

POMPE DI CALORE E SISTEMI IBRIDI

IDROCENTRO



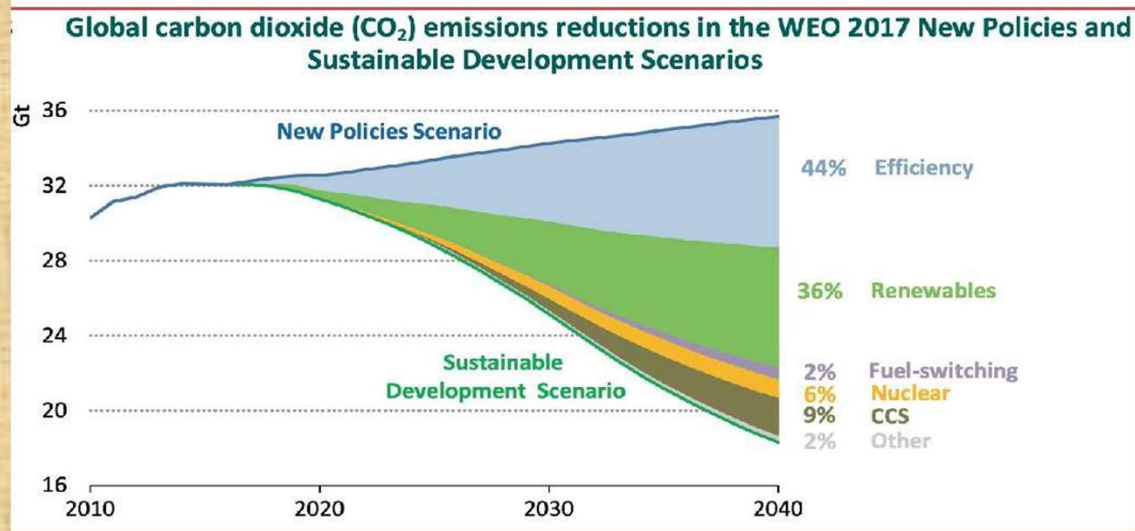
RIDUZIONI DELLE EMISSIONI: SCENARIO

Le riduzioni globali delle emissioni (CO₂) negli scenari dell' IEA per raggiungere gli obiettivi degli accordi di Parigi

- L'efficienza energetica è la voce principale di riduzione delle emissioni di CO₂ negli scenari della IEA pensati per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi.
- la voce principale di riduzione delle emissioni di CO₂ negli scenari della IEA pensati per Le soluzioni per l'efficienza energetica risultano le più convenienti per conseguire gli obiettivi di decarbonizzazione
- Secondo la IEA in media gli investimenti generano tre volte il capitale nel corso della vita utile.
- Gli investimenti richiesti dovrebbero passare però dai 236 G\$ del 2017 a circa 1.300 G\$ nel 2040

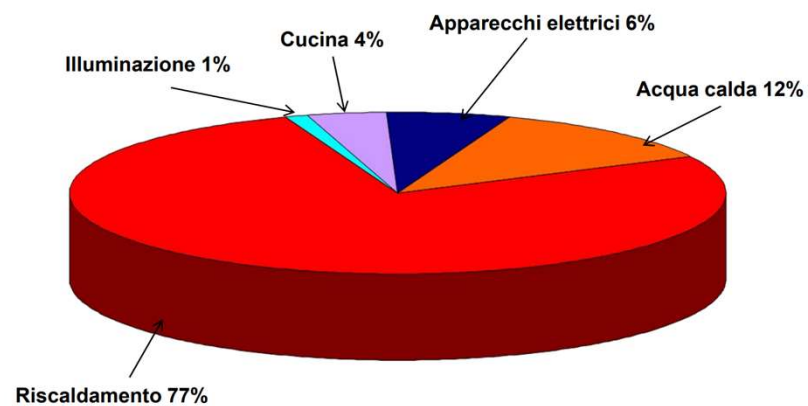
RIDUZIONI DELLE EMISSIONI: SCENARIO

Le riduzioni globali delle emissioni (CO₂) negli scenari dell' IEA per raggiungere gli obiettivi degli accordi di Parigi



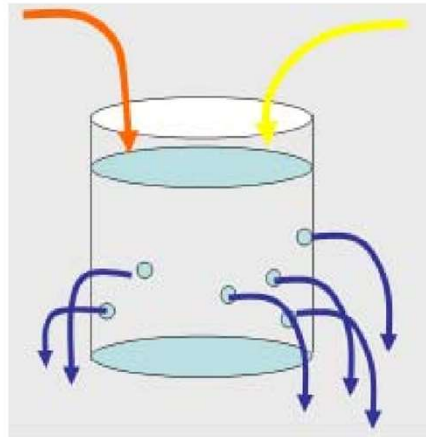
RIDUZIONI DELLE EMISSIONI: SISTEMA EDIFICIO

Ripartizione consumi energetici in casa



RIDUZIONI DELLE EMISSIONI: SISTEMA EDIFICIO

a. il sistema edificio-impianto



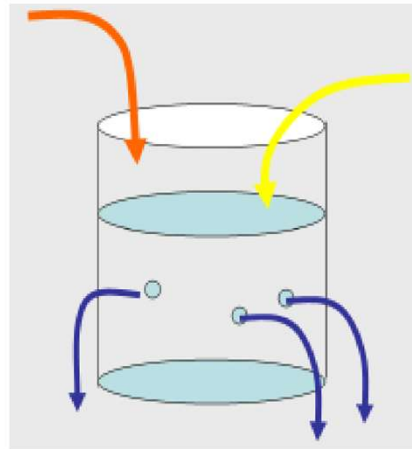
in inverno e in estate
immettiamo grandi quantità di
energia, sottoforma di **risorse
primarie**: gas metano, gasolio,
elettricità, pellets, legna, ecc.

Una parte considerevole di
questa **energia** viene dispersa a
causa:

- delle scarse prestazioni energetiche dell'involucro edilizio
- dello scarso rendimento degli impianti.

RIDUZIONI DELLE EMISSIONI: SISTEMA EDIFICIO

a. il sistema edificio-impianto



OBIETTIVI PRINCIPALI:

- Ridurre le perdite causate dall'involucro
- Aumentare il rendimento degli impianti
- Utilizzo delle fonti rinnovabili

IMPIANTI TERMICI: PRINCIPALI SOTTOSISTEMI

- *Impianti di riscaldamento*

- sottosistema di generazione
 - sottosistema di distribuzione
 - sottosistema di regolazione del calore in ambiente
 - sottosistema di emissione
-

IMPIANTI TERMICI: RENDIMENTO

Il rendimento negli impianti termici

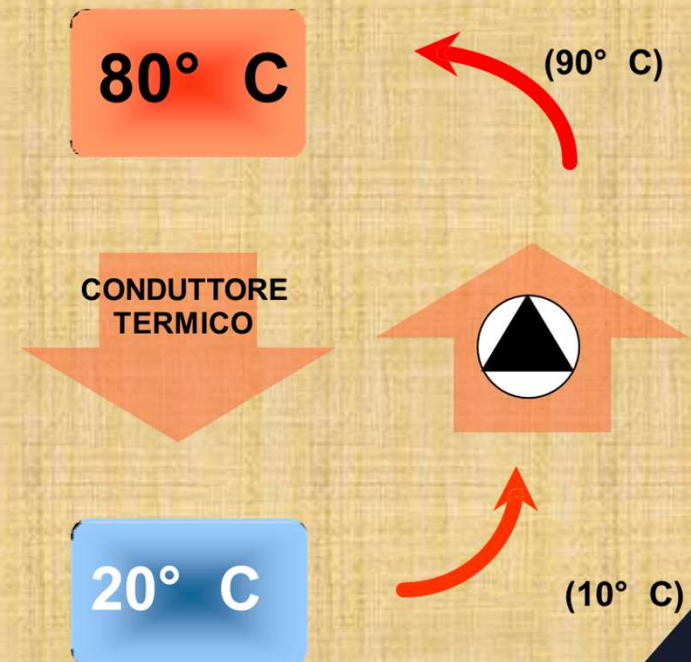
$$\eta_g = \eta_p * \eta_d * \eta_e * \eta_r$$

- η_p *rendimento di produzione del generatore di calore*
- η_d *rendimento rete di distribuzione*
- η_e *rendimento di emissione*
- η_r *rendimento di regolazione*

POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

Secondo principio della termodinamica

- il calore passa da un corpo caldo a un corpo freddo
- per invertire il flusso di calore bisogna utilizzare una macchina frigorifera



POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

Classificazione delle Pompe di calore rispetto alla fonte energetica utilizzata

Ognuna di queste tipologie sfrutta la fonte energetica già presente nell'aria, nell'acqua o nella terra, trasferendo l'energia termica da un elemento all'altro.

Ad esempio:

- aria-acqua,*
- aria-aria,*
- acqua-acqua,*
- acqua-aria,*
- terra-acqua.*

Classificazione in base alla tipologia di funzionamento

Ad esempio:

- elettriche*
- ad assorbimento*
- endotermiche*

POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

Le pompe di calore (PdC) sono dispositivi che trasferiscono calore da una sorgente a temperatura più bassa ad una a temperatura più alta. Questo processo è inverso rispetto a quello che avviene spontaneamente ed è possibile solo se si fornisce energia alla macchina,

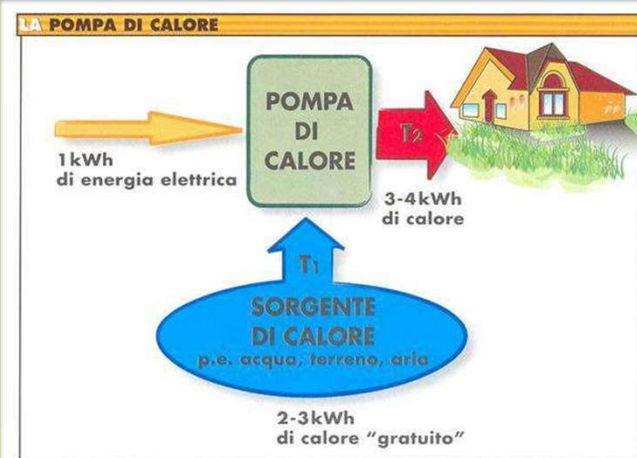
ma il vantaggio è che la PdC restituisce più energia di quanta ne utilizzi per il suo funzionamento.

