

Accumulo e autoconsumo fotovoltaico sotto altre forme: PV e pompe di calore

Lara Meazza – collaboratrice Associazione professionale svizzera pompe di calore

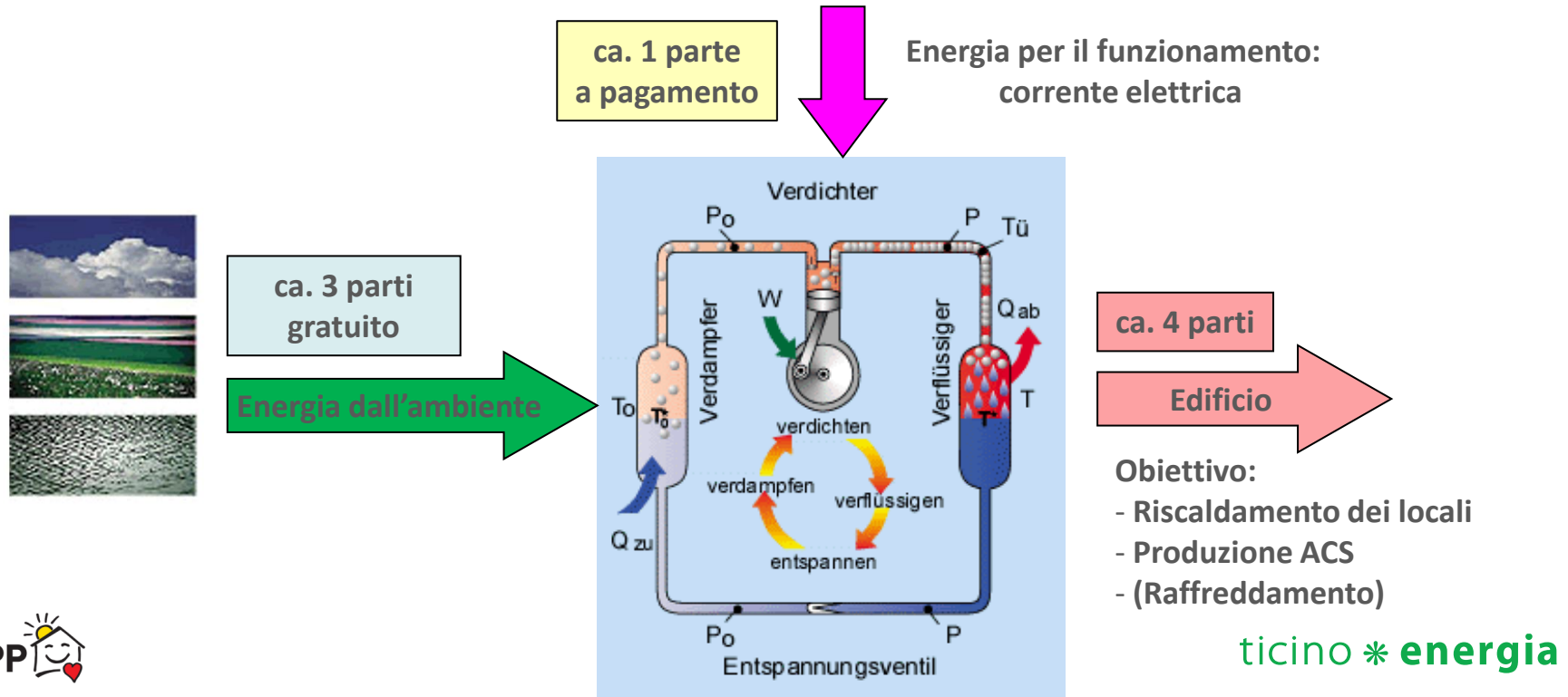


ticino * **energia**

Indice

- Concetti di base sulle pompe di calore
- Sviluppo e condizioni quadro delle pompe di calore
- Ottimizzazione dell'autoconsumo con le pompe di calore e sistemi di stoccaggio a confronto
- Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV
- Interfacce intelligenti
- Conclusioni

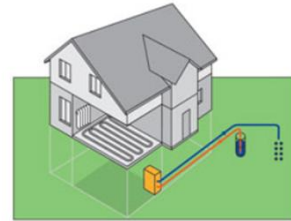
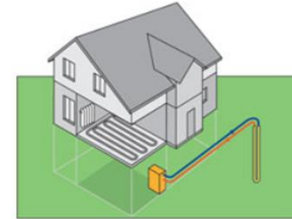
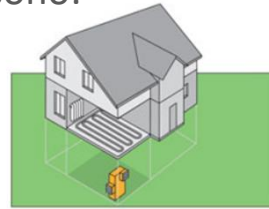
Cos'è una pompa di calore?



Quali tipi di pompe di calore esistono?

Sorgenti di calore Le fonti maggiormente sfruttate sono:

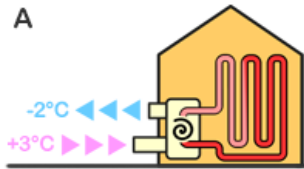
- ✓ l'aria esterna
- ✓ l'acqua (falda/sorgente/lago)
- ✓ il terreno
- ✓ il calore dissipato nei processi di fabbricazione



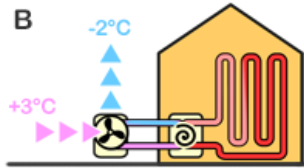
La scelta dipende essenzialmente dai seguenti aspetti e fattori:

- ✓ le caratteristiche dell'ambiente esterno,
- ✓ le possibili limitazioni d'ordine normativo,
- ✓ le prestazioni richieste,
- ✓ il costo dell'impianto,
- ✓ i tempi di ritorno del maggior investimento.

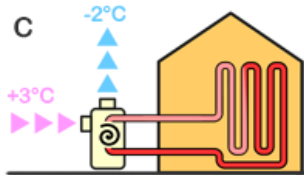
Tipo di pompa di calore aria-acqua



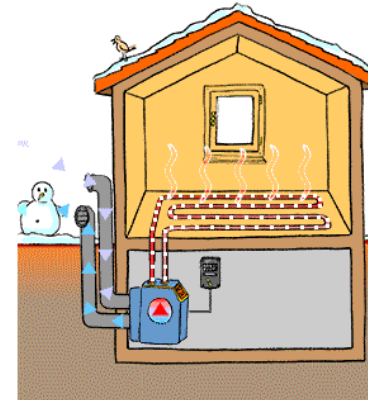
PdC per installazione interna



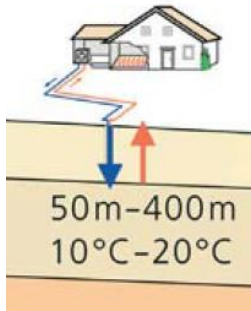
Split



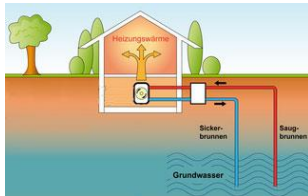
PdC per installazione esterna



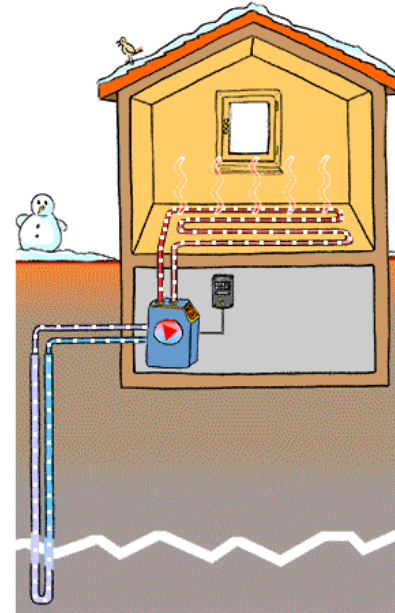
Pompa di calore acqua-acqua o geotermica



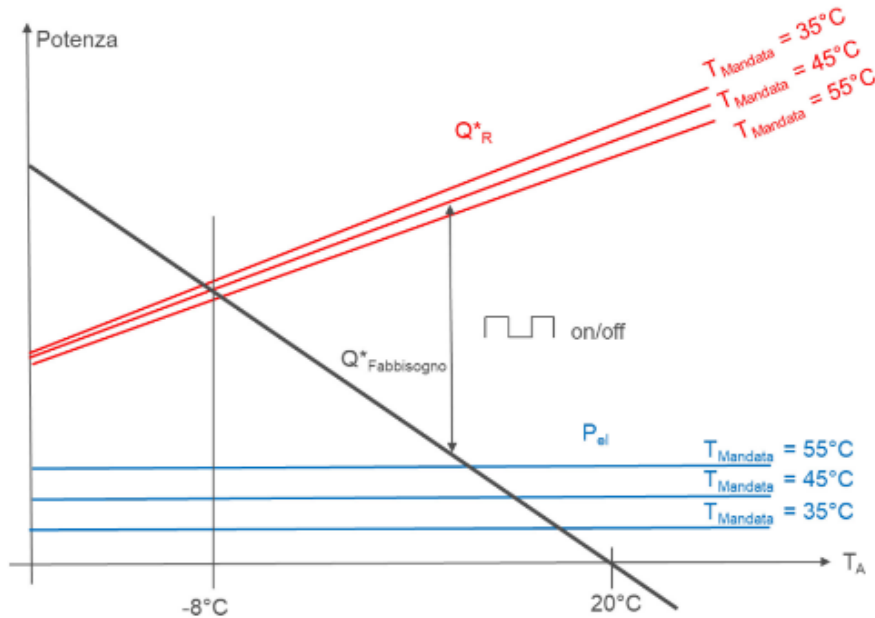
PdC con sonde geotermiche



PdC acqua-acqua



Pompa di calore on/off

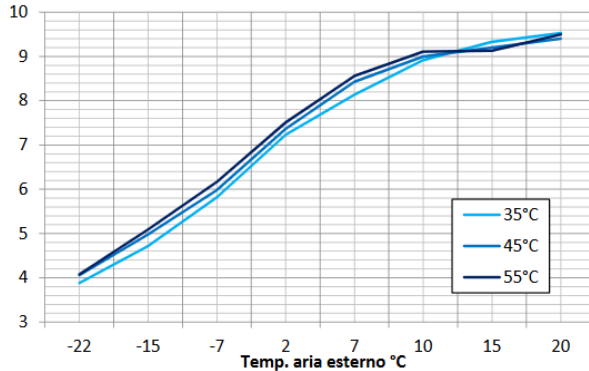


Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

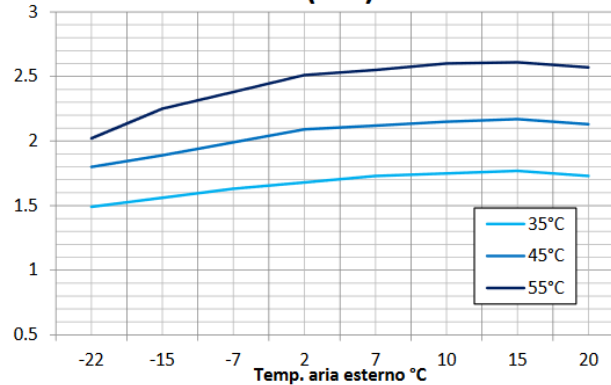
- Le pompe di calore on/off possono essere solo accese o spente.
- Il consumo di energia elettrica deriva dallo stato di funzionamento specifico della pompa di calore e dipende da
 - Temperature della fonte
 - Temperature del condensatore (temperatura di mandata)

