lasciare le porte aperte per permettere il ricircolo dell'aria stessa in entrata calda agli ambienti ed in uscita fredda da riscaldare, ripresa dal ventilatore del caminetto. In questo caso non ho problemi di gelo per acqua contenuta nell'impianto, perche se è installato in una seconda casa non utilizzata per lunghi periodi anche invernali protrebbe creare problemi , ma, soprattutto, è veloce la messa a regime in quanto riscaldamento direttamente l'aria. Rimane però il problema delle polveri in movimento assieme l'aria dentro casa che per alcune persone potrebbe essere dannoso alla salute per via delle tipiche allergie respiratorie e il rumore causato dal flusso dell'aria se mal calcolato.

In qualsiasi installazione, dove utilizzo biomasse, particolare attenzione deve essere rivolta alla canna fumaria. Se esistente in mattoni o cemento, deve essere risanata mediante intubamento con tubo e raccordi in acciaio inox, se già in acciaio inox dovrà essere certificata resistente alle corrosioni e alle alte temperature, pulita da residui precedenti da uno spazzacamino che certificherà il lavoro.

Diametri maggiori del tubo costituente la canna fumaria, sono da preferire in quanto più difficili da ostruire con le fuliggini impastate a condensa.

Rapporto potenza generatore/ diametro canna fumaria inox priva di rugosità

Fino a 25 kW = Ø13 cm                      Fino a 35 kW = Ø16 cm

Fino a 40 kW = Ø18 cm                      Fino a 60 kW = Ø20 cm

La norma di riferimento resta la UNI 10683 ottobre 2012 mentre la UNI 11859-1 e UNI 10389-2 uscite ad aprile 2022 sono solo per le verifiche di funzionamento e rendimento da parte dei manutentori.

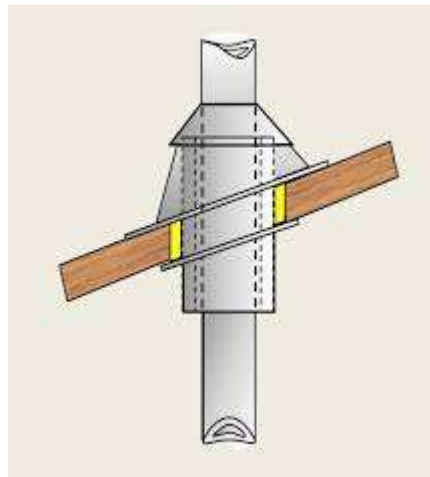
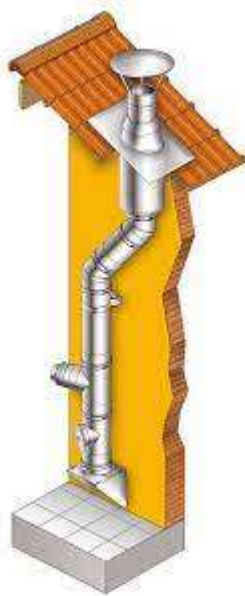
### **APPUNTO di TERMOTECNICA SPICCIOLA:**

per determinare la potenza del generatore di calore da installare, possiamo applicare una formula veloce, dove, calcolato i mc del volume da riscaldare si moltiplica per circa 40 Watt/mc (valore di riferimento per edifici in classe G) il risultato sarà la potenza necessaria a riscaldare l'edificio.

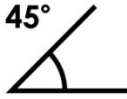
Es: 100 mq di appartamento alto 3 mt

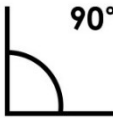
$100 \times 3 \times 40 = 12.000 \text{ Watt}$  installerò una caldaia da 12 kW

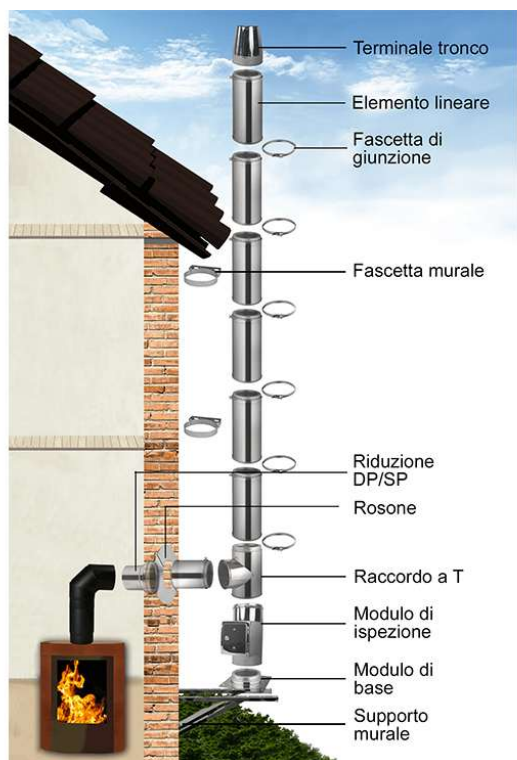
Particolare attenzione nell'installare una **canna fumaria** è l'attraversamento di un solaio o tetto in legno, dove si dovrà utilizzare appositi raccordi di transito per evitare incendi.