La sorgente di calore può essere:

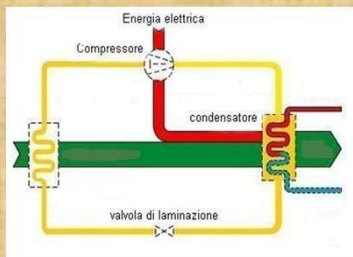
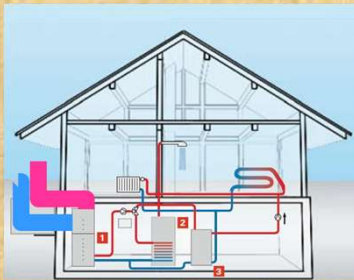
1. aria
2. acqua
3. suolo.

Il calore ottenuto si può utilizzare:

1. riscaldare,
2. raffreddare
3. produrre acqua calda.



POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

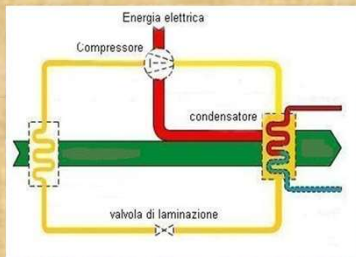
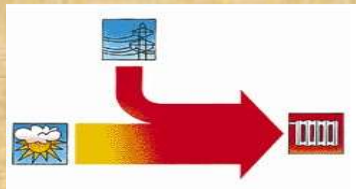


- La pompa di calore:

dispositivo che sfruttando un ciclo termodinamico **cattura un flusso di calore a bassa temperatura** (sorgente) e lo rende **disponibile ad un livello termico più elevato** (utilizzatore). Per far ciò è necessario fornire un determinato lavoro.

- Le pompe di calore ricavano energia dall'ambiente, prelevando e utilizzando l'energia termica disponibile nell'ambiente (terreno, acque di falda, aria). Questo calore naturale viene integrato dal lavoro meccanico del compressore elettrico che permette di elevare le temperature dei fluidi citati a livelli più elevati.

POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE



- La pompa di calore:

dispositivo che sfruttando un ciclo termodinamico **cattura un flusso di calore a bassa temperatura** (sorgente) e lo rende **disponibile ad un livello termico più elevato** (utilizzatore). Per far ciò è necessario fornire un determinato lavoro.

- Le pompe di calore ricavano energia dall'ambiente, prelevando e utilizzando l'energia termica disponibile nell'ambiente (terreno, acque di falda, aria). Questo calore naturale viene integrato dal lavoro meccanico del compressore elettrico che permette di elevare le temperature dei fluidi citati a livelli più elevati.

POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

I vantaggi della tecnologia delle pompe di calore sono numerosi e possono riassumersi nei punti seguenti:

- climatizzazione a ciclo annuale (riscaldamento e raffrescamento) con un'unica macchina;
- incremento dell'efficienza energetica;
- utilizzo di fonti di energia rinnovabile;
- riduzione delle emissioni inquinanti;
- aumento della classe energetica e del valore dell'immobile;
- riduzione dei costi gestionali e manutentivi dell'impianto.

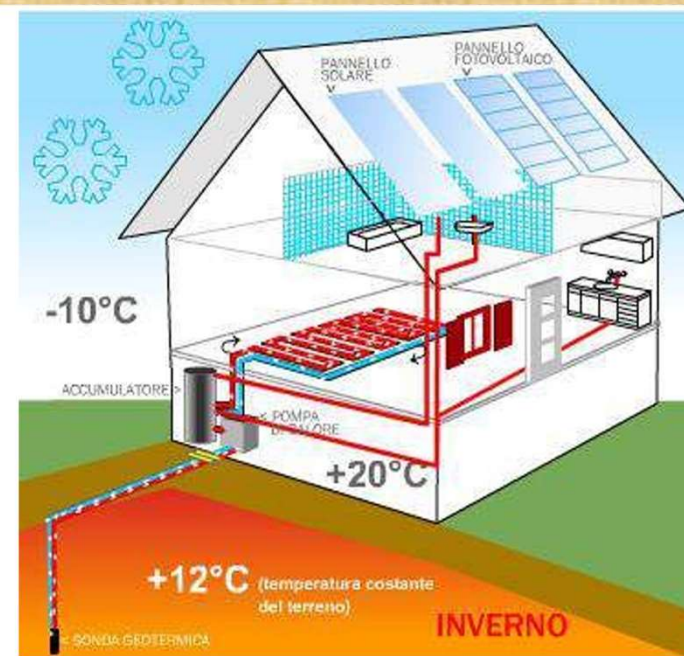
•Le pompe di calore possono essere installate all'esterno, se di tipo aerotermico, o in qualsiasi locale perché non necessitano di ambienti dedicati. Sono inoltre integrabili con altre fonti energetiche rinnovabili, come sistemi solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e sistemi fotovoltaici.

• **L'impiego ideale è in abbinamento con sistemi di emissione radianti (a bassa temperatura) e con impianti dotati di sonde geotermiche che scambiano calore col terreno o fonti termiche a temperatura mediamente stabile.**

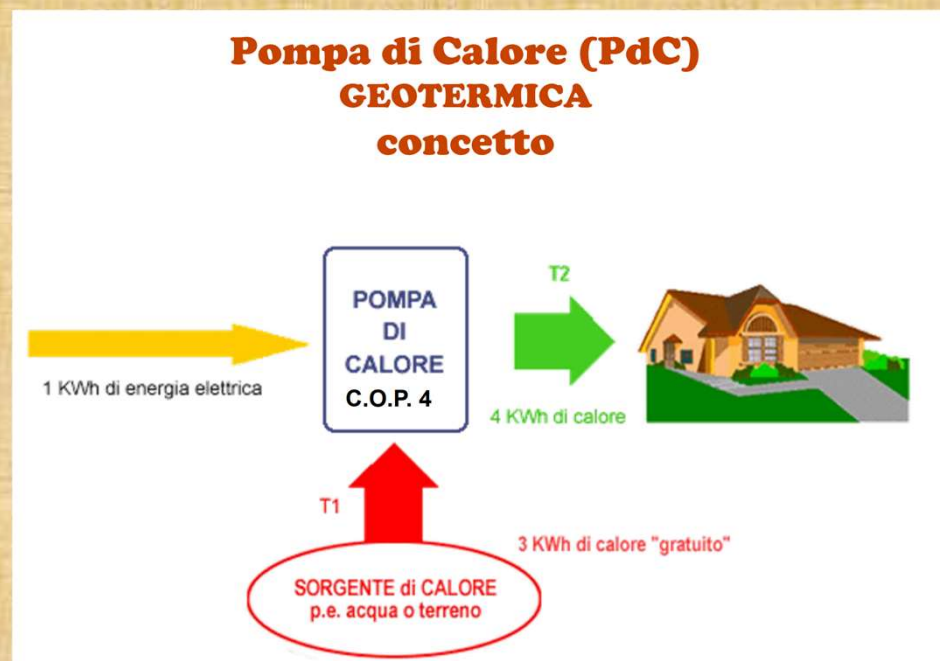
POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

Un impianto geotermico è composto da tre circuiti che interagiscono in maniera simbiotica:

- Sistema di captazione del calore (**sonde geotermiche**)
- La pompa di calore
- Sistema di accumulo e distribuzione del calore



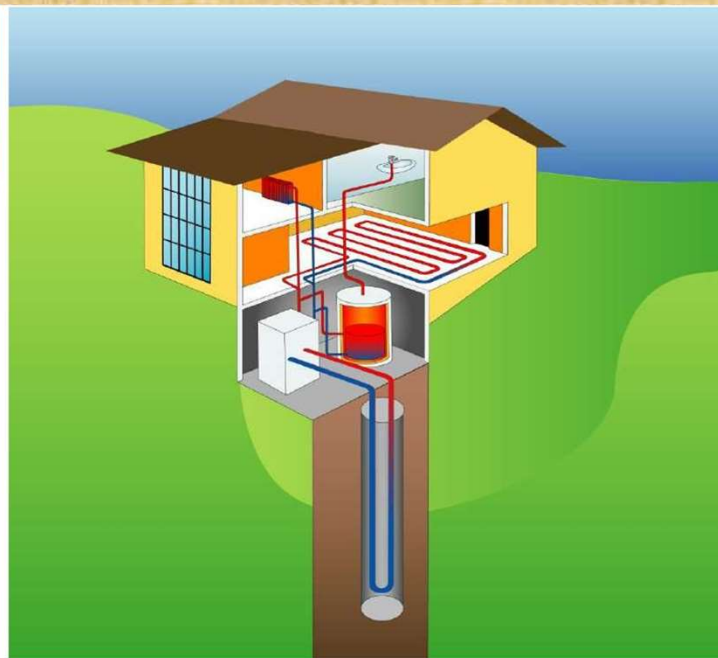
POMPE DI CALORE: GEOTERMIA



POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

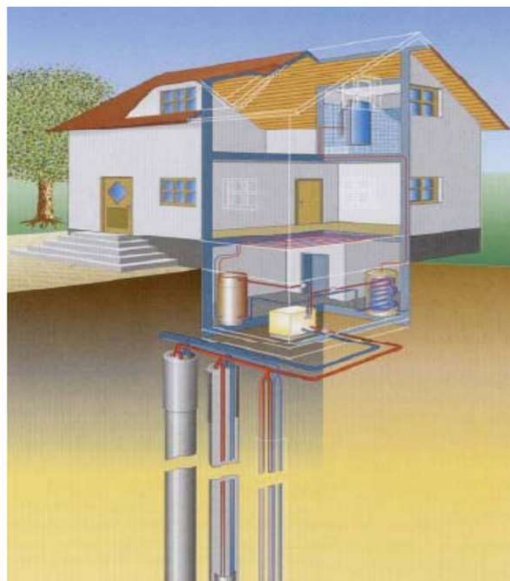
Impianti con sonde geotermiche verticali

Il terreno viene trivellato per effettuare un foro verticale di 10-15 cm di diametro e di una lunghezza generalmente compresa tra 70 e 130 metri, dove la temperatura è di 12-17°C, ricavando un "serbatoio" di calore nel quale la temperatura del terreno resta sempre costante per tutto l'anno ed al quale si attinge per prelevare calore in inverno e cedere calore in estate. Il circuito di scambio di calore fra edificio e sottosuolo avviene per mezzo di uno scambiatore, **la sonda geotermica** immersa nel terreno.



POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

GEOTERMICO (terra/acqua)

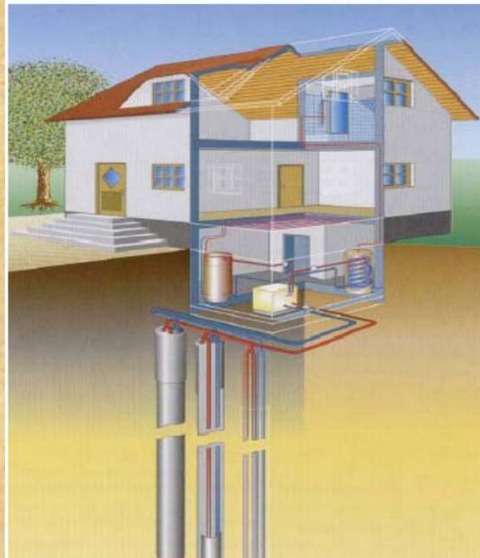


VANTAGGI

- Stabilità idraulica e durata nel tempo dell'impianto
- Certezza ammortamenti
- Impatto ambientale praticamente inesistente
- Nessun impatto visivo
- Possibilità di raffrescamento naturale
- In terreni rocciosi o umidi buone prestazioni
- Iter autorizzativo meno difficoltoso e di più facile ottenimento

POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

GEOTERMICO (terra/acqua)



SVANTAGGI

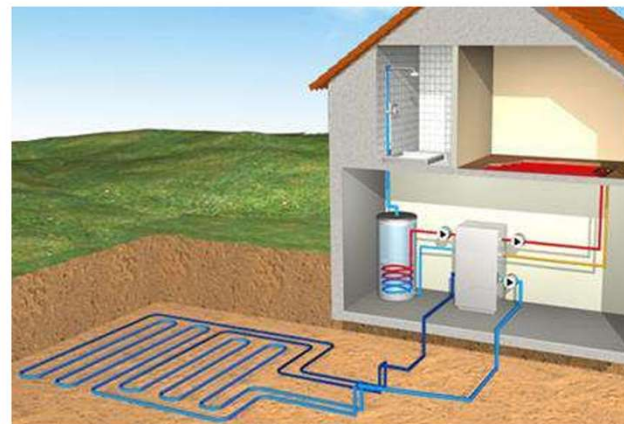
- Costi posa campo sonde (incidenza anche del 45% sul totale dell'impianto)
- Progettazione più precisa (e quindi costosa)
- Manodopera specializzata non sempre reperibile sul proprio territorio
- Difficoltà d'installazione in presenza d'impianti esistenti

POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

Impianti con sonde geotermiche orizzontali

In questo caso si sfrutta il calore del terreno dovuto all'irraggiamento solare accumulato negli strati più superficiali del terreno e quindi risente dell'influenza stagionale dell'apporto solare.

Questo impianto ha bisogno di un'area più ampia per la posa in opera delle sonde rispetto agli impianti a sonde verticali, **corrispondente a 2-3 volte la superficie da riscaldare/raffrescare.**



POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

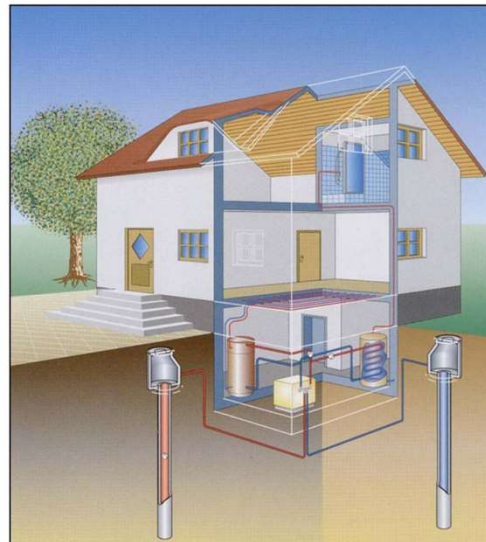
Impianti che sfruttano l'acqua come sorgente termica

Se in quantità sufficiente, l'acqua assicura la migliore efficienza complessiva grazie alla elevata capacità termica, con COP alti e bassi costi di esercizi



POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

GEOTERMICO (acqua/acqua)

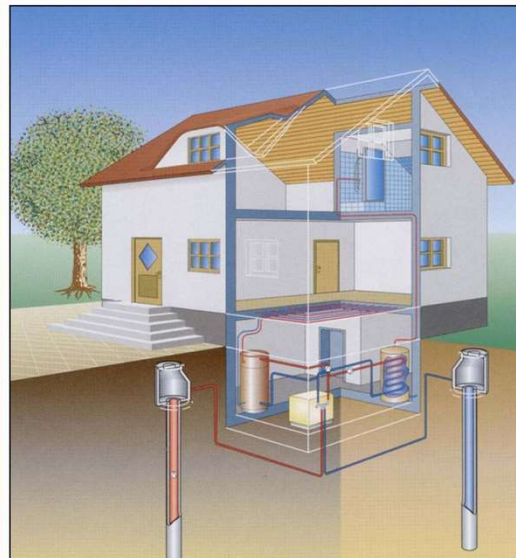


VANTAGGI

- COP alti ($> a 5$)
- Minor investimento iniziale rispetto alle sonde verticali
- Buona certezza degli ammortamenti economici
- Impatto ambientale quasi nullo
- Possibilità di raffrescamento naturale
- Nessun impatto visivo
- Manodopera per pozzi facilmente reperibile sul territorio

POMPE DI CALORE: GEOTERMIA

GEOTERMICO (acqua/acqua)



SVANTAGGI

- Tempi per autorizzazioni lunghi (diversi mesi)
- Monitoraggio costante dell'impianto e maggiore manutenzione rispetto alle sonde geotermiche
- In caso di falde profonde (> 35 m) può essere anti-economico
- Maggior consumo elettrico rispetto alle sonde
- Non utilizzabile con falde dalle scadenti chimiche/fisiche

POMPE DI CALORE: ENDOTERMIA

- L'evoluzione della tecnologia oggi ci permette di adottare soluzioni alternative che, utilizzando il gas (metano o GPL), riducendo drasticamente l'impiego di energia elettrica di rete e ottimizzando i processi energetici, dove la climatizzazione ha assunto un aspetto rilevante.

- Utilizzare un refrigeratore/pompa di calore azionato da motore endotermico
- Utilizzare un sistema ad assorbimento
- Autoprodursi energia elettrica per alimentare un refrigeratore elettrico

- **Come funziona**

- La pompa di calore endotermica a gas e' un sistema in grado di produrre contemporaneamente due forme di energia differenti – meccanica e termica – da un'unica sorgente di energia primaria.
 - **L'energia meccanica** viene trasformata, attraverso un ciclo frigorifero a compressione, in energia frigorifera in estate ed energia termica in inverno, grazie alla reversibilità del ciclo frigorifero stesso. **L'energia termica** viene utilizzata direttamente, tramite adeguati scambiatori di calore.
 - Nella versione in pompa di calore si ottiene un risparmio energetico medio del 25% rispetto ad una pompa di calore elettrica (considerando gli attuali sistemi di produzione di energia elettrica in Italia), con una conseguente riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera.
-

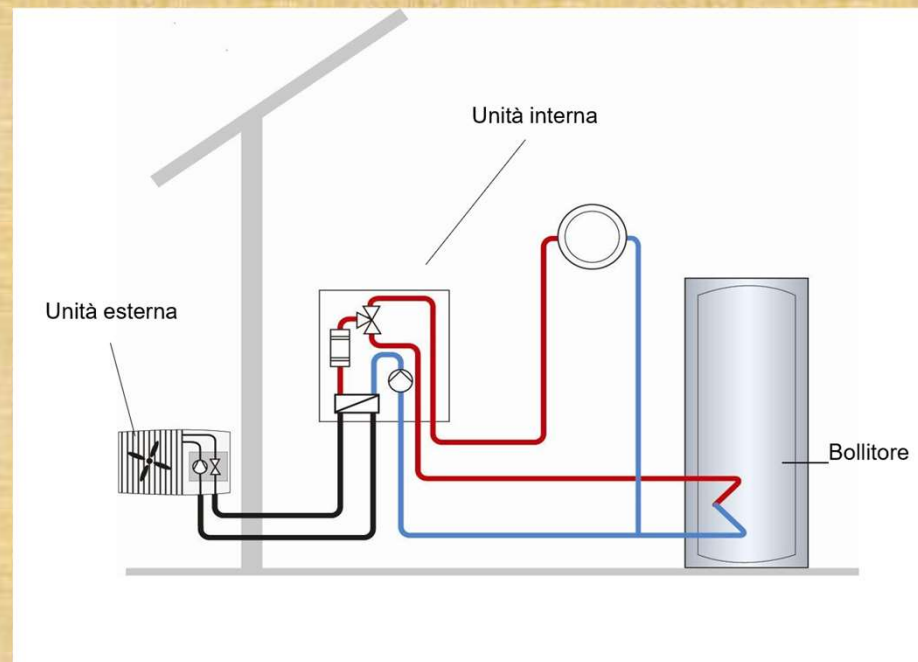
POMPE DI CALORE: ASSORBIMENTO

Le **pompe di calore ad assorbimento** sono delle unità con la medesima funzione delle pompe di calore tradizionali: riscaldare (o raffreddare) un fluido secondario, normalmente acqua.