Pompa di calore on/off

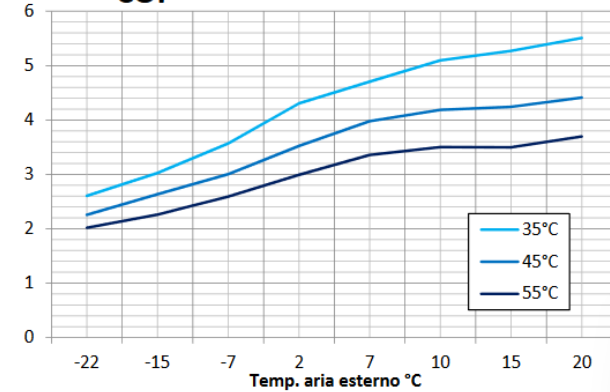
Riscaldamento Qh (kW)



Consumo PE (kW)

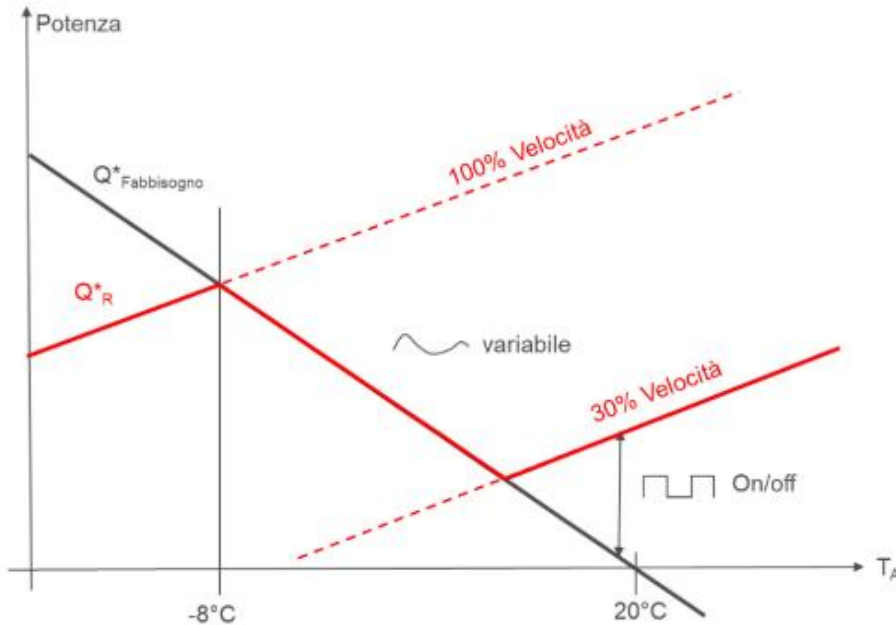


COP



Fonte: Alpha Innotec

Pompa di calore modulante

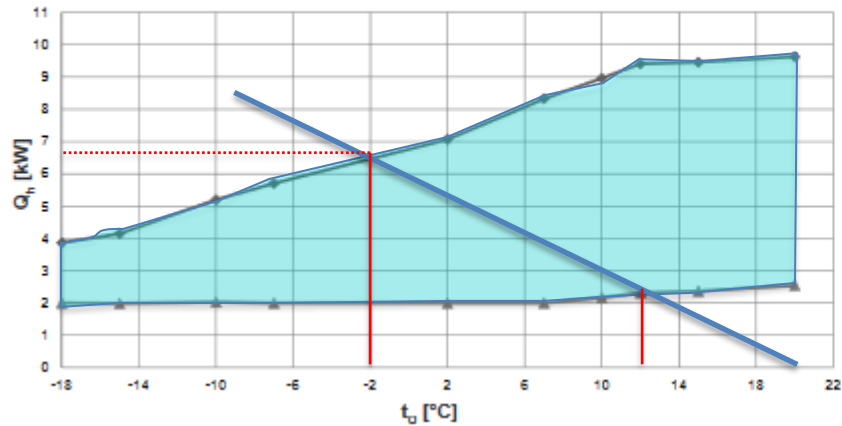


Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

- La potenza può essere controllata in modo variabile in base al fabbisogno di calore dell'edificio → consumo di energia elettrica variabile in base alla velocità del compressore.
- A basse velocità, la pompa di calore passa ad avere un funzionamento on/off (nell'esempio con il 30% della velocità nominale)

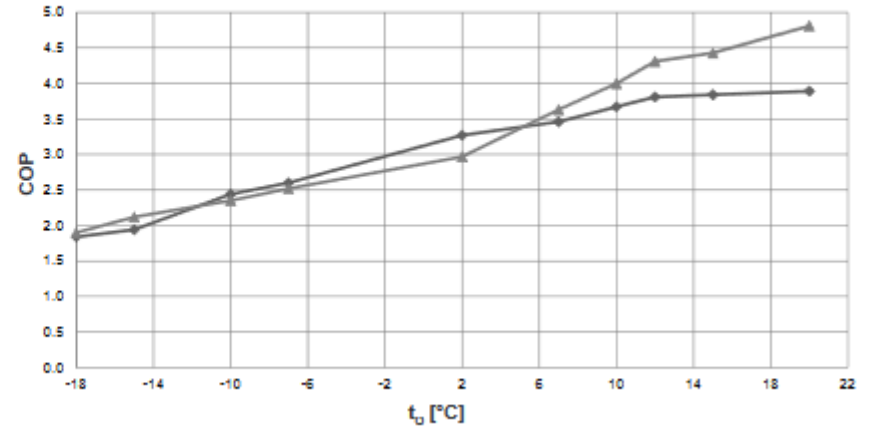
Pompa di calore modulante

Potenza termica - $t_{VL} 45^\circ\text{C}$



Fonte: Hoval

Coefficiente di prestazione - $t_{VL} 45^\circ\text{C}$



Pompa di calore - efficienza e rendimento

Al fine di confrontare il consumo energetico di generatori alimentati da fonti diverse, si prende come riferimento il consumo di energia finale. In altre parole, si confronta quanta energia finale viene consumata dal generatore per produrre l'energia termica utile.

$$\eta_{GEN} = \frac{E_{utile}}{E_{finale}}$$

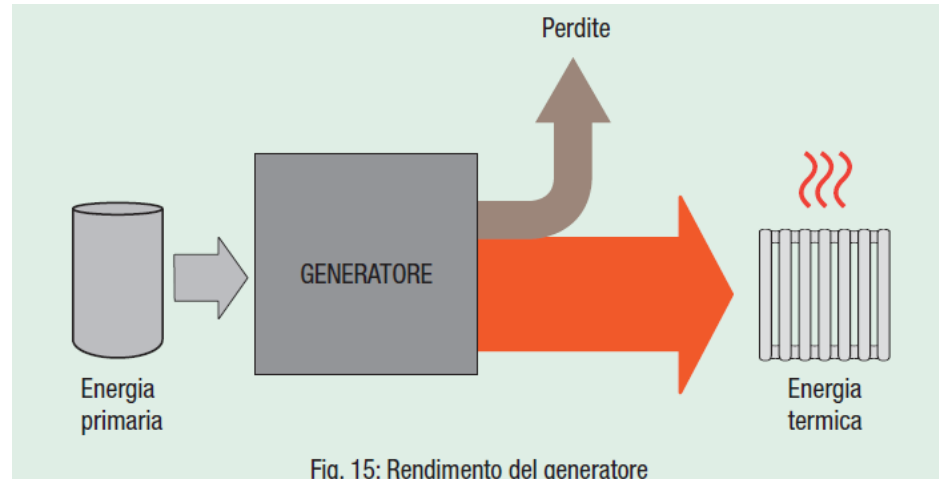


Fig. 15: Rendimento del generatore

Fonte: rivista Idraulica

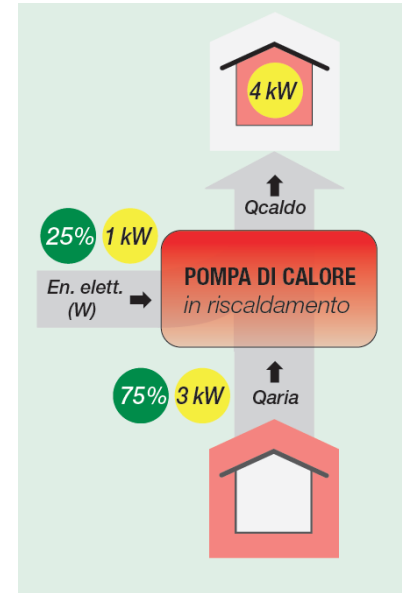
Pompa di calore - efficienza e rendimento

La pompa di calore è una macchina a ciclo frigorifero che trasferisce calore da una sorgente fredda a una calda tramite l'impiego di energia elettrica.

L'efficienza con la quale le PdC trasferiscono il calore è definita tramite il COP.

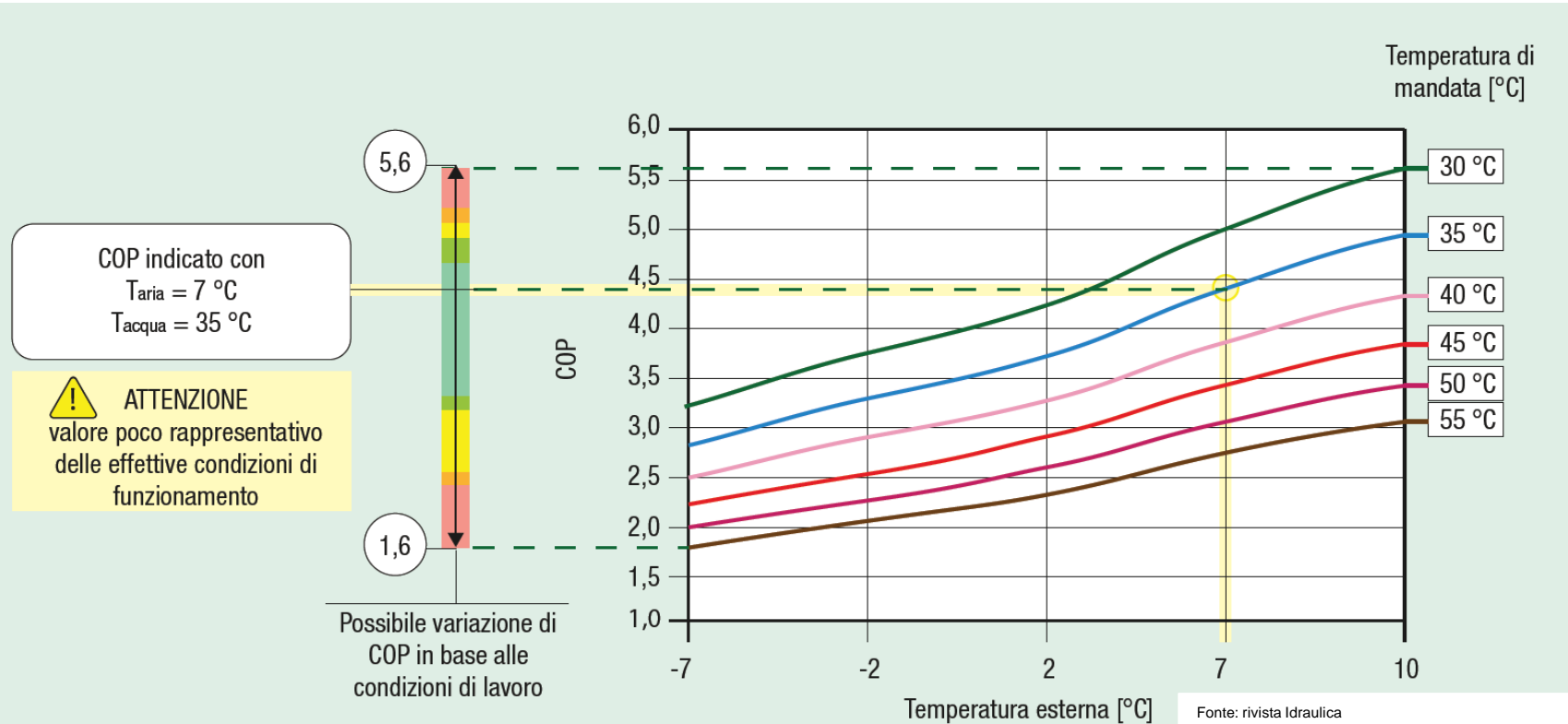
Il COP è un valore di rendimento istantaneo e dipende dalle condizioni al contorno.