raccordo per passaggio legno

Eventuali cambi di direzione si eseguono sempre con curve a 45°  mai

a 90°  tranne l'imbocco della termocaldaia nella canna questo per agevolare il tiraggio del camino e deve sempre sfociare a tetto, mai a parete. (oltre che per inquinamento anche per dare verticalità utile al tiraggio)



canna in acciaio inox esterna all'edificio

coibentata a doppia parete (interna inox AISI 316 esterna AISI 304 con interposta coibentazione) costruita utilizzando tutti i componenti marchiati CE dello stesso produttore. (mai usare prodotti diversi per lo stesso lavoro non è certificabile)



la canna fumaria doppia parete è composta da un tubo interno in acciaio inox AISI 316 resistente alle corrosioni della condensa, coppelle di lana coibente a formare l'isolamento dell'intercapedine favorendone il tiraggio perché mantiene caldo il fumo e tubo in acciaio inox AISI 304 resistente agli agenti atmosferici in esterno. Ogni giunzione avrà di serie una guarnizione in gomma a tenuta e una fascetta di serraggio a bloccare i vari pezzi.



altezza dei comignoli a tetto

Va da sé che tutta l'aria comburente necessaria alla combustione della legna che esce dal camino, deve essere reintegrata con ventilazione del locale di installazione, (foro minimo 200 cmq) a meno che, l'apparecchiatura funzionante a biomasse, sia a tenuta stagna prelevando direttamente l'aria dall'esterno. Tenere presente che ogni 10 kg di legna bruciata servono 300/400 mc di aria comburente prelevata dall'esterno

È comunque sottointeso che il locale di installazione deve essere idoneo, oltre la ventilazione non deve comunicare con altri locali ove vi siano apparecchi a camera aperta o pericolo d'incendio. Nel caso ci sia la presenza di caldaie a gas va tenuta presente anche la norma UNI 7129/15.



Il tiraggio del camino a legna può creare depressione nell'ambiente e sfavorire il tiraggio della canna fumaria della caldaia con immissione di monossido di carbonio in ambiente pericolosamente mortale.



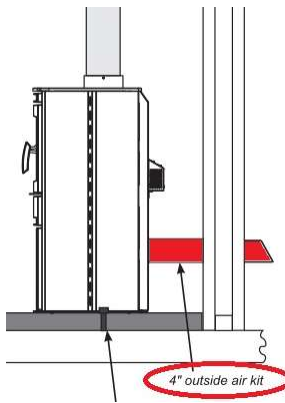
Aria esterna

camino combustione “aperta”

Qualsiasi combustione ha bisogno di ossigeno (aria comburente)

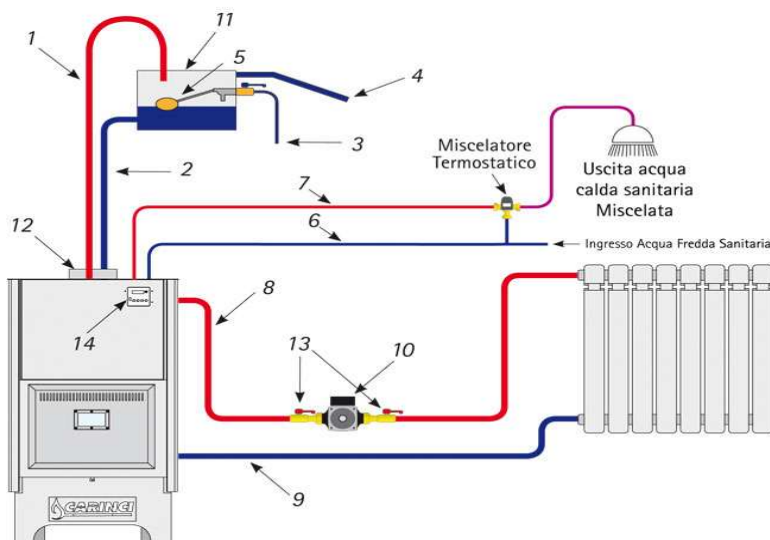
Uguale, la canna fumaria a tiraggio naturale, l'aria crea depressione verso l'alto asportando di fatto ossigeno dall'ambiente d'installazione dell'apparecchio e deve essere reintegrata direttamente dall'esterno per evitare pericolosi fenomeni di rilascio del monossido di carbonio in ambiente

altra cosa è se l'apparecchiatura a biomassa prevede il collegamento diretto dell'aria rendendo di fatto la combustione stagna come nelle caldaie a gas



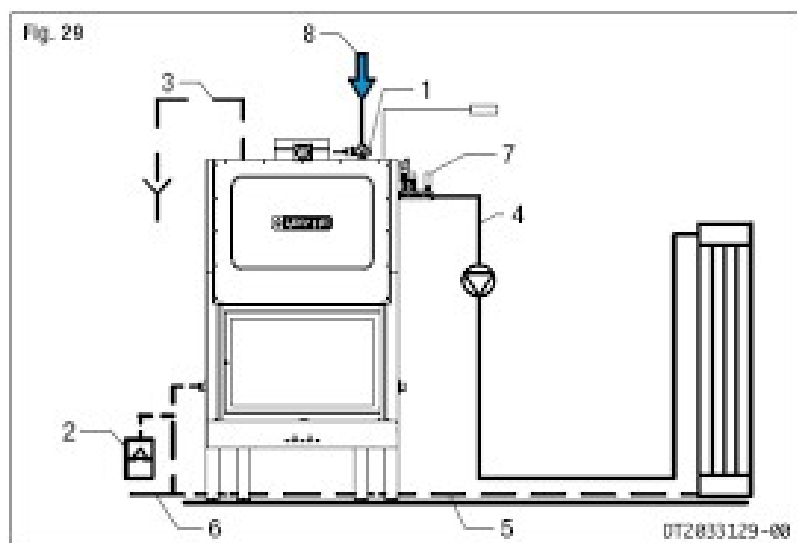
aria comburente convogliata dall'esterno direttamente nell'apparecchiatura a biomassa. “stagna”

Gli impianti realizzati nel passato prevedevano che la sicurezza e il controllo dell'aumento di volume d'acqua contenuto nell'impianto avvenisse in un “vaso aperto” installato nel punto più alto per meglio controllare le eventuali ebollizioni causate dal focolaio a legna oltre a garantirne il riempimento dell'impianto (punto più alto).