La differenza maggiore tra le pompe di calore ad assorbimento e le pompe di calore tradizionali (o elettriche) a gas è l'**assenza della fase di compressione**. In questa tipologia di macchine la fase di compressione è totalmente sostituita con due fasi distinte: la generazione e l'assorbimento.

[ROBUR K18 - Ciclo di funzionamento - YouTube](#)

POMPE DI CALORE: AEROTERMIA



POMPE DI CALORE: AEROTERMIA

PdC aerotermica (aria/acqua)

VANTAGGI

- ❖ Fonte sempre disponibile
- ❖ Tecnologia sperimentata ed affidabile (*per le monoblocco*)
- ❖ + economiche e di + facile installazione
- ❖ Con temperature esterne non troppo alte ($18-28^{\circ}\text{C}$) molto efficienti x acs

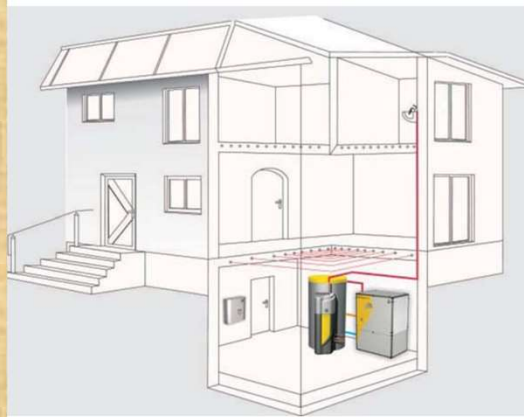
SVANTAGGI

- ❖ Con temperature esterne basse ($<0^{\circ}\text{C}$) poco efficienti per riscaldamento e acs
- ❖ Con temperature esterne alte ($25-35^{\circ}\text{C}$) poco efficienti per raffrescamento
- ❖ Spazio occupato maggiore (*per le monoblocco*)
- ❖ Rumorosità ed espulsione aria
- ❖ Impatto visivo

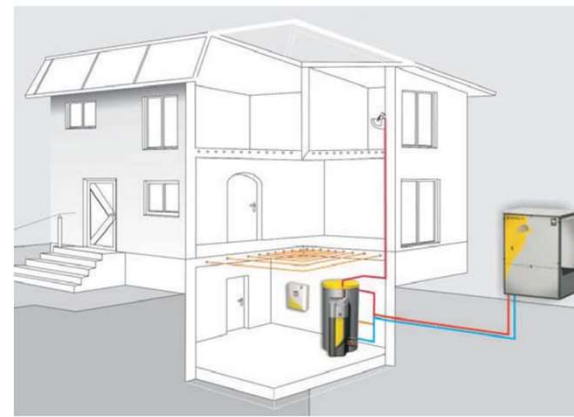
POMPE DI CALORE: AEROTERMIA

PdC aerotermica (aria/acqua) MONOBLOCCO

(INSTALL. INTERNA)



(INSTALL. ESTERNA)

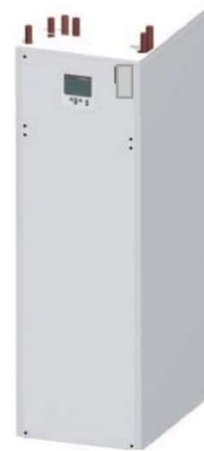


POMPE DI CALORE: AEROTERMIA

PdC aerotermica (aria/acqua) "SPLITTATE"