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{Caldo}}}{W_{\text{compressore}} + W_{\text{mezzi ausiliari}}}$$

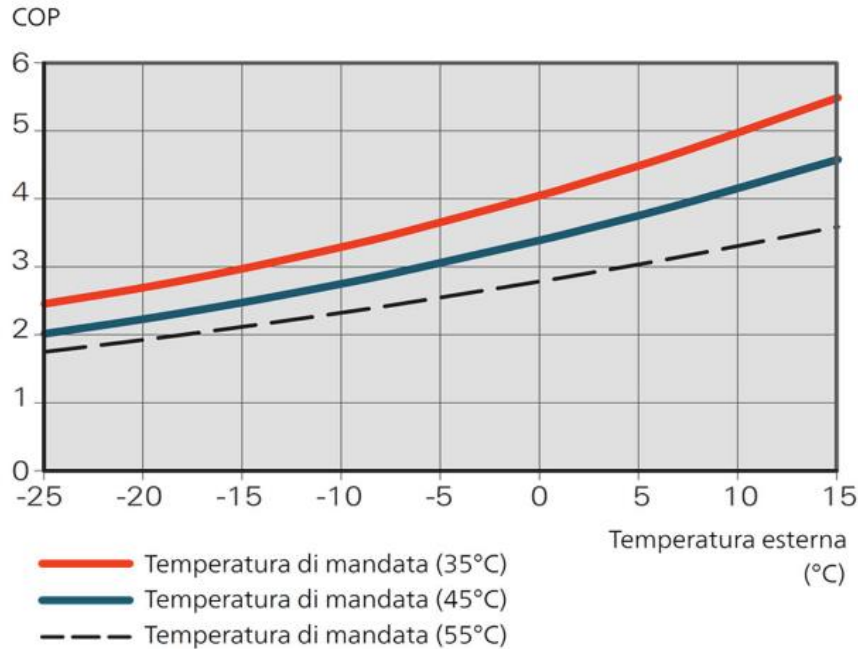


Fonte: rivista Idraulica

Pompa di calore - efficienza e rendimento

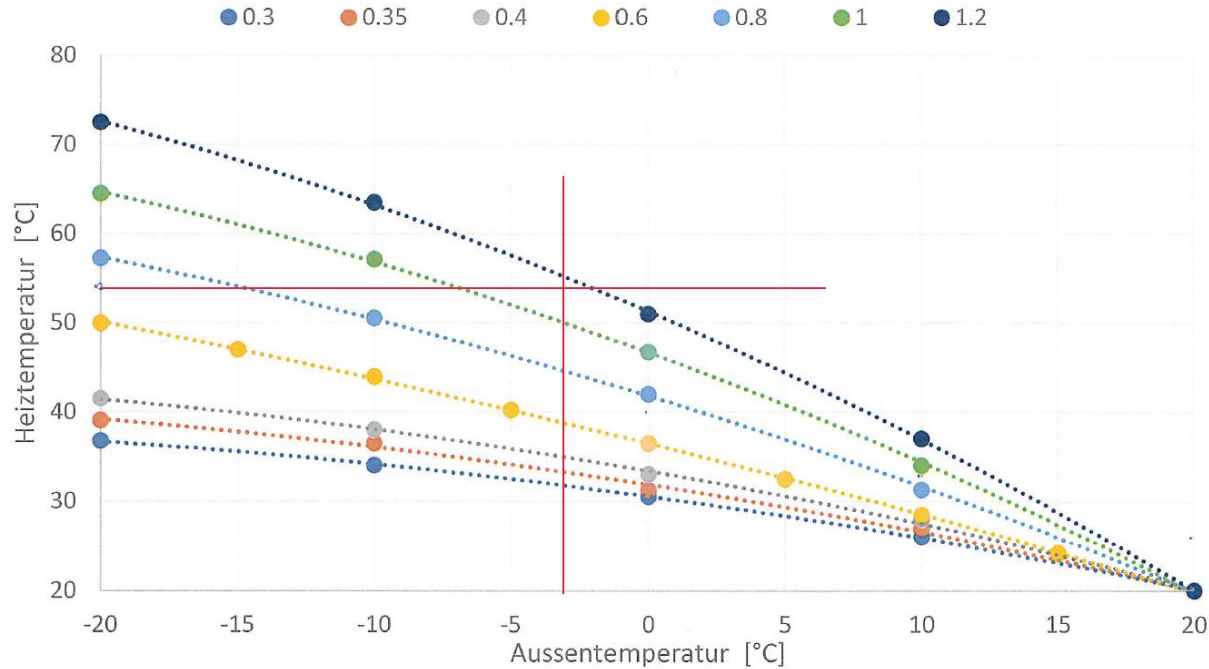


Pompa di calore - efficienza e rendimento



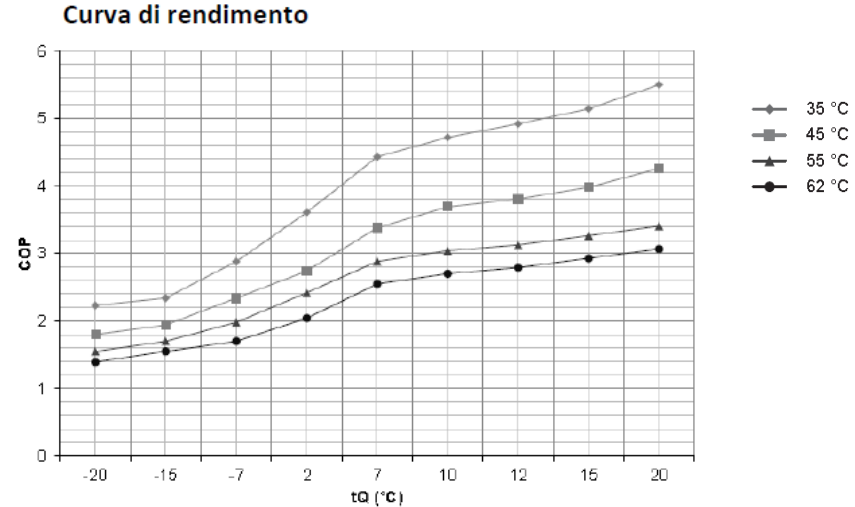
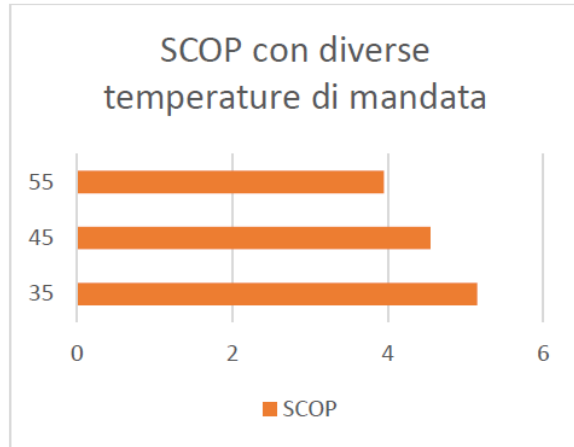
Fonte: Alpha Innotec

Pompa di calore - efficienza e rendimento



Pompa di calore - efficienza e rendimento

Influsso della curva di riscaldamento sull'efficienza



- Riduzione della temperatura di andata di 10 K: aumento dell'efficienza del 15%
- Riduzione dei costi del 12%

Pompa di calore - efficienza e rendimento

COP/CLA/SCOP:

- COP : Coefficiente di prestazione - rapporto tra l'elettricità consumata e il calore prodotto per una data differenza di temperatura e altitudine.
- SCOP : Coefficiente di prestazione stagionale
- CLA : Coefficiente di lavoro annuo

Pompa di calore - efficienza e rendimento

Coefficiente di lavoro annuo (CLA)

Il valore CLA descrive l'effettiva prestazione annuale della pompa di calore, ovvero quanta energia termica viene generata in un anno da un impianto, in rapporto all'impiego di energia elettrica. Rappresenta quindi un valore più significativo rispetto al COP circa l'efficienza di una PdC in quanto tiene conto delle effettive condizioni di utilizzo

$$CLA = \frac{Q_{utile(anno)}}{E_{finale consumata (anno)}}$$

Pompa di calore - efficienza e rendimento

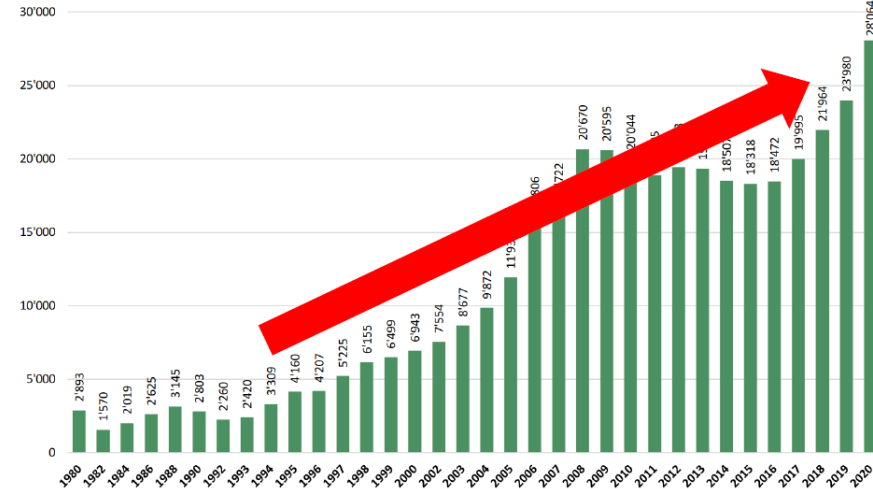
Coefficiente di lavoro annuo (CLA)

