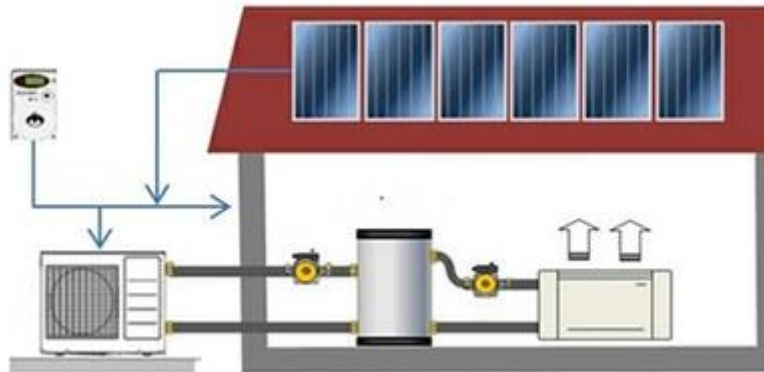


## Il progetto “Pompe di Calore” nel Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021

### DESCRIZIONE

Il progetto “Pompe di Calore”, in svolgimento presso il laboratorio TERIN-PSU-IPSE, costituisce il Work Package 3 del progetto 1.7 “Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi Finali” del Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico nazionale.

Le pompe di calore (PdC) rappresentano uno strumento prioritario per la sfida alla decarbonizzazione dei consumi nel settore residenziale, in particolare dei consumi per la climatizzazione degli ambienti, grazie allo sfruttamento di risorse rinnovabili quali l’aria, l’acqua e il terreno. Le PdC possono fornire importanti vantaggi energetici ed economici per gli utenti finali e per il sistema paese, poiché possono contribuire in maniera determinante al raggiungimento degli obiettivi del PNIEC al 2030. ENEA, attraverso il progetto “Pompe di Calore”, contribuisce al trasferimento tecnologico e alla diffusione delle PdC con attività di ricerca volte ad individuare le possibili integrazioni con altre tecnologie, quali il solare termico, il fotovoltaico, il geotermico e i sistemi di accumulo di nuova generazione, con l’obiettivo di migliorarne l’eco-compatibilità e l’efficiente applicazione in diversi ambiti climatici



### LINEE DI ATTIVITA'

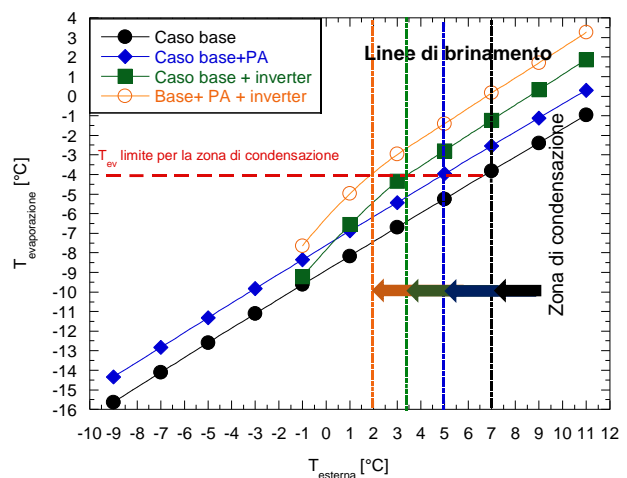
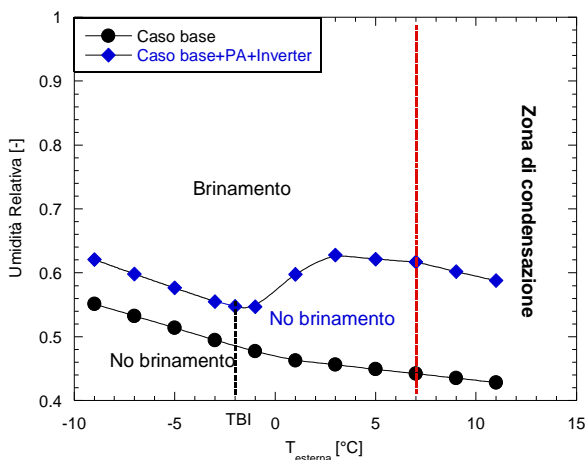
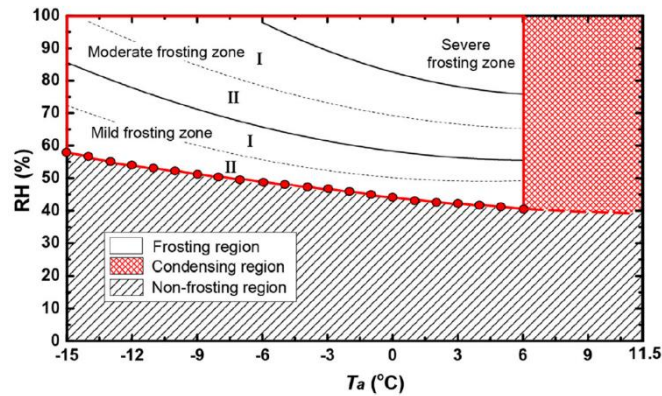
Il progetto si articola su 29 linee di attività (LA) e si sviluppa su tre macrotemi:

- Studi su componenti e cicli di sbrinamento delle PdC;
- Attività di ricerca tecnico-economica su sistemi che integrano le PdC con altre tecnologie (accumuli innovativi, solare, fonte geotermica, ecc.) per incrementarne la flessibilità d’impiego e minimizzare l’utilizzo delle fonti fossili nella climatizzazione residenziale;
- Studi per l’individuazione dei sostituti dei refrigeranti sintetici ad alto GWP (Global Warming Potential) nelle PdC con refrigeranti naturali (tra cui idrocarburi e CO<sub>2</sub>) o a basso impatto ambientale.

Le attività sui componenti si focalizzeranno sulla sperimentazione degli eiettori, che, utilizzati in sostituzione degli usuali organi di laminazione, possono minimizzare alcune delle perdite energetiche tipiche dei cicli frigoriferi. Su tale versante si procederà all’analisi, modellistica e sperimentale, di sistemi multi-eiettori e delle relative logiche di gestione, in modo da definire una procedura di dimensionamento per questi componenti quando utilizzati specificamente per la climatizzazione. L’Università degli Studi di Napoli Federico II realizzerà un modello di simulazione per la stima delle prestazioni di macchine con eiettori che impiegano refrigeranti diversi da quelli testati.

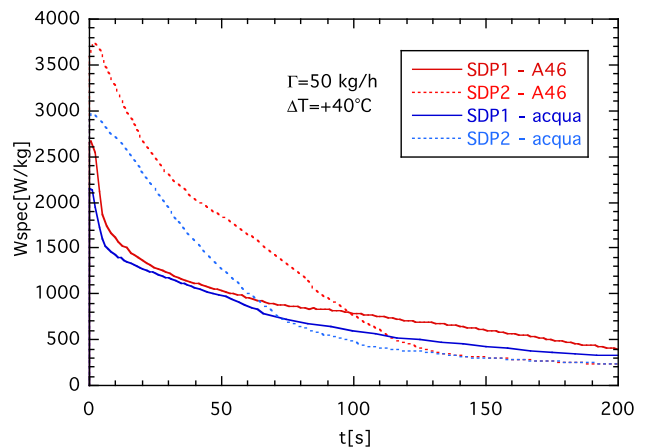
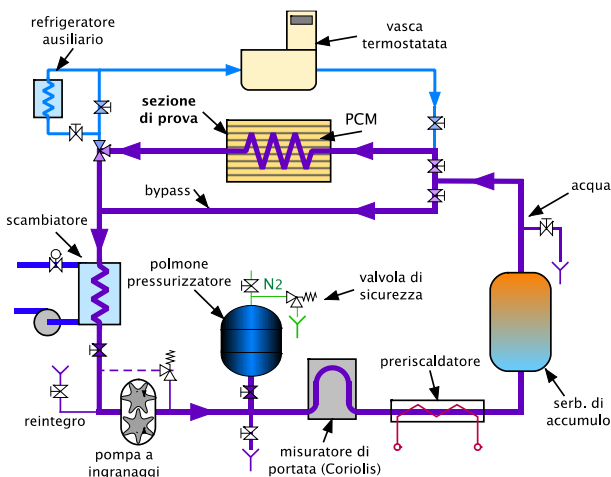
Gli studi sullo sbrinamento delle batterie alettate delle PdC aria-acqua hanno l’obiettivo di ridurre le inefficienze delle tecniche attualmente impiegate (che possono influire sullo SCOP fino al 13%) con l’uso di energia da fonte rinnovabile e la razionalizzazione dei flussi termici. Sono stati indagati gli effetti del preriscaldamento dell’aria (PA) e dell’uso dell’inverter del compressore della PdC sull’ampliamento delle

condizioni climatiche (temperature e umidità) per le quali si esclude la formazione del ghiaccio sulle batterie alettate degli evaporatori delle PdC.



Studi teorici sulla riduzione dell'area di brinamento al variare della temperatura dell'aria e dell'umidità

Lo sviluppo di sistemi integrati si focalizzerà sull'analisi di impianti complessi di climatizzazione, aventi la pompa di calore come comune denominatore. Tra i componenti del sistema integrato, saranno sperimentati sistemi di accumulo termico innovativi, specifici per temperature medio-basse. La sperimentazione è iniziata su sezioni di prova scalate rispetto ad applicazioni reali e i risultati saranno utilizzati per realizzare sistemi di accumulo innovativi dimensionati per le esigenze dell'utenza e per l'ottimizzazione del sistema, per esempio attraverso la riduzione degli oneri energetici connessi alle necessità di sbrinamento delle batterie alettate.