11) vaso espansione, 5) galleggiante di riempimento acqua del vaso aperto tramite il tubo 3), 1) tubo di sicurezza caldaia in caso di ebollizione, 2) alimentazione acqua impianto, 4) tubo di scarico acqua all'esterno nel caso l'aumento di volume d'acqua sia maggiore del contenuto del vaso aperto.

Oggi, apparecchiature più moderne, permettono di realizzare impianti a vaso chiuso come abbiamo visto in precedenza per il solare. Il vantaggio fondamentale, oltre all'ingombro del vaso aperto e il montaggio delle relative tubazioni fino al sottotetto, è che un vaso aperto si "carica" ossigeno nell'acqua contenuta nell'impianto rendendola di fatto corrosiva e, alle volte, ostacolante la circolazione nei radiatori. (bolle d'aria)



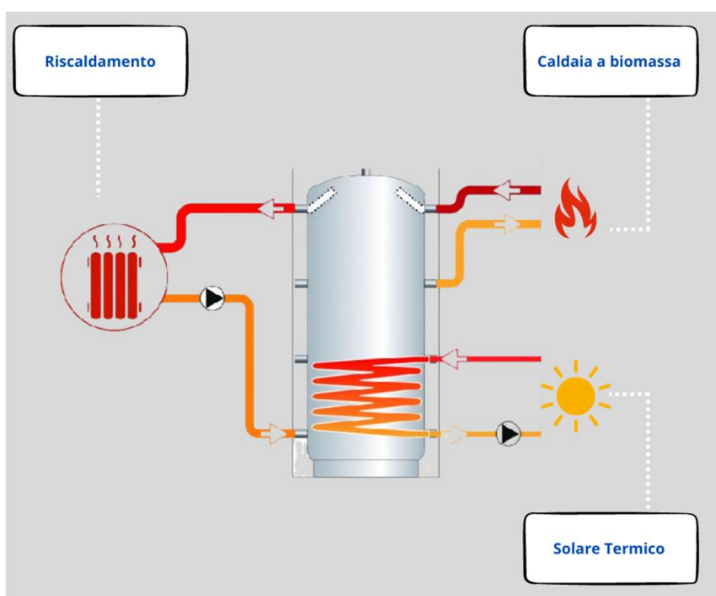
2) vaso espansione chiuso, 8) alimentazione dall'acquedotto, 3) valvola di sicurezza, 7) valvola di allagamento del focolaio per spegnere il fuoco interno al generatore in caso con vi sia più il controllo della combustione.

Come per le PDC è necessario avere un volano termico (puffer) che evita accensioni e spegnimenti continui causanti danni al generatore, tanto più per le biomasse è necessario prevedere l'accumulo inerziale che sia almeno di 20 lt per kW di potenza della termocaldaia installata sia a legna, cippato o pellet, come richiesto dalla normativa.



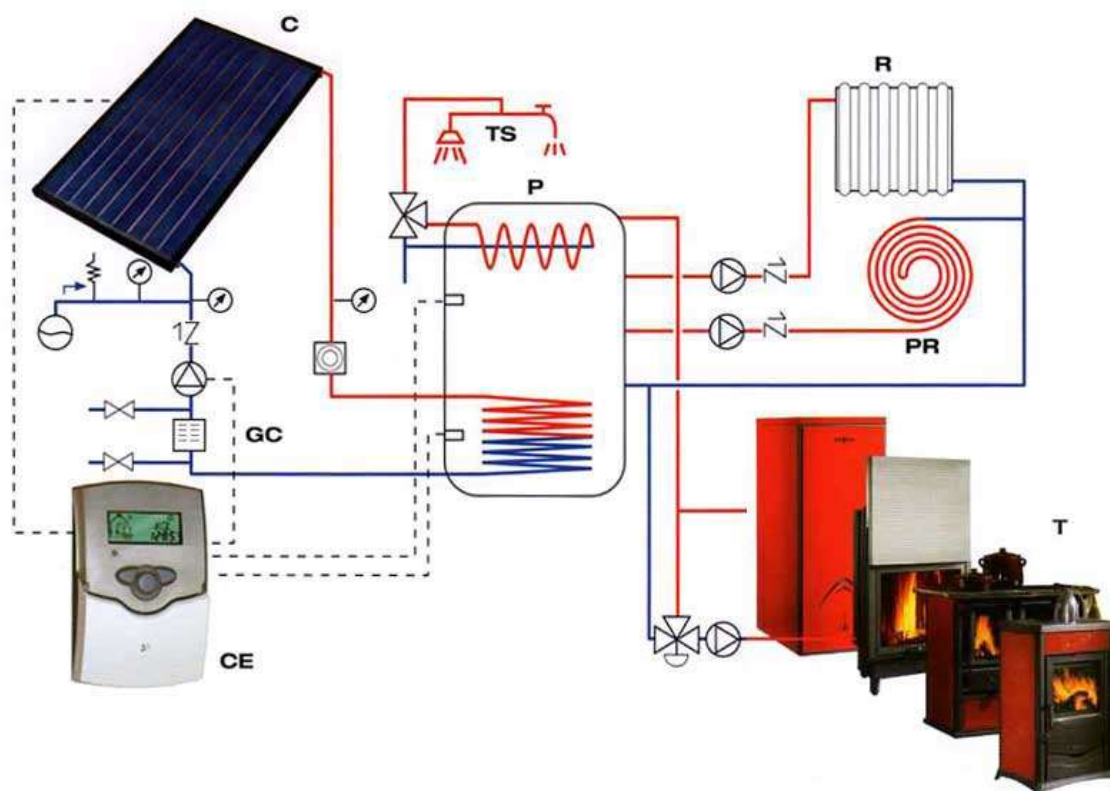
praticamente un cilindro vuoto di accumulo acqua tecnica

