

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

***Relazione per la prova finale
«Impianti ibridi: tipologie, caratteristiche
ed efficientamento energetico»***

Tutor universitario: Prof.ssa Stoppato Anna

Laureando: *Cherchi Michele*
matricola 1221864

Padova, 13/07/2023

❖ CONSUMO ENERGETICO EUROPEO (2021):

- Energia lorda disponibile 61'229 PJ :
 - 68,4% combustibili fossili
 - 12,7% nucleare
 - 17,4% rinnovabili
- Consumo finale di energia 39'351 PJ :
 - 34,8% petrolio e prodotti petroliferi
 - 22,8% elettricità
 - 22,6 % gas naturale
 - 11,8% rinnovabili
 - 2% combustibili fossili solidi

❖ CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI:

- Nell'UE gli edifici incidono sul 40% del consumo energetico totale e da questo deriva circa il 36% delle emissioni di gas serra
- In Italia nel 2018 gli edifici hanno inciso per il :
 - 17,7% delle emissioni di CO₂
 - 60% delle emissioni di CO
 - 64% delle emissioni di PM_{2,5}
 - 53% delle emissioni di PM₁₀

❖ OBIETTIVI FUTURI:

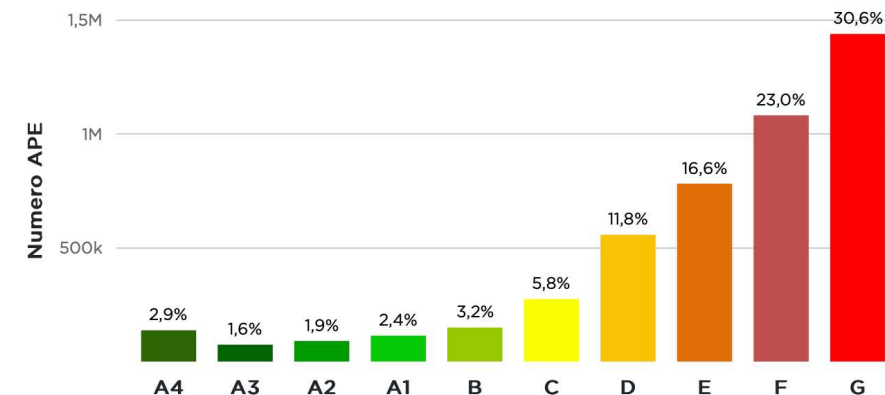
- Direttiva UE sulle case green (Fit for 55)
- Energy performance of building directive (Epbid)

