



POLITECNICO
MILANO 1863

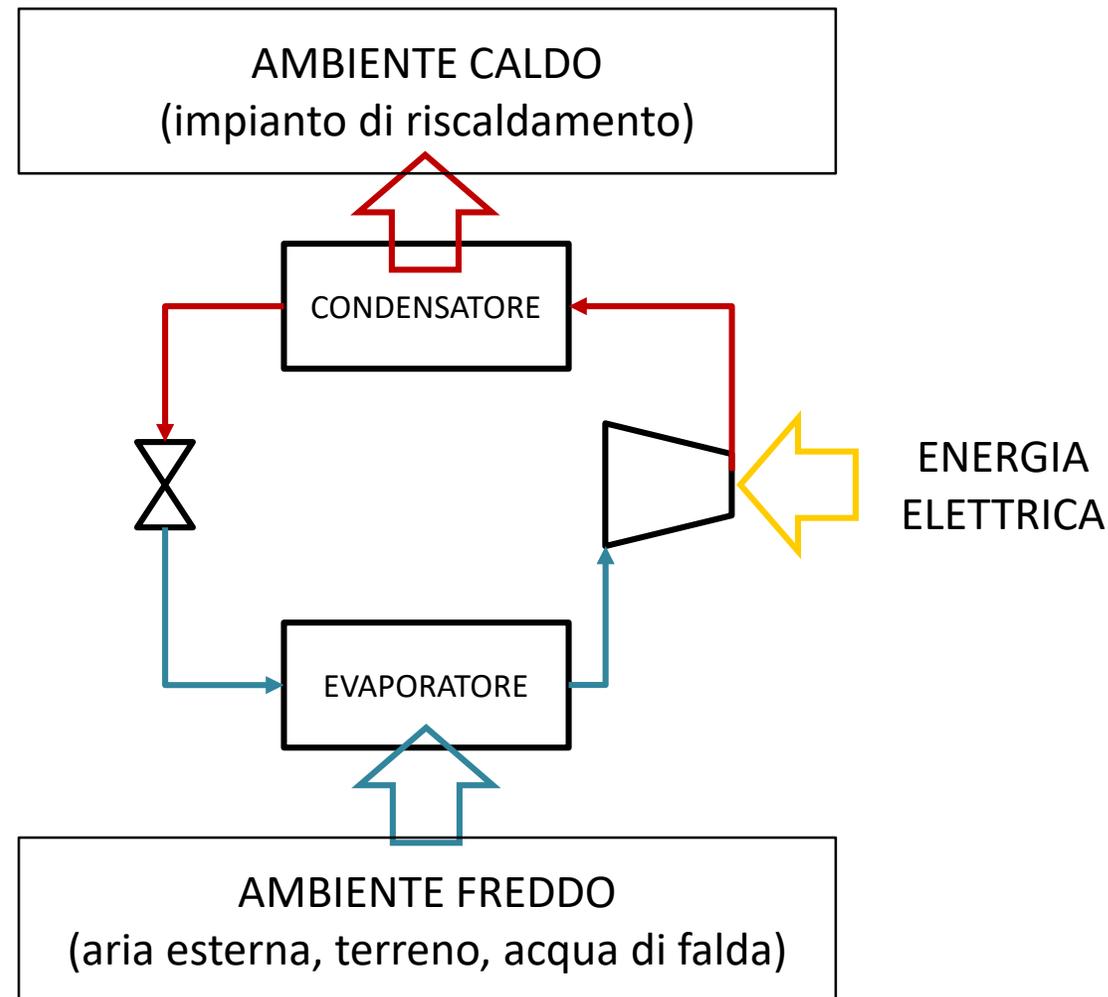
**Il ruolo delle pompe di calore a compressione di vapore:
sviluppi futuri e proiezioni di prestazione**

Lo scopo di una pompa di calore è quello di trasferire energia termica da un ambiente più freddo a uno più caldo.

Questo processo richiede un input energetico addizionale, che può essere di varia natura.

Nelle pompe di calore a compressione di vapore questo è ottenuto:

- facendo evaporare un refrigerante a bassa pressione
- facendo condensare il refrigerante ad alta pressione
- ottenendo la separazione tra le pressioni con un compressore alimentato elettricamente.