Evoluzione del puffer è aggiungere serpentine interne per raccogliere più energie disponibili



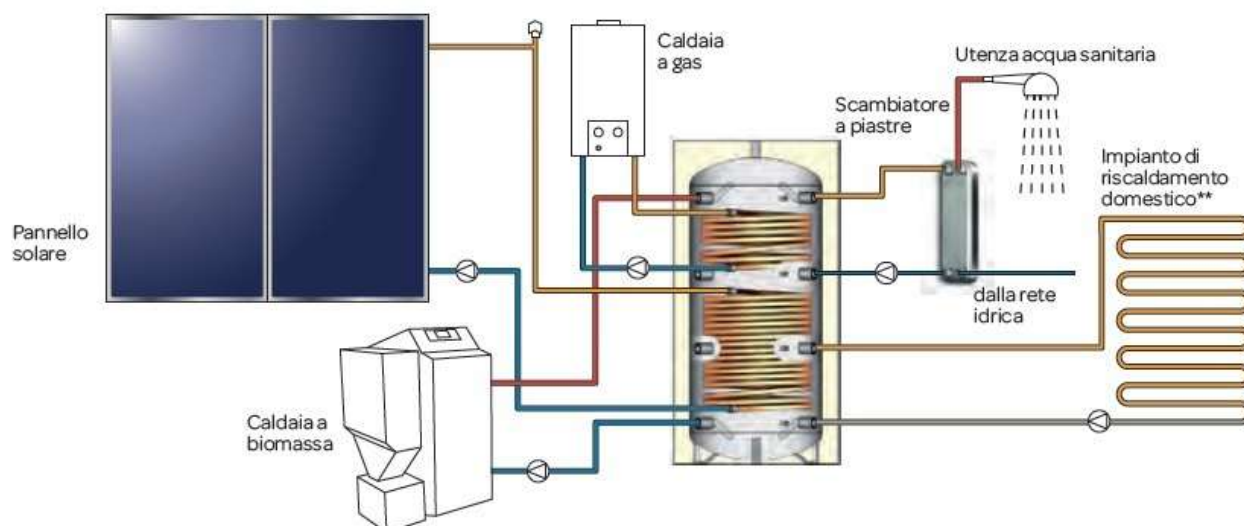
in questo caso abbiamo solo una serpentina per il solare in quanto la termocaldaia scalda il puffer dal quale prelievo l'acqua per l'impianto di riscaldamento radiatori

**Schema di installazione kit solare per acqua calda sanitaria ed integrazione al riscaldamento con termoprodotto a legna o pellet.**



Rispetto a quello precedente abbiamo il serpentino che produce acqua calda sanitaria che preleva calore direttamente dal puffer riscaldato dal solare e dalla termocaldaia.

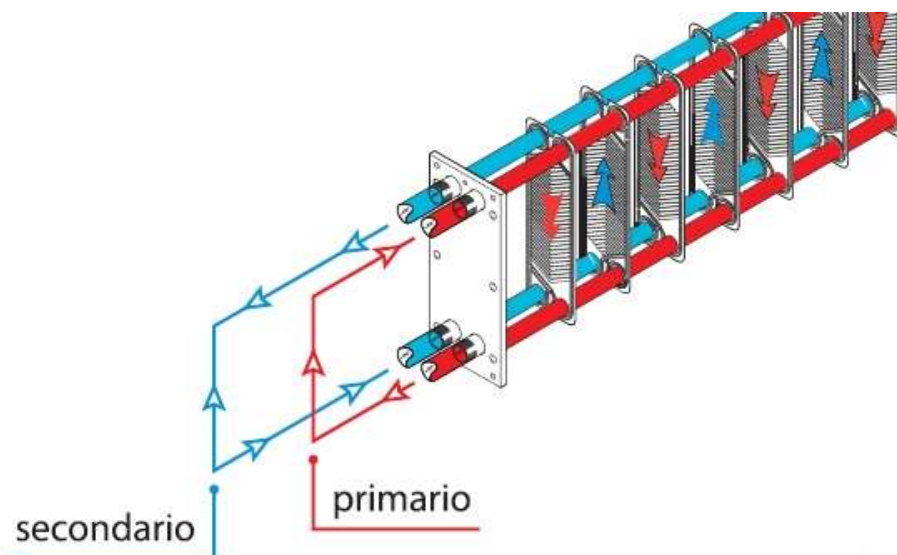
per serbatoio multienergia si intende un puffer a cui vengono aggiunte serpentine per collegare varie fonti di calore che rimangono separate tra loro ma convergono in un unico punto di raccolta per essere poi utilizzato per riscaldare ambienti o produrre acqua calda sanitaria



in questo caso la produzione di acqua calda sanitaria per uso alla persona è esterno con uno scambiatore a piastre per acqua tecnica/ acqua sanitaria.

