

Pompe di calore a metano nella ristrutturazione degli edifici per il terziario

Confronto economico fra PdC ad assorbimento, elettriche e a motore endotermico. Il caso di studio: una palazzina a Verona

di E. Schiesaro*

LE POMPE DI CALORE A METANO, che possono essere una buona soluzione specialmente in caso di ristrutturazione di edifici esistenti, dove la bassa richiesta di energia elettrica può evitare la costruzione di una cabina elettrica, sono riferibili a due diverse tecnologie: le pompe di calore ad assorbimento e le pompe di calore a motore endotermico. Le prime sono macchine termiche, le seconde macchine a compressione, simili a quelle elettriche, con la differenza che il compressore è mosso da un motore endotermico a metano derivato dal settore automobilistico.

Qui non si vogliono evidenziare le differenze tra le due tecnologie, ma si ritiene interessante mostrare in Figura 1 l'andamento del rapporto di energia primaria, in funzionamento sia invernale, come pompa di calore, che estivo, come gruppo frigorifero, confrontandolo con quello di una macchina a compressione elettrica in classe A Eurovent. In funzionamento invernale, per temperature inferiori a 0 °C, le pompe di calore ad assorbimento hanno il rapporto di energia primaria più elevato, quindi sono le più efficienti, mentre le pompe di calore con motore endotermico sono le più efficienti a temperature superiori a 0 °C. Le pompe di calore elettriche sono sempre meno efficienti di quelle endotermiche, in grado di recuperare il calore di raffreddamento del motore e quello dei fumi di scarico, ma diventano più efficienti di quelle

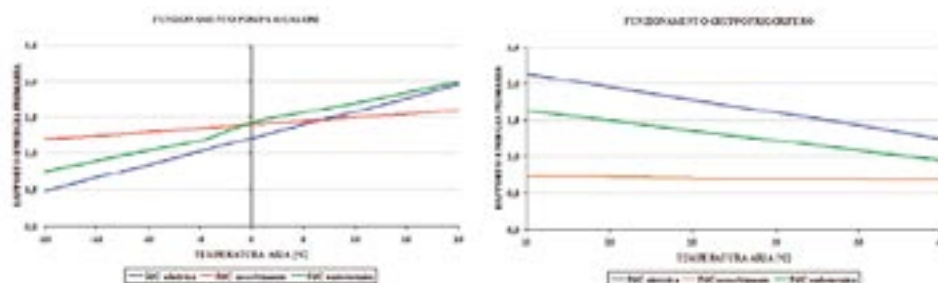
ad assorbimento per temperature dell'aria superiori a 7 °C. Del tutto diverso il funzionamento estivo, dove l'efficienza maggiore è raggiunta sempre dalle pompe di calore elettriche, seguite da quelle endotermiche, mentre le pompe di calore ad assorbimento scontano un'efficienza molto bassa. Quindi, dal punto di vista energetico, la scelta dipende fortemente dall'utilizzo, se prevalentemente invernale o prevalentemente estivo, e dal clima. In località molto fredde le pompe di calore ad assorbimento mostrano un netto vantaggio.

Confronto economico tra PdC ad assorbimento e PdC elettriche

Il confronto economico esula da quello energetico, perché dipende dalle tariffe dell'energia

elettrica e del metano. La Figura 2 mostra i costi per produrre 1 kWh termico in funzione della temperatura dell'aria esterna e del costo del metano e dell'energia elettrica. Nel funzionamento invernale, le macchine ad assorbimento sono sempre molto convenienti, soprattutto se il costo del metano è basso (quello considerato è pari a 0,50 €/m³) e il costo dell'energia elettrica elevato. Nella Figura si mostra che il costo unitario è sostanzialmente simile tra le due macchine per valori di temperatura compresi tra 2 °C e 10 °C solo se il costo del metano è pari

