

Impianto di condizionamento Desiccant Cooling alimentato ad energia solare

Il DREAM (Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali dell'Università degli studi di Palermo), **in collaborazione con** l'ENEA svolge da alcuni anni **attività di ricerca nel campo del raffreddamento degli edifici con sistemi di solar cooling**

Le attività svolte possono essere raggruppate nei seguenti punti:

- Acquisizione e analisi dei **dati monitoraggio dell'impianto desiccant cooling** presente nel laboratorio solare del DREAM
- Progetto e realizzazione delle modifiche apportate per il **miglioramento delle prestazioni energetiche** dell'impianto citato
- Progetto e realizzazione di un **nuovo set up sperimentale per il test** di componenti impiantistici impiegati in sistemi desiccant cooling innovativi
- **Sviluppo di configurazioni impiantistiche innovative** nell'ambito dei sistemi desiccant cooling a ciclo aperto per applicazioni in ambito residenziale

La prima fase dell'attività ha previsto una serie di campagne sperimentali mirate all'ottimizzazione di un **impianto DEC (desiccant cooling) tradizionale (fig.1)** installato presso il laboratorio solare del Dipartimento. L'analisi dei dati raccolti e un accurato esame di simulazioni orarie e di bilanci energetici, ha consentito di individuare gli accorgimenti impiantistici da adottare per l'ottimizzazione delle prestazioni dell'impianto di condizionamento.

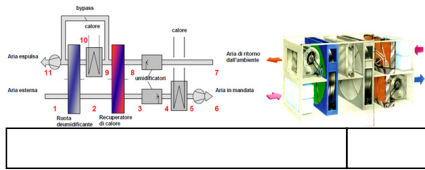


Fig 1: (Sistemi Desiccant - Cooling)	Impianto DEC convenzionale
--	----------------------------

Il sistema che ne è scaturito è costituito da una unità di trattamento aria desiccant alimentata da collettori solari a liquido accoppiata ad un sistema a soffitto radiante. Il ciclo è di tipo ibrido ovvero il sistema è provvisto di due batterie ausiliarie di raffreddamento impiegate nei momenti di bassa radiazione solare e/o quando l'umidità assoluta dell'aria supera una certa soglia.

L'impianto Desiccant modificato

La prima delle due batterie ausiliarie, posta a monte del rotore adsorbente, viene impiegata per **preumidificare e preraffreddare l'aria** prima dell'ingresso dell'aria esterna nell'UTA.

La seconda batteria controlla la temperatura dell'aria in caso che il raffreddamento evaporativo (indirect evaporating cooling) non sia sufficiente a raggiungere la temperatura di immissione desiderata.

La configurazione di fig.2 è anche denominata “a pompa di calore integrata” o “a recupero termodinamico” prevedendo infatti il recupero del calore di condensazione della macchina frigorifera ausiliaria per preriscaldare l'aria di rigenerazione. Questo permette, a parità

di temperature di rigenerazione (di prestazioni) di

ridurre la

quantità di calore che deve essere fornito dal campo solare

e di conseguenza la superficie dei collettori da installare. Da un esame dei dati di monitoraggio è risultato come il recupero del calore di condensazione sia un'ottima soluzione per preriscaldare l'aria di rigenerazione fino a

temperature fino a 45 °C.

La configurazione adottata presenta inoltre il vantaggio che la temperatura dell'acqua in ingresso nelle batterie di raffreddamento può essere più alta (15°C circa) rispetto ai valori tipici delle unità convenzionali (6-7°C circa) con notevole aumento delle prestazioni della macchina.

Nel corso degli anni 2008 e 2009 sono stati raccolti dati di monitoraggio: dalla loro analisi si è evidenziato un comportamento soddisfacente in termini di risparmio di energia primaria e funzionalità dell'intero sistema. Globalmente, i risparmi di energia primaria rispetto ad un impianto convenzionale di trattamento dell'aria sono dell'ordine del 48% come valore medio stagionale.

Nel funzionamento estivo (fig. 2), il calore proveniente dall'impianto solare viene utilizzato per la rigenerazione della ruota deumidificante (a 70-80 °C). L'unità moto evaporante fornisce l'energia frigorifera per il soffitto radiante e per le due batterie fredde, mentre il calore rigettato dal condensatore viene usato per il preriscaldamento dell'aria di rigenerazione (50-55 °C).

Nel funzionamento invernale, l'impianto solare fornisce il calore per il soffitto radiante e per il riscaldamento dell'aria nell'UTA (30-35 °C). L'accumulo caldo rimane in funzione anche in inverno, mentre l'unità moto evaporante è disattivata.

