



# Climatizzare in estate e in inverno mediante le pompe di calore

di Giovanni Stimamiglio

La "pompa di calore" è la "macchina" ideale per produrre acqua calda e refrigerata mediante un unico sistema in grado di alimentare impianti di riscaldamento e di raffrescamento, con notevoli vantaggi in tema di efficienza, sicurezza e risparmio energetico

Esiste una risorsa poco sfruttata che sta proprio sotto i nostri piedi. E' il calore della terra, da cui si può ricavare energia pulita e durevole. Energia utilizzabile come fonte di riscaldamento invernale e di raffrescamento estivo rispettosa dell'ambiente ed economicamente vantaggiosa. È, infatti, interessante notare che i sistemi di riscaldamento (ma anche di produzione di acqua calda di consumo, di ventilazione, di raffreddamento, ecc.) basati sulle energie rinnovabili non rimangono più confinati in progetti pilota o riservati a investitori con un budget sopra la media né tanto meno a committenti con una sensibilità ambientale molto elevata.

Il successo delle pompe di calore a livello europeo (Svizzera, Austria, Germania, ecc.) indica chiaramente che il mercato sta riconoscendo in pieno la validità di questa tecnica energetica. Tra l'altro, un numero sempre maggiore di committenti decide di fare ricorso alle pompe di calore anche in caso di risanamento di un impianto di riscaldamento di altro tipo. Questo deriva sicuramente dalle eccellenti caratteristiche dei nuovi modelli ma anche dalla presa di coscienza che con il risanamento energetico di un edi-

ficio si possono ottenere vantaggi maggiori rispetto alla semplice sostituzione della caldaia tradizionale esistente.

La combinazione delle pompe di calore con altre fonti rinnovabili, come in un impianto solare termico, costituisce senz'altro un punto a favore di detti sistemi.

Per il committente medio, l'opinione del progettista specialista di fiducia rimane giustamente di grande importanza.

**La pompa di calore è un apparecchio in grado di prelevare calore da un ambiente freddo e trasferirlo ad un altro più caldo**

La pompa di calore può funzionare sia elettricamente (sistema a compressione) sia con calore prelevato dai combustibili fossili o da altre fonti termiche quali il sole (sistema ad assorbimento).

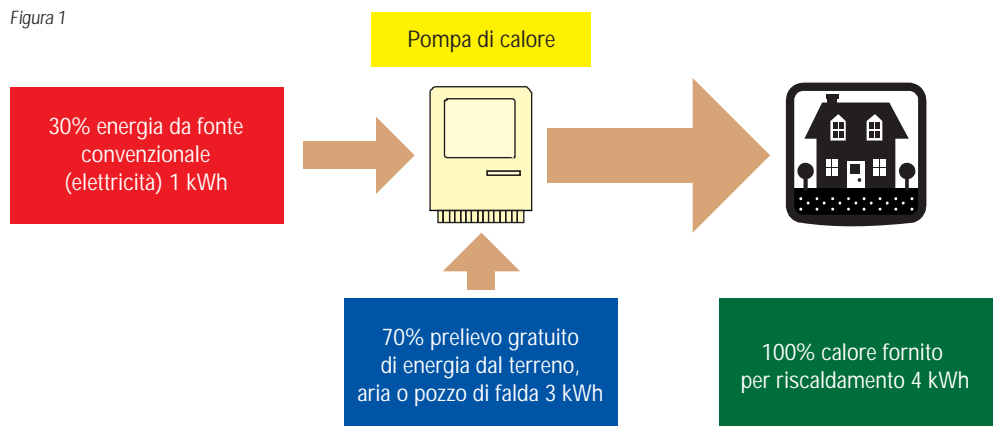
In pratica l'apparecchio funziona come un comune frigorifero.

La pompa di calore attualmente più diffusa nel mondo è quella a compressione, azionata elettricamente.