### Vi state chiedendo cos'è uno scambiatore?

Lo vediamo subito



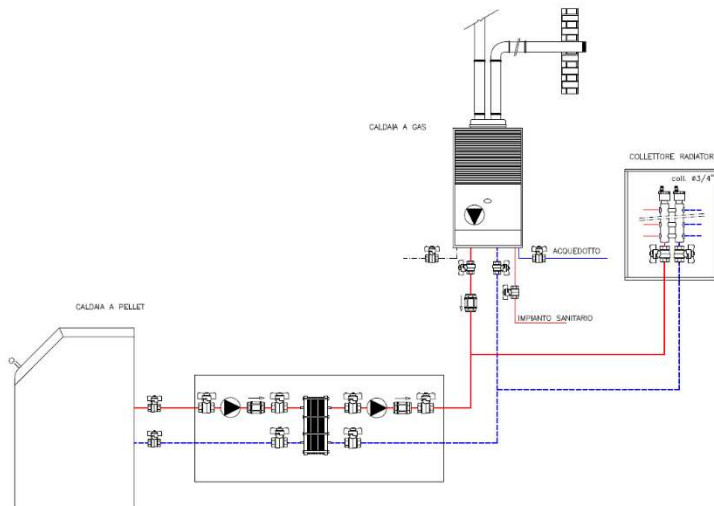
Lo scambiatore è l'insieme di un numero X di piastre inox sagomate per il passaggio dell'acqua calcolato in base alle esigenze, dove nel circuito primario transita l'acqua tecnica scambiando con il circuito secondario, dove passa l'acqua calda sanitaria. Lo scambio di calore avviene per conduzione. (contatto)

### NOTA IMPORTANTE:

se il cliente mi chiede di installare una termocaldaia a biomasse in supporto ad un impianto esistente funzionante a gas o gpl, bisogna fare molta attenzione alla **SOMMA di POTENZA**. Infatti se aggiungo semplicemente la termocaldaia sulle tubazioni dell'impianto termo utilizzate dalla caldaia a gas si sommano le potenze delle due, anche se in locali diversi e attigui. Se la somma comporta una potenza superiore a 35 kW entrano in gioco altre norme più restrittive tali da richiedere un locale apposito (centrale termica).

La soluzione più economica e veloce è installare una termocaldaia con potenza che sommata alla caldaia a gas non superi 35 kW (esempio: ho una caldaia da 24 kW che produce anche l'acqua calda sanitaria e installo una termocaldaia a biomassa da 10 kW utilizzata per solo riscaldamento. Totale delle due potenze 34 kW, per cui non rientro nelle ristrettezze burocratiche del DM 08 novembre 2019).

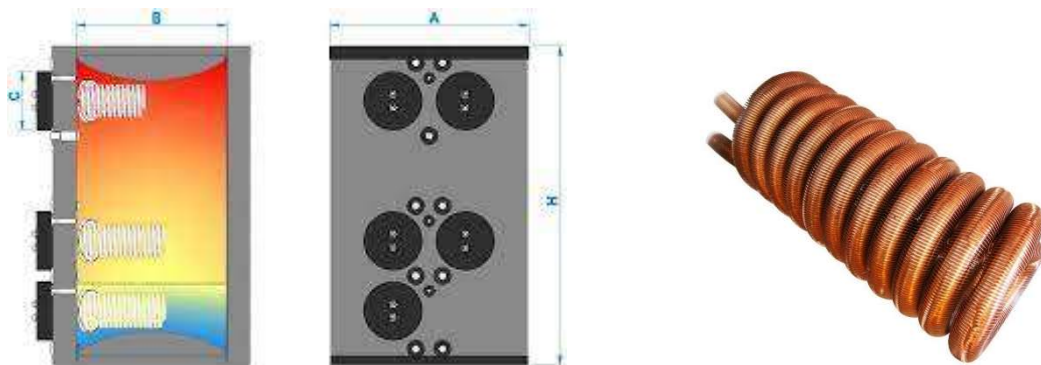
Alternativa sarebbe separare i circuiti acqua con uno scambiatore uguale a quello visto prima con circuito primario e secondario che restano divisi fisicamente ma non dalla conduzione del calore.



Lo scambiatore a piastre del riquadro sopra permette di tenere separati i due circuiti idraulicamente, ma nello stesso tempo permette uno scambio di temperatura attraverso le piastre tale che il calore di un circuito venga scambiato con l'altro senza sommare le potenze in gioco.

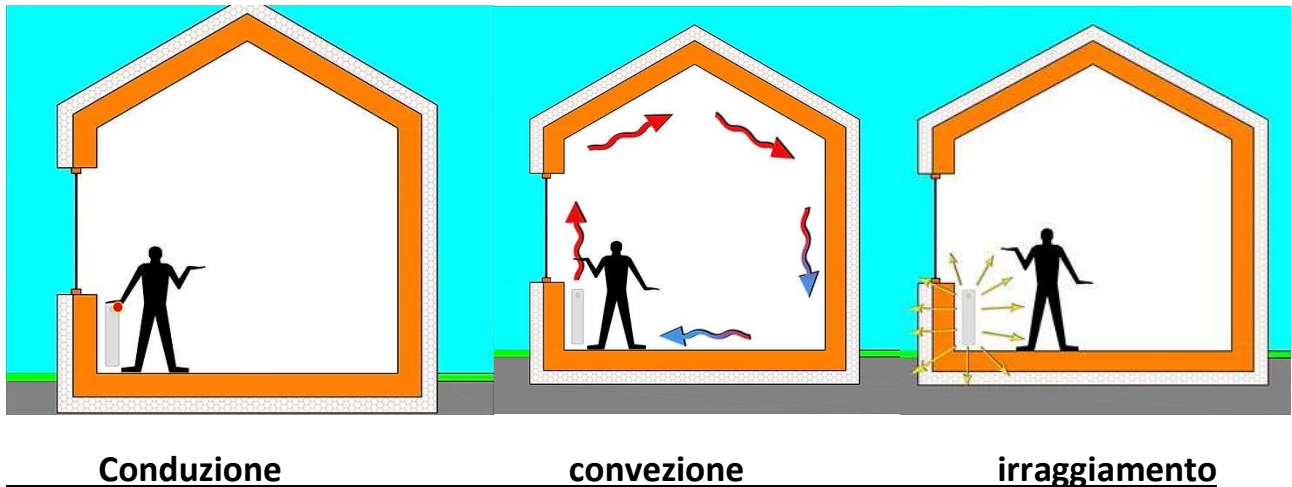
Tornando al puffer multienergia, in fase di progettazione valuterò di quanti circuiti ho bisogno, tenendo sempre presente che un serpentino può immettere o prelevare calore a seconda delle esigenze e che le PDC o le termocaldaie devono sempre lavorare direttamente con l'accumulo e non con le serpentine, e da non sottovalutare, la serpentina può essere utilizzata come scambiatore di calore per risolvere le problematiche di somma di potenza avendo in gioco più fonti di energia.

