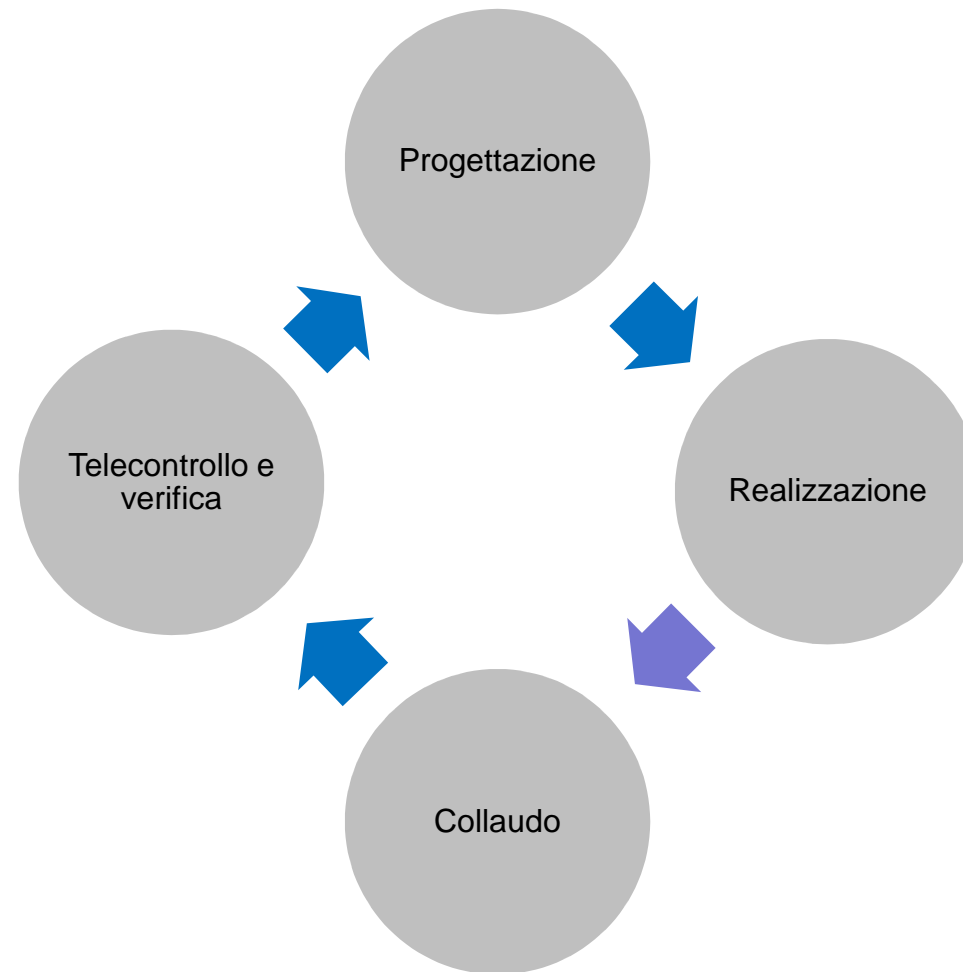


**“Pompe di calore e soluzioni impiantistiche,  
telegestione impianti e assistenza post vendita”**

**Sistemi ad Energia Geotermica GEON**  
**Elco Italia Spa**

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

## Linee guida normative per valutazione prestazioni pompe di calore

Norme di prestazione per pompe di calore → Fondamentale il comportamento stagionale e il comportamento del sistema nel suo complesso ( ausiliari , generatori integrativi..)

**UNI/TS 11300 - 3** Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

**UNI TS 11300-4** Prestazioni energetiche degli edifici: Parte 4 – Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

(rielaborazione della norma europea 15316-4-2).

**UNI EN 14511-2:2011** Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti - Parte 2: Condizioni di prova

**prEN14825:2011:** Condizionatori di aria, refrigeratori di liquidi e pompe di calore con compressore elettrico per riscaldamento e raffreddamento ambiente — Prove e valutazione in condizioni di carico parziale e calcolo della prestazione stagionale

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

Obiettivo progettazione : ottimizzare prestazioni energetiche, costi e quindi soddisfazione cliente finale. Fondamentale integrazione tra sorgente , pompa di calore ed edificio.

SCELTA 1: SORGENTE → matrice di valutazione ( 4 = MASSIMO 1 = MINIMO )

-SISTEMA MONOSORGENTE

**-SISTEMA MULTISORGENTE**

SORGENTE	DISPONIBILITA'	CONTINUITA'	COSTO INIZIALE	COSTO OPERATIVO	LIVELLO TERMICO	VAR. TEMP.	STANDARD
ARIA	4				2		
ACQUA DI FALDA	2				4		
ACQUA DI SUPERFICIE	2				3		
TERRENO	3				3		
SOLARE	2				3		
RECUPERO	2				4		

SCELTA 2: POMPA DI CALORE

SCELTA 3: INTEGRAZIONE

-SISTEMI MONOVALENTI

-SISTEMI BIVALENTI



SUSTAINABLE GROWTH

Formazione progettisti Geon

4

elco

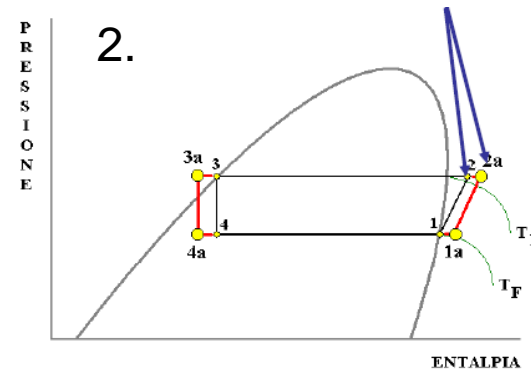
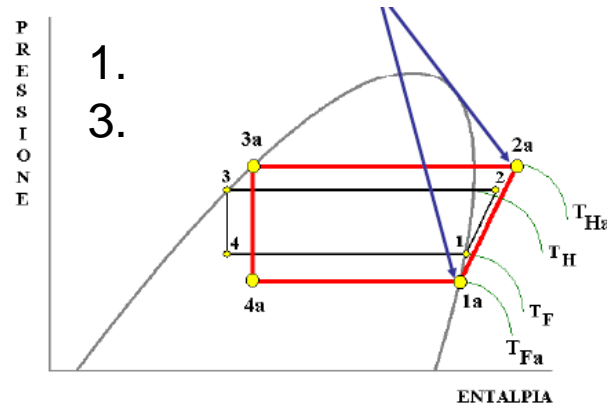


# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

## Ottimizzazione del funzionamento delle pompe di calore

COP = f(?)

