

I materiali a cambiamento di fase PMC (phase change materials)

I PCM (Phase Change Materials) sono materiali di origine naturale o artificiale i cui punti di fusione possono essere fissati a temperature vicine a quelle di comfort. Possono perciò **essere sfruttati come accumulatori di energia durante il loro passaggio di fase** e da elementi termoregolanti in grado di ridurre le fluttuazioni giornaliere della temperatura ambiente attraverso la riduzione dei picchi di temperatura interna, a vantaggio della riduzione dei consumi legati alla climatizzazione degli ambienti.

L'accumulo di calore latente fornisce uno strumento pratico per immagazzinare energia solare raccolta durante la giornata, per l'uso durante la notte o in occasione di improvvisi sbalzi di temperatura. **Il funzionamento dei PCM è quindi basato sul processo di accumulo e scarico**, nelle condizioni e nei tempi voluti, del calore esterno o precedentemente accumulato. **Il problema è individuare opportuni materiali** che abbiano un punto di cambiamento di fase corrispondente alla temperatura di comfort da ottenere.

La ricerca svolta dall'Università di Padova in collaborazione con ENEA, è stata condotta sui binari di una analisi bibliografica dettagliata, rivolta non soltanto alla letteratura scientifica presente nei cataloghi ufficiali universitari, ma anche alle relazioni finali di progetti di ricerca nazionali e internazionali, come ad esempio IEA Solar Heating and Cooling programme, task 32.

La fig. 1 illustra il principio e i flussi relativi all'accumulo con materiali a cambiamento di fase.

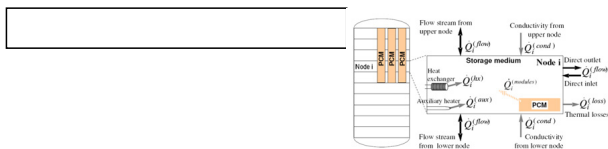


Fig.1:	Schema dell'accumulo con PCM
(Sistemi accumulo termico a cambiamento di fase)	

Questo schema costituisce la base modellistica per realizzare la Type TRNSYS

necessaria alla simulazione dell'accumulo con materiali a cambiamento di fase.

E' stato quindi costruito un database contenente le informazioni principali dal punto di vista chimico-fisico dei possibili materiali che possono essere impiegati negli accumuli a cambiamento di fase, sia reperendo dati sui materiali attualmente in commercio sia pure attraverso le banche dati scientifiche delle reti di ricerca.

I parametri che sono stati registrati sono la temperatura ed entalpia di fusione, il calore specifico a pressione costante nelle fasi liquida e solida, l'eventuale "glide" di temperatura nel cambiamento di fase. La raccolta di dati abbraccia un'ampia varietà di prodotti e materiali con temperature di cambiamento di fase in un range piuttosto esteso.

Modellistica in ambiente TRNSYS

Dal punto di vista modellistico sono state realizzate **simulazioni in ambiente Trnsys con accumuli sia tradizionali** (solo calore sensibile) **sia**

innovativi

(PCM), attraverso delle apposite Type che descrivono il comportamento fisico degli accumuli implementando modelli agli elementi finiti. La type che viene qui utilizzata è la numero 860, costruita a partire dalla type 60 (che modella un accumulo di liquido monofase), nell'ambito del progetto "IEA Solar Heating and Cooling programme, task 32" e resa disponibile dal Dr. Jacques Bony del Laboratoire d'énergétique solaire et de physique du bâtiment (LESBAT). Per consentire la modellazione matematica del fenomeno fisico di cambiamento di fase nel PCM, **la curva entalpia-temperatura del materiale (Figura 3 sx) è stata semplificata in una linea spezzata (Figura 3 dx)**.

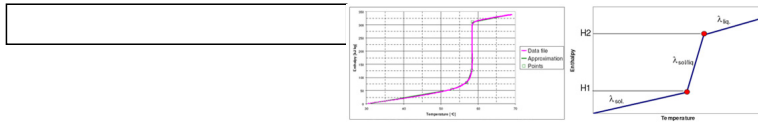


Fig.2: Curva entalpia-temperatura misurata (sx) e sua approssimazione modellistica (dx)

(Sistemi accumulo termico a cambiamento di fase)

La fig.3 riporta un esempio di costruzione delle curve entalpiche per diversi materiali PCM.