Figura 1 – Andamento del Rapporto di Energia primaria in funzione della temperatura dell'aria. Entrambi i diagrammi sono stati costruiti con un fattore di conversione tra metano ed energia elettrica pari a 0,46



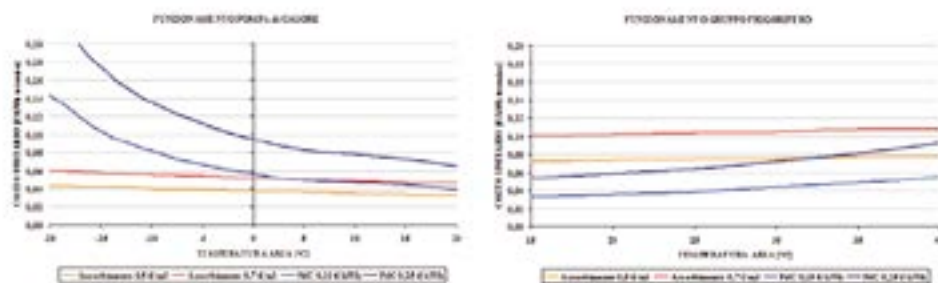


Figura 2 – Confronto tra i costi unitari di produzione di 1 kWh termico tra pompe di calore ad assorbimento e pompe di calore elettriche

a 0,70 €/kWh e quello dell'energia elettrica pari a 0,25 €/kWh.

Nel funzionamento estivo le cose si invertono: le macchine ad assorbimento pagano la bassa efficienza e diventano sempre poco convenienti rispetto alle pompe di calore tradizionali. Per questo motivo le pompe di calore ad assorbimento sono molto indicate nel residenziale, dove i consumi per il riscaldamento invernale sono decisamente superiori rispetto a quelli per il raffrescamento estivo.

Dal punto di vista della manuten-

zione, i costi tra i due sistemi sono simili.

Confronto economico tra PdC a motore endotermico e PdC elettriche

La Figura 3 mostra il confronto tra i costi di produzione di 1 kWh termico con pompe di calore a compressione con motore endotermico e motore elettrico in funzione della temperatura dell'aria esterna e del costo del metano e dell'energia elettrica.

Nel funzionamento invernale, le macchine endotermiche sono sempre più convenienti, mentre in quello estivo molto dipende dal costo dell'energia elettrica. I risultati in Figura si riferiscono ai casi di 0,15 €/kWh e 0,25 €/kWh, con un costo del

metano pari a 0,50 €/kWh; nel primo caso il costo di una pompa di calore elettrica equivale a quello di una macchina endotermica, nel secondo la macchina elettrica ha costi superiori a quelli della macchina a metano.

Il caso di studio: una palazzina a Verona

Il caso di studio che viene presentato riguarda la ristrutturazione di una palazzina uffici a Verona, la cui proprietà possiede immobili analoghi in altre località, per cui si è deciso di approfondire la problematica relativa alla scelta del miglior generatore da utilizzare per risparmiare sui costi legati alla generazione dell'energia in ciascuna località, una volta fissato il prezzo di acquisto dell'energia elettrica e del gas metano e stimando il fabbisogno energetico estivo e quello invernale. L'analisi che viene qui presentata è relativa alla convenienza economica delle varie tipologie impiantistiche che potrebbero essere implementate per il condizionamento invernale ed estivo degli uffici a Verona, per cui le conclusioni sono ovviamente valide solo nel caso di una ristrutturazione di uffici simili e nella zona climatica di Verona.

Costo di acquisto dell'energia (gas metano ed energia elettrica)

La palazzina è una tipica costruzione anni '70, l'impianto esistente si basa su una caldaia a gas e su un gruppo frigo condensato ad aria, l'ACS viene prodotta da boiler elettrici e non esiste alcun impianto VCM per il ricambio dell'aria. La regolazione delle condizioni termoigrometriche è affidata a controlli in ogni singolo fancoil (modelli incassati nell'arredo).