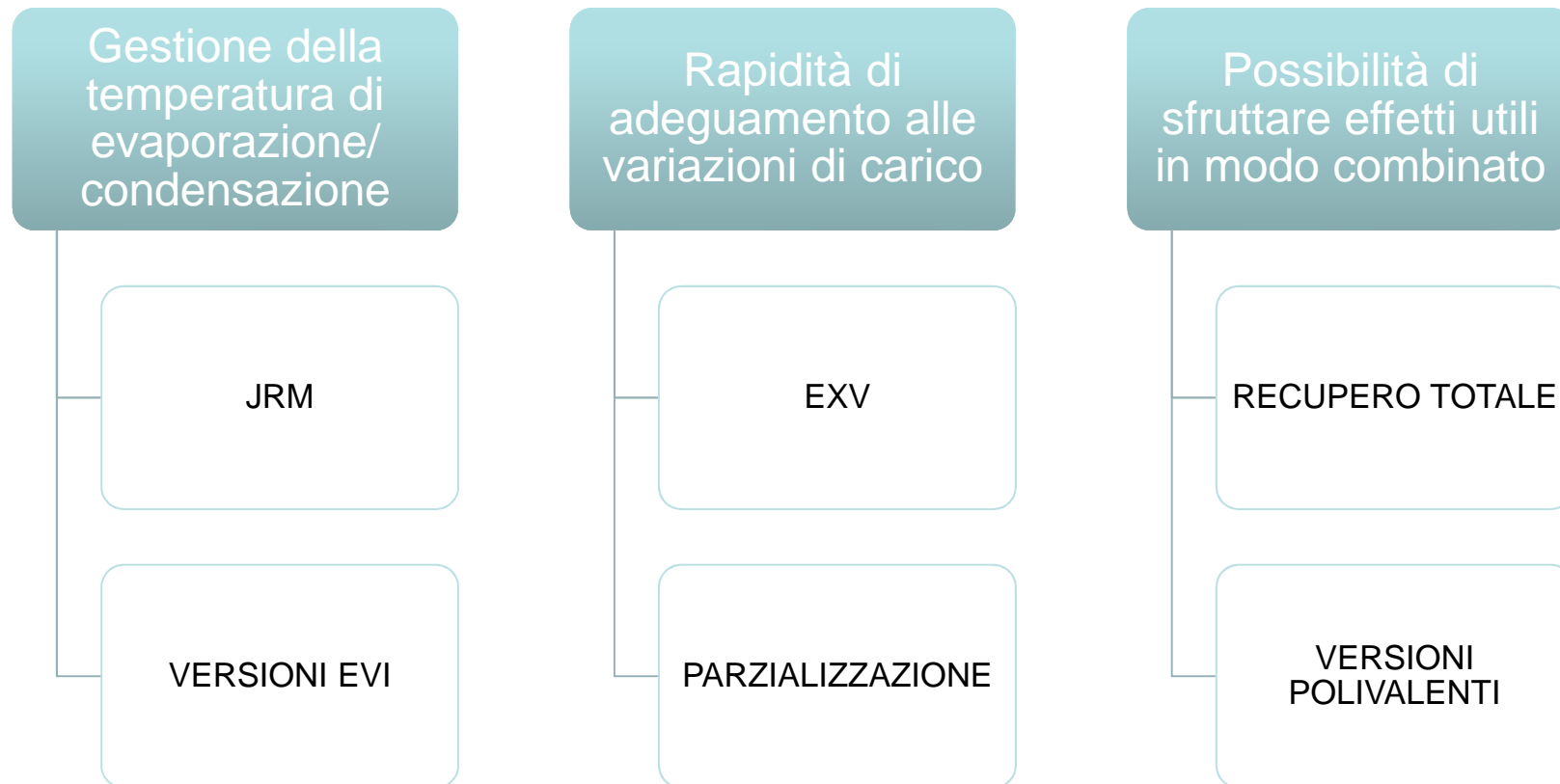
1. Temperatura delle sorgenti termiche
2. Surriscaldamento e sotto raffreddamento
3. Efficienza degli scambiatori
4. Rendimento del compressore
5. Grado di parzializzazione (Perdita di carico nel circuito frigorifero)



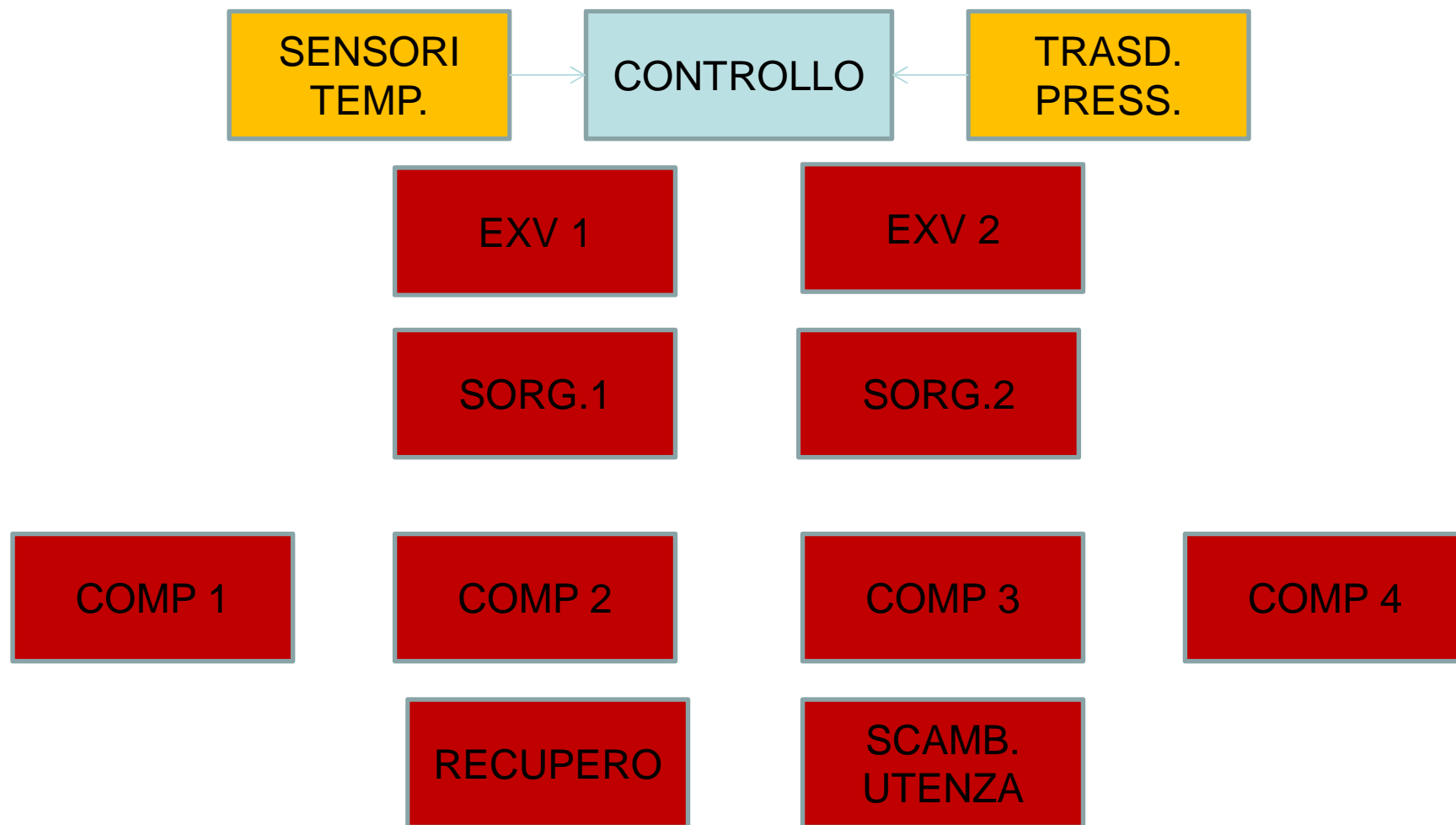
$$COP = \frac{T_C}{T_C - T_F} \rightarrow \left(\frac{\partial COP}{\partial \Delta T}\right)_{T_C} = -T_C \frac{1}{\Delta T^2} \rightarrow \frac{\left(\frac{\partial COP}{\partial T_f}\right)_{T_C}}{COP} = -\frac{1}{\Delta T}$$