- coefficiente che dipende non solo dalle prestazioni della pompa di calore, ma anche dalle specifiche caratteristiche dei vari sistemi di regolazione e di distribuzione dell'energia termica
- unico coefficiente che va considerato nel calcolare i costi di gestione di un impianto a pompa di calore nonché i relativi tempi di ammortamento
- non semplice da determinare in quanto dipende da diverse variabili, quali ad esempio:
 - variazioni di temperatura della sorgente fredda
 - sistema di distribuzione e i terminali utilizzati
 - temperature di esercizio e fabbisogno dell'edificio
 - tipo di regolazione che gestisce l'impianto
 - tipologia di impianto

<https://www.endk.ch/it/esperti/strumenti-ausiliari>

Crescita del mercato PdC e PV

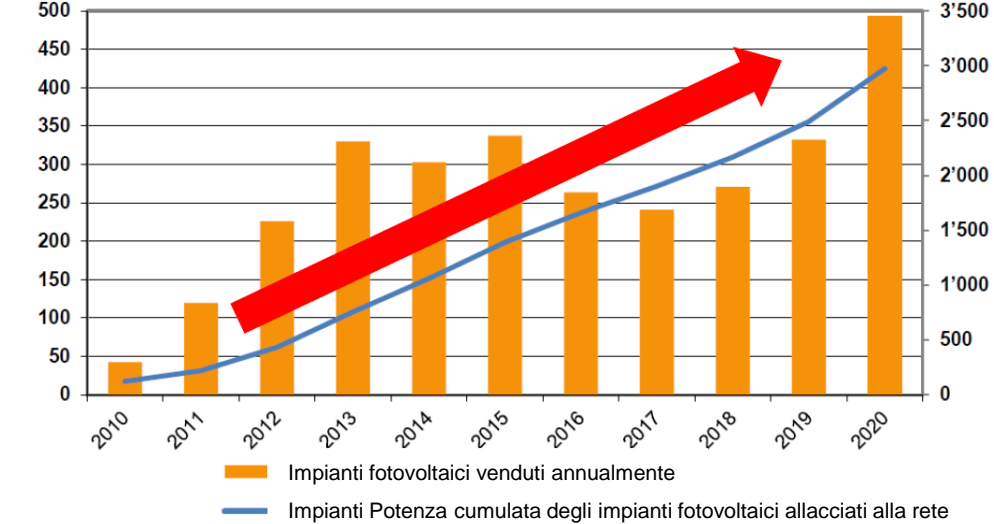
Vendita pompe di calore / anno (Svizzera)



Fonte: APP, 2021

MWp/anno

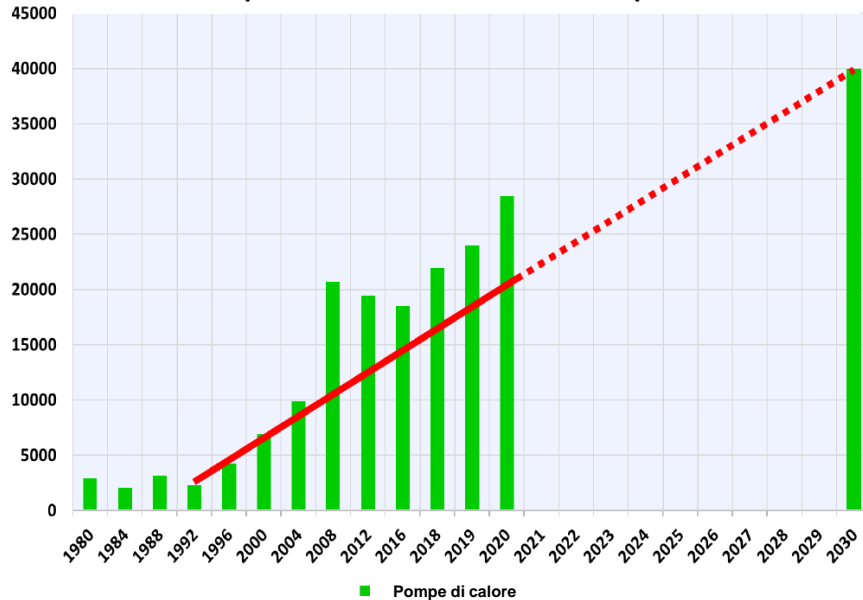
Mercato fotovoltaico (Svizzera)



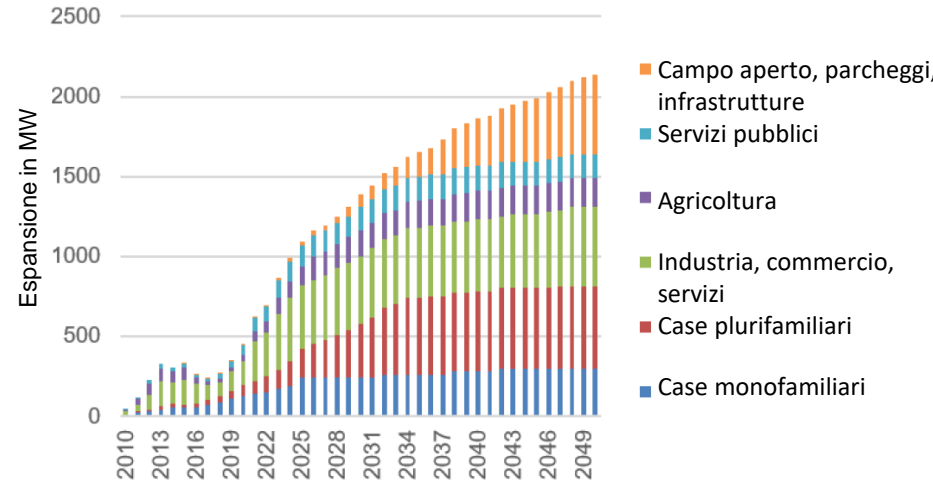
Fonte: Swissolar, 2021

Proiezioni - Scenari di mercato PdC e PV

Pompe di calore vendute in Svizzera per anno



Percorso di espansione del fotovoltaico per segmento di mercato



Proiezioni - PdC e politica energetica (RUEn 01.01.2024)

Art. 13 Esigenze per gli edifici nuovi

1La costruzione di nuovi edifici, gli ampliamenti e le trasformazioni assimilabili a delle costruzioni a nuovo di edifici esistenti sono realizzati in modo che il fabbisogno annuo ponderato di energia, calcolato in base all'allegato 2, non superi i limiti stabiliti dall'allegato 3.

Allegato 2

$$E_{HWLK} = Q_{H,eff} \cdot g/\eta + Q_{W} \cdot g/\eta + E_K \cdot g/\eta + E_L \cdot g$$

Allegato 3

Categoria dell'edificio		Valori limite per edifici nuovi E_{HWLK} in kWh/m ²
I	Abitazioni plurifamiliari	35
II	Abitazioni monofamiliare	35
III	Amministrativi	40
IV	Scuole	35
V	Negozi	40
VI	Ristoranti	45
VII	Locali pubblici	40
VIII	Ospedali	70
IX	Industrie	20
X	Magazzini	20
XI	Impianti sportivi	25
XII	Piscine	Nessuna esigenza E_{HWLK}

Proiezioni - PdC e politica energetica (RUEn 01.01.2024)

Art. 13 Esigenze per gli edifici nuovi

$$Q_{H, \text{eff, korr}} \cdot \frac{g}{\eta} + Q_W \cdot \frac{g}{\eta} + E_K \cdot \frac{g}{\eta} + E_L \cdot g = E_{HWKL} \leq E_{HWLK, li}$$

Rendimento del generatore di calore.
Possono essere usati valori standard secondo tabella seguente. In caso vengano utilizzati dei valori migliori, quest'ultimi dovranno essere giustificati da un calcolo esterno

Oggetto	Rendimento η o CLA della produzione di calore	
	Riscaldamento	Acqua calda
Riscaldamento ad olio, con o senza teleriscaldamento	0,85	0,85
Riscaldamento ad olio, a condensazione	0,91	0,88
Riscaldamento a gas, con o senza teleriscaldamento	0,85	0,85
Riscaldamento a gas, a condensazione	0,95	0,92
Riscaldamento a legna, con o senza teleriscaldamento	0,75	0,75
Riscaldamento a pellets	0,85	0,85
Calore residuo (compreso teleriscaldamento proveniente da IIRU, IDA o processi industriali)	1,00	1,00
Riscaldamento elettrico centralizzato	0,93	--
Riscaldamento elettrico diretto	1,00	--
Bollitore elettrico	--	0,90
Bollitore a gas	--	0,70
Cogenerazione, parte termica	in base all'impianto ¹⁾	in base all'impianto ¹⁾
Cogenerazione, parte elettrica	in base all'impianto ¹⁾	in base all'impianto ¹⁾
CLA pompe di calore	$T_{mandata} \leq 45^\circ\text{C}$	
Aria esterna, sistema monovalente	2,30	2,30
Sonde geotermiche	3,10	2,70
Scambiatore geotermico (registro nel terreno)	2,90	2,70
Acque di scarico, sistema indiretto	in base all'impianto ¹⁾	in base all'impianto ¹⁾
Acque superficiali, sistema indiretto	2,70	2,80
Acque sotterranee, sistema indiretto	2,70	2,70
Acque sotterranee, sistema diretto	3,20	2,90
Unità di ventilazione con PdC aspirazione/immissione con RC	2,30	
Unità di ventilazione con PdC aspirazione/immissione senza RC	2,70	
Unità di ventilazione con PdC sull'aspirazione (senza immissione), per produzione di acqua calda	2,50	2,50
Unità compatta con riscaldamento dell'aria di immissione e dell'acqua calda, con RC	2,30	2,30
Unità compatta con riscaldamento dell'aria di immissione e dell'acqua calda, senza RC	2,70	2,50
Impianto solare termico (riscaldamento + acqua calda) *	*	*

Proiezioni - PdC e politica energetica (RUEn 01.01.2024)

Art. 29 Sostituzione di un generatore di calore

¹**Edifici abitativi** soggetti a **sostituzione del generatore di calore** o di sue componenti rilevanti (per es. bruciatore) devono garantire che il **10%** del fabbisogno di energia termica sia coperto da **energie rinnovabili**.