Altra cosa importante da tenere sempre presente è che la PDC ha uno scambiatore interno (gas frigorifero/acqua) e pertanto non contribuisce mai alla somma di potenza fra i vari generatori gas/biomasse.

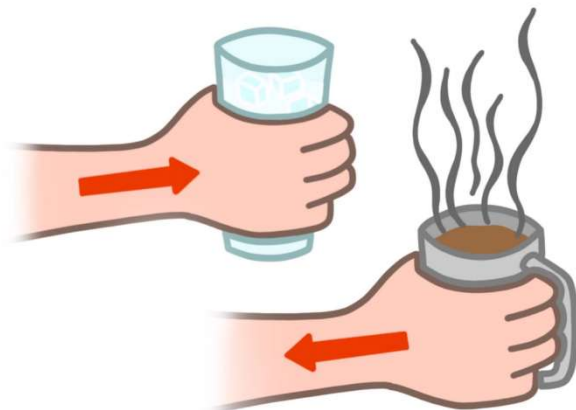


## PROMEMORIA DI TERMOTECNICA:

come si trasmette il calore ?



Un suggerimento che sarà molto utile anche nel capitolo pompe di calore  
TRASPORTO del CALORE



sempre da caldo verso freddo

Per bruciare le biomasse utilizzeremo oltre ai caminetti che sono i meno performanti, delle termocaldaie costruite appositamente funzionanti a legna, pellet o cippato.

Con il **decreto 186 del 7 novembre 2017**, il ministero dell'Ambiente ha stabilito i criteri con cui valutare la qualità ambientale degli impianti a biomasse, anche per quanto riguarda il rendimento, cioè l'abilità nel tramutare il potere calorifico in calore utile. (nelle pompe di calore lo chiamano COP e lo vedremo più avanti)

La classificazione introdotta dal decreto ministeriale consente di acquisire le **certificazioni dei generatori a biomassa** in base alla classe in cui rientrano.

Sono previste 5 classi, per ognuna delle quali sono assegnate un relativo numero di stelle. Generatori con 1 stella, uguale a livelli prestazionali più bassi, si può arrivare ai **generatori termici con 5 stelle**, in grado di offrire le prestazioni più alte in termini di rendimento e con i valori più bassi di emissioni inquinanti prodotte.

Alcune detrazioni fiscali richiedono che il generatore di calore sia specificatamente a



stelle, pena la esclusione da tutte le agevolazioni fiscali.

Quindi facciamo molta attenzione quando acquistiamo una termocaldaia come al termoaccumulo (puffer) che abbiamo detto prima deve essere minimo da 20 lt x kW di potenza generatore di calore. No agevolazione fiscale, no felicità del cliente.

È importante che la stufa o la caldaia a biomassa sia corredata di sonda lambda, che permette di tenere sotto controllo la combustione, poiché la tipologia e l'umidità della legna varia, regolando i parametri. Ciò consente una combustione completa e di produrre fumi quasi esenti da composti climalteranti, privi di fuliggine e catrame e di incrementare molto il rendimento del processo di combustione.



Guardate come i comuni giudicano le biomasse nell'ottica inquinamento con le misure emergenziali durante l'inverno

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>tutte le limitazioni ordinarie + veicoli Diesel fino a euro 4</p>  <p><b>ESTENSIONE</b> delle limitazioni alla circolazione ai veicoli diesel Euro 4</p> | <p><b>Biomassa</b></p>  <p>fino a 3 stelle</p> <p><b>DIVIETO</b> di uso di biomasse in impianti per il riscaldamento domestico (in presenza di impianto alternativo) con classe di prestazione emissiva &lt; 4 stelle</p> | <p><b>Riscaldamento</b></p>  <p>limitazioni</p> <p><b>ABBASSAMENTO</b> del riscaldamento fino ad un <b>max di 19°C</b> nelle case e <b>17°C</b> nei luoghi che ospitano attività produttive e artigianali</p> |
| <p><b>Sosta</b></p>  <p><b>DIVIETO</b> di sosta con motore acceso per tutti i veicoli</p>                                                                   | <p><b>combustione all'aperto</b></p>  <p>sfalci<br/>falò<br/>barbecue<br/>fuochi d'artificio</p> <p><b>DIVIETO</b> di combustione all'aperto (residui vegetali, falò, barbecue, fuochi d'artificio ecc...)</p>            | <p><b>Liquami agricoli</b></p>  <p><b>DIVIETO</b> di spandimento di liquami zootecnici senza tecniche ecosostenibili</p>                                                                                      |

Morale: se il comune dove installo la termocaldaia chiede minimo 4 stelle, e se non monto almeno 5 stelle, non è detraibile, va da se che devo stare molto attento in fase di acquisto, per non deludere il cliente che non la può usare o detrarre fiscalmente.