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

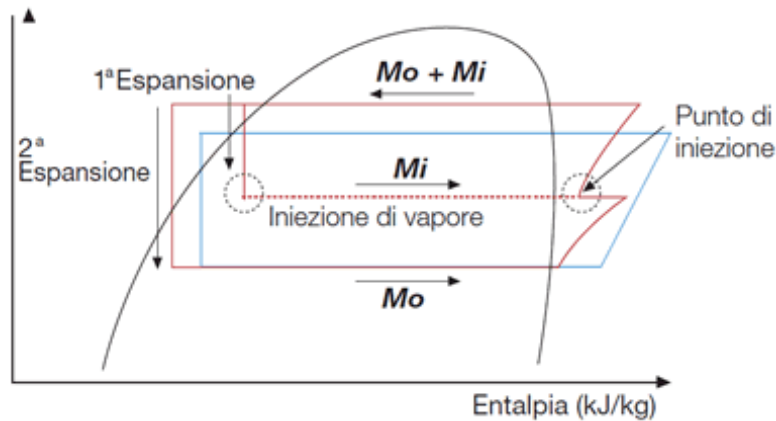
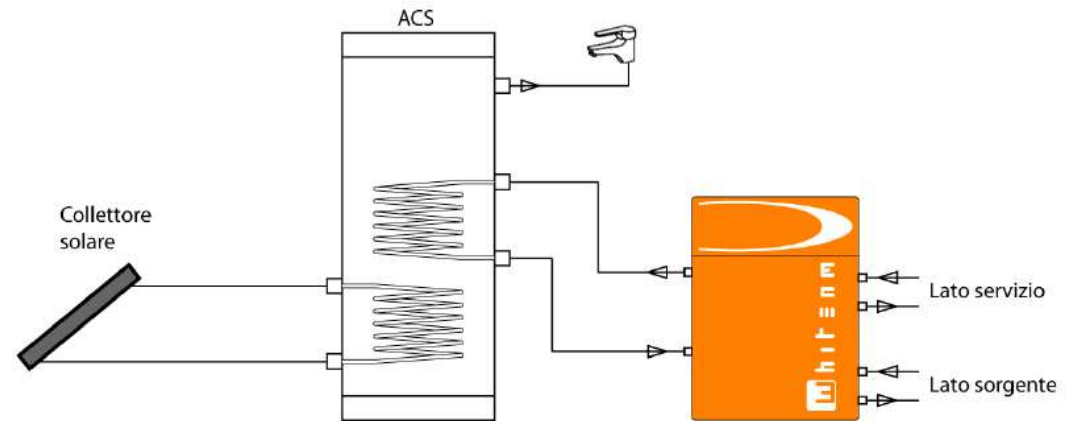
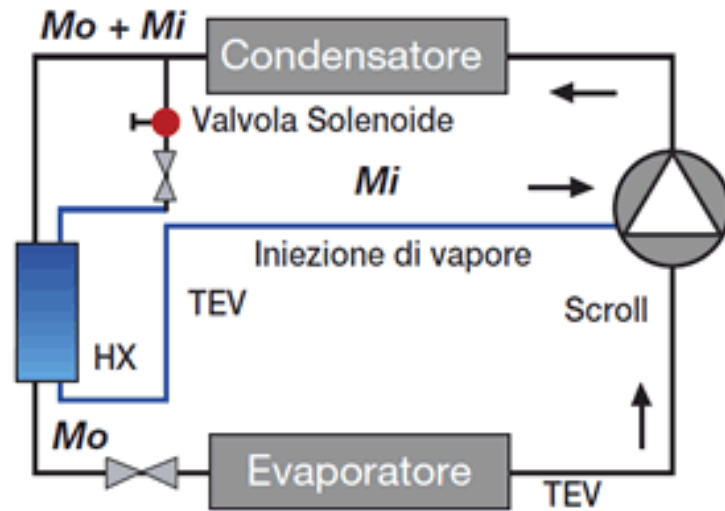
## Ottimizzazione del funzionamento delle pompe di calore



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche





# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

## TIPOLOGIA DI IMPIANTI MULTI SORGENTE ELCO (DUAL SOURCE):

**SWAP:** da utilizzare se non ho garanzia di prestazione su una delle 2 sorgenti (solitamente acqua di falda ). Switch per salto termico /mancanza di flusso.

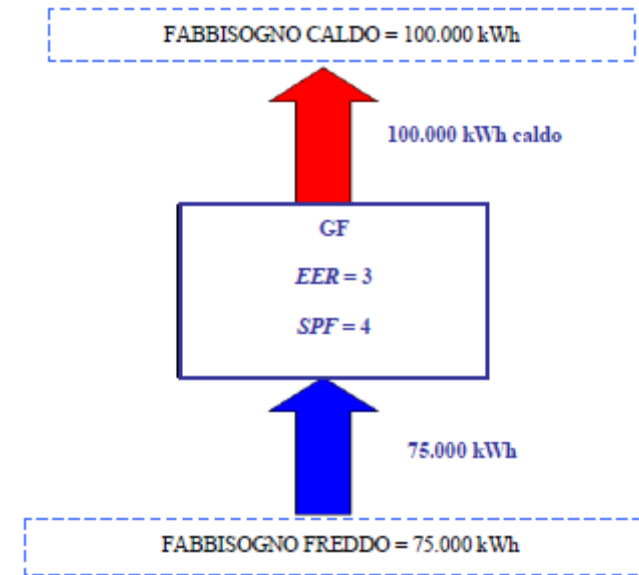
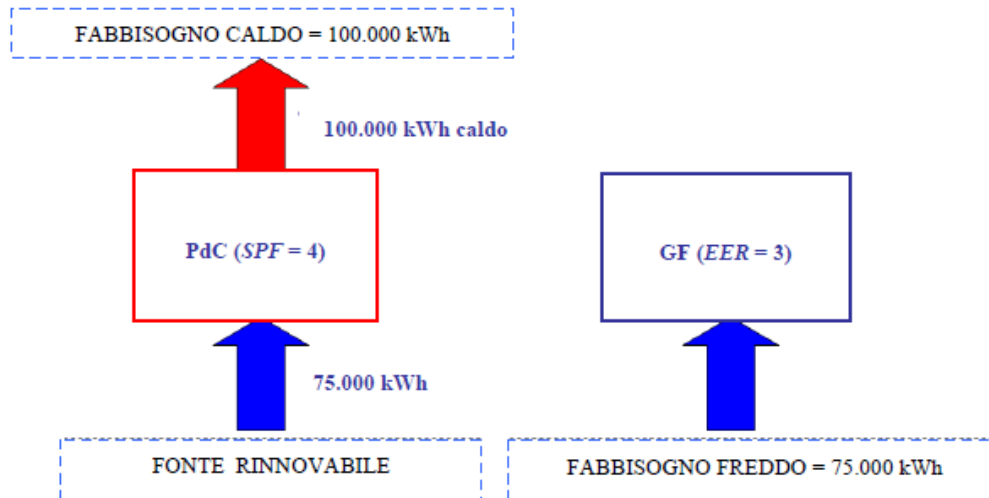
**DRAW:** il sistema utilizza sempre la quota proporzionale di ciascuna sorgente. Da utilizzare quando la sorgente virtuosa non copre il 100% del carico di picco.

Il Combi2 è la situazione più semplice poiché i carichi vengono ripartiti equamente tra 2 o più scambiatori che lavorano parallelamente ciascuno con la propria termostatica . Grazie al controllo pressostatico , il carico sullo scambiatore ad aria viene bilanciato continuamente , spostando il carico stesso verso lo scambiatore ad acqua. Infatti la termostatica lato aria tende a chiudere mentre è l'opposto per quella lato acqua . Inoltre una valvola a pressione costante bilancia i carichi tra i diversi lati sorgente equilibrando il sistema .