EFFICIENZA ELEVATA CON:

- Temperatura dell'impianto bassa
- Temperatura della sorgente alta



APPLICAZIONI OTTIMALI

Riscaldamento di edifici nuovi con:

- riscaldamento a pavimento
- richiesta di potenza ridotta
- sorgente geotermica (costosa)

SORGENTE AD ARIA RICHIEDE DEFROSTING



Produzione di ACS con accumulo:

- in assenza di rete gas è la scelta obbligata
- l'uso dell'accumulo limita la necessità di potenza elevata

ALIMENTAZIONE ELETTRICA: potenza richiesta critica



1. DIRETTIVA F-GAS:

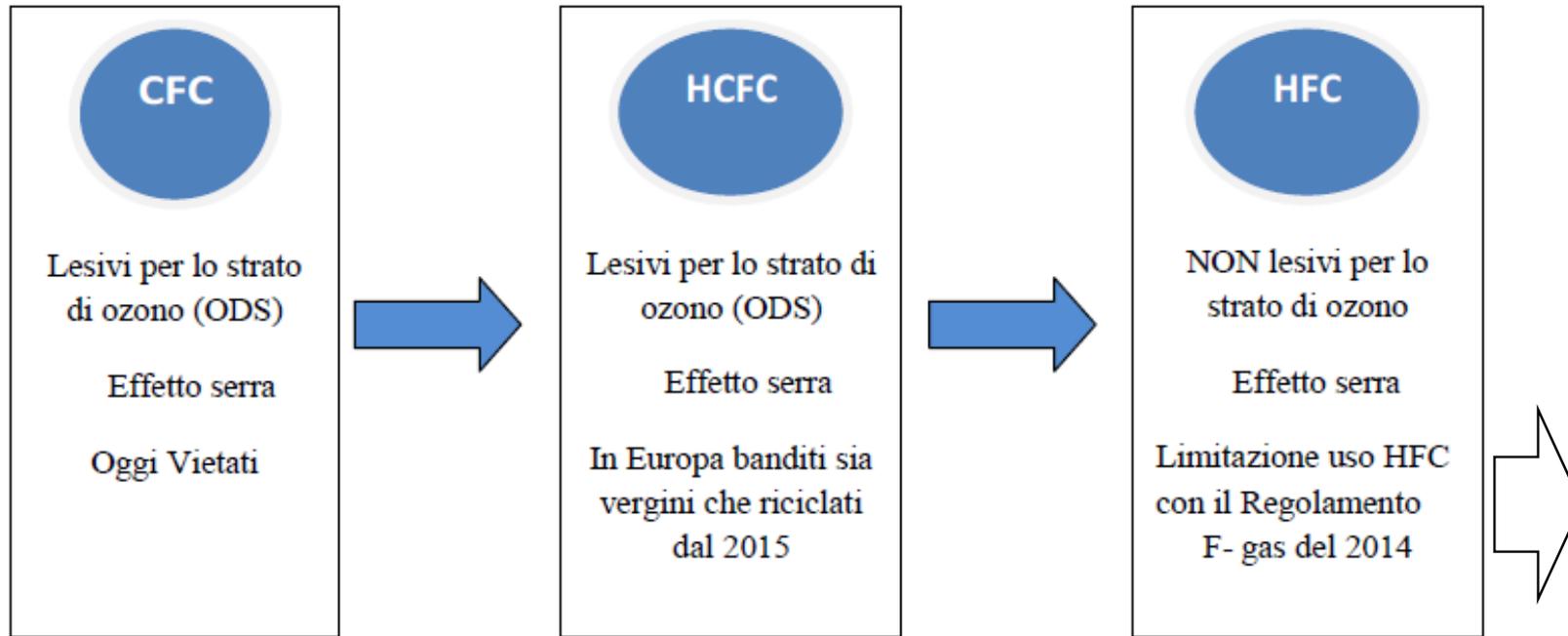
- bando refrigeranti attuali / necessità di nuovi refrigeranti
- adattamento e/o riprogettazione delle pompe di calore

2. IMPATTO ACUSTICO

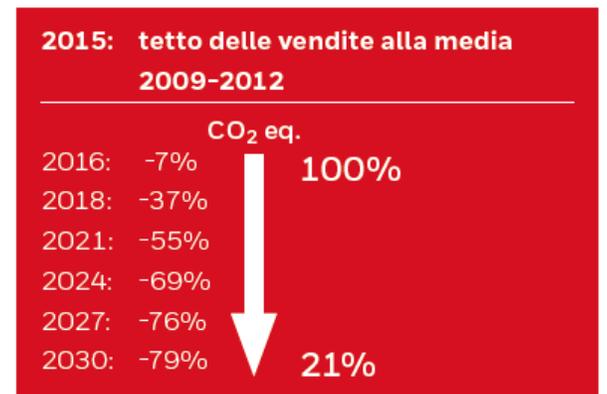
- aspetto sempre più importante
- necessaria ricerca: misure acustiche con macchina in funzione e studi per caratterizzare componenti

