

## Obiettivi dell'attività

Obiettivo principale di questa attività è la realizzazione di una facility per la caratterizzazione di pompe di calore elioassistite che ha come finalità la verifica tecnica ed economica della convenienza di questa soluzione impiantistica anche per il riscaldamento invernale rispetto a quelle utilizzando altre sorgenti termiche, sia provenienti da combustibili fossili che da fonti rinnovabili (aria o terreno).

La difficoltà principale nell'utilizzo delle pompe di calore anche per il riscaldamento invernale riguarda il reperimento di sorgenti termiche dotate di elevata qualità, intesa come costanza della temperatura ed elevata capacità termica, grandezze che definiscono il grado di inerzia termica della sorgente.

Tra le sorgenti di energia termica disponibili in natura vi è quella solare. Il sole fornisce energia ad un livello termico insufficiente per essere sfruttata direttamente negli impianti di distribuzione (radiatori o ventilconvettori) ma, avvalendosi di pannelli solari termici, è possibile utilizzare tale sorgente termica in una pompa di calore a scambio acqua-acqua per elevarne il livello termico ed utilizzarla ad esempio nei ventilconvettori (analogamente a quanto è possibile fare con sistemi a pompa di calore alimentate da sonde geotermiche).

Il vantaggio della pompa di calore elio assistita rispetto alle pompe di calore alimentate da sonde geotermiche sta nel minor costo complessivo dell'impianto, a parità di potenza utile della pompa di calore a scambio acqua-acqua, in quanto il campo solare, realizzabile anche con pannelli solari non vetrati, ha un costo di gran lunga più basso rispetto a quello delle sonde geotermiche.

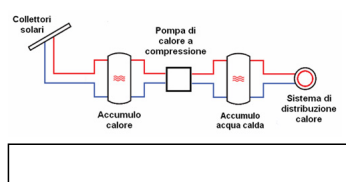
Una temperatura all' evaporatore di 15-20 °C, necessaria per far funzionare al meglio le pompe di calore acqua-acqua, è infatti facilmente ottenibile anche in inverno in un paese ad elevata insolazione come il nostro.

## Le pompe di calore elioassistite

In generale, le pompe di calore sono macchine in grado di trasferire calore da una sorgente a temperatura più bassa verso una a temperatura maggiore, spendendo dell'energia. La pompa di calore si dice "reversibile" quando è predisposta alla duplice funzionalità di riscaldamento (durante l'inverno) e condizionamento (durante l'estate).

I valori di COP (Coefficient of Performance, indicatore delle prestazioni della macchina nel funzionamento invernale, definito come rapporto tra il calore ceduto dal condensatore all'ambiente esterno da riscaldare e l'energia elettrica consumata) e EER (Energy Efficiency Ratio, parametro che definisce le prestazioni nel funzionamento estivo, definito come rapporto tra il calore estratto dalla sorgente a temperatura più bassa sull'energia elettrica consumata) dipendono dalle temperature effettive delle sorgenti in gioco. In generale, un aumento della temperatura dell'acqua che alimenta l'evaporatore può consentire un cospicuo incremento della potenza termica resa dalla macchina. Per questo, allo scopo di migliorare l'efficienza (il COP) delle pompe di calore, si può pensare di integrare queste ultime, nel funzionamento invernale, con sistemi di riscaldamento, ad esempio di tipo solare, della sorgente a temperatura più bassa.

Questi sistemi sono formati da un sistema di captazione di energia solare, generalmente collettori a bassa efficienza, collegati ad una pompa di calore di tipo acqua-acqua per la produzione di acqua calda, che viene poi mandata al sistema di distribuzione del calore interno all'edificio servito dall'impianto. Un possibile schema di impianto è riportato in fig. 1 (accoppiamento termico "in serie"): l'energia solare, accumulata nel serbatoio come calore a bassa temperatura, viene direttamente trasferita all'evaporatore della pompa di calore al fluido che compie il ciclo frigorifero. Viene quindi incrementata la sua entalpia, a favore di una minore somministrazione di energia meccanica da parte del compressore.