Proiezioni - PdC e politica energetica (RUEn 01.01.2024)

Art. 29 Sostituzione di un generatore di calore

Soluzioni standard per la sostituzione di un generatore di calore in edifici abitativi

SS1 Solare termico per ACS, 2% AE

SS2 Riscaldamento a legna

SS3 PdC con sonde geotermiche, ad acqua o ad aria

SS4 PdC a gas naturale

SS5 Allacciamento a una rete di teleriscaldamento

SS6 Impianto di cogenerazione

SS7 PdC per l'ACS + impianto PV di 5 Wp per m² di AE

SS8 Sostituzione delle finestre (esistenti $\geq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ nuove finestre $\leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$)

SS9 Isolamento termico di facciate e/o tetto e/o pavimento del solaio

SS10 Generatore di calore di base a energie rinnovabili con funzionamento bivalente a combustibili fossili per i picchi di potenza

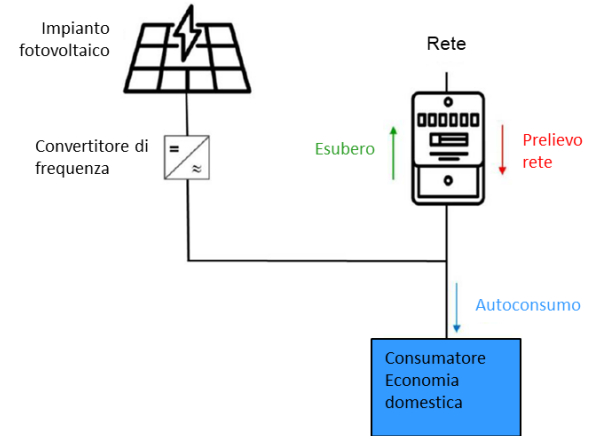
SS11 Ventilazione meccanica controllata con RC

Ottimizzazione dell'autoconsumo e PdC

La pompa di calore abbinata al fotovoltaico offre un grande potenziale per l'ottimizzazione del sistema

- grado di autoconsumo
- grado di autosufficienza

Un impianto con pompa di calore si presta molto bene alla conversione efficiente dell'elettricità autoprodotta in calore utile. Con le ottimizzazioni intelligenti, i tassi di copertura solare delle pompe di calore potrebbero essere circa raddoppiati.



Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

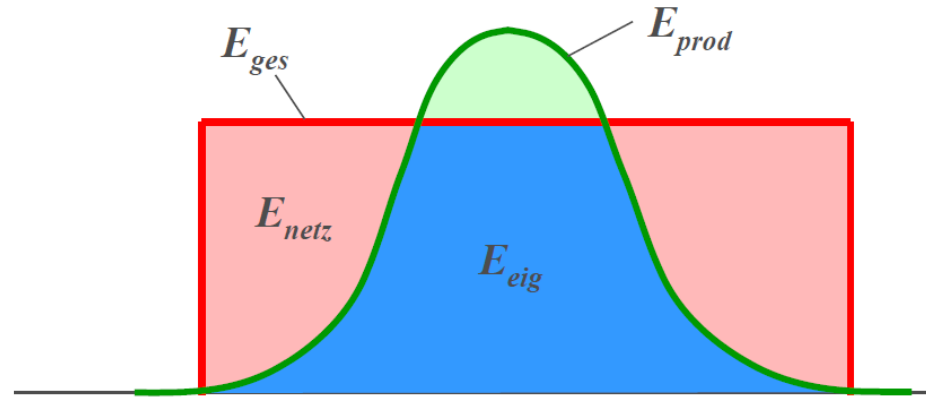
Ottimizzazione dell'autoconsumo

Grado di autoconsumo

$$R_{eig} = \frac{E_{eig}}{E_{prod}} = \frac{E_{ges} - E_{netz}}{E_{prod}}$$

Grado di autarchia

$$R_{aut} = \frac{E_{eig}}{E_{ges}} = \frac{E_{ges} - E_{netz}}{E_{ges}}$$



E_{eig}
 E_{ges}
 E_{netz}
 E_{prod}

Energia autoconsumata (kWh)
 Consumo di energia (kWh)
 Energia prelevata dalla rete (kWh)
 Energia prodotta (kWh)

Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

PdC e PV nel sistema energetico dell'edifici

Obiettivi:

- Ottimizzazione del sistema complessivo nell'ottica dell'autoconsumo, considerando tutti i consumatori di energia (consumi elettrici, PdC, mobilità elettrica)
- Garantire l'efficienza energetica in inverno
- Combinare il sistema con la crescente necessità di raffreddare degli ambienti in estate
- Considerare l'aumento della richiesta del controllo/supervisione a distanza dei consumi



PdC e PV - come combinarli al meglio?

I risultati qui presentati sono frutto di un progetto di ricerca [OPTeG 2016] condotto dal prof. David Zogg (FHNW), in cui sono stati studiati mediante simulazioni diversi metodi di controllo delle pompe di calore per l'ottimizzazione dell'autoconsumo. Negli anni dal 2016 al 2021 si sono susseguite più di 50 installazioni in cui i metodi di controllo sono stati accuratamente testati e ottimizzati (case monofamiliari, condomini e interi quartieri)





Fonti

“ Wärmepumpen und PV – die clevere Kombination „ Prof. Dr. David Zogg, Smart Energy Engineering GmbH

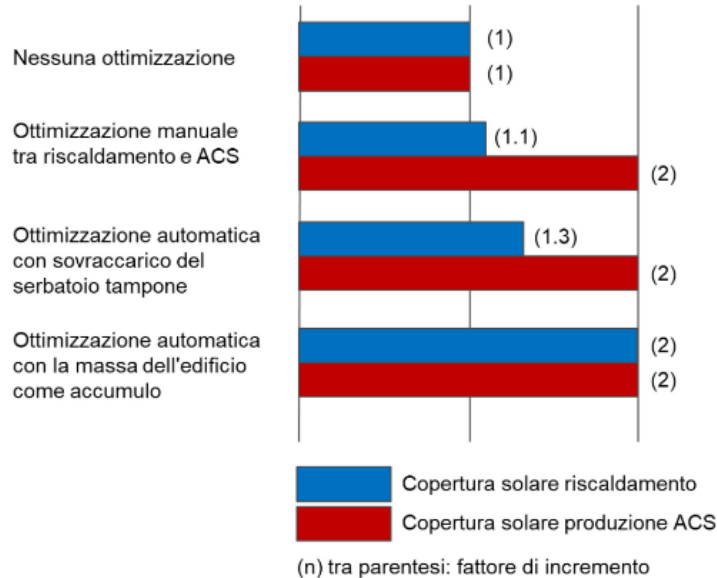
“ Wärmepumpen und PV - Planungsgrundlagen für Wohnbauten (EFH und MFH) „ Prof. Dr. David Zogg, co. Rita Kobler, Dr Michel Haller, Peter Hubacher

“ Eigenverbrauchsoptimierung von Wärmepumpen im Areal über moderne Schnittstellen,, D. Zogg et. al.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia

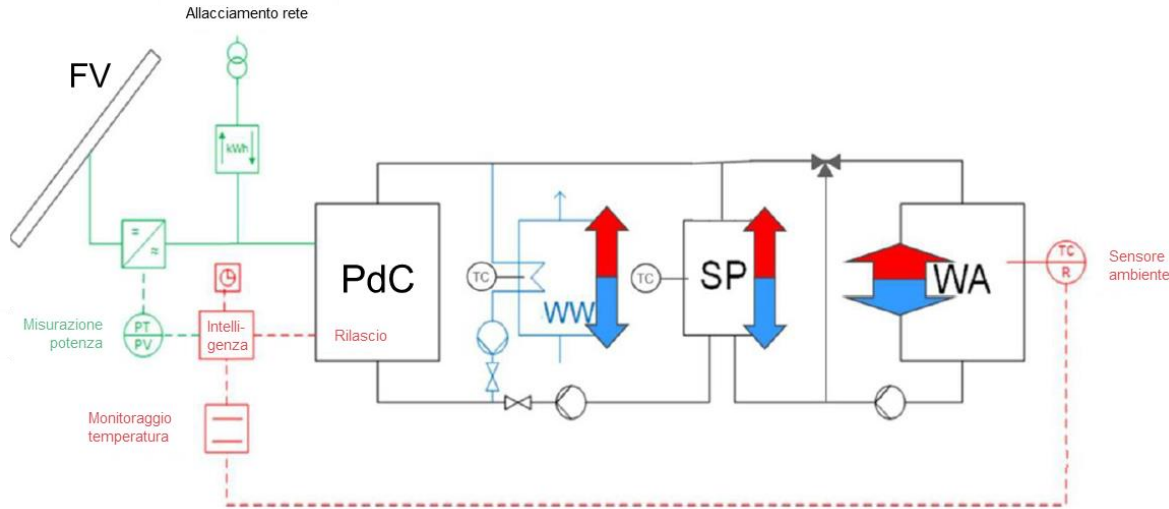
Accumulatore	Capacità	Corrispondenza Batterie stazionarie	Costi supplementari dell'installazione	Quantità cicli di ricarica
Massa dell'edificio (edificio massiccio)	ca. 60 kWh (con un aumento di 3°C)		Nessuno	Indefiniti
Accumulatore acqua calda	10..20 kWh		Nessuno	Indefiniti
Accumulo di batterie nelle auto elettriche	20..80 kWh		Ca. 1'000 CHF (stazione di ricarica)	Ca. 5'000
Accumulo di batterie stazionarie	10 kWh		Da 10'000 CHF	Ca. 5'000

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



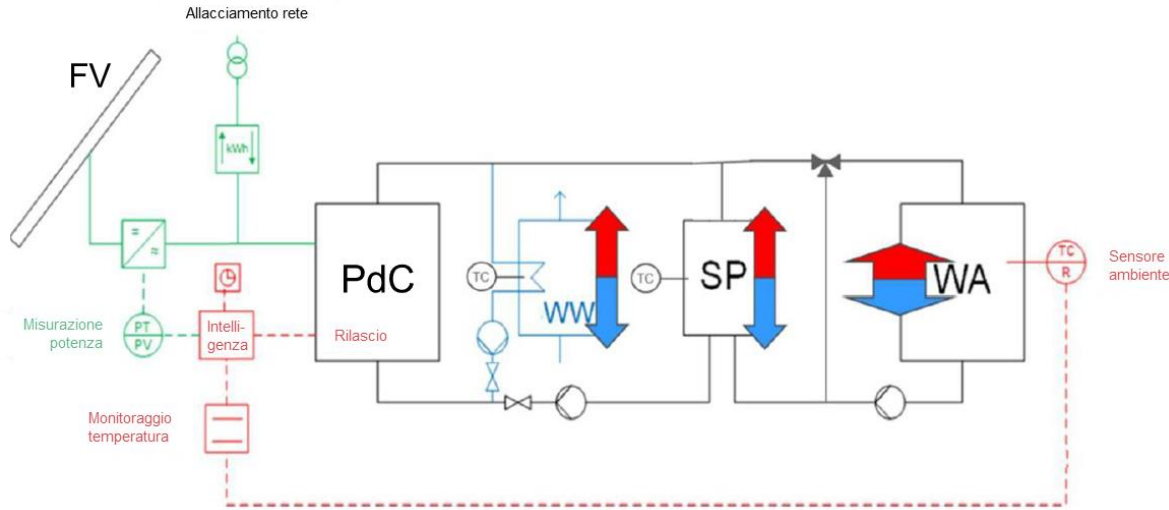
Per la massima ottimizzazione del funzionamento e della gestione della PdC in relazione alla produzione fotovoltaica (copertura solare x2) anche l'edificio viene utilizzato attivamente anche come accumulo termico e ciò richiede una gestione termica con integrazione di sensori di temperatura ambiente e utilizza una moderna interfaccia sul lato della pompa di calore.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