**Principio della pompa di calore**

L'energia termica da rendere all'ambiente artificiale attraverso l'impianto di riscaldamento (100%) è in larga misura prelevata dall'ambiente naturale (ca. 70%) attraverso l'impiego di una piccola parte (ca. 30%) di energia convenzionale (fig. 1).

Figura 1





### Com'è fatta e come funziona

La pompa di calore è costituita da un circuito chiuso, percorso da uno speciale fluido (frigorifero) che, secondo le 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;
- un condensatore;
- una valvola di espansione;
- un evaporatore.

Il condensatore e l'evaporatore sono costituiti da scambiatori di calore, cioè tubi posti a contatto con un fluido di servizio (che può essere acqua o aria) nei quali scorre il fluido frigorifero.

Questo cede calore al condensatore e lo sottrae all'evaporatore.

I componenti del circuito possono essere sia raggruppati in un unico blocco, sia divisi in due parti (sistemi "SPLIT") ricordate dai tubi nei quali circola il fluido frigorifero.

Il fluido frigorifero, all'interno del circuito, subisce le trasformazioni che seguono.

- **Compressione:** il fluido frigorifero allo stato gassoso e a bassa pressione, proveniente dall'evaporatore, è portato ad alta pressione; nella compressione si riscalda assorbendo una certa quantità di calore.
- **Condensazione:** il fluido frigorifero, proveniente dal compressore, passa dallo stato gassoso a quello liquido cedendo calore all'esterno.

Sigla	Formula chimica	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	Ozono rischio relativo	Effetto serra rischio relativo	Osservazione
R-12	C Cl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	-40/+20	70	0,9	3,1	CFC cloro-fluoro-carburo
R-22	CH Cl F <sub>2</sub>	-80/10	60	0,05	0,35	HCFC idro-cloro-fluoro-carburo
R-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	-40/20	70	0	0,27	HFC idro-fluoro-carburo
R-717	NH <sub>3</sub>	-60/10	40	0	0	ammoniaca

Tabella 1 - Fluidi frigoriferi

	Funzionamento in riscaldamento	Funzionamento in raffreddamento
Temperatura interna	20 ° Bulbo secco (DB=Dry Bulb) / 12 ° Bulbo umido (WB=Wet Bulb)	27 ° Bulbo secco (DB=Dry Bulb) / 19 ° Bulbo umido (WB=Wet Bulb)
Temperatura esterna	7 ° Bulbo secco (DB=Dry Bulb) / 6 ° Bulbo umido (WB=Wet Bulb)	35 ° Bulbo secco (DB=Dry Bulb) / 24 ° Bulbo umido (WB=Wet Bulb)

Tabella 2

• **Espansione:** passando attraverso la valvola di espansione il fluido frigorifero liquido si trasforma parzialmente in vapore e si raffredda.

• **Evaporazione:** il fluido frigorifero assorbe calore dall'esterno ed evapora completamente.

L'insieme di queste trasformazioni costituisce il ciclo della pompa di calore: il compressore fornisce energia al fluido frigorifero che nell'evaporatore, assorbe calore dal mezzo circostante e, tramite il condensatore, lo cede al mezzo da riscaldare (Figg. 2 e 3 e tab. 1).