La stima delle ore di funzionamento è mostrata in Tabella 1. L'energia termica annuale richiesta in riscaldamento è pari a 81,2 MWh termici, mentre quella richiesta in raffrescamento raggiunge 91,4 MWh.

- I sistemi di generazione confrontati sono 4:
- 1) caldaia a condensazione (rendimento medio = 97%) + gruppo frigorifero (EER medio stagionale = 4,00);
 - 2) pompa di calore elettrica (COP medio stagionale inverno = 3,50; EER medio stagionale estate = 4,00);
 - 3) pompa di calore ad assorbimento (GUE inverno = 1,50; GUE estate = 0,67);
 - 4) pompa di calore endotermica (GUE inverno = 1,46; GUE estate = 1,33);
- dove il GUE, Gas Utilization Efficiency, come è noto, è utilizzato per le macchine a metano per indicare il rapporto tra energia prodotta e energia consumata dal bruciatore.

Il costo di acquisto dell'energia elettrica è relativamente facile da individuare, in quanto la bolletta elettrica risulta meno condizionata dalle molte voci di costo legate alle accise e ad altre tasse che invece il metano risulta avere: è proprio per questo

Figura 3 – Confronto tra i costi unitari di produzione di 1 kWh termico tra pompe di calore endotermiche e pompe di calore elettriche

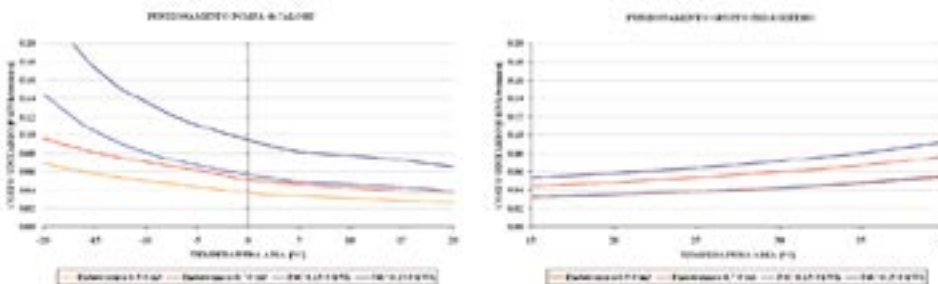


Tabella 1 – Stima delle ore di funzionamento in riscaldamento e in raffrescamento

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Ore di funzionamento	264	240	276	264	276	264	276	168	264	276	264	168
% di funzionamento in riscaldamento	100%	100%	100%	100%							100%	100%
% di funzionamento in raffrescamento					100%	100%	100%	50%	100%	100%		
Totale ore di funzionamento in riscaldamento	1476						Totale ore di funzionamento in raffrescamento 1440					



GAS HEAT PUMPS: UPGRADING OF OFFICE HEADQUARTERS AND COMMERCIAL BUILDINGS

More often than usual, when carrying out HVAC projects, one needs to recognize which generator should be used in the light of increasing energy efficiency and consequently lowering environmental impact. In the case of air-conditioning systems with based water terminal units, energy comparisons were carried out between various types of generators. A Case Study is presented, with analysis which makes good use of the exclusive software for AiCARR members (Comparison Energetico.xls) developed by ing. Vio (Past President AiCARR) combined with a second verification software developed exclusively for the Verona site (city involved in the Case Study). The results obtained lead to the conclusion that in the cases in which electricity and methane gas are purchased at values of about 0.20 euro /kWh and 0.50 euro/smc respectively, and the cooling energy is predominant with respect to the heating energy, then the use of gas heat pumps, with an endothermic engine, are preferable compared to all other scenarios analyzed. With this article we find a design direction aimed at the office, headquarters and commercial building sector, that could recognize in gas heat pumps, with an endothermic engine, the preferable solution compared to all others. In addition, you can recognize which alternatives are available, in case the preferred solution is not implementable for other reasons. The Case Study also presents a percentage indication of the total costs related to plant construction and its maintenance. The "gas advocacy" is presented for a real case of energy efficiency improvement of a Verona office building owned by a company present throughout the Italian territory.