- ↳ Incentivi italiani:
- Conto termico 2.0
 - Ecobonus
 - Superbonus 110%

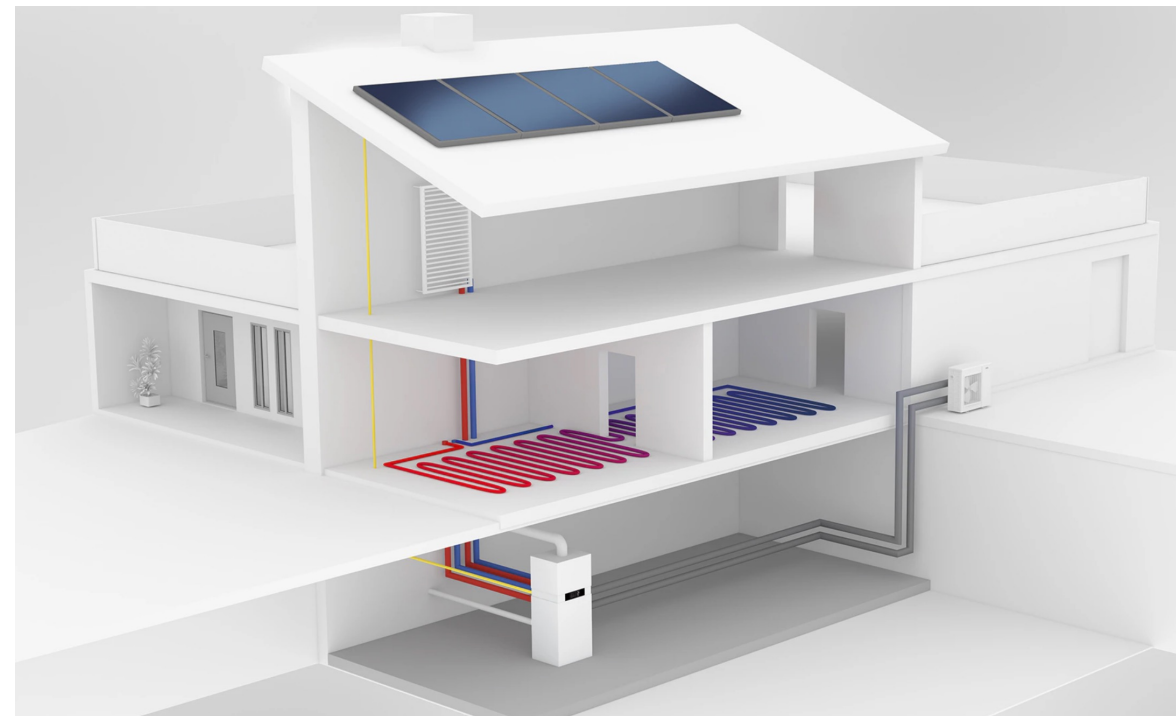


- Riduzione del 55% delle emissioni nocive rispetto al 1990
- Nuovi edifici a emissioni zero dal 2028
- Edifici esistenti devono raggiungere la classe energetica E entro il 2030, e la D entro il 2033

CLASSE ENERGETICA



- Per impianto ibrido si intende un impianto dato dall'unione di due o più tecnologie differenti in un unico sistema.
- Tra le configurazioni più diffuse troviamo :
 - PdC + caldaia a condensazione
 - PdC + solare termico
 - Caldaia a condensazione + solare termico