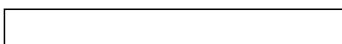
<b>Fig 1:</b>	Schema essenziale di un impianto elio assistito (Pompe di calore elioassistite)
---------------	--

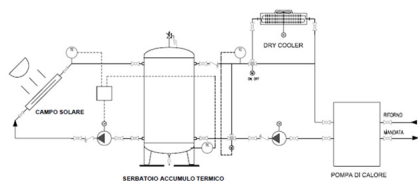
L'impianto sperimentale costruito presso il centro ricerche della Casaccia è caratterizzato da questa filosofia impiantistica per il funzionamento invernale, ma prevede anche la possibilità di monitorare e testare il funzionamento delle pompe di calore anche nel funzionamento estivo (funzione di condizionamento).

La tecnologia descritta presenta notevoli vantaggi rispetto ad altre tecnologie affini (pompe di calore abbinate a sonde geotermiche) in particolare per i bassi costi di investimento iniziale. In effetti se i collettori solari hanno soltanto la funzione di fornire un riscaldamento ausiliario (e non anche di generare acqua calda), è possibile utilizzarne di economici a basso rendimento.

### **Progettazione facility sperimentale ENEA**

Un sistema di climatizzazione a pompa di calore elioassistita consiste in un normale impianto a pompa di calore ad acqua, nel quale l'acqua a monte della pompa di calore è preriscaldata tramite dei collettori solari. Per garantire la continuità di esercizio anche in condizioni di assenza di irraggiamento solare è necessario prevedere anche l'installazione di una batteria di riscaldamento esterna ad aria. Questa stessa batteria può essere utilizzata con funzioni di raffreddamento in estate se le temperature superano quelle massime ammissibili per l'evaporatore della pompa di calore.





**Fig 2:** Schema funzionale della facility sperimentale ENEA (Pompe di calore elioassistite)

Per dimensionare correttamente i vari elementi del circuito di prova, è stata condotta una simulazione dinamica mediante il codice TRNSYS, nelle condizioni meteo della zona di Roma.

I risultati della simulazione mostrano che col clima di Roma è necessario installare almeno 40 m<sup>2</sup> di pannelli solari non vetrati ed un accumulo da circa 2 m<sup>3</sup> per avere sempre temperature invernali adeguate all'evaporatore, con COP risultanti compresi tra 2.5 e 4.1 con una media stagionale di 3.98, un valore molto elevato considerando le prestazioni nominali delle macchine di piccola taglia.

La definizione del layout definitivo del laboratorio per il test delle pompe di calore elio assistite ha tenuto conto della necessità di ottenere una notevole continuità di funzionamento, sia nella configurazione estiva che in quella invernale: lo schema funzionale dell'impianto che ne è scaturito è mostrato in figura 2.

Nel funzionamento invernale, la pompa di calore produce al condensatore un incremento di temperatura dell'acqua destinata all'utenza di 5 °C, portandola a circa 50 °C. L'acqua uscente dall'evaporatore viene inviata al serbatoio di accumulo della capacità di 2000 litri, dopo essere passato attraverso la valvola miscelatrice a tre vie. L'acqua, prelevata dal serbatoio, viene mandata ai collettori solari (fig.3) ed ivi riscaldata. Quando la temperatura all'interno del serbatoio raggiunge il valore di set, viene chiuso il flusso d'acqua verso i collettori per mezzo di un sistema di regolazione che agisce sulla pompa. L'acqua è infine prelevata dal serbatoio per essere inviata alla mandata dell'evaporatore della pompa di calore. Se la temperatura dell'acqua proveniente dal serbatoio fosse troppo elevata, con il rischio di ottenere per il fluido refrigerante un valore di temperatura superiore a quella massima ammissibile all'evaporatore

(~20°C), questa verrebbe miscelata con acqua fredda uscente dall'evaporatore azionando opportunamente la valvola a tre vie oppure sarebbe raffreddata attraverso l'air-cooler.

Nel funzionamento estivo, l'acqua inviata all'utenza viene raffreddata di 5°C all'evaporatore, fino a temperature dell'ordine dei 7°C. L'acqua uscente dal condensatore è avviata attraverso una valvola a tre vie ed attraverso la valvola on-off al dry-cooler dove viene raffreddata per convezione forzata prima di essere rinviata all'ingresso del condensatore. Ovviamente in questa tipologia di funzionamento, i collettori solari non vengono utilizzati.



**Fig 3:** Campo solare installato presso il CR Casaccia  
(Pompe di calore elioassistite)