La fase di testing ha consentito anche di mettere a punto la logica di regolazione e controllo, il cui corretto funzionamento costituisce un punto focale per l'utilizzo ottimale di tutto il sistema sia nel periodo invernale che in quello estivo. Le variabili su cui viene effettuata la commutazione da una modalità di funzionamento ad un'altra sono la temperatura e l'umidità relativa dell'aria di ritorno dell'edificio.

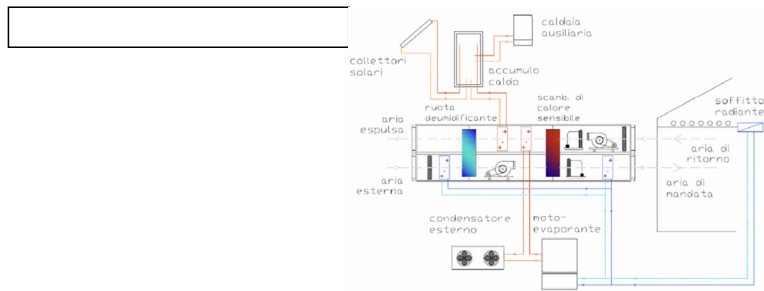


Fig 2: Impianto desiccant modificato – configurazione estiva
(Sistemi Desiccant - Cooling)

Prossime finalità del laboratorio solare

Il programma di lavoro prevede l'esecuzione dei seguenti step:

- **monitoraggio del funzionamento estivo/invernale** dell'intero impianto ed elaborazione dei dati su piattaforma Labview
- **verifica delle prestazioni** reali dei vari componenti
- **confronto tra i risultati delle simulazioni** e i comportamenti reali di varie configurazioni d'impianto
- **ricerca delle strategie** ottimali di controllo e regolazione
- **sintesi delle esperienze** in termini energetici ed economici per la valutazione di un impianto Desiccant Cooling assistito dall'energia solare collegato ad un sistema radiante.

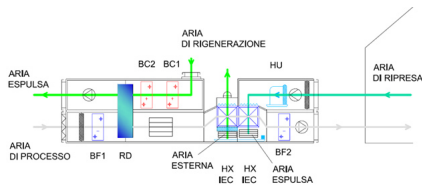
Segnaliamo che, **tra le possibili nuove configurazioni d'impianto considerate**, simulate attraverso il codice TRNSYS,

quella in fig. 3 sembra poter fornire i migliori risultati:

essa prevede l'introduzione di due scambiatori di calore aria – aria utilizzati per il raffreddamento dell'aria di processo in uscita dalla ruota essiccante, realizzato prima tramite un

flusso d'aria esterna e a seguire tramite il flusso d'aria di estrazione dall'edificio.

Altro elemento di differenza rispetto alla configurazione vista sopra è la rigenerazione del rotore adsorbente utilizzando aria esterna anziché aria di ripresa in quanto, dei dati di monitoraggio condotto sinora, si è riscontrata la modesta incidenza del maggiore contenuto di umidità assoluta nell'aria di rigenerazione sulla capacità di deumidificazione della ruota al gel di silice e inoltre **in questa configurazione è possibile sfruttare maggiormente il potenziale di raffreddamento** contenuto nell'aria di ripresa.



[Empty box]

	Fig 3:	Possibile nuova configurazione per l'impianto solar DEC
(Sistemi Desiccant - Cooling)		

Per la **verifica delle prestazioni reali** di nuovi componenti da utilizzare negli impianti DEC (come ad esempio i nuovi scambiatori di calore aria-aria a pacco che sostituiscono nell'ultima configurazione di impianto lo scambiatore di calore rotativo) è stato **realizzato un set up sperimentale** composto da una cellula di test dove collocare il sistema da testare e da due unità di

condizionamento dell'aria che provvedono a fornire due flussi d'aria a condizioni termoigrometriche fissate. Il sistema di test permette lo svolgimento di prove su diverse componenti impiegati nei sistemi desiccant cooling quali, componenti che realizzano il raffreddamento evaporativo diretto e indiretto, varie tipologie di scambiatori di calore sensibile e latente, rotori e sistemi a letto fisso contenenti materiale adsorbente.

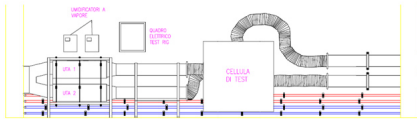


Fig 4:	Schema del sistema di test per sistemi aeraulici innovativi
(Sistemi Desiccant - Cooling)	