UNITA' ESTERNA

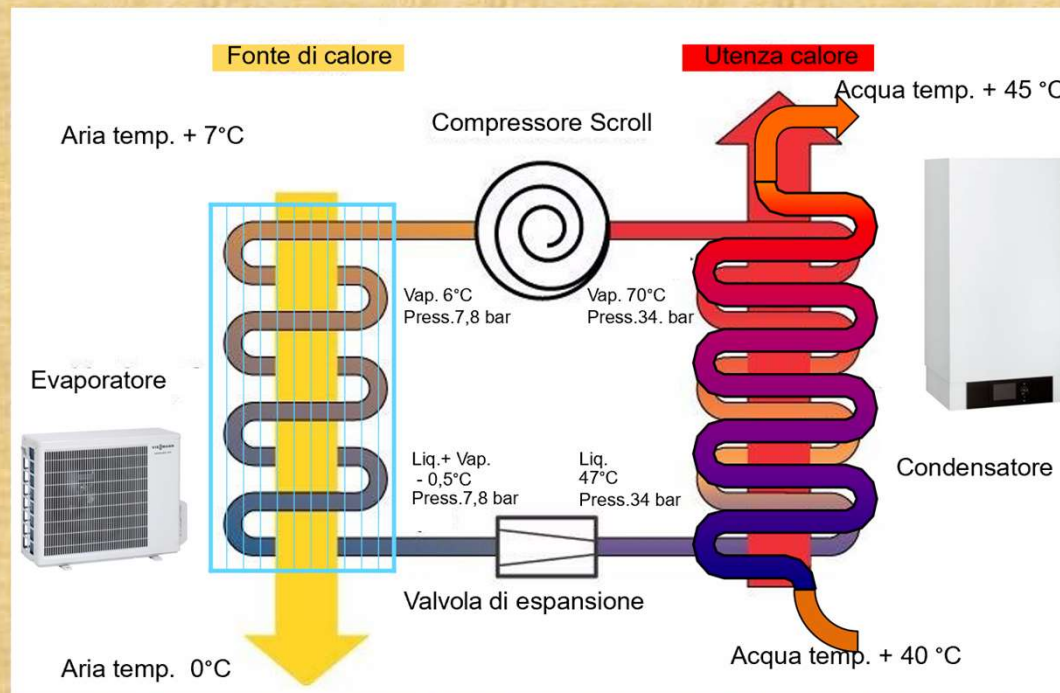


**UNITA' INTERNA
con accumulo acs**

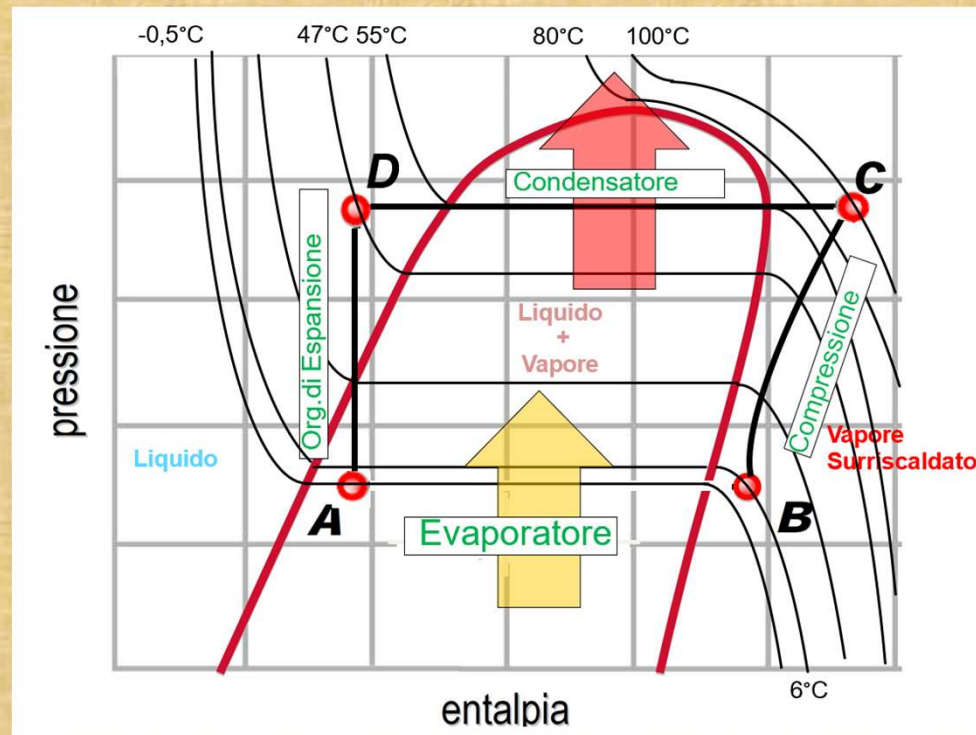


**UNITA' INTERNA
senza accumulo**

POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE



PROCESSO CIRCUITO POMPA DI CALORE: DIAGRAMMA PRESSIONE ENTALPIA



POMPE DI CALORE: CONCETTI DI BASE

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il ciclo frigorifero

sorgente di calore

utenza termica

Aria est.
+7°C

Mandata risc.
35°C

Vapore
7 bar
+ 1°C

Vapore
24 bar
+ 65°C

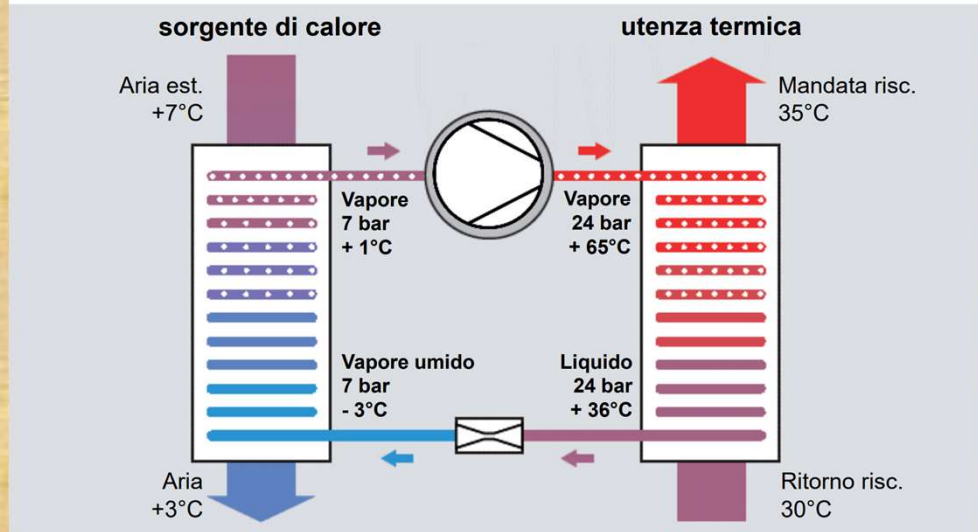
Vapore umido
7 bar
- 3°C

Liquido
24 bar
+ 36°C

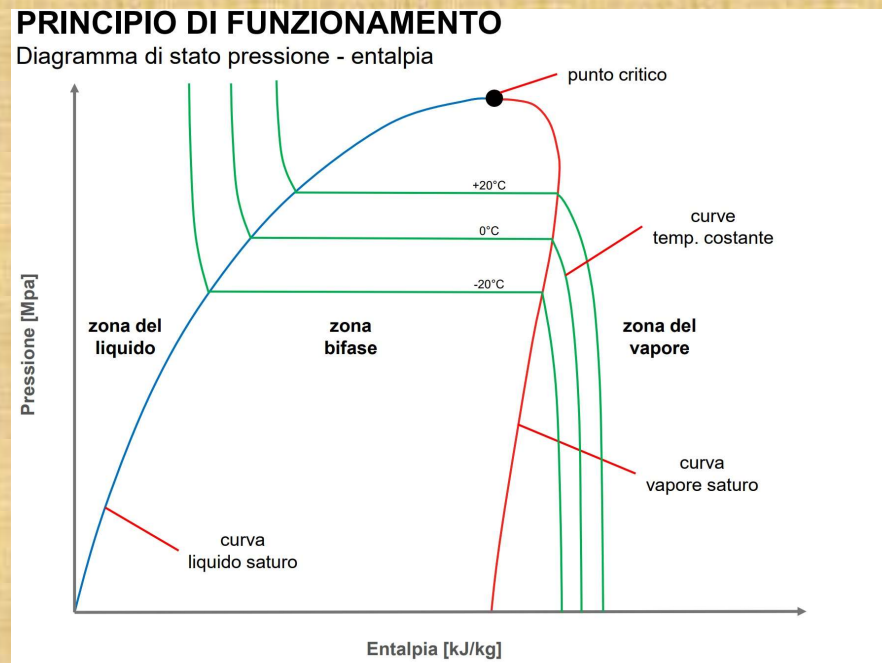
Aria
+3°C

Ritorno risc.
30°C

R410A



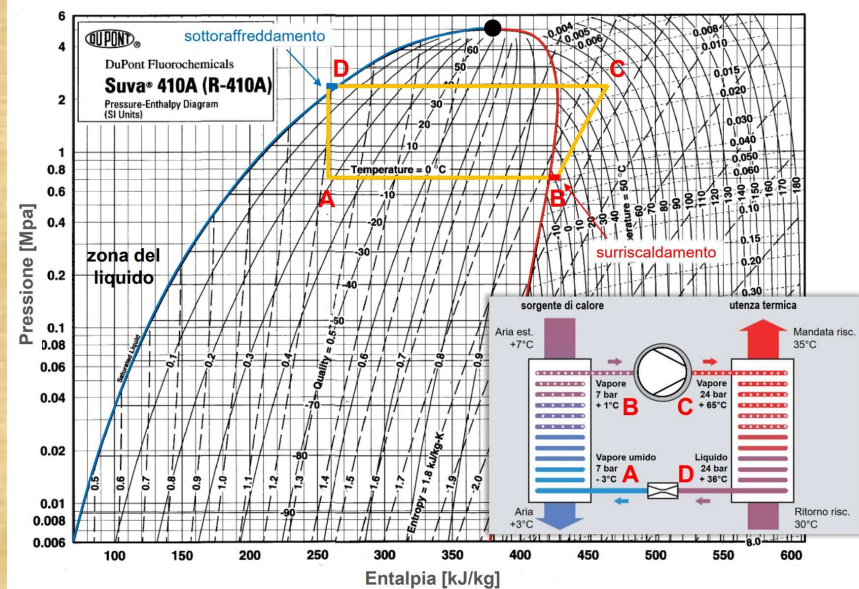
PROCESSO CIRCUITO POMPA DI CALORE: DIAGRAMMA PRESSIONE ENTALPIA



PROCESSO CIRCUITO POMPA DI CALORE: DIAGRAMMA PRESSIONE ENTALPIA

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il ciclo frigorifero sul diagramma P - H

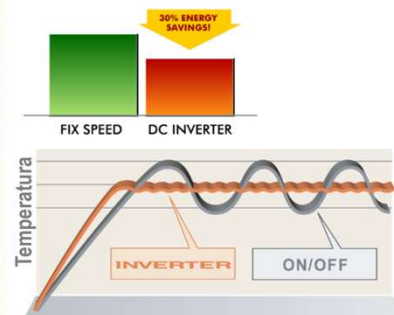


POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore - tecnologia inverter

Il **compressore** è l'elemento che costituisce il cuore del circuito frigorifero. Esso è incaricato far circolare il fluido refrigerante all'interno del circuito, quindi di aspirarlo allo stato gassoso dall'evaporatore e comprimerlo, aumentandone la pressione, verso il condensatore.



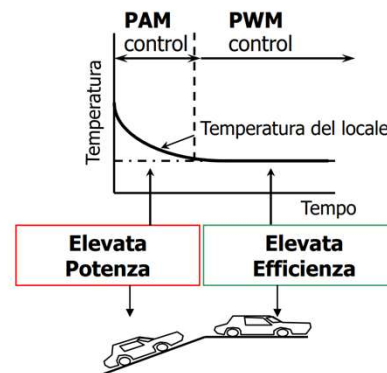
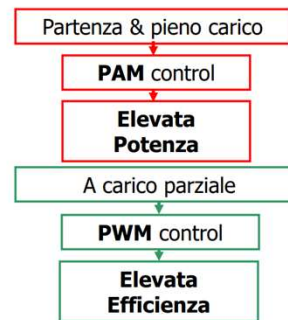
Per tecnologia **INVERTER** intendiamo il sistema di software, hardware di controllo e di potenza in grado di modificare l'alimentazione elettrica di un motore per poterne modulare la velocità.

Ne possono beneficiare compressori, pompe e ventilatori.

POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

POMPE DI CALORE INVERTER

L'Inverter Ibrido DC

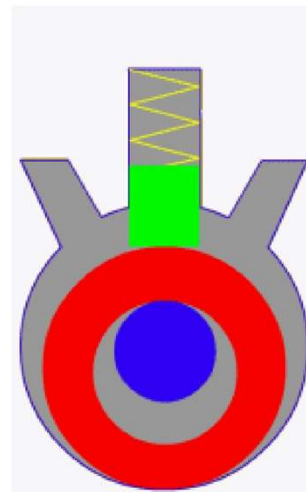


- L'Inverter Ibrido DC ha il controllo PWM & PAM per il compressore
- Il controllo PWM offre Elevata Efficienza attraverso la variazione di frequenza
- Il controllo PAM offre Elevata Potenza attraverso la variazione di tensione e una coppia di spunto del compressore elevata

POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore ROTARY e TWIN-ROTARY



POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore SCROLL



POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore SCROLL



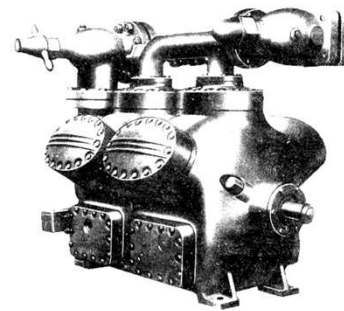
POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

COMPRESSORE VOLUMETRICO ALTERNATIVO



Semiermetico

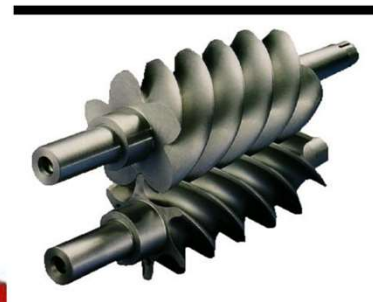
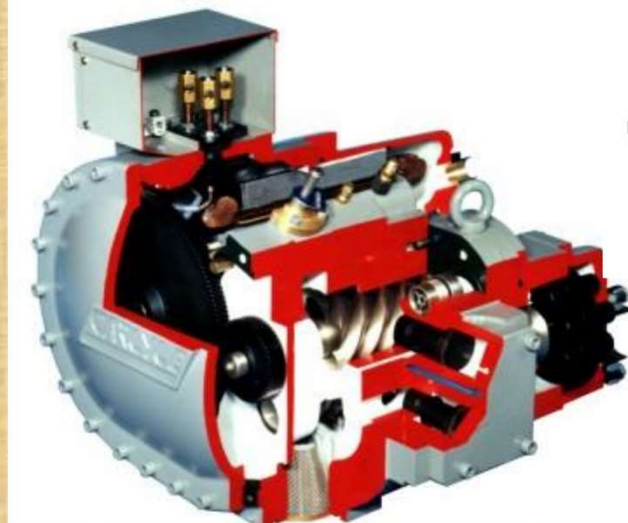


Aperto

POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore a VITE



POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Compressore CENTRIFUGO



POMPE DI CALORE: COMPRESSORI

COMPRESSORI

Tipologie e campi di impiego

Tipologia di Compressore	*Potenza Frigorifera [kW]
Pistoni	0,5 ÷ 1000
Palette- Rotativo	0,5 ÷ 10
Scroll	2,5 ÷ 100
Vite	50 ÷ 1000
Centrifughi	> 500

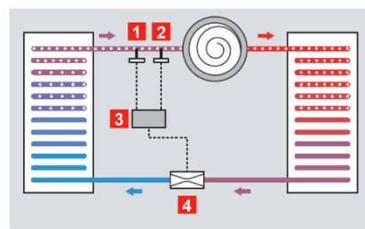
* Valori puramente indicativi

POMPE DI CALORE: VALVOLA DI ESPANSIONE

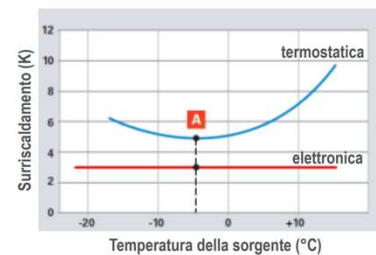
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Valvola di espansione

L'**organo di laminazione** può essere un semplice tubo capillare di diametro ridotto, una valvola termostatica oppure elettronica. Attraversandolo, il refrigerante liquido torna a bassa pressione e bassa temperatura pronto per evaporare. Si tratta di un organo di strozzamento che degrada l'energia di pressione in attrito e regola il flusso di refrigerante.