**DROP:** da utilizzare se la sorgente prioritaria è l'aria ma non si vuole rinunciare alle prestazioni.

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

## Macchine polivalenti



### Produzione separata di energia termica e frigorifera

Fabbisogno\_heating=100.000 kWh  
 Fabbisogno\_cooling = 75.000 kWh  
 $E_{el} = (100.000/4 + 75000/3) = 50.000$  kWh  
 Fabbisogno termico totale =175.000 kWh  
 SPF=4  
 Energia prodotta RES = 75.000 kWh  
 Percentuale = 43%  
 Quantità di energia che deve essere prodotta da altre RES =12500 kWh

### Energia frigorifera considerata come recupero

Fabbisogno termico caldo = 100.000 kWh  
 Fabbisogno termico freddo = 0 kWh  
 Fabbisogno termico totale = 100.000 kWh  
 SPF = 4  
 Energia prodotta da RES = 75.000 kWh  
 Quantità di energia che deve essere prodotta da altre RES = 0 kWh  
 → TER = TOTAL EFFICIENCY RATIO



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

Esempio: pompa di calore elioassistita

Equazione di Bliss:  $P = I F_R (\tau \alpha) - (T_C - T_A) F_R U_C$

Dove

$P$  = resa pannello

$I$  = radiazione solare incidente

$T_C$  = temperatura collettore

$T_A$  = temp. aria esterna

$F_R$  = fattore asporto termico (0,85)

$U_C$  = coefficiente globali di disp. (7,5)

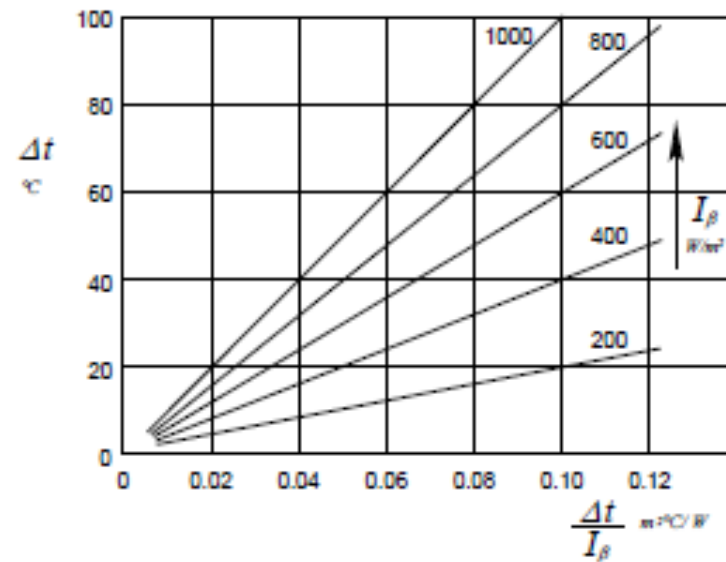
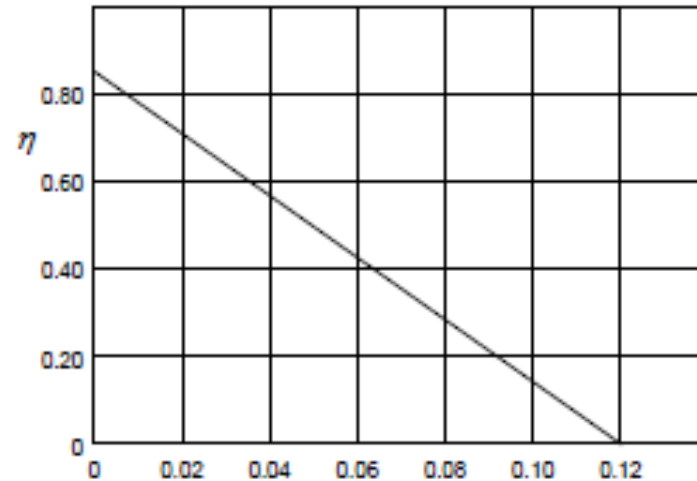
Es.

$$I = 300 \frac{W}{m^2}$$

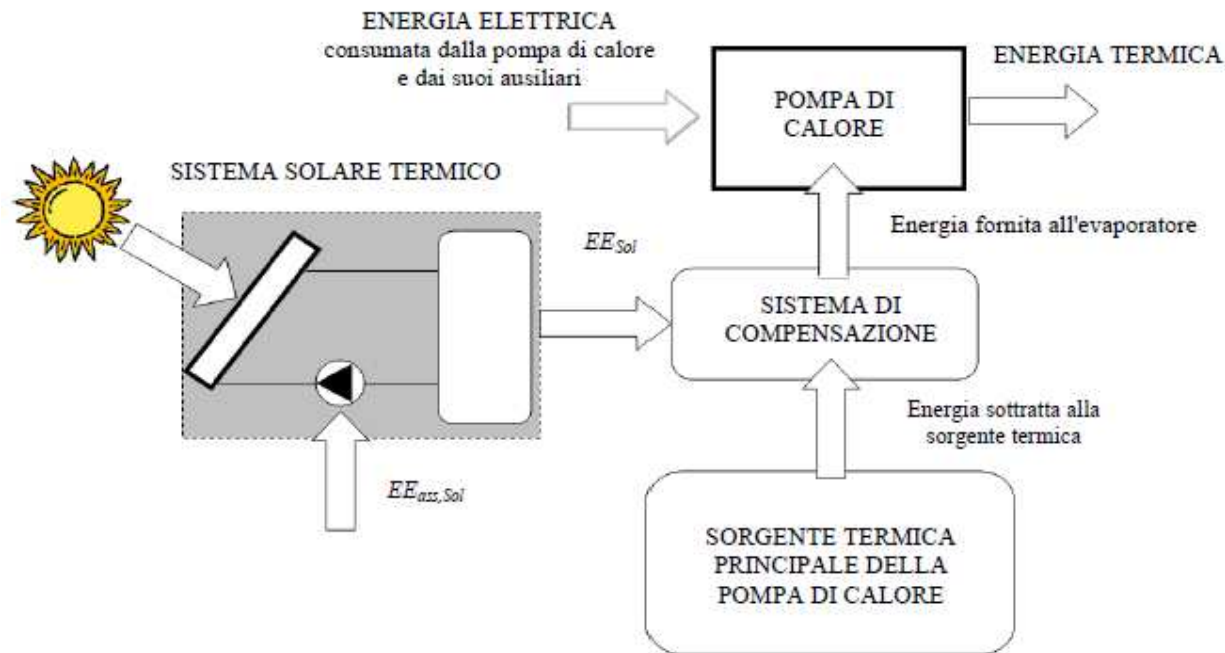
$$T_C = 35^\circ C, T_A = 0^\circ C \rightarrow P = 0$$

