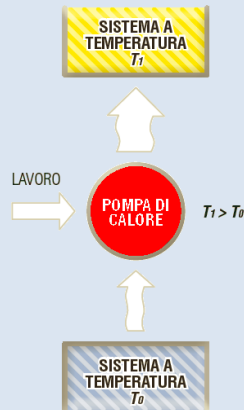




## POMPE DI CALORE

La pompa di calore è un macchina in grado di trasferire calore da una sorgente a temperatura più bassa ad un utilizzatore a temperatura più alta, tramite la fornitura di un "lavoro" meccanico o elettrico. In questo modo si rende utile per il riscaldamento l'energia derivante dal raffreddamento di qualsiasi sistema più freddo di quello da riscaldare.



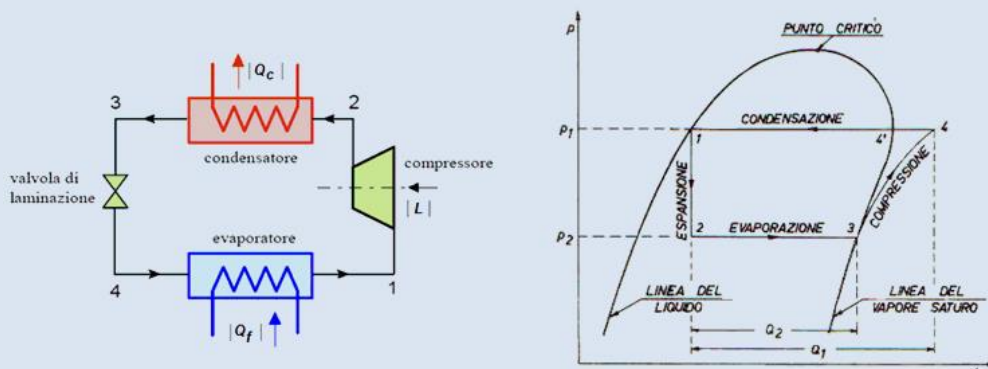
Questo non contrasta con il primo principio della termodinamica dal momento che la quantità di calore che arriva al sistema a più alta temperatura è fornita a spese del sistema a più bassa temperatura. Non contrasta neppure con il secondo principio: è vero che il calore tende a trasferirsi spontaneamente da un corpo più caldo ad uno più freddo, ma fornendo lavoro, è però possibile invertire il senso del trasferimento del calore (dal più freddo al più caldo).

Le principali tipologie di pompe di calore per utilizzo residenziale in funzione della tipologia dell'alimentazione sono:

- Pompe di calore elettriche a compressione (le più diffuse);
- Pompe di calore ad assorbimento;
- Pompe di calore alimentate da motore a combustione interna/esterna.

### Pompe di calore elettriche a compressione

La pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da uno speciale fluido (frigorifero) che, a seconda delle condizioni di temperatura e di pressione in cui si trova, assume lo stato di liquido o di vapore.



Il circuito chiuso è costituito da:

- un compressore: ha lo scopo di innalzare la temperatura e la pressione del fluido per renderlo idoneo allo scambio con l'ambiente che bisogna riscaldare. È necessario fornire il lavoro necessario a comprimere il fluido;
- un condensatore: è una batteria di scambio alettata. Il fluido, in uscita dal compressore (condizioni di alta pressione e temperatura) passa attraverso la batteria e cede calore all'ambiente da riscaldare. Durante questo processo il fluido condensa;
- una valvola di espansione\*: ha lo scopo di ridurre la temperatura e la pressione del fluido



### Pompe di calore ad assorbimento

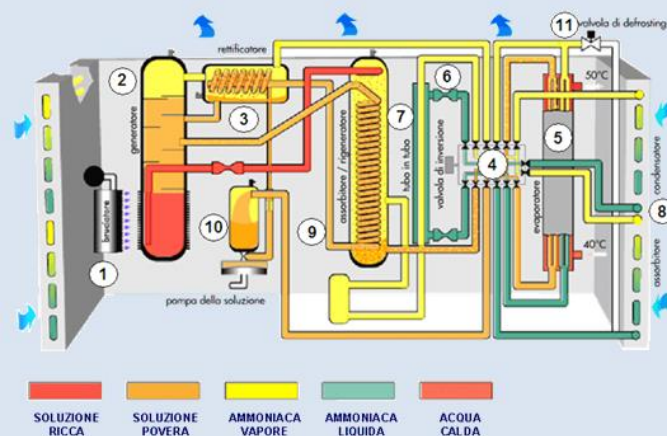
Le pompe di calore ad assorbimento sono delle unità con la medesima funzione delle pompe di calore tradizionali: riscaldare un fluido secondario, normalmente acqua.

Per farlo anche queste pompe di calore lavorano necessariamente con due sorgenti termiche una a bassa temperatura e una ad alta temperatura.

La differenza maggiore tra le pompe di calore ad assorbimento e le pompe elettriche è l'assenza della fase di compressione. Infatti, in questa tipologia di macchine la fase di compressione è totalmente sostituita con due fasi distinte: la generazione e l'assorbimento.

Le pompe di calore ad assorbimento sfruttano la solubilità e l'elevata affinità tra due sostanze, di cui una funziona da refrigerante e l'altra da assorbente, per realizzare un ciclo dove l'energia introdotta è per lo prevalentemente termica. Il lavoro meccanico della pompa è infatti pari a circa l'1% del calore introdotto nel generatore.

Le pompe di calore ad assorbimento possono utilizzare una qualsiasi sorgente termica, rappresentano quindi una valida alternativa alle macchine a compressione. In particolare è possibile utilizzare il calore generato da una combustione (pompe di calore a fiamma diretta), o, in alternativa, si può sfruttare il calore proveniente da un'altra fonte, per esempio quello cogenerato da un motore primo, che viene trasferito al fluido nel generatore mediante uno scambiatore di calore e un fluido termovettore.