Schema impianto sperimentale e primi risultati su due sezioni di prova (SDP) con accumuli a PCM tipo A46

La ricerca sui sistemi integrati in pompa di calore prevede anche la realizzazione di un campo geotermico, che dovrà costituire una possibile sorgente termica aggiuntiva alle pompe di calore in test. L'energia prelevata dal campo geotermico, formato da quattro pozzi di diversa profondità (da 85 metri a 35 metri), potrà essere impiegata sia come fonte rinnovabile primaria per pompe di calore di tipo acqua-acqua, sia come supporto allo sbrinamento di pompe di calore aria-acqua. Le attività sperimentali consentiranno di valutare il corretto dimensionamento del campo e le potenzialità energetiche stagionali di questa sorgente termica grazie a monitoraggi di lungo periodo.



Fasi di realizzazione e strumentazione del campo geotermico presso il C.R. ENEA Casaccia

L'attività sperimentale sui sistemi integrati sarà condotta con modalità dinamica, secondo la logica dell'Hardware in the loop (HiL), che prevede la simulazione di un impianto di riscaldamento reale interfacciato con una utenza simulata da un emulatore fisico.



Componentistica installata sull'HiL per l'interfaccia tra impianto reale e emulatore fisico dell'utenza

La definizione dei fabbisogni energetici orari dell'utenza tipo, che costituisce un dato di input fondamentale per la simulazione dinamica dei sistemi integrati in pompa di calore, è stata effettuata con diversi approcci. ENEA ha sviluppato una procedura di tipo statistico, che ha consentito di definire il fabbisogno termico medio annuo, avvalendosi di dati di letteratura differenziati per tipologia di abitazione, per fascia climatica

e per caratteristiche dei gruppi familiari. Il dato del fabbisogno termico medio annuo, così determinato, è stato elaborato come suggerito dalle normative in vigore per determinare i profili di potenza oraria tipici dell'utenza considerata. La generalizzazione del procedimento implementato può essere applicata in forma generale, a partire da pochi dati di input (fabbisogno termico medio annuo e fascia climatica), a qualsiasi tipologia di utente (link 1).

Su questa tematica, un diverso approccio è stato seguito dall'Università Alma Mater Studiorum di Bologna, che ha sviluppato strumenti s/w (TRNSYS e SIMULINK) per la simulazione dinamica dei carichi termici delle utenze legati alle esigenze di riscaldamento, raffrescamento, ACS, in base alla tipologia di utenza, alle caratteristiche dell'abitazione e alle condizioni climatiche. L'Università di Bologna ha inoltre creato una libreria di componenti SIMULINK e TRNSYS per la modellazione degli impianti polivalenti a pompa di calore (link 2).

Sotto il profilo economico, gli studi in corso hanno consentito lo sviluppo di uno strumento di calcolo in grado di stimare i tempi di ritorno dell'investimento per l'installazione e l'impiego di PdC nelle varie zone climatiche italiane rispetto alla caldaia a condensazione (link 3).

L'attività sui sistemi integrata è completata da un percorso di ricerca sulle PdC integrate ad accumuli strutturali, nella quale ENEA e Università di Pisa svilupperanno strumenti di simulazione dinamica di edifici con PdC e accumuli non convenzionali, che consentano di ottimizzarne le logiche di gestione.

Per quanto riguarda le attività sui refrigeranti a basso GWP, ENEA ha impostato un'attività di ricerca sperimentale per la comparazione delle prestazioni di prototipi di PdC che impiegano refrigeranti diversi (R410A, usato come riferimento, R452B, R454B, R1234ze). L'Università degli Studi di Padova, oltre ad attività di ricerca di base sulla misura dei coefficienti di scambio termico e delle perdite di carico con i refrigeranti a basso GWP, svilupperà un modello del prototipo di PdC per stimarne le prestazioni stagionali a partire dai test sperimentali.

## I PARTNERS



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITÀ DI PISA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

FEDERICO II

## LINK agli STRUMENTI di CALCOLO elaborati durante il progetto

- [Calcolo del fabbisogno orario di potenza termica per la climatizzazione delle abitazioni \(foglio di calcolo sviluppato nell'ambito del progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", WP3 "Pompe di calore"\)](#);
- [libreria di componenti SIMULINK e TRNSYS per la modellazione degli impianti polivalenti a pompa di calore](#);
- [Calcolo comparativo del tempo di ritorno dell'investimento di installazione di una pompa di calore e di una caldaia \(foglio di calcolo sviluppato nell'ambito del progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", WP3 "Pompe di calore"\)](#).

## CONTATTI

raniero.trinchieri@enea.it