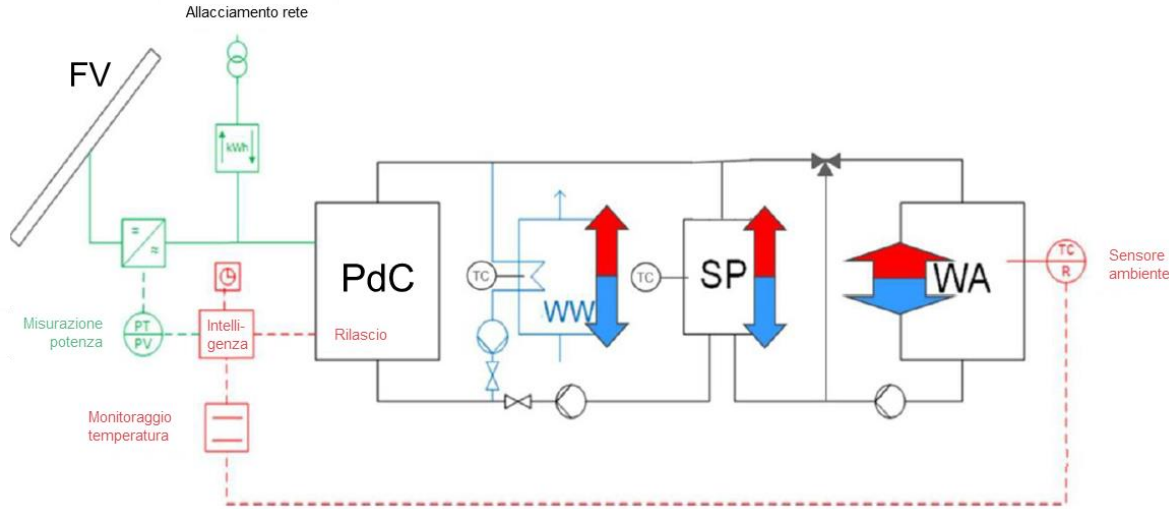
Gli accumulatori tecnici, cioè l'accumulatore idraulico per l'acqua calda sanitaria per il riscaldamento, nonché l'edificio stesso, sono adatti come accumulatori di calore.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



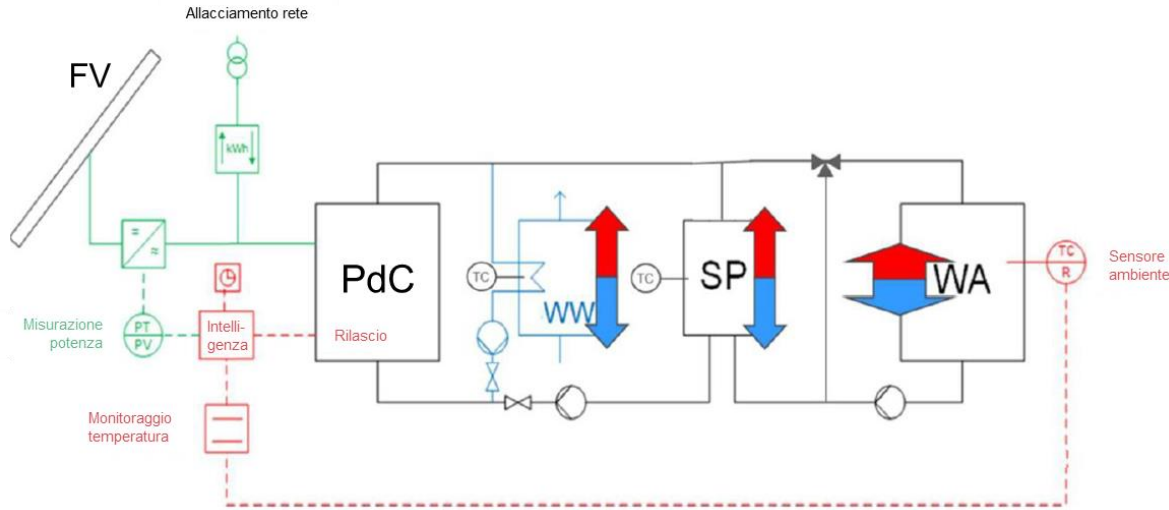
Con l'ottimizzazione del fotovoltaico, le temperature dell'accumulatore vengono aumentate non appena si verifica un surplus solare per poter stoccare ulteriore energia.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



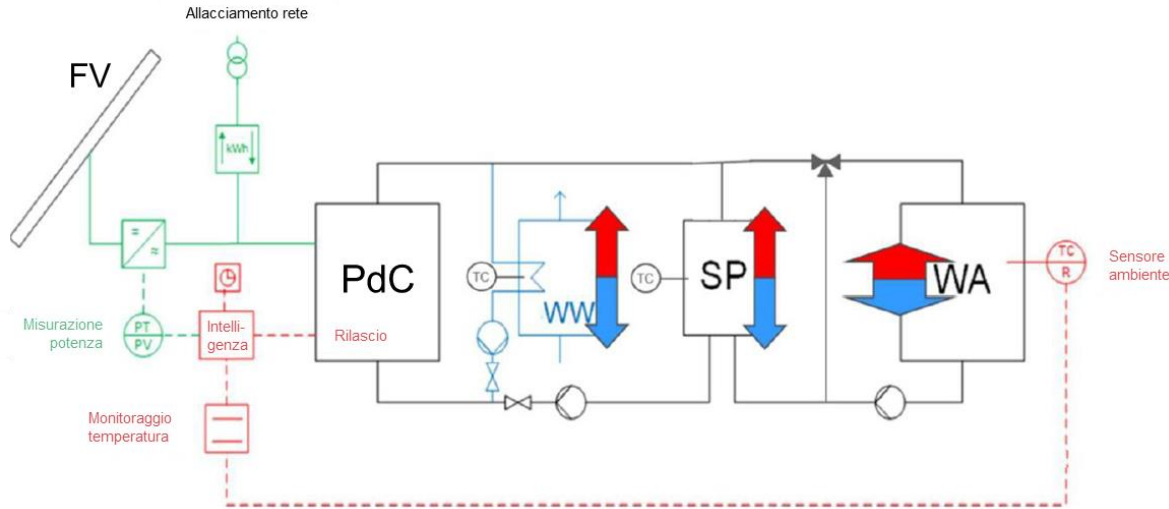
Se la massa dell'edificio viene utilizzata come accumulatore termico, si ha come vantaggio una maggiore capacità di accumulo con un aumento di temperatura notevolmente ridotto. In questo modo si ottiene un funzionamento efficiente della pompa di calore.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



L'efficienza del sistema può essere ulteriormente aumentata abbassando le temperature al di fuori dei tempi di produzione del fotovoltaico.

Potenziale delle modalità di stoccaggio dell'energia



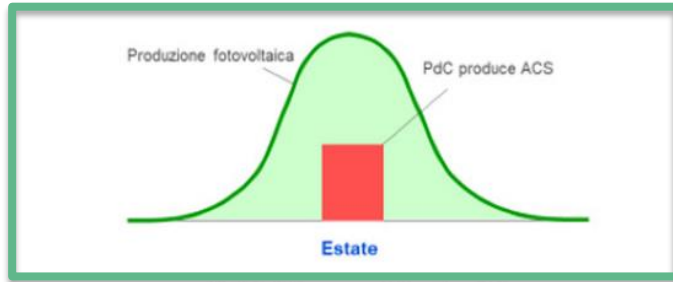
La gestione mirata degli accumuli, con fasi di riscaldamento e abbassamento più lunghe, riduce anche i cicli di funzionamento della pompa di calore, con un effetto positivo sulla durata.

Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV

Coordinazione con PV per PdC on-off

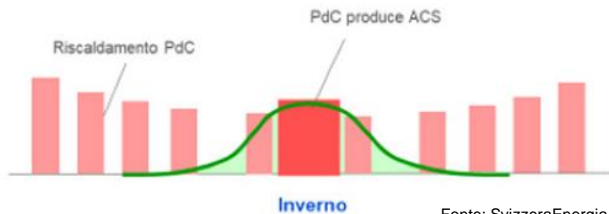
- consumo di energia elettrica derivante dallo stato di funzionamento attuale della pompa di calore (temperature evaporatore e condensatore) → coordinamento con la produzione fotovoltaica solo in misura limitata
- per ottimizzare l'autoconsumo, spostare il funzionamento il più possibile nell'arco della giornata
- curva di riscaldamento aumentata per un breve periodo (quando ho produzione fotovoltaica) → aumenta P_{el} della pompa di calore e l'energia aggiuntiva può essere immagazzinata nell'accumulatore o nell'edificio
- l'efficienza della pompa di calore diminuisce
- posticipare carica ACS durante il periodo di massima produzione fotovoltaica

Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV

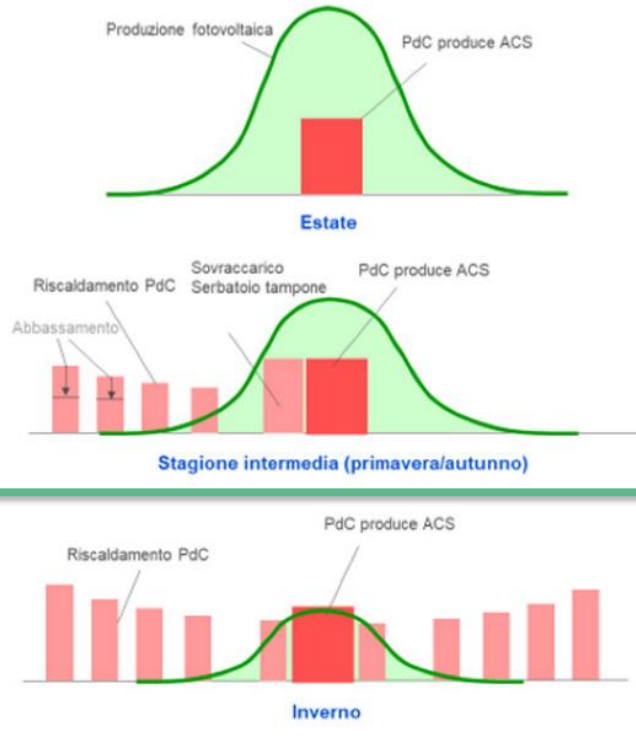


Estate:

- Solo acqua calda sanitaria.
- L'acqua calda viene prodotta con un funzionamento ottimizzato dal fotovoltaico durante il giorno, nei momenti di massima produzione



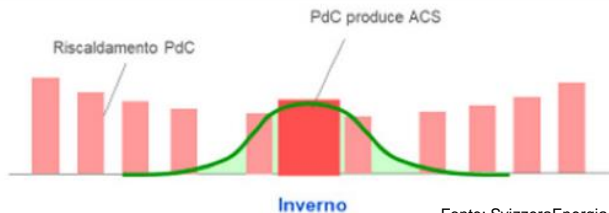
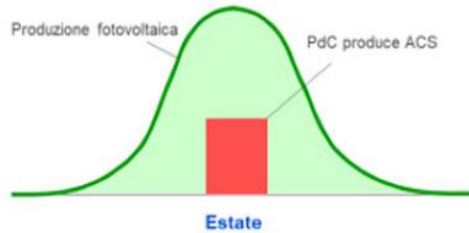
Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV



Inverno:

- Acqua calda sanitaria e riscalda l'edificio.
- Il riscaldamento richiede molta energia a causa delle temperature esterne più basse.
- Coordinamento con la produzione fotovoltaica è possibile solo in misura limitata
- Prelievo energia dalla rete indispensabile
- Ottimizzazione focalizzata sull'efficienza del sistema, ovvero sul minor consumo possibile

Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV



Stagione intermedia (primavera/autunno):

- Acqua calda sanitaria e riscalda l'edificio.
- Altezza delle barre corrisponde al consumo di energia elettrica che varia a seconda della temperatura di mandata
- Consumo di energia elettrica opposto alla produzione fotovoltaica!
- Ottimizzazione: l'accumulo di energia termica **aumenta durante il giorno**, con conseguente aumento del consumo di energia elettrica (**sfruttamento produzione PV**). Se la riserva di energia nell'accumulatore tampone è sufficiente, **la sera non è più necessario il riscaldamento** → effetto potenziato se si accumula energia anche nella massa dell'edificio!