1 Sensore di temperatura 2 Trasduttore di pressione
3 Regolatore 4 Valv. di espansione



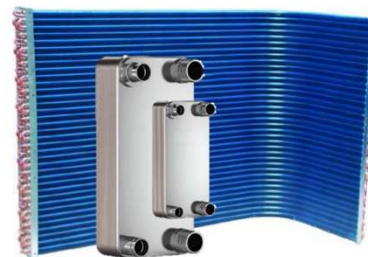
A Punto di progetto

POMPE DI CALORE: VALVOLA 4 VIE

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

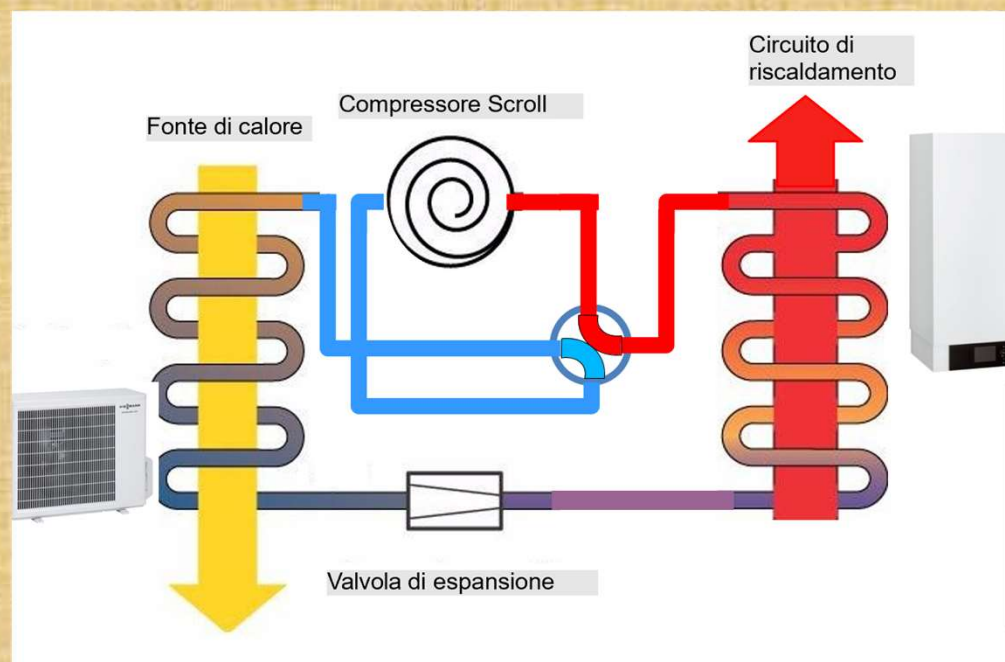
Evaporatore / Condensatore - Valvola 4 vie

Evaporatore e condensatore sono scambiatori di calore, di diverso tipo. Nell'**evaporatore** il refrigerante cattura calore dalla sorgente rinnovabile (acqua o aria) per passare allo stato di vapore, nel **condensatore** il refrigerante cede calore all'utenza (acqua o aria) ritornando allo stato liquido.

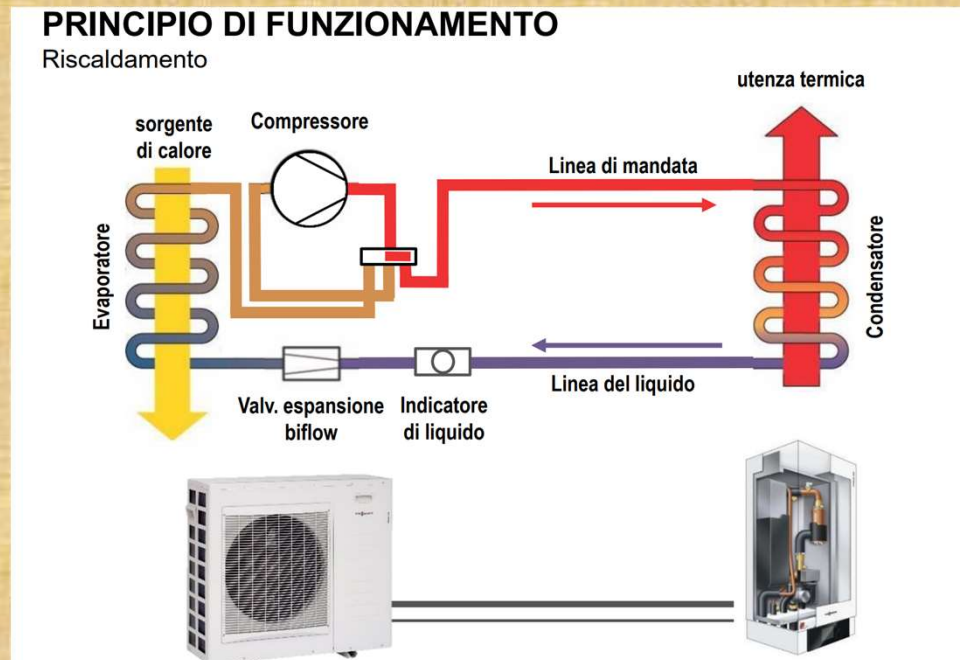


La **valvola 4 vie** è il dispositivo che nelle pompe di calore reversibili inverte il circuito frigorifero, scambiando evaporatore e condensatore, per passare dal riscaldamento al raffreddamento (sbrinamento).

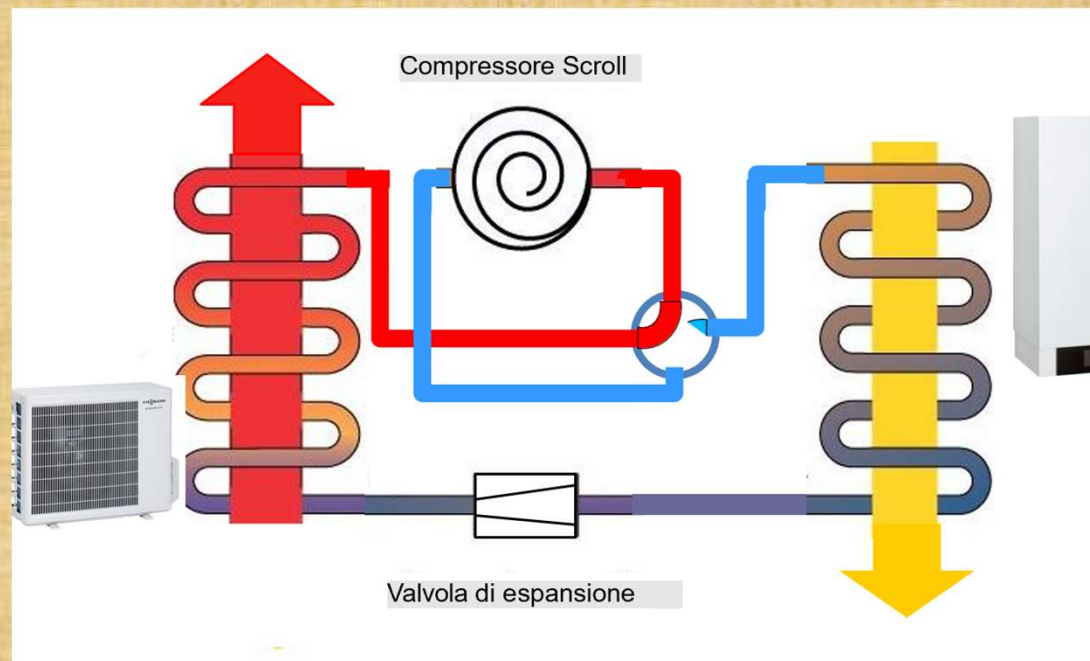
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO POMPA DI CALORE: RISCALDAMENTO