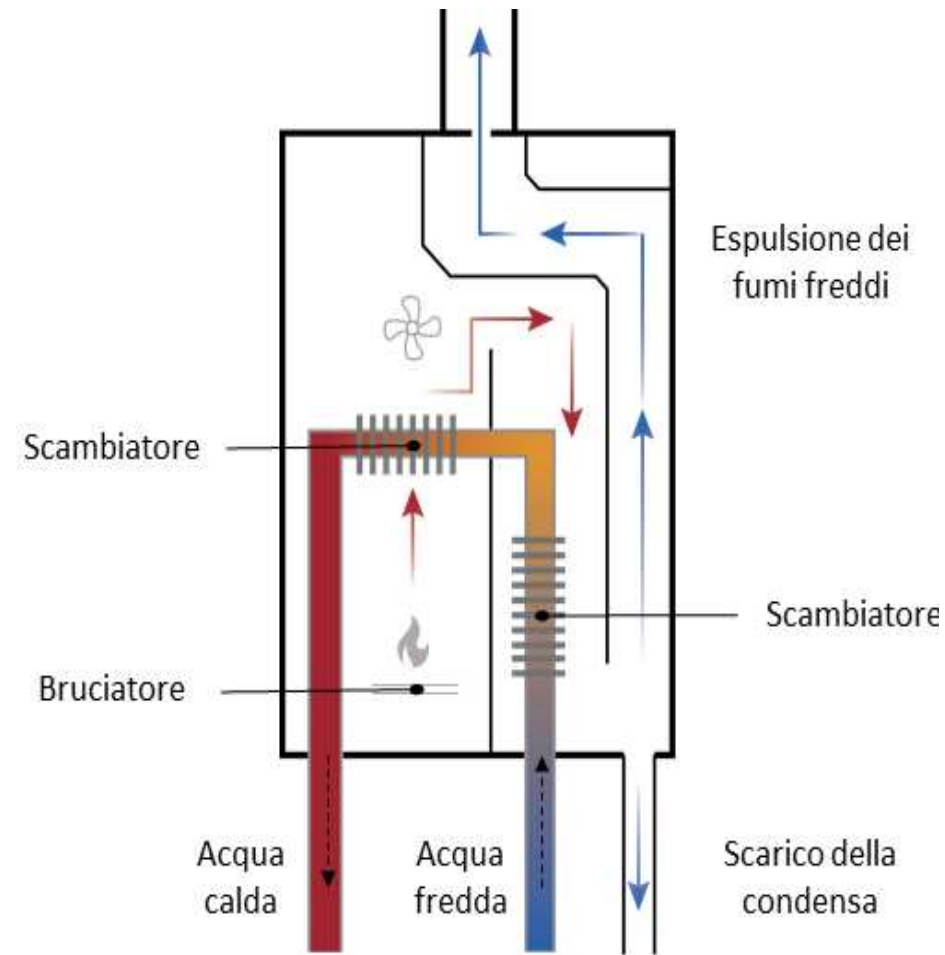


- A differenza delle caldaie tradizionali, che sfruttano solamente il calore prodotto dalla combustione, le caldaie a condensazione permettono di recuperare anche il calore latente di condensazione contenuto nei fumi di scarico
- La temperatura di uscita dei fumi è inferiore alla temperatura di rugiada ($T_{\text{fumi, out}} \cong 53-59\text{ }^{\circ}\text{C}$)

❖ PRESTAZIONI DELLA CALDAIA A CONDENSAZIONE :

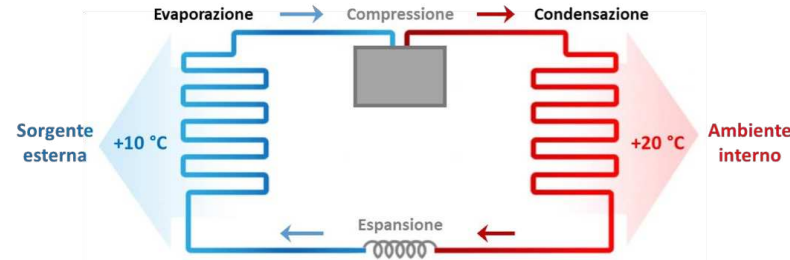
- Potenza termica del focolare
 - Potenza termica convenzionale
 - Potenza termica utile
 - Rendimento di combustione
 - Rendimento termico utile
- } RENDIMENTI:
- 93% se riferiti al PCI
 - 105% se riferiti al PCS

- Garantiscono una riduzione dei costi fino ad un 30% e benefici a livello di emissioni
- **NB!** La potenza erogabile da una caldaia a condensazione non dipende dalle condizioni ambientali di esercizio



❖ FUNZIONAMENTO DELLA PdC :

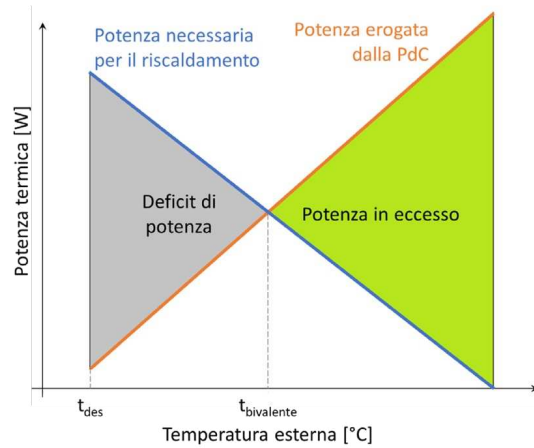
- Regime invernale
- Regime estivo



❖ CLASSIFICAZIONE DELLE PdC :

- PdC aria - aria
- PdC aria - acqua
- PdC acqua - acqua
- PdC geotermica

❖ POTENZA GENERATA DA UNA PdC :



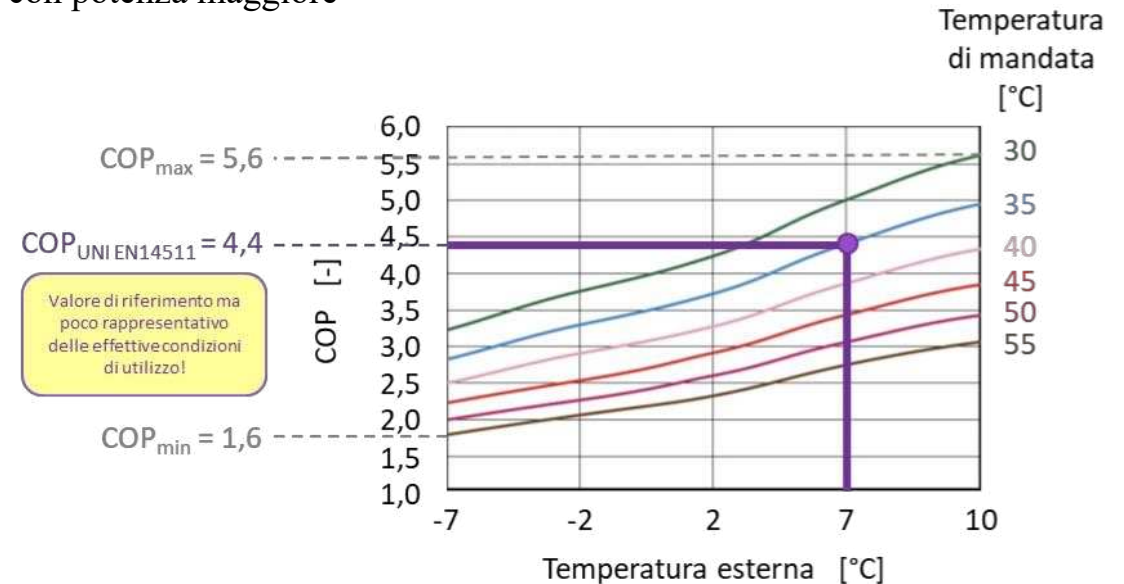
Possibili soluzioni per far fronte al deficit di potenza:

- Integrare una resistenza elettrica di post riscaldamento
- Utilizzare PdC con potenza maggiore
- Sistema ibrido

❖ PRESTAZIONI DELLE PdC :

$$COP = \frac{\text{Potenza termica erogata [W]}}{\text{Potenza assorbita [W]}} = \frac{\text{Energia termica erogata [J]}}{\text{Energia assorbita [J]}}$$

≅ 100 % ÷ 150 %



➤ Gli impianti solari termici convertono l'energia della radiazione solare in energia termica a medio – bassa temperatura.

❖ COLLETTORI SOLARI :

- Collettori solari piani
- Collettori solari sottovuoto

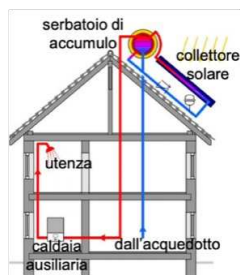
Prestazioni dei collettori solari :

$$\eta_{collettore} = \frac{q_{utile}}{I_{tot,\beta} \cdot A_c}$$



❖ IMPIANTI SOLARI TERMICI :

- Classificazione in base alla tipologia di circolazione del fluido termovettore:

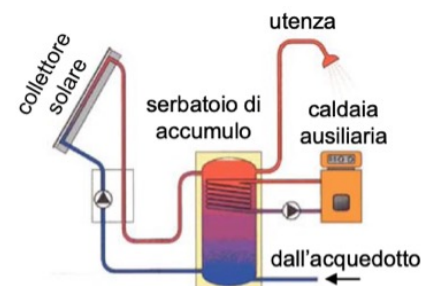


Circolazione naturale

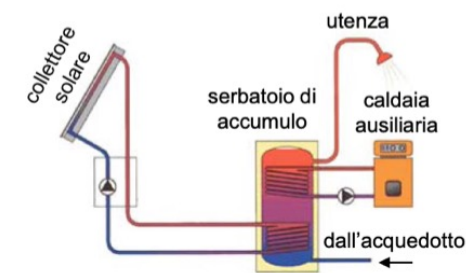


Circolazione forzata

- Classificazione in base alla tipologia di circolazione del fluido termovettore:



Impianto a circuito aperto



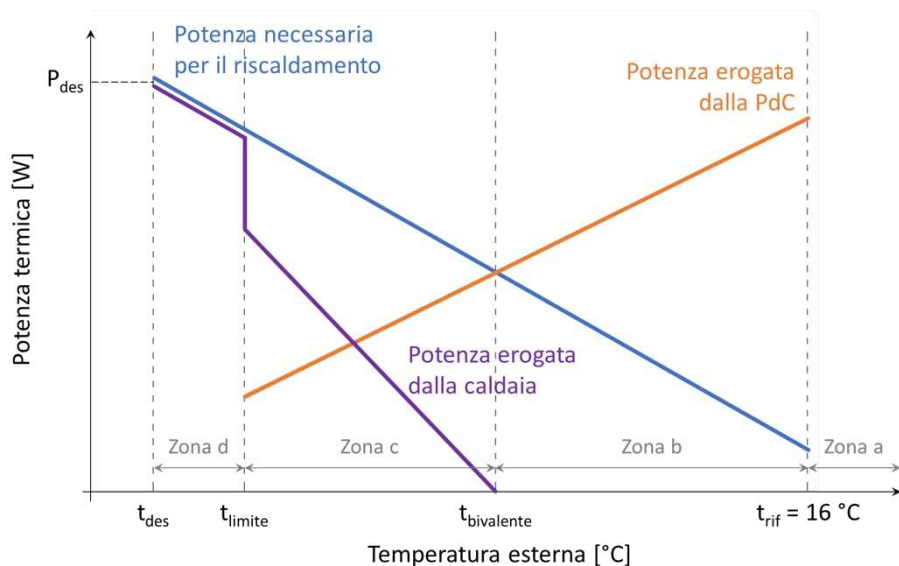
Impianto a circuito chiuso

- Parametri di progetto maggiormente significativi:

- Quantitativo giornaliero di acqua richiesta dall'impianto
- Quantità di energia termica necessaria all'impianto
- Caratteristiche dell'area geografica di installazione
- Condizioni climatiche

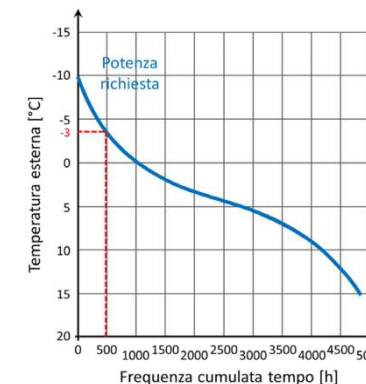
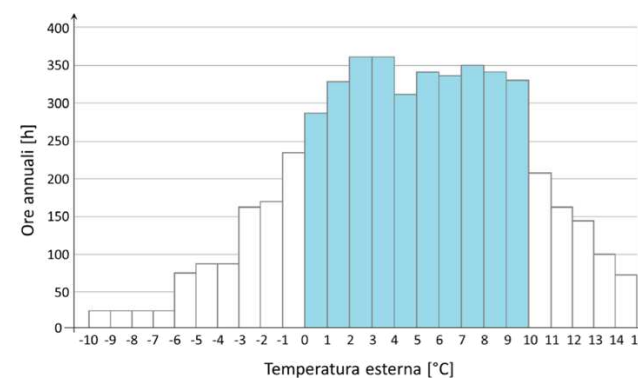
- Contrariamente alla caldaia a condensazione, la potenza erogabile da una pompa di calore dipende dalle condizioni di temperatura a cui lavora.
- La più comune configurazione impiantistica è composta da una caldaia a condensazione e da una PdC aria-acqua.
- **Generatore primario** → Pompa di calore. ; **Generatore secondario** → Caldaia a condensazione

❖ FUNZIONAMENTO :



❖ VANTAGGI

I vantaggi di un impianto ibrido sono fortemente dipendenti dalla località e dalla temperatura di funzionamento.



- La caldaia non presenta una t_{limite} .
- Rendimento della PdC diminuisce al diminuire della $T_{esterna}$ fino a diventare energeticamente meno conveniente della caldaia.
- La caldaia potrebbe fornire l'intero fabbisogno autonomamente (grande **affidabilità** per il riscaldamento dell'intero impianto)
- Il funzionamento contemporaneo risulta utile nelle fasi transitorie.
- I rendimenti dell'impianto ibrido risultano elevati in ogni situazione.
- L'impianto può essere utilizzato anche per il raffrescamento estivo.

➤ **Generatore primario** → Impianto solare termico ;

Generatore secondario → Caldaia a condensazione

➤ Questa tipologia di impianto ibrido permette di sfruttare il sole per :