Keywords: gas heat pumps, HVAC, software

motivo che si è provveduto a effettuare una lettura degli ultimi tre anni delle bollette energetiche legate all'acquisto del metano arrivando a concludere che il costo per il sito in oggetto è di 0,50 €/m³. Il costo dell'energia elettrica si attesta invece a 0,20 €/kWh.

Dalla Figura 4, che mostra i costi annui per le varie soluzioni, risulta evidente che il costo del gas, particolarmente basso, favorisce le soluzioni a metano, tanto che la caldaia risulta più economica della pompa di calore elettrica. In assoluto la pompa di calore endotermica risulta di gran lunga la migliore, anche se la pompa di calore ad assorbimento richiede una spesa inferiore per il solo riscaldamento, ma è fortemente penalizzata nell'utilizzo estivo. Probabilmente risulterebbe la migliore in un utilizzo residenziale, o anche alberghiero, in caso di edifici posti in località di montagna.

È interessante considerare anche il contributo dell'isolamento termico. La palazzina in esame, come detto, risale agli anni '70 ed è scarsamente isolata dal punto di vista termico. La Figura 5 mostra l'andamento del risparmio energetico conseguibile aumentando l'isolamento termico rispetto a quello che si ha agendo solo sull'impianto con un sistema rispetto al sistema di generazione Gruppo Frigorifero + Caldaia: diminuiscono i consumi in riscaldamento, ma aumentano quelli in raffrescamento, per cui la differenza di costo tra caldaia e pompa di calore elettrica tende ad azzerarsi, mentre la pompa di calore ad assorbimento diventa sempre meno conveniente; la pompa di calore endotermica, invece, ottiene ottimi risultati grazie al costo del metano molto basso. La soluzione con impianto ibrido (caldaia + gruppo frigorifero) comporta maggior impegno economico dal punto di vista realizzativo, in quanto la fornitura e la posa di due generatori e il loro collegamento causano un aumento dei costi di installazione.

L'analisi effettuata non considera incentivazioni statali, tipo Conto termico 2.0, o altre forme di incentivi che possono risultare interessanti e fattibili su quasi la totalità di tipologie di generatori scelti.

Nel panorama della ristrutturazione, la tecnologia delle pompe di calore endotermiche permette al progettista di scegliere tra l'impianto idronico e quello a espansione diretta e ciò può essere utile laddove gli spazi di passaggio risultano limitati.

Conclusioni

In generale, la tecnologia ad assorbimento è ritenuta potenzialmente migliore in contesto residenziale, dove la richiesta di potenza termica è superiore a quella di potenza frigorifera, che tipicamente è di modesta entità se paragonata all'energia frigorifera. La tecnologia a motore endotermico è invece ritenuta indicata nelle applicazioni in cui è preponderante la richiesta di energia frigorifera per condizionamento, come avviene in genere negli uffici, ed è la migliore soluzione rispetto ad altre