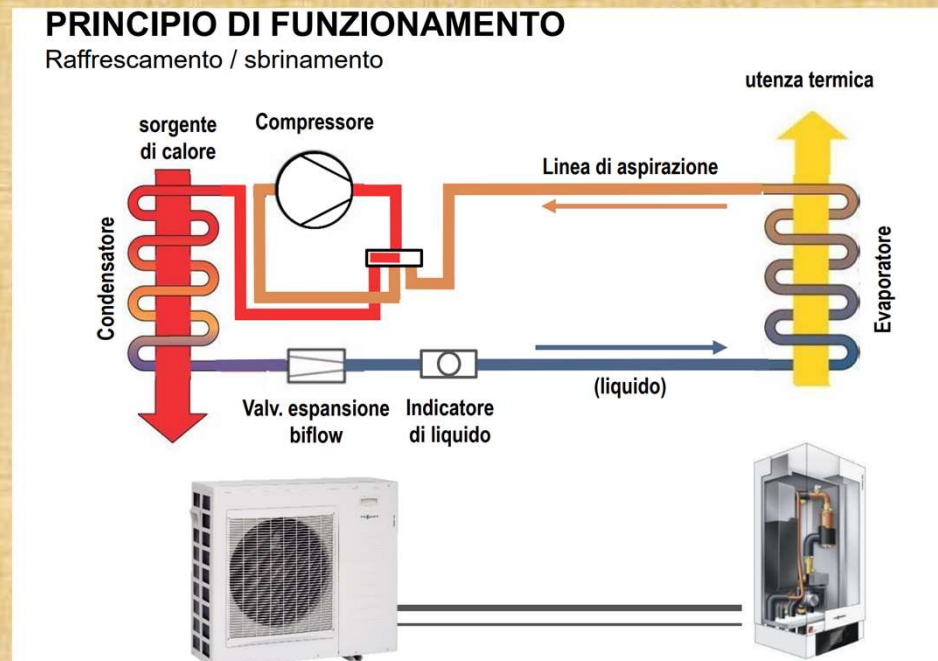
PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO POMPA DI CALORE: RISCALDAMENTO



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO POMPA DI CALORE: RAFFRESCAMENTO



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO POMPA DI CALORE: RAFFRESCAMENTO



GAS REFRIGERANTI

GAS REFRIGERANTI.... QUESTI SCONOSCIUTI!

R410



HFC

R290

CFC

R404



HCFC

R744

R134

GAS REFRIGERANTI

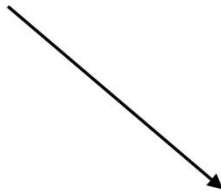
REFRIGERANTI PIÙ COMUNI NATURALI E ARTIFICIALI

Naturali



- Ammoniaca
- Anidride Carbonica
- Idrocarburi

Artificiali

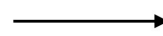


- CFC = CloroFluoroCarburi
- HCFC = IdroCloroFluoroCarburi
- HFC = IdroFluoroCarburi

GAS REFRIGERANTI

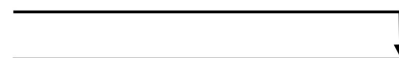
REFRIGERANTI – PURI E MISCELE

Puri



➤ Fluido **monocomponente**

Miscele



Miscele **pluricomponente**

- Zeotropiche = **Differenza di temperatura (glide)** durante un cambiamento di fase isobaro.
- Azeotropiche = **Temperatura costante** durante un cambiamento di fase isobaro.
- Quasi azeotropiche = **glide ridotto**.

GAS REFRIGERANTI

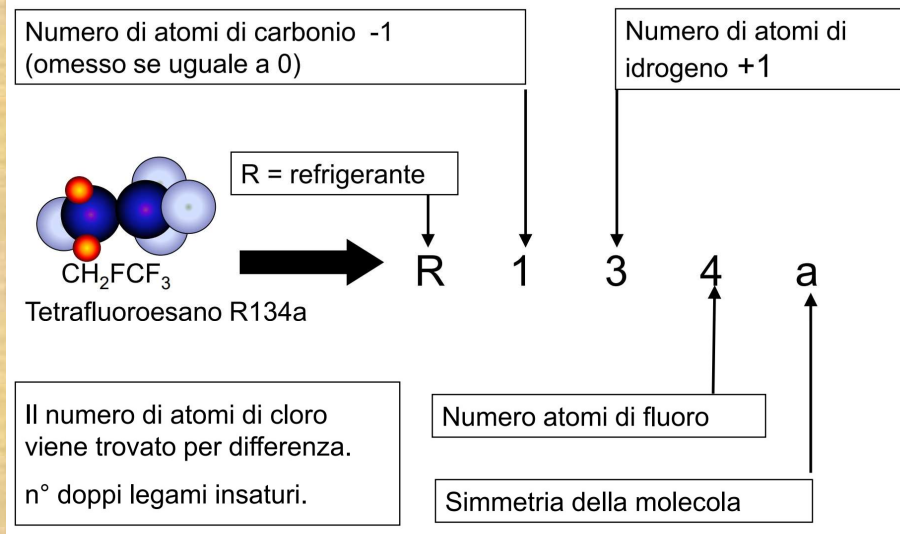
REFRIGERANTI – PURI E MISCELE

Perché miscelare più gas

- Per modificare/calibrare le caratteristiche di un refrigerante puro.
 - Per variarne la densità del vapore in aspirazione al compressore.
 - Ridurre la temperatura di mandata del compressore.
 - Ottenere un voluto grado di miscibilità con l'olio lubrificante.
 - Rendere un refrigerante non infiammabile.
-

GAS REFRIGERANTI

REFRIGERANTI – CLASSIFICAZIONE ASHRAE (STANDARD 34)



GAS REFRIGERANTI

REFRIGERANTI – CLASSIFICAZIONE ASHRAE (STANDARD 34)

R 50 = Metano

R 170 = Etano

R 290 = Propano

R 4... = Miscela Zeotropiche

R 5... = Miscela Azeotropiche

GAS REFRIGERANTI

REFRIGERANTI – CLASSIFICAZIONE ASHRAE (Standard 34)

- Classe A: bassa tossicità
- Classe B: alta tossicità

- Gruppo 1: non infiammabili
- Gruppo 2: debolmente infiammabili
- Gruppo 3: altamente infiammabili

A3 R600a (Isobutano) R290 (Propano)	B3 R1140 (Cloruro di vinile)
A2 HFC 32, HFC 143a HFC 152a, HFC 1234yf (A2L)	B2 R 717 (Ammoniaca)
A1 CFC 11, CFC 12, HCFC 22, HFC 134, HFC 410 a	B1 HCFC 123

GAS REFRIGERANTI

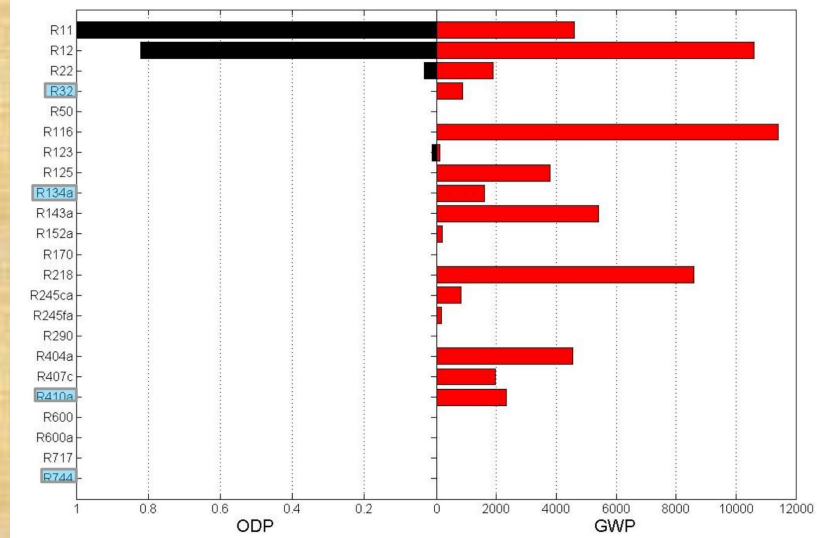
REFRIGERANTI – IMPATTO AMBIENTALE

- **Atmospheric Lifetime** = Tempo di permanenza in atmosfera. Indica la persistenza media del refrigerante, se rilasciato in atmosfera o fino alla sua decomposizione o alla reazione con altri composti chimici.
- **O.D.P. (Ozone Depletion Potential)** = Potenziale di distruzione dell'ozono. Esprime la capacità della sostanza in questione di impoverire lo strato di ozono atmosferico. È un valore adimensionale, riferito al valore unitario assunto per l'R11 (**O.D.P. R11 = 1**).
- **G.W.P. (Global Warming Potential)** = Potenziale di riscaldamento globale. Esprime il contributo diretto della sostanza in questione al riscaldamento globale. È un valore numerico adimensionale, riferito al valore unitario assunto per l'anidride carbonica (**G.W.P. CO₂ = 1**).

N.B. Occorre inoltre considerare anche l'impatto ambientale indiretto (combustione in centrale).

GAS REFRIGERANTI

REFRIGERANTI – IMPATTO AMBIENTALE



GAS REFRIGERANTI

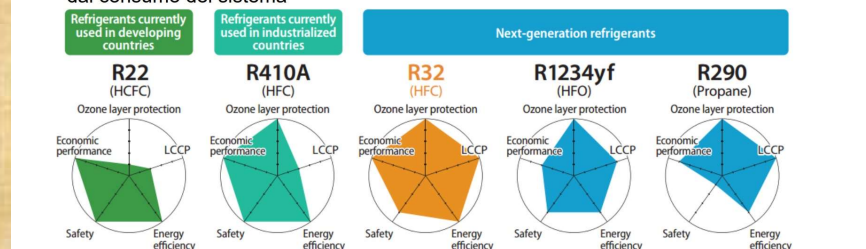
REFRIGERANTI – IMPATTO AMBIENTALE

Cos'è T.E.W.I.?

- T.E.W.I. (Total Equivalent Warming Impact) = Effetto serra diretto + effetto serra indiretto.
- **Effetto serra diretto** = perdita di refrigerante dal sistema che ne fa uso.
- **Effetto serra indiretto** = emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo del sistema.