$$T_C = 5^\circ C, T_A = 0^\circ C \rightarrow P = 200 \frac{W}{m^2}$$

$$\eta = 66\%$$



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

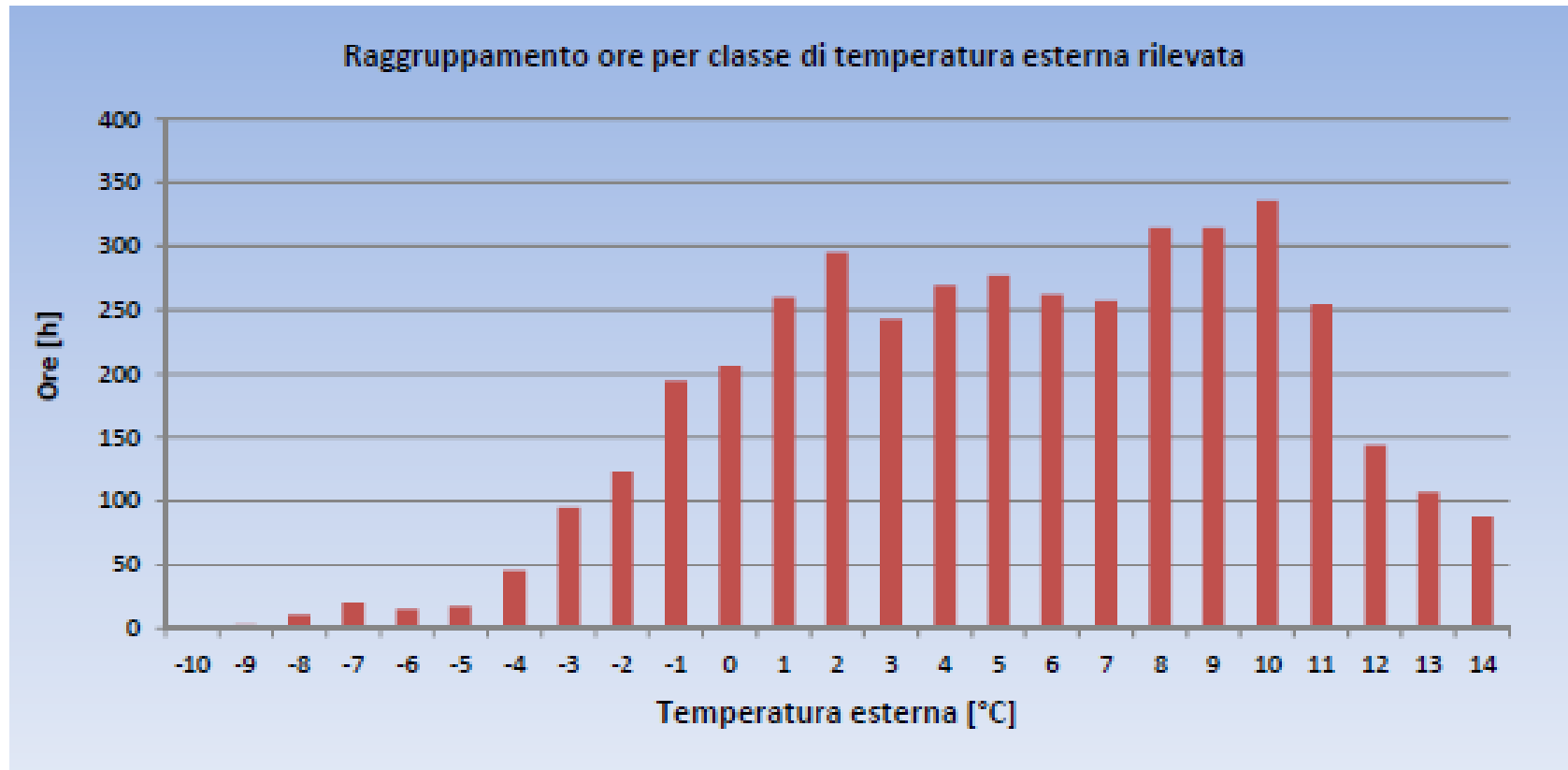


Una pompa di calore a terreno fornisce una quantità di energia termica pari a 100.000 kWh con un consumo di energia elettrica pari a 25.000 kWh, di cui 20.000 kWh per i compressori e 5000 per gli ausiliari. Il valore di  $SPF_{pdc}$  è pari a 4.

Si decide di integrare la sorgente termica con un sistema solare termico e questo permette di abbassare il valore del consumo elettrico dei compressori a 16.000 kWh ma aumenta quello globale di 2000 kWh necessari per il pompaggio del sistema solare termico.

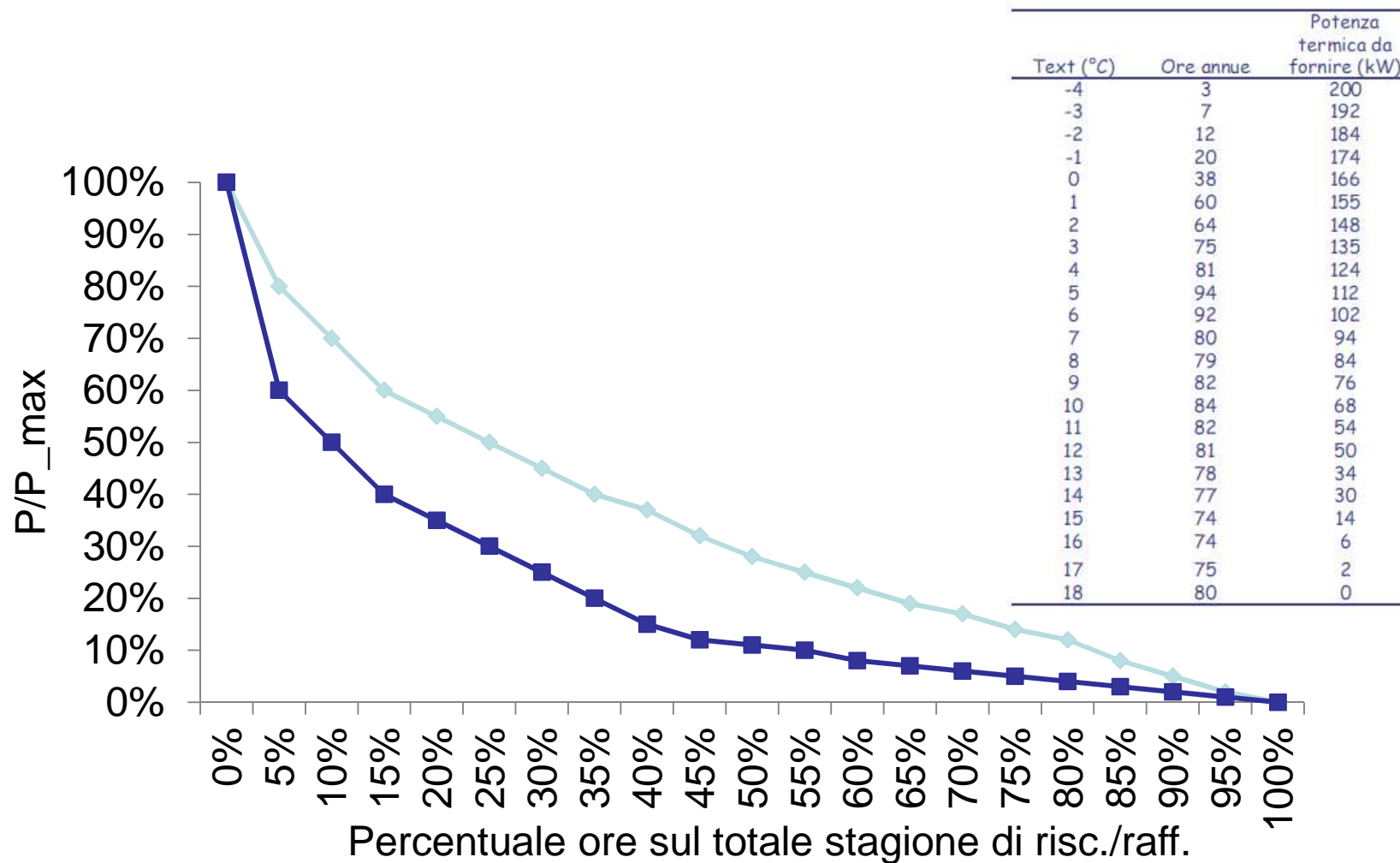
La quantità di energia termica fornita dalle pompe di calore rimane inalterata ma il valore di consumo elettrico scende a 23.000 kWh portando il valore di  $SPF_{sist}$  a 4.35 → aumenta quantità di energia prodotta sfruttando fonti di energia rinnovabile.