- Produrre ACS
- Integrare l'energia necessaria al riscaldamento dell'edificio

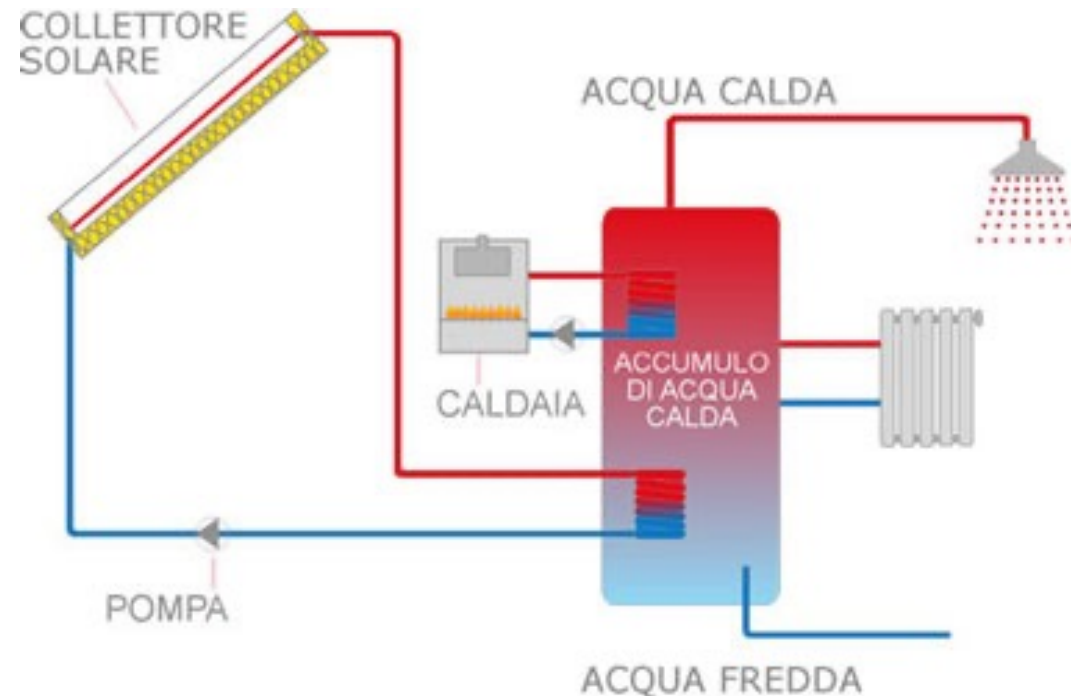
➤ Il principio di funzionamento è basato sulla termoregolazione, grazie ad un componente elettronico intelligente

➤ Principali **vantaggi** :

- Prestazioni elevate
- Riduzione fino al 60-70% sui costi annuali per la produzione di ACS
- Riduzione fino al 35% sui costi annuali per il riscaldamento degli edifici
- Riduzione delle emissioni
- Aumento del valore dell'immobile
- Rapido ritorno dell'investimento

➤ Principali **svantaggi** :

- Sovralimentazione dei collettori solari
- Il solare termico produce ACS a temperature limitate (30-40°C durante la stagione fredda)
- Variabili esogene

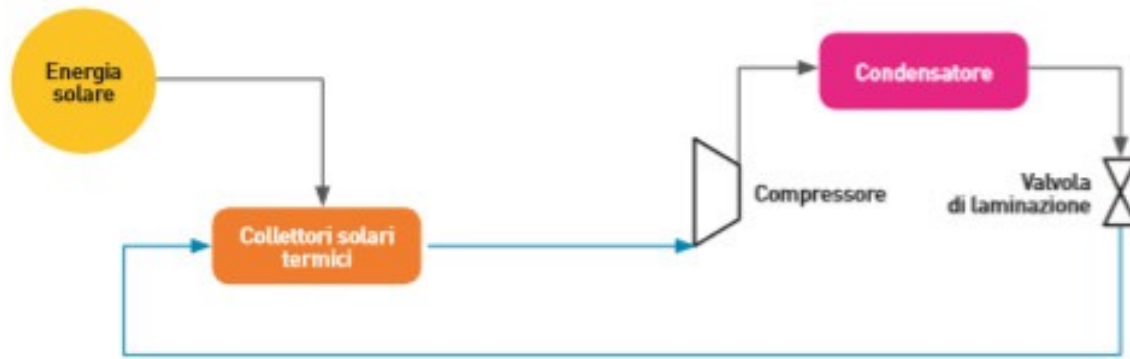


➤ Condizioni in cui è favorevole installare questo tipo di impianto :