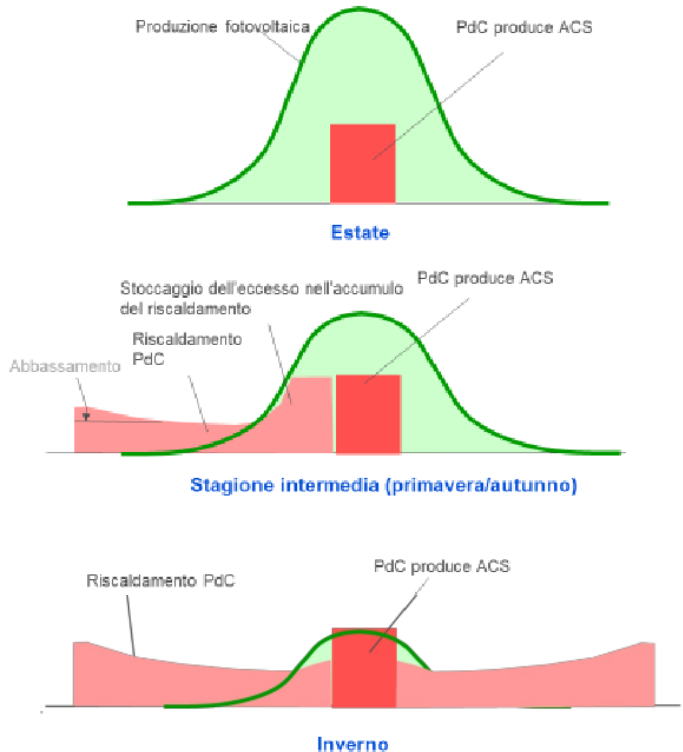
ticino * energia

Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV

Coordinazione con PV per PdC a inverter

- potenza controllabile in modo variabile → più facile adeguare la potenza alla produzione fotovoltaica rispetto a una pompa di calore on/off
- per ottimizzare l'autoconsumo, sfruttare il fatto che la PdC funziona spesso a bassa velocità durante la mezza stagione → aumentando la velocità in modo variabile, la potenza può essere aumentata in modo mirato, questo significa che la produzione fotovoltaica può essere "seguita" meglio
- variabili da influenzare nel funzionamento ottimizzato con il fotovoltaico
 - temperatura nominale: La temperatura nominale può essere aumentata spostando leggermente la "curva di riscaldamento"
 - velocità del compressore

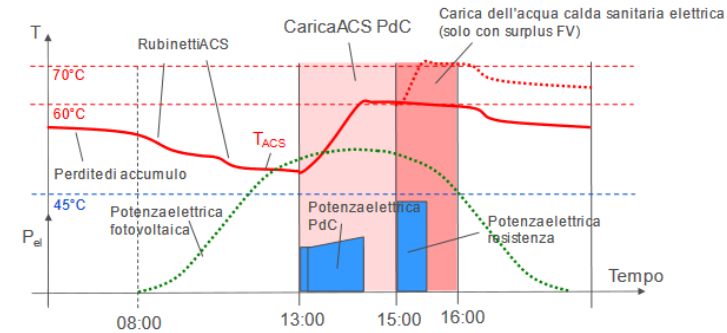
Funzionamento PdC in relazione alla produzione PV



- Nel complesso, il consumo di energia elettrica delle **pompe di calore a inverter** può essere **meglio adattato alla produzione fotovoltaica**.
- Il potenziale di ottimizzazione è maggiore nelle **stagioni intermedie** (primavera e autunno), quando produzione e consumo sono più o meno bilanciate.
- In **estate**, il potenziale di ottimizzazione è minimo, poiché la produzione di acqua calda sanitaria richiede solo una frazione dell'energia fotovoltaica prodotta.
- In **inverno**, il potenziale di ottimizzazione in termini di PV è ridotto, ma esiste un notevole potenziale di ottimizzazione in termini di efficienza.

Produzione ACS e PV

- per aumentare copertura solare dell'ACS → impostare **finestra di carico fissa** durante il giorno (corrispondente quanto più possibile alla curva di potenza della produzione PV su una media annuale)
- per motivi di efficienza, produzione di ACS principalmente tramite la PdC
- produzione nel pomeriggio, dato che il riscaldamento è previsto principalmente al mattino (evitando il mezzogiorno, poiché altre utenze domestiche assorbono molta elettricità)
- finestra di carica sufficientemente lunga da consentire il raggiungimento della temperatura nominale desiderata
- programmabile tramite regolatore PdC ma meglio se **combinato con un controllo intelligente (energy manager)**



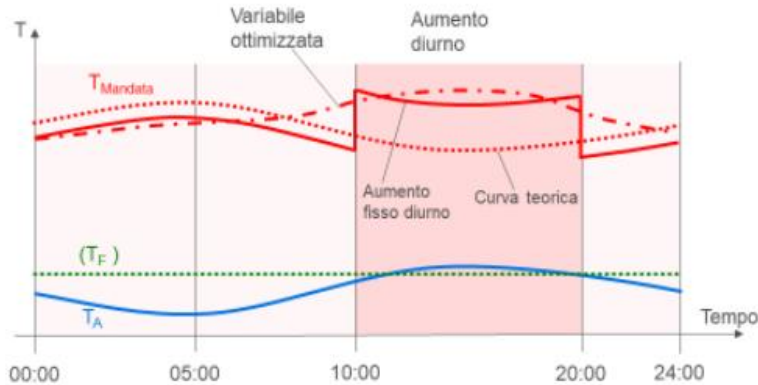
Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

Produzione ACS e PV

- Caso 1 - PdC raggiunge temperatura richiesta (55/60 °C) e l'accumulo di acqua calda sanitaria è sufficientemente grande (1 carica giornaliera) → l'acqua calda viene riscaldata esclusivamente con la pompa di calore quando ho massima produzione PV e **non deve essere utilizzato alcun altro input elettrico**.
- Caso 2 - PdC raggiunge temperatura richiesta (55/60 °C) e l'accumulo di acqua calda sanitaria non è sufficientemente grande (più di 1 carica giornaliera) → utilizzare la **resistenza elettrica per aumentare la temperatura dell'ACS**, in modo da non dover utilizzare la rete elettrica durante la notte: la resistenza elettrica si deve accendere solo dopo la PdC (preriscaldamento) e solo con un'eccedenza di PV.
- Caso 3 – PdC non raggiunge temperatura richiesta (55/60 °C) e l'accumulo di acqua calda sanitaria non è sufficientemente grande (più di 1 carica giornaliera) → utilizzare la **resistenza elettrica per aumentare la temperatura dell'ACS**, in modo da non dover utilizzare la rete elettrica durante la notte: la resistenza elettrica si deve accendere solo dopo la PdC (preriscaldamento). Attivazione principalmente quando c'è un'eccedenza di PV o quando la tariffa di rete è bassa e al di fuori dei periodi di alto carico della rete elettrica.

Riscaldamento e PV – aumento diurno

A differenza della "precedente riduzione notturna" (sconsigliata per le PdC e negli edifici isolati), ora si usa il termine "**aumento diurno**" per ottimizzare l'autoconsumo.



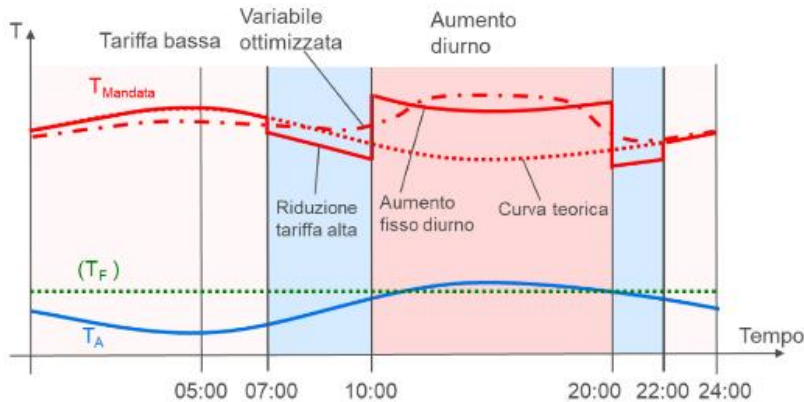
Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

Rispetto alla curva di riscaldamento ottimale, la temperatura di mandata viene leggermente aumentata durante il giorno e (per non peggiorare l'efficienza complessiva) l'impostazione di base della curva di riscaldamento viene leggermente abbassata.

- Spostamento del funzionamento della pompa di calore nella fascia oraria diurna → migliori COP e sfruttamento produzione PV
- Programmabile tramite regolatore PdC ma meglio se combinato con un **controllo intelligente (energy manager)**

Riscaldamento e PV – aumento diurno

Come ulteriore ottimizzazione, è possibile prendere in considerazione la situazione tariffaria (semplice fintantoché i costi dell'elettricità sono (ancora) addebitati secondo orari fissi - di giorno si applica la tariffa alta, di notte la tariffa bassa)



Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

Tariffe dinamiche con un prezzo dell'elettricità variabile dovranno essere gestite con energy manager intelligenti.

Raffreddamento e PV

Simultaneità tra alta produzione fotovoltaica e fabbisogno di raffreddamento.

➤ Raffreddamento attivo:

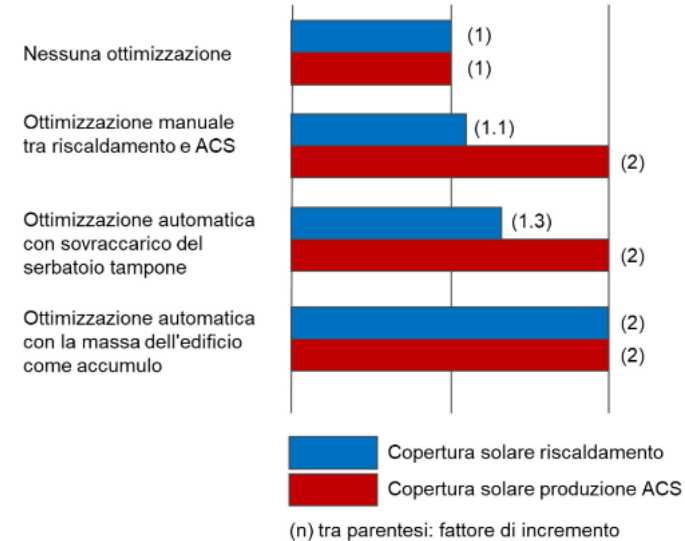
Il circuito di raffreddamento funziona al contrario, in modo da estrarre il calore dall'edificio e fornirlo all'ambiente (richiesta molta energia). La simultaneità della produzione fotovoltaica e della richiesta di raffreddamento nei mesi estivi è il motivo per cui l'ottimizzazione del fotovoltaico è facilmente realizzabile senza particolari sforzi.