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche



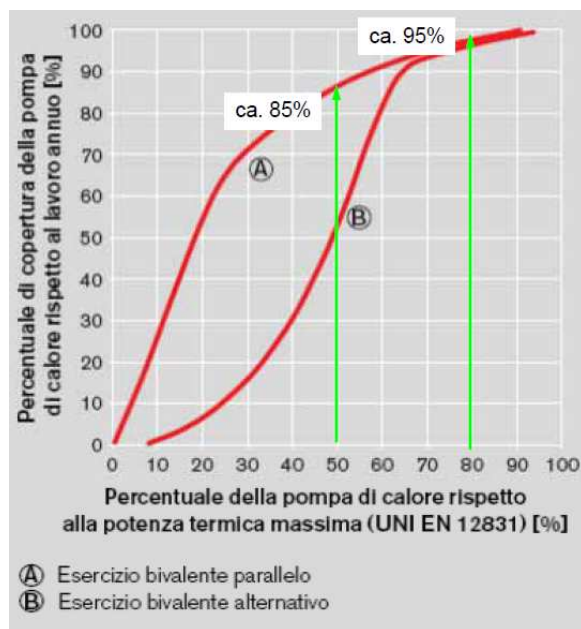
Frequenza invernale bin temperatura esterna – Test Reference Year Milano

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

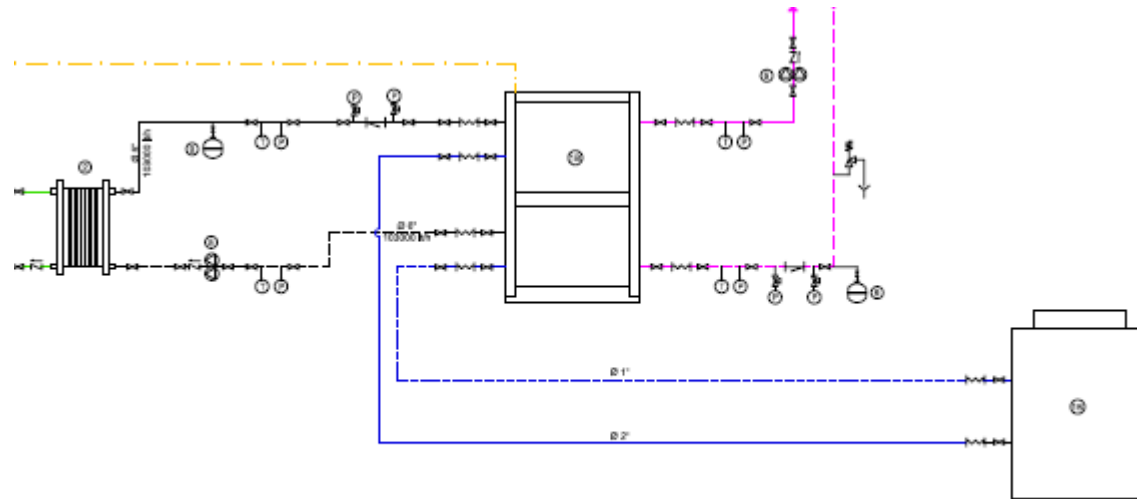
## Effetto della bivalenza sul dimensionamento



	Bivalenza parallela	Monovalenza
Potenza di picco [kW]	46	36
Potenza PDC	36,7	36,7
Fabbisogno annuo energia termica kWh	82.800	64.800
Copertura PDC	95%	100%
Energia annua fornita dalla PDC kWh	76.660	64.800
COP	4,4	4,4
Energia fornita dalla sonda kWh	59.237	50.072
Energia specifica sonda kWh/m/anno	85	85
Lunghezza campo sonde m	696 (+18%)	589
N° ore funzionamento pdc	2088	1765

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

Esempio: pompa di calore  
ibrida aria + acqua di falda  
Sistema indiretto GWHP





# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

STEP PER DIMENSIONAMENTO SISTEMA GWHP (DI TIPO INDIRETTO):

1. determinazione della portata d'acqua di falda necessaria ( o disponibile )
2. realizzazione e verifica del pozzo realizzato ( se possibile prima del progetto esecutivo )
3. selezione del sistema di pompaggio
4. scelta e dimensionamento dello scambiatore di calore intermedio
5. scelta del sistema di re-iniezione

→ Processo ricorsivo

METODOLOGIA DI CALCOLO:

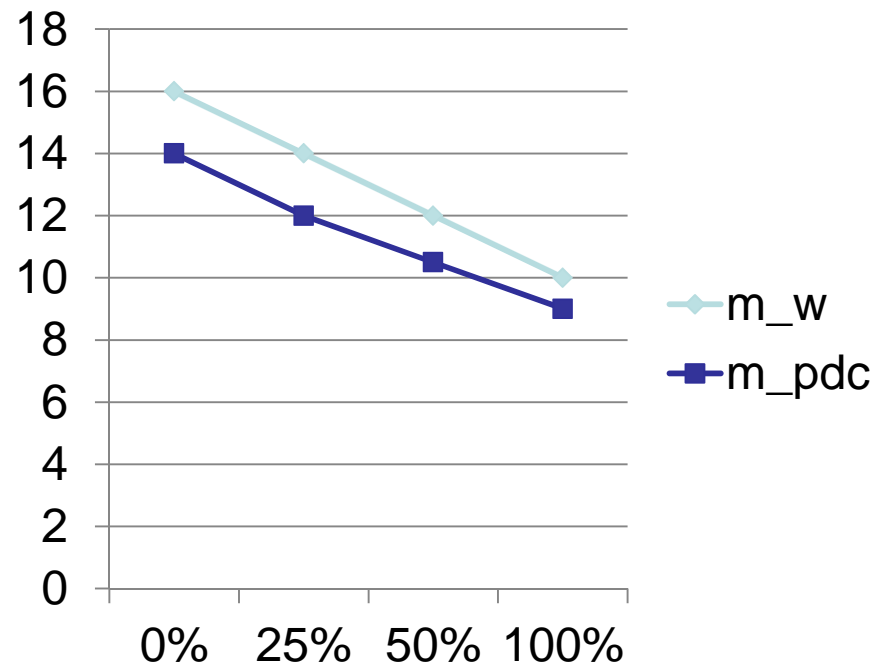
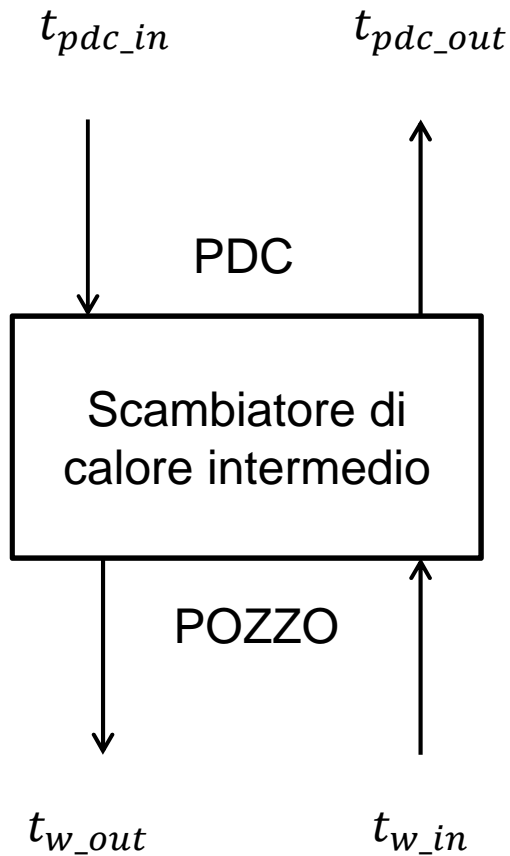
1. metodo basato sulle prestazioni della pompa di calore: scelta portata per far fronte al carico di picco in riscaldamento/raffrescamento
2. metodo basato sulle prestazioni globali del sistema ( pompa di calore + elettropompe di falda) → ottimale

# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

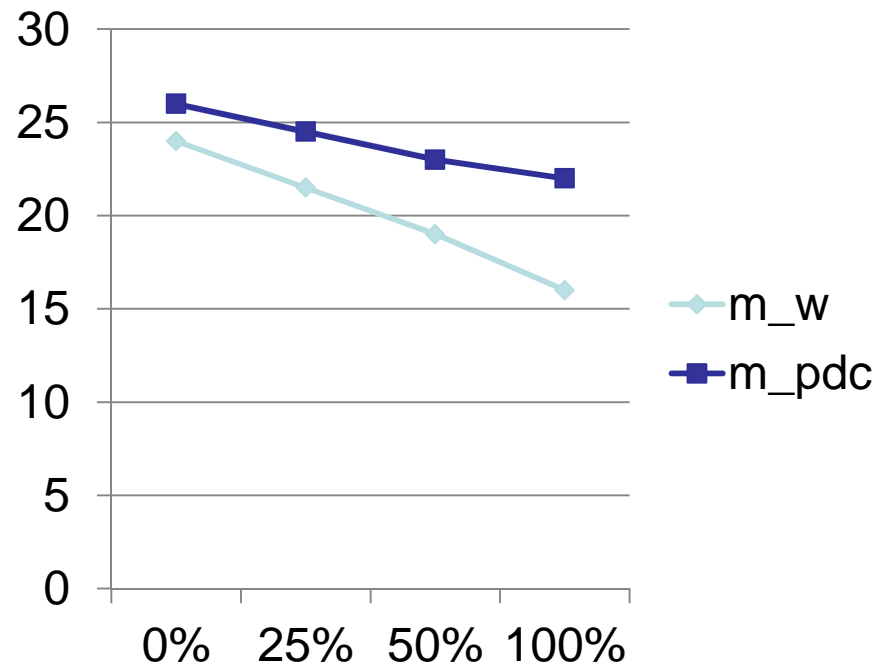
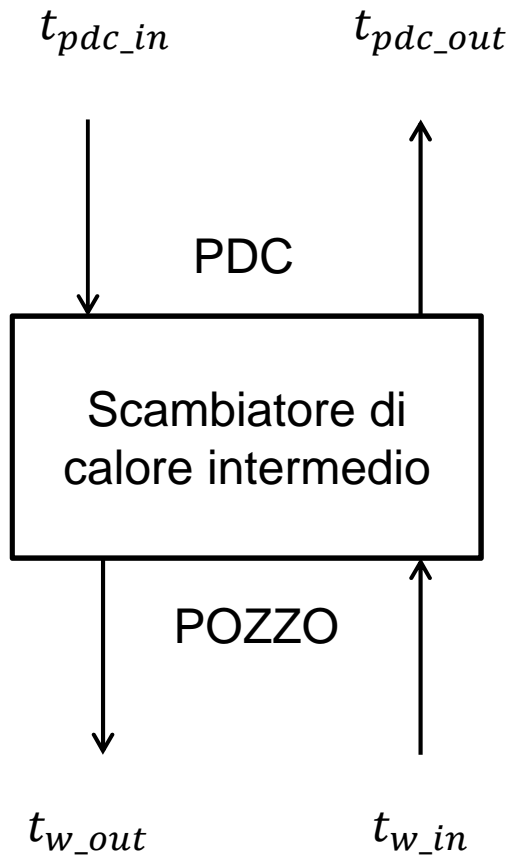


# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

1. Metodo basato sulle potenze da scambiare



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche



# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

$$\dot{m}_w = \frac{P_{EV} \left( \frac{EER+1}{EER} \right)}{c_p(T_{W\_OUT} - T_{W\_IN})} \quad \text{IN RAFFRESCAMENTO}$$

$$\dot{m}_w = \frac{P_{COND} \left( \frac{COP-1}{COP} \right)}{c_p(T_{W\_IN} - T_{W\_OUT})} \quad \text{IN RISCALDAMENTO}$$

- La portata d'acqua dipende in ordine di importanza da: 1. *approach* , ovvero il valore minore tra  $T_{W\_IN} - T_{PDC\_OUT}$  e  $T_{W\_OUT} - T_{PDC\_IN}$  nel caso invernale)
- 2. portata circuito intermedio, 3. COP/EER.
- Il dimensionamento dello scambiatore va dimensionato sul carico massimo ( estivo o invernale ). Nelle stagioni in cui il carico è inferiore si avranno livelli termici più favorevoli di quelli ipotizzati.

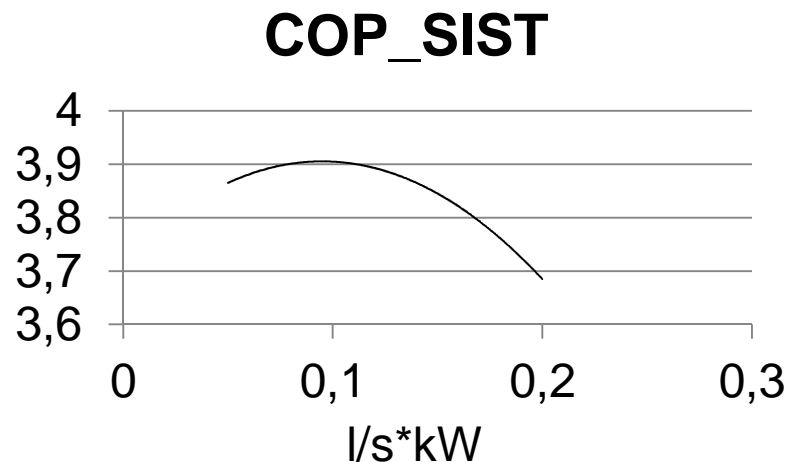
# Pompe di calore e soluzioni impiantistiche

2. Metodo basato sulle prestazioni globali → fondamentale ricerca punto di equilibrio

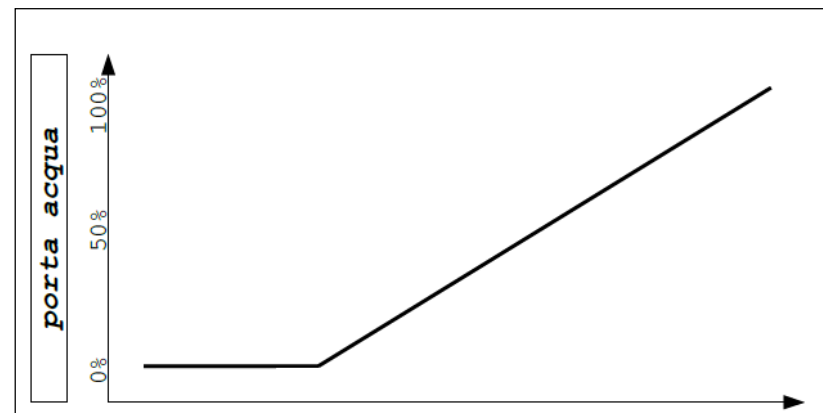
$$COP_{sistema} = \frac{P_{cond}}{P_{elcomp} + P_{circolatore\ intermedio} + P_{elettropompa}}$$

$$EER_{sistema} = \frac{P_{ev}}{P_{elcomp} + P_{circolatore\ intermedio} + P_{elettropompa}}$$

questo nuovo COP [EER] determina un nuovo valore di  $m_w$   
 → processo di ottimizzazione iterativa



Modalità Combi: gestione proporzionale della portata d'acqua in funzione della temperatura esterna → gestione inverter  
 Fino a quando è conveniente da un punto di vista energetico si predilige l'aria



Andamento portata in funzione di  $T_{est}$

# Pompe di calore: valutazioni economiche

D.M. 28/12/2012 , «Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni» → CET (Conto Energia Termico )



## Budget:

- 700 mln Euro destinati a privati
- 200 mln Euro destinati alle amministrazioni pubbliche

## Interventi ammessi nella sostituzione di impianti esistenti per soggetti privati e pubblica amministrazione:

- pompe di calore fino a 1000 kW
- caldaia a biomassa fino a 1000 kW
- solare termico fino a 1000 mq di superficie lorda

## Modalità di incentivazione:

- proporzionale a potenza e rendimento del generatore
- erogazione annua da parte del GSE per 2 o 5 anni in base al tipo di intervento

## Regole applicative:

- pubblicate il 09.04.2013 dal GSE le regole applicative
- il 3.05.2013 è stato pubblicato il bando per registro interventi su potenza superiore ai 500 kW
- tale registro sarà attivo dal 03.06 al 01.08

## Confronto con 55%:

- CET è incentivazione diretta su CC e non detrazione fiscale
- è concentrata in 2/5 anni invece che in 10 anni → effetto più sensibile su pay back
- non ha limiti temporali ( 55% → 36% dal 01.07.2013)
- è accessibile anche da soggetti che non pagano IRPEF o IRES o nei casi in cui beneficiando di altre detrazioni il margine per il 55% è ridotto