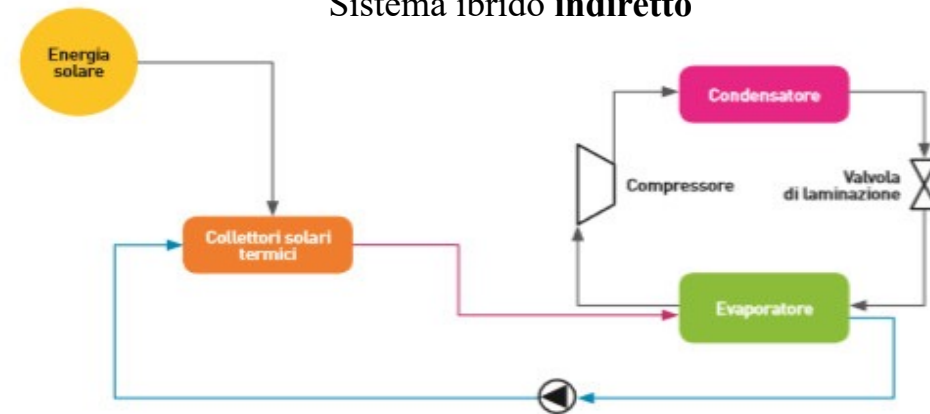
- Edificio richiede riscaldamento per un periodo esteso durante l'anno
- L'edificio si trova in zone climatiche rigide
- Fabbisogni termici dell'edificio ridotti da una buona coibentazione

- L'integrazione con il solare termico consente una richiesta inferiore di energia elettrica per il funzionamento della PdC
- Il sistema elettronico di controllo regola l'iterazione tra i due generatori in base alle condizioni ambientali e al quantitativo di energia disponibile
- Due possibili configurazioni di funzionamento :

Sistema ibrido **diretto**

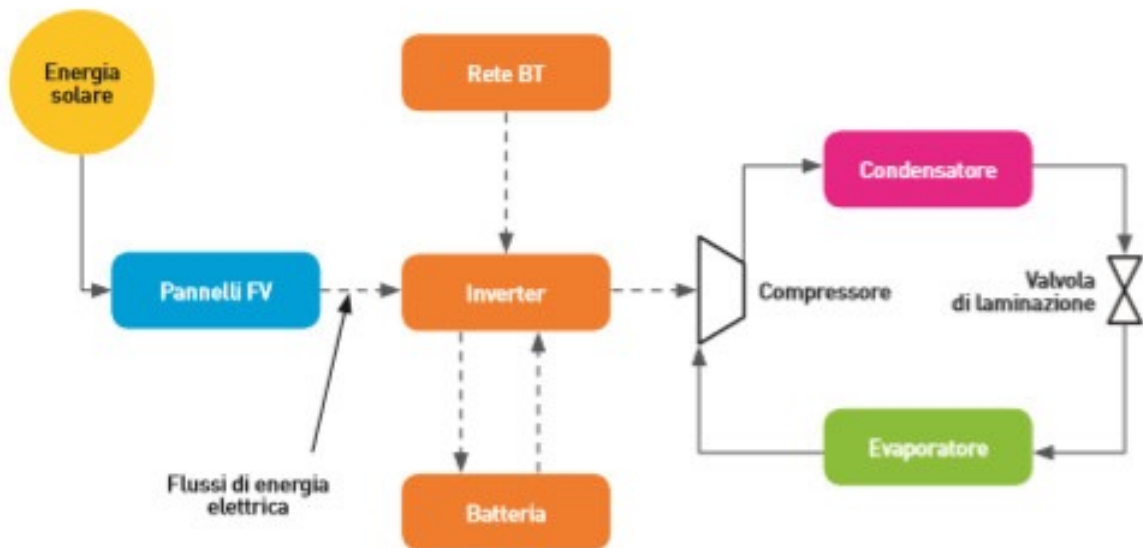


Sistema ibrido **indiretto**



- Principali vantaggi :
 - Riduzione di costi e consumi
 - Sistemi ecologici al 100% (zero emissioni)
 - Sfruttamento perlopiù di risorse rinnovabili
 - Aumento del valore dell'abitazione

- Di particolare interesse risulta l'integrazione di un impianto fotovoltaico ad un sistema ibrido contenente una PdC.



- Principali vantaggi:

- Riduzione dei consumi energetici
- Indipendenza dalla rete elettrica
- Riduzione dell'impatto ambientale
- Aumento del valore dell'edificio

- E' stato stimato che l'installazione di un impianto fotovoltaico integrato con una PdC garantisca un risparmio in bolletta fino all'84%