➤ Raffreddamento passivo (geocooling):

Il compressore non funziona e c'è solo uno scambio di calore tra l'edificio e le sonde geotermiche (funzionano solo le pompe di circolazione) → non interessante per l'ottimizzazione del fotovoltaico, poiché sono in funzione solo pompe di circolazione a basso consumo energetico.

Ottimizzazione PdC e PV e interfacce intelligenti

- ✓ Ottimizzazione “manuale” del funzionamento delle PdC sfruttando la produzione fotovoltaica (programmi orari delle PdC) → potenziale di aumento autoconsumo limitato
- ✓ Ottimizzazione automatica “semplice” (surplus solare innalza la temperatura dell’accumulatore di riscaldamento) → potenziale di aumento autoconsumo medio
- ✓ Ottimizzazione automatica “complessiva” (anche l’edificio utilizzato attivamente anche come accumulo, gestione termica più complessa con integrazione di sensori di temperatura ambiente e necessità di moderne interfacce lato PdC) → potenziale di aumento autoconsumo alto



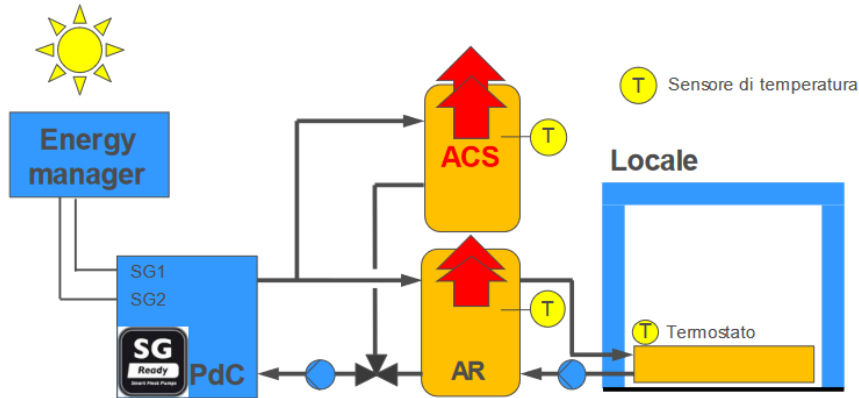
Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

Interfacce per il funzionamento combinato PdC e PV

Interfaccia	Vantaggi	Svantaggi
Ingresso di blocco AAE	Disponibile in ogni PdC.	La PdC può essere solo bloccata, è necessario un controllo del comfort.
SG-Ready (SG-R)	Controllo relativamente semplice in 4 fasi, standard tedesco secondo bwp (Bundesverband Wärmepumpe Deutschland), ampiamente utilizzato.	Vantaggioso solo con le impostazioni ottimali dalla parte PdC
Ingresso FV	Controllo semplice con 1 stadio aumentato per il funzionamento del fotovoltaico, ampiamente utilizzato	Solo 1 livello rialzato. Non supportato da tutti i produttori.
Modbus / IP	Controllo flessibile con setpoint variabili.	Soluzioni specifiche dei diversi produttori.
SmartGridready (SGr)	Futuro standard per il controllo intelligente.	I primi dispositivi non saranno disponibili prima del 2023.

Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

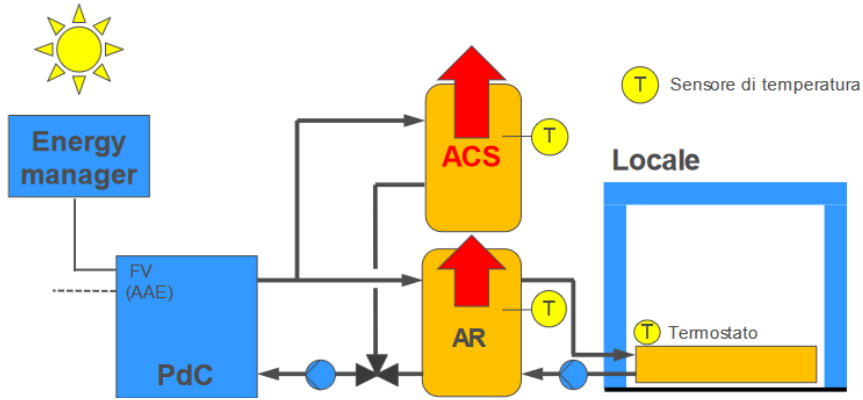
La soluzione standard di oggi con SG-Ready®



Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

- Le moderne pompe di calore sono oggi dotate di un'interfaccia SG-Ready® (interfaccia già installata o equipaggiata come opzione)
- La comunicazione con la pompa di calore avviene tramite LAN
- L'ottimizzazione del fotovoltaico avviene tramite un aumento della temperatura dei due accumulatori del sistema in modo mirato in caso di surplus da FV
- Nessun utilizzo della massa dell'edificio come stoccaggio (temperatura dei locali gestita da termostato)

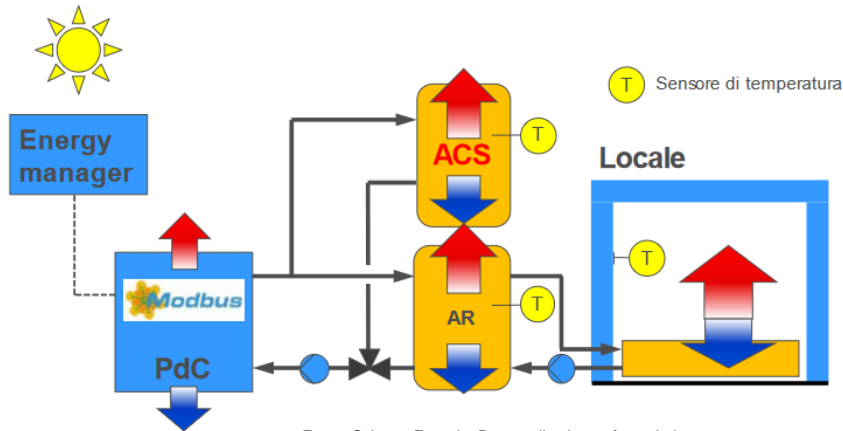
L'integrazione semplificata tramite ingresso PV



Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

- "interfacce PV" o "ingressi PV " messe a disposizione direttamente dal fornitore della PdC.
- Semplice controllo tramite un comando a relè
- Tramite l'ingresso FV è possibile controllare due stati:
 - Stato di funzionamento 1 "Normale" (relè aperto = 0). Funzionamento normale della pompa di calore.
 - Stato di funzionamento 2 "Funzionamento FV" (relè chiuso = 1). Aumento del funzionamento della pompa di calore

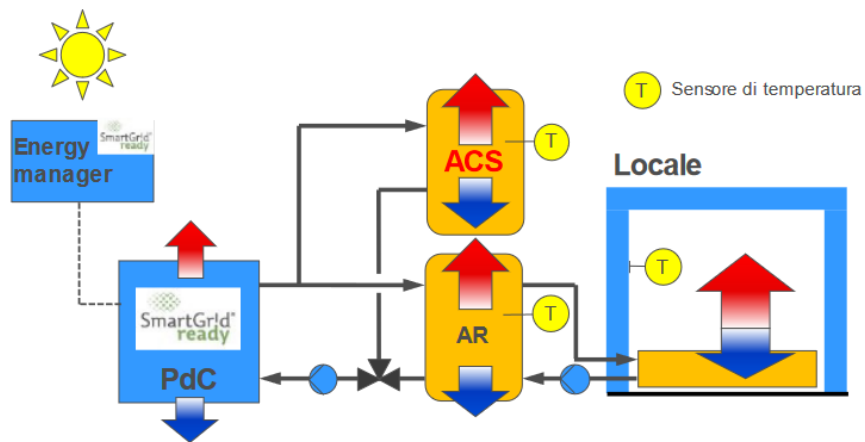
L'integrazione intelligente di oggi tramite MODBUS[®] TCP



- Interfaccia intelligente, oggi il protocollo di comunicazione avanzato più utilizzato
- Grandi scambi di dati possibili
 - Regolazione indipendente delle varie temperature di setpoint
 - Aumento e diminuzione delle temperature degli accumuli in base a produzione PV (ed ev. piano tariffario acquisto energia)
 - Gestione termica possibile: utilizzo dell'edificio come stoccaggio, monitorando le temperature ambienti e ottimizzando di conseguenza il sistema a pompa di calore

ATTENZIONE Si tratta di protocolli specifici dei diversi produttori. Occorre quindi chiarire in anticipo quale tipo di integrazione è supportata dall'energy manager e se è compatibile con la pompa di calore prevista

L'integrazione intelligente futura tramite SmartGridReady



Fonte: SvizzeraEnergia, Pompe di calore e fotovoltaico

- Interfaccia intelligente con grandi scambi di dati possibili (stesso principio del MODBUS, ma sistema aperto)
- Standardizzazione per le pompe di calore e gli energy manager entro il 2023
- I produttori che aderiranno allo standard riceveranno l'"etichetta SmartGridReady" a garanzia che l'integrazione dei sistemi funzioni completamente
- Ancora pochi prodotti sul mercato

Conclusioni

- Le pompe di calore sono ideali per aumentare l'autoconsumo e alleggerire il carico sulla rete elettrica (gestione del carico).
- Un significativo aumento dell'autoconsumo è possibile grazie all'ottimizzazione della regolazione e l'utilizzo di interfacce intelligenti per la gestione. Con un sistema di controllo intelligente, aumento sensibilmente l'efficienza senza pregiudicare il comfort – il grado di autoconsumo delle pompe di calore può essere circa raddoppiato.
- L'ottimizzazione della combinazione PdC e PV ha il massimo potenziale nei periodi di transizione.
- L'accumulo di energia termica nella massa dell'edificio è fino a 5 volte più efficiente di un accumulatore di acqua calda.
- Fare attenzione agli eccessivi aumenti di temperatura o ai sistemi di riscaldamento elettrico diretto. Prima di tutto considerare l'efficienza dell'intero sistema → fondamentale per l'inverno abbinare a un efficiente sistema di costruzione a un corretto dimensionamento della PdC e una regolazione finalizzata all'efficienza.
- La certificazione della pompa di calore o dell'intero impianto garantiscono la qualità, l'efficienza e la durabilità di quanto installato.
- In estate, l'eccedenza di energia elettrica non deve essere «bruciata» nell'alimentazione di resistenze elettriche dirette, ma utilizzata in modo ragionevole, ad esempio per la ricarica di veicoli elettrici o per raffrescare i locali.

Grazie!

ticino * **energia**

Associazione TicinoEnergia

Ca' bianca
Via San Giovanni 10
CH-6500 Bellinzona

T +41 (0)91 290 88 10

E info@ticinoenergia.ch

www.ticinoenergia.ch