La fonte energetica primaria (solitamente un bruciatore) è utilizzata per aumentare la temperatura della soluzione refrigerante-assorbente. Questo innalzamento di temperatura crea la separazione dei due componenti per evaporazione lungo la colonna di distillazione. Questi primi componenti della pompa di calore hanno la funzione del compressore nelle unità elettriche.

Dopo la separazione, il fluido refrigerante in forma di vapore passa attraverso il rettificatore dove si separa ulteriormente dall'eventuale residuo d'acqua per poi entrare nello scambiatore di calore (solitamente a fascio tubiero) (5): il fascio tubiero è il parallelo del condensatore delle pompe di calore elettriche.

In questo scambiatore a fascio tubiero avviene la condensazione e quindi la cessione di calore dal fluido primario al fluido secondario: l'acqua.

Il refrigerante dopo essere uscito dal condensatore, passa attraverso una serie di laminazioni successive, dove diminuisce progressivamente di pressione e dove si ha un abbassamento della temperatura. La temperatura di "arrivo" sarà quella che permetterà al fluido di scambiare calore (in questo caso di assorbire) dall'aria.

In questa fase il refrigerante, prelevando calore dall'aria esterna, evapora. In sostanza raffredda l'aria sottraendo calore. Passando nello scambiatore (7) e successivamente nel pre-assorbitore (9), il refrigerante si surriscalda e, unendosi con l'acqua (nel preassorbitore), dà luogo alla fase di assorbimento. Questa trasformazione è fortemente esotermica, ossia per funzionare deve essere tolta energia.

Nel pre-assorbitore questa energia viene utilizzata per pre-riscaldare la soluzione acqua-refrigerante.



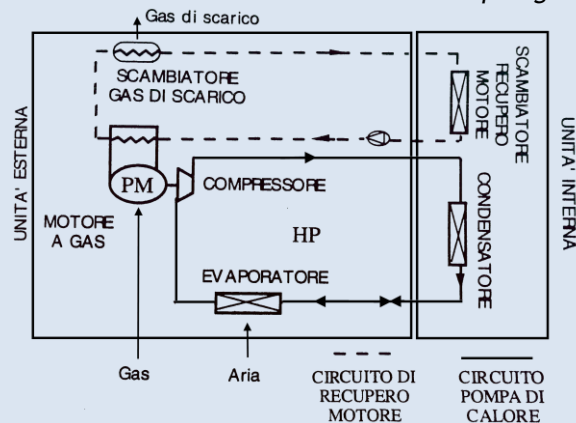
### POMPE DI CALORE ENDOTERMICHE

Sono essenzialmente pompe nelle quali il motore elettrico, che trascina solitamente il compressore, è stato sostituito da un motore endotermico alternativo alimentato a gas naturale.

Tale tecnologia può rappresentare, sia dal punto di vista energetico che da quello economico, una valida alternativa alle unità alimentate ad energia elettrica.

La competitività di questi nuovi sistemi, dal punto di vista prettamente energetico, traspare da semplici valutazioni. Infatti, se nella conversione dell'energia primaria del combustibile in energia elettrica utile all'azionamento del motore, l'energia termica non convertita, salvo che in casi particolare come il teleriscaldamento, non è immediatamente usufruibile dalle utenze, nelle pompe di calore a motore endotermico l'organo preposto alla conversione in energia utile è il motore che, mediante il raffreddamento di alcune sue parti, nonché dei gas di scarico, mette a disposizione energia termica per il riscaldamento di ambienti e/o di acqua calda sanitaria. Ciò permette di realizzare un incremento del 30-40% dell'utilizzo del combustibile primario rispetto a quello ottenibile con unità elettriche.

Nella figura seguente è illustrato uno schema del circuito di tale tipologia di pompa di calore.



Si noti la presenza del motore endotermico alimentato a gas (PM), dal cui albero motore deduce la necessaria potenza il compressore.

Sono evidenti i due circuiti principali dell'impianto: quello del fluido frigorifero (tratto continuo), del tutto equivalente a quello di una pompa di calore elettrica, e quello del recupero dell'energia termica rilasciata in ambiente dal motore (linea tratteggiata).

In quest'ultimo, il fluido di lavoro, generalmente una miscela acqua-glicole, dopo aver raffreddato il motore, recupera una parte dell'energia termica dei gas di scarico espulsi dal motore, in uno scambiatore del tipo gas/liquido (alettato).

Nell'ambiente interno sono collocati due scambiatori che cedono energia termica al fluido termovettore interno: il condensatore del circuito frigorifero e quello di recupero dell'energia termica rilasciata dal motore.

Come è facile desumere dallo schema precedente, la caratteristica fondamentale delle pompe di calore azionate a motore endotermico, pertanto, è la possibilità di recuperare una parte dell'energia termica contenuta nell'acqua di raffreddamento del motore e, in molti casi, quella contenuta nei gas di scarico.

Tale recupero termico può essere sfruttato in due modi differenti: una prima ipotesi è utilizzare l'acqua di raffreddamento del motore direttamente per produrre l'energia termica addizionale a quella prodotta dalla pompa stessa (come mostrato in figura). In tal caso deve essere prevista un'ulteriore rete che porti all'esterno della macchina, cioè nell'ambiente interno, l'acqua di raffreddamento del motore per le funzioni di riscaldamento ambientali e/o di acqua calda sanitaria (recupero diretto).

Una seconda ipotesi è di utilizzare il recupero termico esclusivamente per innalzare la temperatura di evaporazione del refrigerante onde consentire una diminuzione del lavoro di compressione e quindi un miglioramento del COP (recupero indiretto).