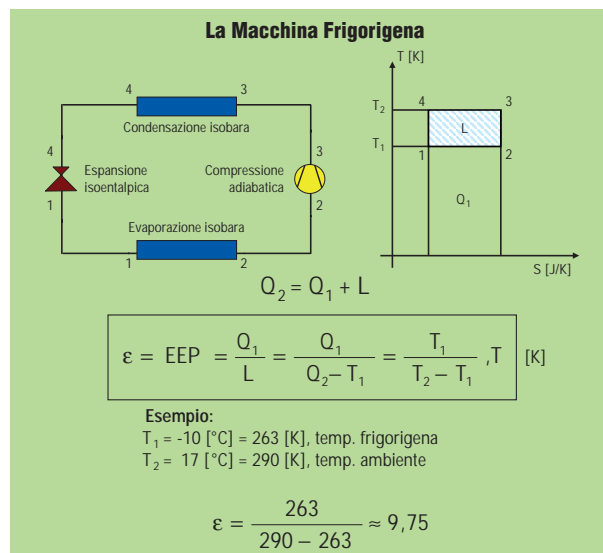
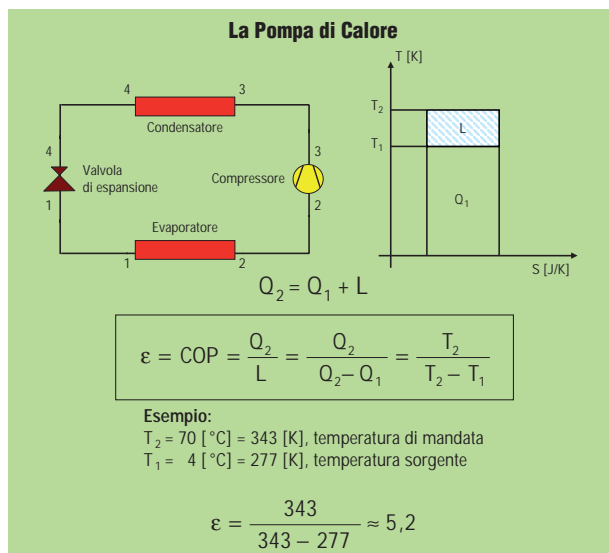
### Le caratteristiche tecniche

Potenza assorbita: è la quantità di

"combustibile", sia esso elettricità sia gas, che la "pompa" utilizza per funzionare. E', in sostanza, quello che si paga in bolletta.

Potenza resa: è la quantità di calore che, in un'ora, la "pompa" è in grado di fornire o di assorbire dall'ambiente climatizzato.

Occorre porre attenzione al fatto che le caratteristiche sono misurate in condizioni ambientali e di installazione ben precise, al mutare delle quali si possono verificare variazioni di rendimento anche significative. La più importante è la temperatura in cui lavora l'impianto; pressoché tutti effettuano la misura nelle condizioni riportate alla tabella 2.



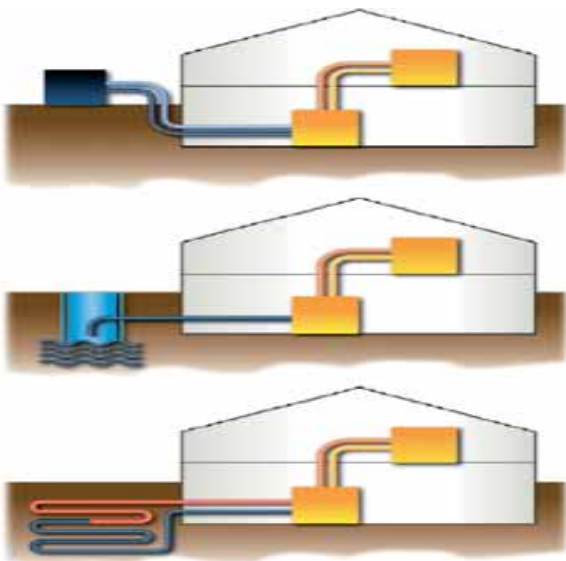
**LEGENDA:**  
**K:** indica l'unità di misura della temperatura in gradi assoluti Kelvin  
**COP:** indica l'efficienza dell'impianto in riscaldamento  
**EEP:** indica l'efficienza dell'impianto in raffreddamento

Figure 2 e 3 - Schemi di funzionamento della pompa di calore e della macchina frigorifera



## Sistemi di costruzione usuali di pompe di calore

Sistema	Evaporatore	Condensatore
acqua-acqua	acqua	acqua
aria-acqua	aria	acqua
suolo-acqua	suolo	acqua
aria-aria	aria	aria



### Aria-aria

Esempio tipico sono gli impianti split system ad espansione diretta: l'unità interna può raffreddare o riscaldare l'ambiente e l'unità esterna funziona rispettivamente da condensatore o da evaporatore; il COP (Coefficiente di Prestazione) minimo parte da  $2,8 \div 3$ .