# Pompe di calore: valutazioni economiche

## Descrizione intervento, tipo di soggetti ammessi e durata incentivo

Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 35 kW	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	2
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale maggiore di 35 kW e inferiore o uguale a 1000 kW	Amministrazioni pubbliche e Soggetti privati	5

## Tipologia di accesso – Colonna 4 Amministrazioni pubbliche Colonna 5 Soggetti privati

2.A	Art. 4, comma 2, lettera a)	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 500 kW	Accesso diretto / Prenotazione degli incentivi	Accesso diretto
2.A	Art. 4, comma 2, lettera a)	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti pompe di calore elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale maggiore di 500 kW ed inferiore o uguale a 1000 kW	Iscrizione ai registri	Iscrizione ai registri



# Pompe di calore: valutazioni economiche

Note:

-per sostituzione si intende la rimozione di vecchio generatore e l'installazione di un altro nuovo generatore , di potenza termica non superiore a più del 10% della potenza del generatore sostituito, destinato a erogare energia termica alle medesime utenze. Gli interventi che comportano un incremento di potenza superiore al 10% rispetto a quella del generatore sostituito non sono ammessi in quanto configurano potenziamento di impianto esistente. Questo limite può essere superato tramite asseverazione di un tecnico che attesti che l'impianto esistente è insufficiente per coprire i fabbisogni di climatizzazione invernale richiesti

-nel caso di ristrutturazioni rilevanti la quota di energia incentivabile deve essere detratta da quanto previsto dal decreto 28/11 ovvero

Dal 30.05.2012 → 50% ACS da fonte rinnovabile

Fino al 31.12.2013 → 20 % del totale fabbisogno da fonte rinnovabile

Fino al 31.12.2016 → 35% del totale fabbisogno da fonte rinnovabile

Dal 01.01.2017 → 50% del totale fabbisogno da fonte rinnovabile

# Pompe di calore: valutazioni economiche

I criteri di ammissibilità sono i seguenti per sostituzione con pompa di calore di generatori esistenti sono i seguenti:

1-l'installazione deve sostituire totalmente o parzialmente l'impianto di climatizzazione invernale esistente. La sostituzione parziale è ammessa solo nel caso di un impianto pre-esistente dotato di più generatori di calore

2-deve essere effettuata messa a punto e equilibratura del sistema di distribuzione , regolazione e controllo

3-devono essere installati organi di regolazione della portata su tutti i corpi scaldanti ad eccezione di quelli progettati per temperature del fluido inferiori a 45 °C

4-deve essere installato un impianto di contabilizzazione individuale nel caso di impianti centralizzati

5-si devono rispettare i limiti di COP (secondo EN14511) indicati nella tabella a fianco

Tabella 14 - Pompe di calore elettriche: coefficienti di prestazione minimi

[Tabella 1 – Allegato II - DM 28.12.12]			
Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9
	Bulbo secco all'entrata : -7(*)		2,7 (*)
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1
	Bulbo secco all'entrata : -7(*)		2,7 (*)
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento > 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,8
	Bulbo secco all'entrata : -7(*)		2,7 (*)
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 10 Temperatura uscita: 7	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,7
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1

I valori di COP contrassegnati con \* sono validi unicamente per le zone climatiche E o F.



# Pompe di calore: valutazioni economiche

## Procedura di calcolo incentivo

$$I_{ATOT} = E_i C_i$$

*I<sub>ATOT</sub> incentivo annuo in euro*

*E<sub>i</sub> energia termica incentivata prodotta in un anno kWh*

*C<sub>i</sub> coefficiente di valorizzazione dell'energia termica*

$$E_i = Q_u \left[ 1 - \frac{1}{COP} \right]$$

*Q<sub>u</sub> calore totale prodotto dall'impianto kWh*

*COP coefficiente di prestazione della pdc*

$$Q_u = P_n Q_{uf}$$

*P<sub>n</sub> potenza termica nominale della pdc kW*

*Q<sub>uf</sub> coefficiente di utilizzo della pdc*

[Tabella 4 – Allegato II - DM 28.12.12]			
Tipologia di intervento	P <sub>n</sub> ≤ 35 kW	35 kW < P <sub>n</sub> ≤ 500 kW	500 kW < P <sub>n</sub> ≤ 1000 kW
Pompe di calore elettriche	0,055 (€/kWh)	0,018 (€/kWh)	0,016 (€/kWh)
Pompe di calore geotermiche elettriche	0,072 (€/kWh)	0,024 (€/kWh)	0,021 (€/kWh)

Nota: i maggiori costi di installazione delle pompa acqua – acqua sono 'compensati' da un maggiore coefficiente di valorizzazione

Tabella 17 - Pompe di calore elettriche: coefficiente di utilizzo

[Tabella 3 – Allegato II - DM 28.12.12]	
ZONA CLIMATICA	Q <sub>uf</sub>
A	600
B	850
C	1100
D	1400
E	1700
F	1800



## Collaudo, telegestione , contratti di manutenzione

OPERAZIONI CONSIGLIATE PER PIANI DI MANUTENZIONE	CONTRATTO BASE			CONTRATTO COMFORT		
	SEMESTRALE	ANNUALE	BIENNALE	SEMESTRALE	ANNUALE	BIENNALE
Controllo dei parametri di funzionamento del circuito frigorifero (pressioni gas, surriscaldamento, ecc.)		●			●	
Controllo stato filtri freon e vetro spia		●			●	
Verifica assorbimenti compressore e controllo resistenza		●			●	
Controllo collegamenti elettrici e test delle uscite		●			●	
Controllo funzionamento dispositivi di sicurezza tramite test degli ingressi (pressostati, flussostati, ecc.)		●			●	
Controllo delle ore di funzionamento nelle varie modalità		●			●	
Controllo tenuta/perdite lato gas (ricerche fughe) e verifica della carica			n.c.			●
Controllo stato filtri circuito primario		●		●		
Controllo funzionamento in ACS (verifica temperature di lavoro del sistema magro o serpentino, calibrazione portate, verifica stato valvola deviatrice se presente) e in riscaldamento		●		●		
Verifica commutazione / estate inverno *		n.c.		●		
Controllo impostazioni regolatore e adeguamento secondo esigenze del cliente (variazione ripidità curve climatiche, set point comfort, programmazione oraria.)		n.c.		●		
Controllo assorbimenti ventilatore **		●			●	
Controllo batteria e eventuale pulizia **		●			●	
Controllo salto termico alla batteria alettata*		●			●	
Controllo stato canali aria (aspirazione e espulsione) **		●		●		
Controllo scarico e vasca di raccolta della condensa **		●		●		
Simulazione di un ciclo di sbrinamento **		●			●	
Controllo pompa sorgente, portata e salti termici all'evaporatore e se presente allo scambiatore intermedio ***		●		●		
Controllo pressione di lavoro delle sonde geotermiche ***		●		●		
Controllo pulizia filtri lato sorgente ***		●			●	
Controllo percentuale glicole nelle sonde geotermiche o nel circuito intermedio ***		●			●	
Manutenzione programmata inclusa		●			●	
Diritto di chiamata per la manutenzione programmata compreso		●			●	
Garanzia sulla riparazione		●			●	
Priorità di intervento (entro 24 ore)					●	
Servizio serale dal lunedì al venerdì sino alle ore 20.00					●	
Intervento di manutenzione straordinaria a guasto	Manodopera gratuita. Ricambi a prezzo di listino			Manodopera e ricambi gratuiti		

-Ultimo fattore ( ma non in ordine di importanza ) per garantire un progetto ottimale  
 -La vita del sistema può essere gestita direttamente da Elco tramite:

- 1.Collaudo
- 2.Telegestione
- 3.Piano di manutenzione

-Elemento fondamentale per garantire durata del prodotto e validità delle valutazioni economiche e energetiche

# Grazie per l'attenzione !