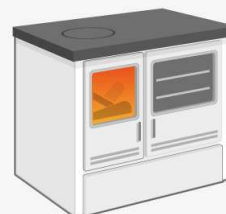
## RISCALDAMENTO A BIOMASSA



Stufa a pellet



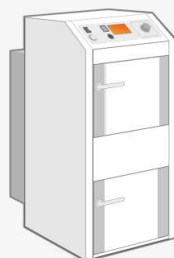
Stufa a legna



Cucina a legna



Caldaia a pellet

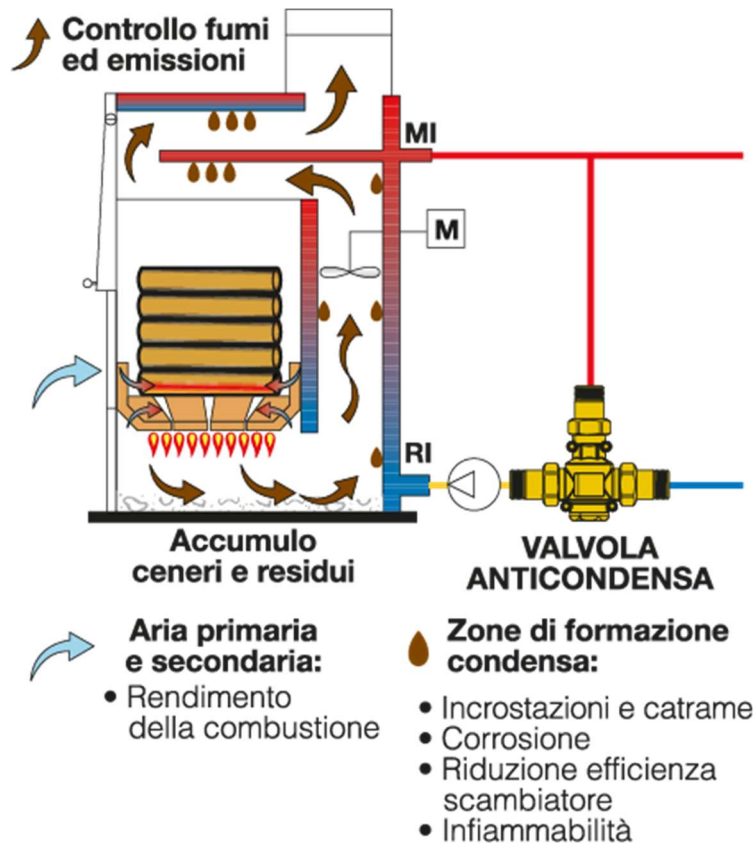


Caldaia a legna



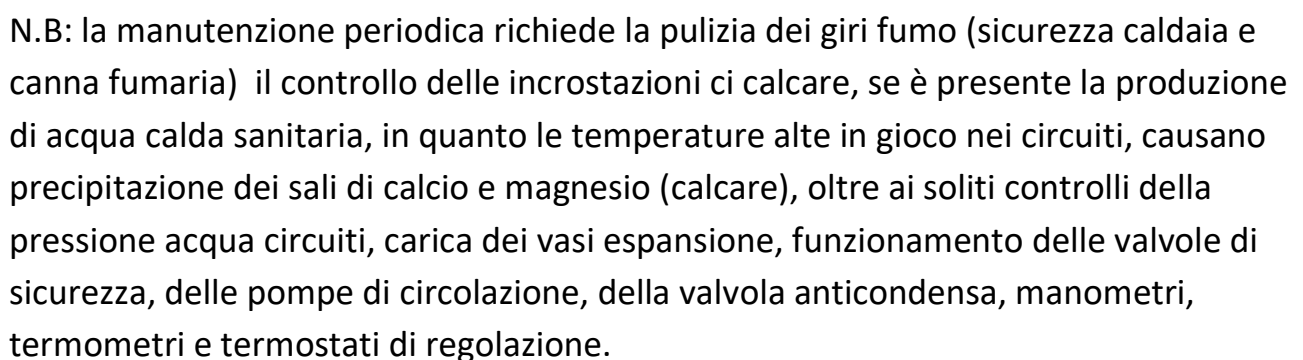
Inserto per camino

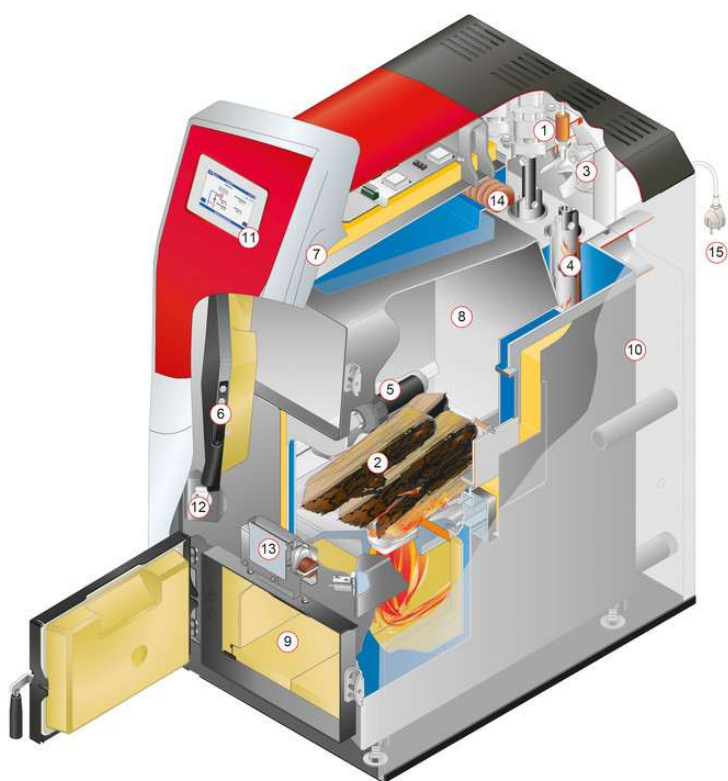
Per salvaguardare la caldaia dalla formazione di condensa (corrosiva) dovuta all'acqua di ritorno dall'impianto più fredda, installo una valvola chiamata anticondensa, che in funzione delle temperature dell'acqua aprirà il circuito gradualmente senza abbassare troppo la temperatura in caldaia evitando così il fenomeno della condensa dannosa per le lamiere di costruzione della caldaia stessa.