### Acqua-acqua

Il fluido termovettore dal quale si può acquisire o cedere calore può essere: acqua di falda, acqua di fiume, di lago o di mare (economicamente molto convenienti), acqua glicolata a circuito chiuso contenuta in sonde verticali o orizzontali immerse nel terreno (geotermia). In tutti i casi in cui la fonte è l'acqua occorre tenere conto di diversi fattori legati sia alla disponibilità idrica, sia a vincoli legislativi e regolamenti che ne disciplinano l'uso (esempio Legge 152/99, e le varie disposizioni regionali, provinciali, comunali). In particolare:

- alcune Regioni vietano il prelievo dall'acquedotto e, dove questo è permesso, rimarrebbe il problema dello scarico: è, infatti, vietata la reimmissione nella rete

CONSIDERAZIONI DI PARAGONE TRA I DUE SISTEMI	
Climatizzazione elettrica a pompa di calore	Riscaldamento con caldaia a gas metano
Impiego modulare e multizona (solo dove serve)	Impiego totale (ulteriore spreco)
Nessun inquinamento ambientale	Inquinamento ambientale da gas combustibili
Zero spese di manutenzione e controllo	Manutenzione periodica e libretto obbligatori
Circuito Frigorifero sigillato	Possibili perdite tubazioni acqua
Pericolosità nulla	Possibilità di fughe di gas
Climatizzazione estiva/invernale	Solo riscaldamento
Deumidificazione ambiente ottimale (50%)	Deumidificazione inesistente
Bassi costi di gestione	Costi di gestione superiori
Nessun sistema di scarico fumi	Necessario un sistema di scarico (canna fumaria)
Filtrazione dell'aria nel locale climatizzato	Filtrazione inesistente

Tabella 3

fognaria ove esista un depuratore terminale;

- per quanto riguarda il prelievo da acqua di falda, occorre uno studio preliminare di un geologo per verificare l'altezza della falda, la sua portata (circa 4 l/min/kW di potenza in riscaldamento) e il permesso dell'ente preposto per la creazione del pozzo; lo scarico può essere effettuato in cono d'acqua superficiale (in base a regole da rispettare) oppure tramite un pozzo di "resa" (distante dal primo almeno 15 m per non creare un corto circuito idraulico);
- per l'acqua prelevata da canali, fiumi, laghi occorre richiedere gli opportuni permessi.

### Aria-acqua

La fonte disponibile è l'aria, la pompa di calore è comodamente installata all'esterno, il COP medio stagionale è intorno al  $3,5 \div 3,8$ . Le prime unità "soffrivano" attorno a  $0^\circ\text{C}$  dove si condensa l'umidità dell'aria sullo scambiatore esterno: oggi questo limite è superato o con unità a due scambiatori o mediante circolazione di poca acqua calda necessaria per riportare in efficienza lo scambiatore.

### Acqua-aria

La fonte disponibile è l'acqua, quella utilizzatrice è l'aria; si tratta di una tipologia che ha uno scarsissimo uso pratico ma solo sperimentale.

## Metodi costruttivi

### I pali energetici

Al posto della perforazione alla profondità di 100-150 m è molto vantaggioso ed economicamente conveniente utilizzare i pali di fondazione come sonda geotermica.

I pali in calcestruzzo armato usati nelle sotto fondazioni, hanno, generalmente, un diametro di 0,4-1,5 m ed una lunghezza che può variare da qualche metro fino a più di 30 m.

All'interno di questi pali è installato un tubo o un fascio di tubi in polietilene: spesso si tratta di "U" doppi o quadrupli, in base al diametro dei pali, collegati a collettori.

Unica condizione è che l'impiantista sia già coinvolto nella fase iniziale del progetto delle opere edili.



Dettaglio dell'armatura di un palo energetico sul cantiere del futuro Dock Midfield, aeroporto di Zurigo (foto FDV)