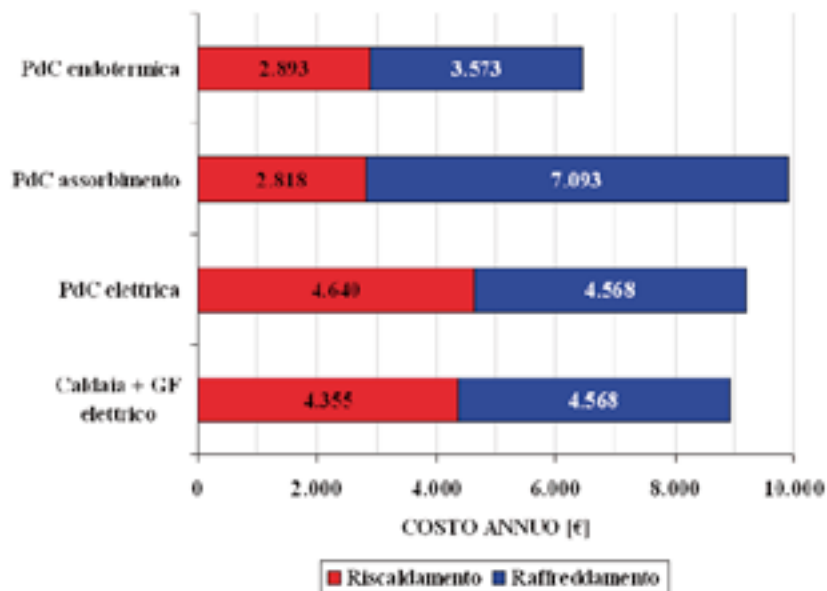


Figura 4 – Confronto economico tra le soluzioni esaminate

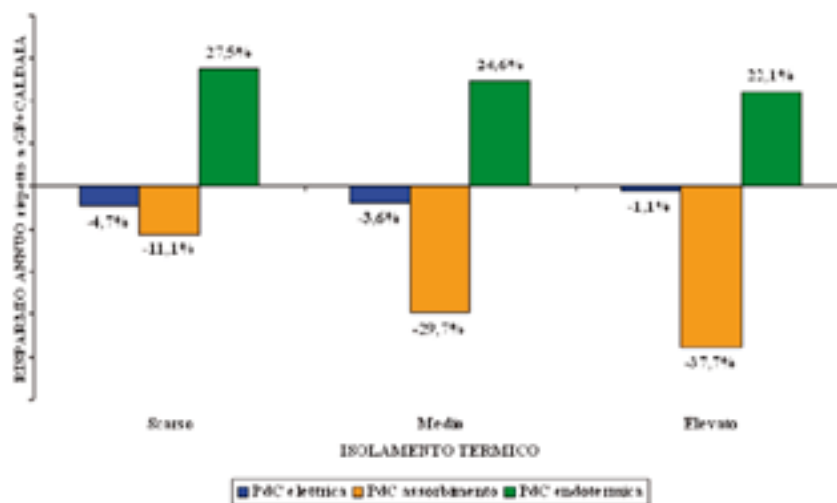


Figura 5 – Risparmio percentuale ottenibile al variare dell'isolamento termico (a parità di tariffe)

tipologie impiantistiche nel caso in cui il costo di acquisto dell'energia sia di 0,20 euro/kWh e quello relativo al metano di 0,50 euro/m³.

Per il caso specifico la PdC endotermica risolve il problema dell'affidabilità del sistema anche in condizioni esterne invernali sfavorevoli sia per la temperatura dell'aria che per il suo contenuto di umidità; infatti la soluzione delle PdC a gas, siano esse endotermiche o ad assorbimento, consente di effettuare i cicli di sbrinamento senza creare discomfort per gli utenti presenti all'interno degli ambienti.

Una interessante conclusione è che l'abbinamento chiller + pompa di calore ad assorbimento e quello chiller + caldaia risultano essere una buona alternativa a impianti che utilizzano solo la PdC elettrica. In ogni caso, tra i due abbinamenti è più

conveniente l'ibrido chiller + PdC endotermica.

Durante i confronti, validi per la città di Verona, è emerso che la PdC ad assorbimento è vincente rispetto alla caldaia nel periodo invernale; quindi, in quelle condizioni climatiche, le soluzioni con PdC ad assorbimento potrebbero essere utilizzate soprattutto nel contesto residenziale come unico generatore capace anche di raffrescare nel periodo estivo, considerando che il fabbisogno in raffrescamento è di modesta entità. ■

* Enrico Schiesaro, IQT Consulting
– Socio AiCARR

BIBLIOGRAFIA

- Macchi E., Campanari S., Silva P. 2012. La climatizzazione a gas e ad azionamento termico. Milano: Hoepli.