3. CONTROLLO

- ottimizzazione prestazioni del sistema
- interazione con il sistema energetico ad alta percentuale di rinnovabili



1. Divieto di immissione sul mercato di alcune categorie di apparecchiature contenenti CFC
2. Limite decrescenti per l'uso dei CFC



fluido	categoria	GWP	costo (\$/kg)	Limiti
R404a	HFC	3922	3.5	GWP alto
R32	HFC	677	3.0	leggermente infiammabile, GWP medio
R152a	HFC	138	1.5	moderatamente infiammabile, GWP medio
R1234ze	HFO	<1	90	leggermente infiammabile, problemi di stabilità
R1234yf	HFO	<1	88	leggermente infiammabile, problemi di stabilità
R717 (NH ₃)	refrigerante naturale	<1	1.5	tossicità
R744 (CO ₂)	refrigerante naturale	1	0.7	prestazioni basse
R600a (isobutano)	HC (refrigerante naturale)	4	2.0	altamente infiammabile
R290 (propano)	HC (refrigerante naturale)	3	1.3	altamente infiammabile

BREVE/MEDIO PERIODO:
scomparsa degli HFC con GWP più elevato e sostituzione con HFC a minor GWP

LUNGO PERIODO:
diffusione di refrigeranti con GWP≈0

Attività di Ricerca

Passo 1: semplice sostituzione del refrigerante nelle macchine attuali.

- strada più semplice e rapida
- test in laboratorio per verificare l'efficienza

Passo 2: riprogettazione della macchina in modo specifico per il nuovo refrigerante

- scambiatori di calore
- layout della macchina: cicli a cascata, a doppio stadio...

Tendenza: circuiti più piccoli per minimizzare la carica di refrigerante



Principali fonti di rumore:

- compressore;
- ventilatore;
- pompe di circolazione;
- valvole, campi magnetici...



Strategie di mitigazione

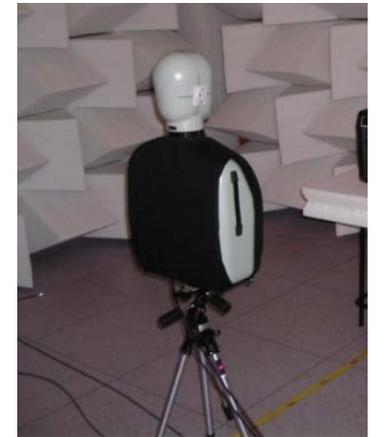
Passive:

- materiali fonoisolanti e fonoassorbenti;
- elementi smorzanti o masse per ridurre le vibrazioni trasmesse e spostare le frequenze di risonanza;
- uso di box di contenimento.

Attive:

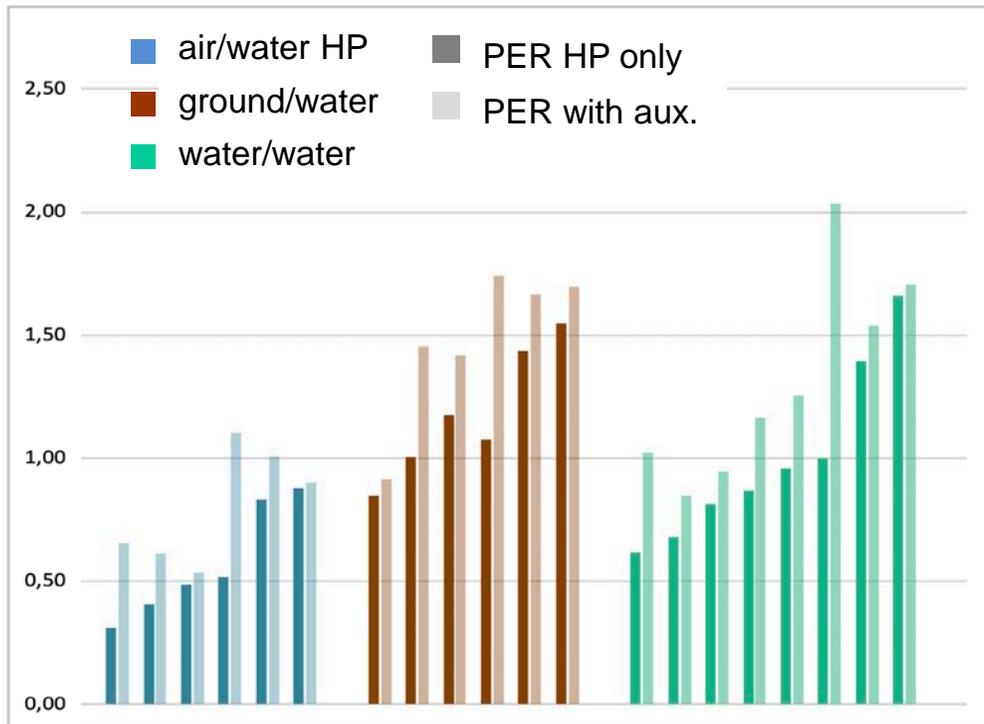
- uso di sospensioni attive;
- uso di logiche di regolazione (es. modalità silenziose per il funzionamento notturno).