In seguito le simulazioni sono state condotte con diverse configurazioni dell'accumulo, cioè con differenti percentuali di volume di accumulo riempite di PCM (6%, 12% ecc).

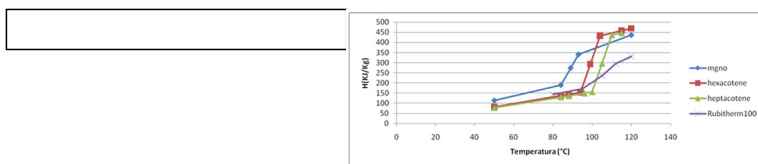


Fig.3: Esempio di costruzione delle curve

(Sistemi accumulo termico a cambiamento di fase)

Il deck di simulazione è quello rappresentato in fig.4, con le opportune modifiche che di volta in volta le simulazioni rendono necessarie, ad esempio la presenza di accumulo PCM sul lato sorgente-caldo o su quello freddo.

I modelli realizzati tengono in considerazione il clima reale di una località nella forma di un Test Reference Year, e un'utenza tipo costituita da una villetta su due piani per la quale viene simulato il consumo energetico orario per l'intero anno, per i servizi di riscaldamento-climatizzazione e per la produzione di acqua calda ad uso igienico-sanitario.

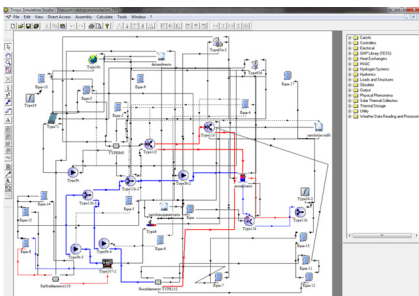
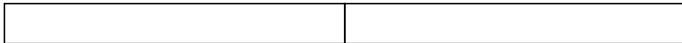


Fig.4: Esempio di deck delle simulazioni condotte (accumulo sul lato sorgente-caldo)

(Sistemi accumulo termico a cambiamento di fase)

Quindi si è passati alla simulazione del sistema edificio impianto conducendo un'analisi di tipo parametrico, al variare di superficie e tipo di collettori solari, percentuale di riempimento con materiale PCM dell'accumulo, dimensione dello stesso, posizione dell'accumulo sul lato caldo e sul lato freddo. Il tutto è stato svolto confrontando la prestazione dell'accumulo a cambiamento di fase e quello di un analogo accumulo sensibile. Le simulazioni hanno avuto all'inizio la funzione di individuare temperature e campi di funzionamento ottimali degli accumuli PCM, nonché di ottimizzare la circuitazione idraulica dell'impianto rispetto alle sue varie componenti (accumulo acs, macchina ad assorbimento, dimensione degli accumuli caldi e freddi, campo collettori).

In fig.5 è rappresentato uno dei risultati di sintesi delle simulazioni, cioè la frazione di copertura solare del fabbisogno di raffrescamento dell'utenza tipo (villetta), al variare della superficie di collettori solari (evacuati, in questo caso). Il grafico riporta il confronto tra il comportamento dell'accumulo in monofase con quello riempito al 12% di materiale PCM. In questo momento abbiamo ultimato le simulazioni per la località climatica di Venezia, che rivelano un potenziale risparmio di energia primaria di alcuni punti percentuali della soluzione con accumulo/i PCM rispetto agli accumuli sensibili più tradizionali.

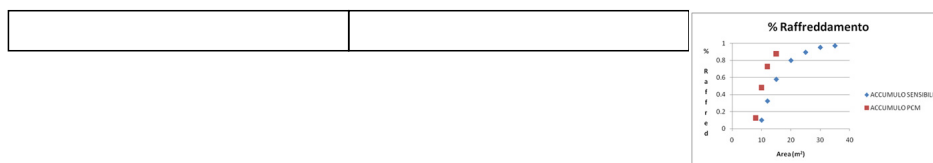


Fig. 5: Confronto del comportamento dell'accumulo sensibile/latente, sulla copertura s

(Sistemi accumulo termico a cambiamento di fase)

Le simulazioni verranno ora estese anche ad altre località e climi, più caldi, per capire se e in quale direzione cambiano le indicazioni di ottimizzazione ottenute finora, nonché se si registra un aumento o una diminuzione del vantaggio del PCM rispetto all'accumulo tradizionale.