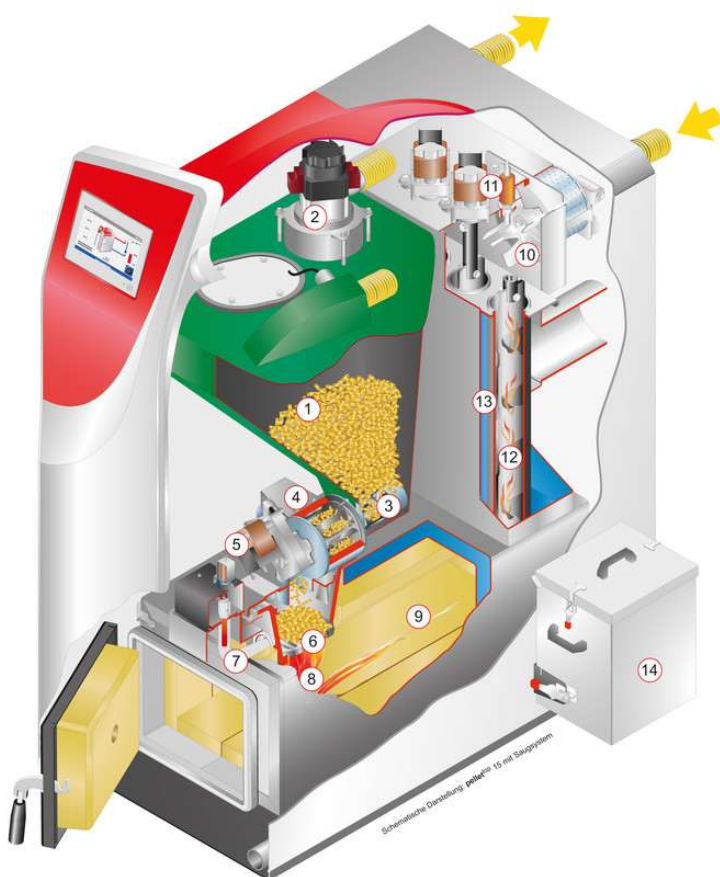
Praticamente la pompa (ricordate il cerchio con interno un triangolo il cui vertice indica il senso del flusso acqua come nello schema sopra?) fa ricircolare l'acqua calda nella caldaia su se stessa, aggiungendo di volta in volta una piccola quantità d'acqua fredda dall'impianto tenendo sotto controllo una temperatura minima impostata, in modo tale che gradualmente si scalderà tutto l'impianto senza shock termici e fenomeni corrosivi da parte della condensa in caldaia che oltre a ridurre la vita ne ridurrebbe l'efficienza riducendo lo scambio termico tra fuoco ed acqua impianto.

**N.B: è fondamentale che il percorso del fumo internamente alla caldaia e alla canna fumaria sia sempre pulito da residui di combustione e cenere che ne ostruiscono il passaggio riducendo l'efficienza e causando il rischio di incendio.**





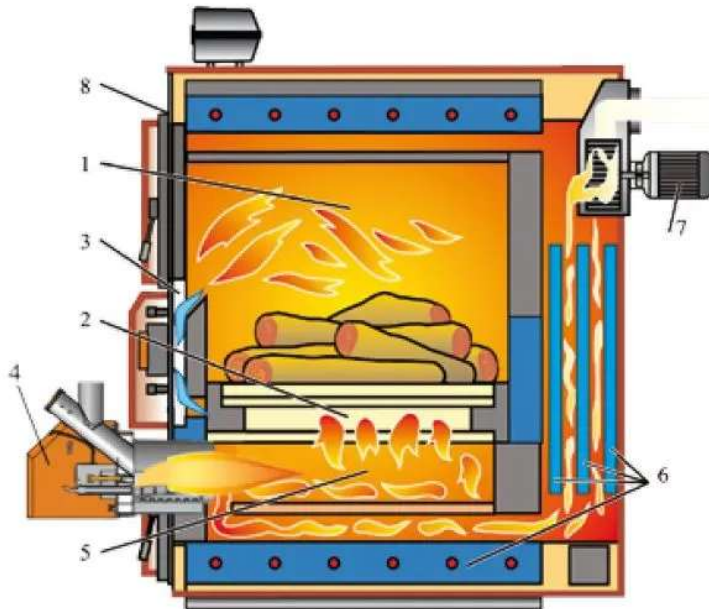
CALDAIA A LEGNA



CALDAIA A PELLET

## CALDAIA COMBINATA LEGNA/PELLETT

Molto utile nel caso finisca le legna in automatico viene utilizzato il pellet e soprattutto per accendere la combustione a legna il bruciatore del pellet accende il fuoco della legna automaticamente



### Legenda

- |                                           |                       |
|-------------------------------------------|-----------------------|
| 1. zona magazzino<br>legna-gassificazione | 5. zona combustione   |
| 2. griglia bruciatore                     | 6. zona di scambio    |
| 3. ingresso aria primaria                 | 7. elettroventilatore |
| 4. bruciatore a pellet                    | 8. by-pass            |



In tutti i casi sia negli impianti solari che biomasse vi è la necessità di realizzare l'impianto elettrico a supporto del funzionamento dell'impianto.