- Misure in campo e verifica delle emissioni ambientali;
- Misure per la caratterizzazione di modelli di pompe di calore:
 - determinazione del livello di potenza sonora con vari metodi;
 - misure di direttività acustica e mappature acustiche;
 - ricerca di componenti tonali
 - analisi delle componenti più rumorose o affetti da eccessive vibrazioni.
- Studio di interventi di mitigazione della rumorosità emessa e delle vibrazioni trasmesse;
- RegISTRAZIONI binaurali e test di ascolto per indagini psicoacustiche
ricerca del grado di soddisfazione e/o gradimento e/o fastidio indotto dal tipo sonorità emesse dalle PdC, e ricerca delle sonorità che impattano meno sulla percezione del disturbo

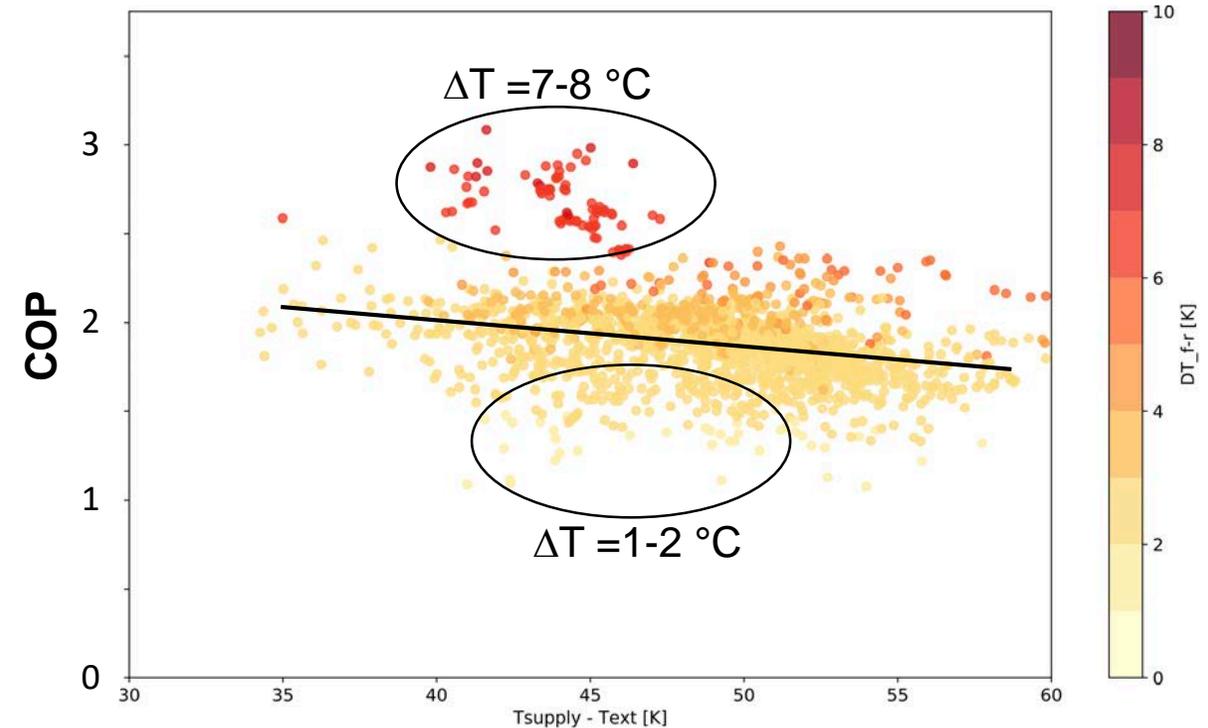


Un cattivo controllo può compromettere l'efficienza dell'impianto.

IMPATTO AUSILIARI



IMPATTO ΔT MANDATA-RITORNO



Potenzialità di un impianto CON POMPA DI CALORE + ACCUMULO in un futuro sistema energetico con alta diffusione di fonti rinnovabili elettriche.