T.E.W.I. = Effetto serra diretto + effetto serra indiretto

perdita di refrigerante dal sistema + emissioni di anidride carbonica derivanti dal consumo del sistema

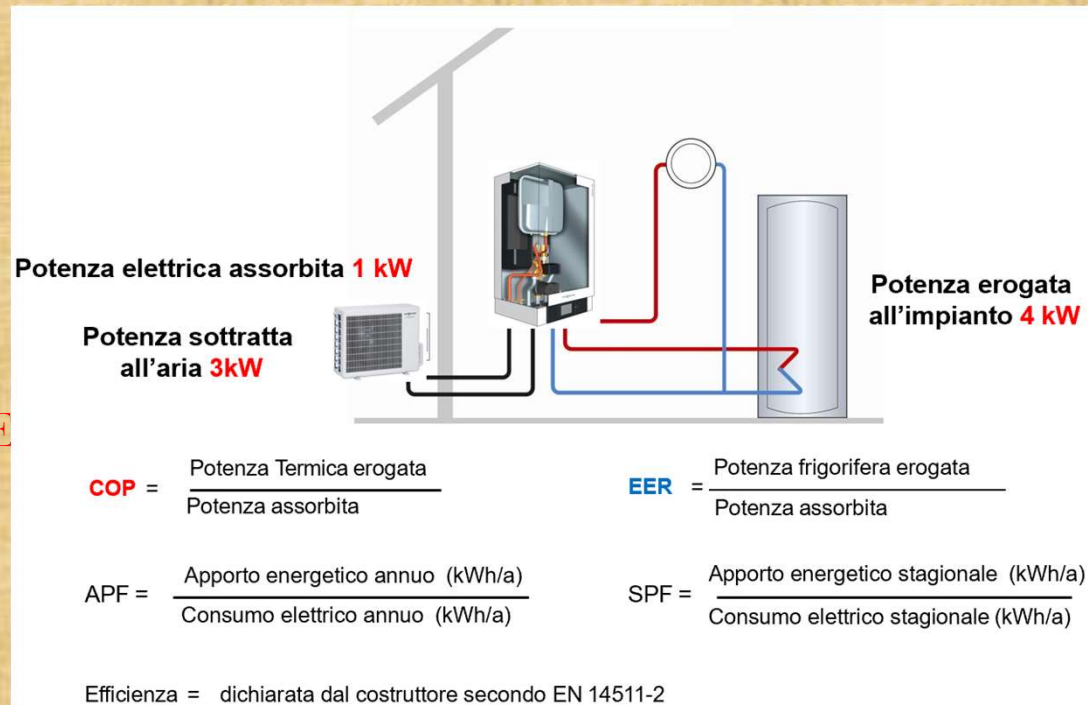


POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

- **Definizione COP,EER,APF,SPF**
 - **Efficienze teoriche e reali**
 - **Sensibilità alle temperature di funzionamento**
-

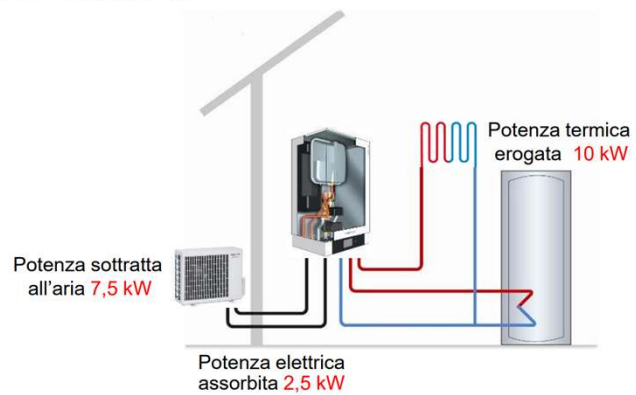
POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

COP:
COEFFICIENT
OF
PERFORMANCE



POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

EFFICIENZA - COP Coefficient Of Performance



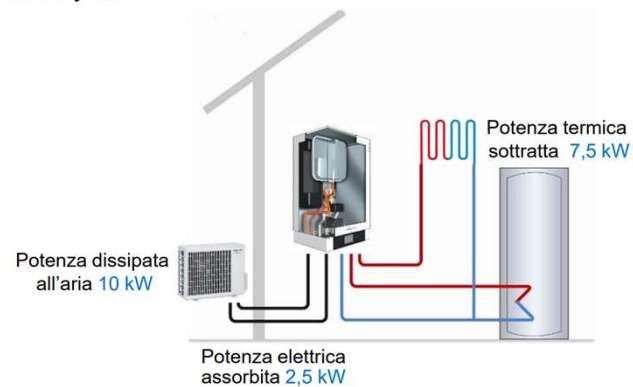
$$\text{COP} = \frac{\text{potenza termica erogata}}{\text{potenza el. assorbita}} = \frac{10 \text{ kW}}{2,5 \text{ kW}} = 4$$

Efficienza dichiarata dal costruttore secondo EN 14511-2

POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

EFFICIENZA - EER

Energy Efficiency Ratio



$$\text{EER} = \frac{\text{potenza frigorifera erogata}}{\text{potenza el. assorbita}} = \frac{7,5 \text{ kW}}{2,5 \text{ kW}} = 3$$

Efficienza dichiarata dal costruttore secondo EN 14511-2

POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

EFFICIENZA STAGIONALE

SPF - Seasonal Performance Factor

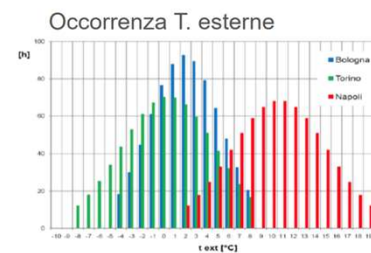
$$\text{SPF} = \frac{\text{apporto energetico stagionale (kWh)}}{\text{consumo energetico stagionale (kWh)}}$$

SCOP-SEER

PRODUTTORE
SCOP (η_s)
a Strasburgo



PROGETTISTA
Calcolo fabbisogni
secondo UNI/TS 11300



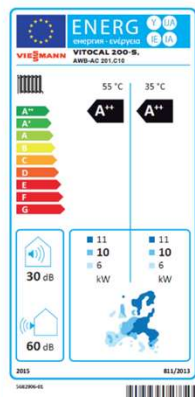
POMPE DI CALORE: EFFICIENZE DI FUNZIONAMENTO

EFFICIENZA STAGIONALE

SPF - Seasonal Performance Factor

$$\text{SPF} = \frac{\text{apporto energetico stagionale (kWh)}}{\text{consumo energetico stagionale (kWh)}}$$

La direttiva ErP introduce il concetto di prestazione stagionale per le pompe di calore. Progettazione ecocompatibile (Reg.813/2013) fino a 400 kW fissa requisiti in termini di prestazioni, rumorosità, informazioni di prodotto. Etichettatura (Reg.811/2013) fino a 70 kW.



η_s «efficienza energetica stagionale del riscaldamento d'ambiente»
Rapporto fra la domanda di riscaldamento d'ambiente per una data stagione di riscaldamento, erogata da un apparecchio di riscaldamento, e il consumo energetico annuo necessario a soddisfare tale domanda, espresso in %

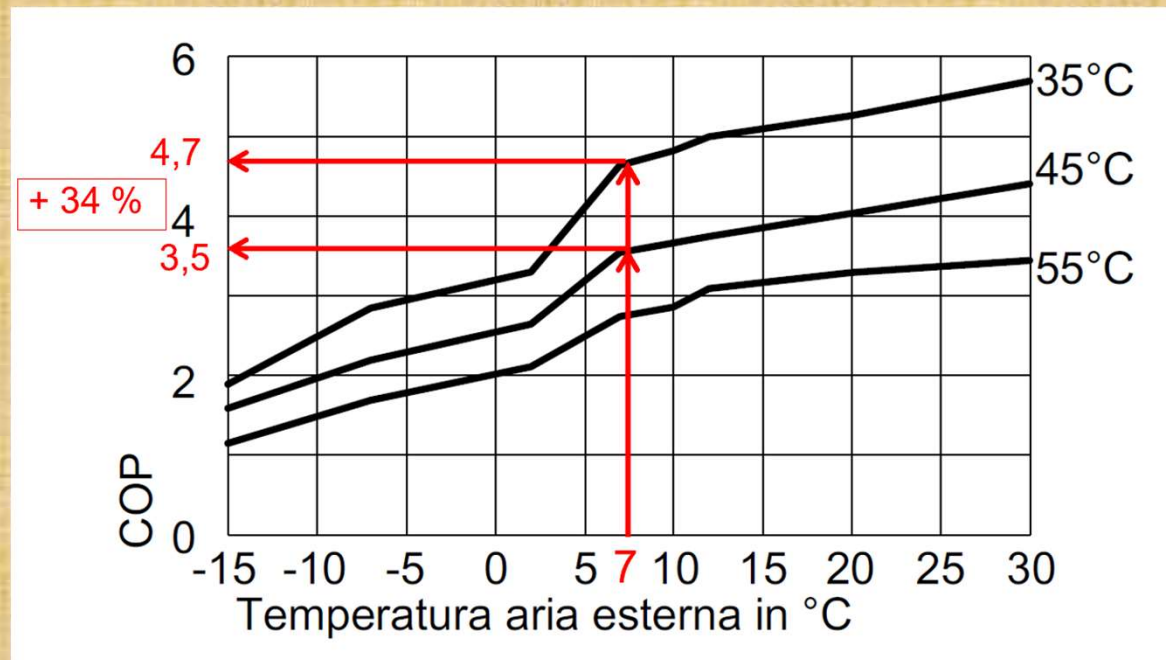
CLASSI DI EFFICIENZA		$\eta_{s,h}$	SCOP aria/acqua	SCOP terra/acqua acqua/acqua
A+++ (dal 2019)	MT	$\geq 150\%$	3,825	3,950
	BT	$\geq 175\%$	4,450	4,575
A++	MT	$\geq 125\%$	3,200	3,325
	BT	$\geq 150\%$	3,825	3,950
A+	MT	$\geq 110\%*$	2,825	2,950
	BT	$\geq 125\%*$	3,200	3,325

Passaggi chiave

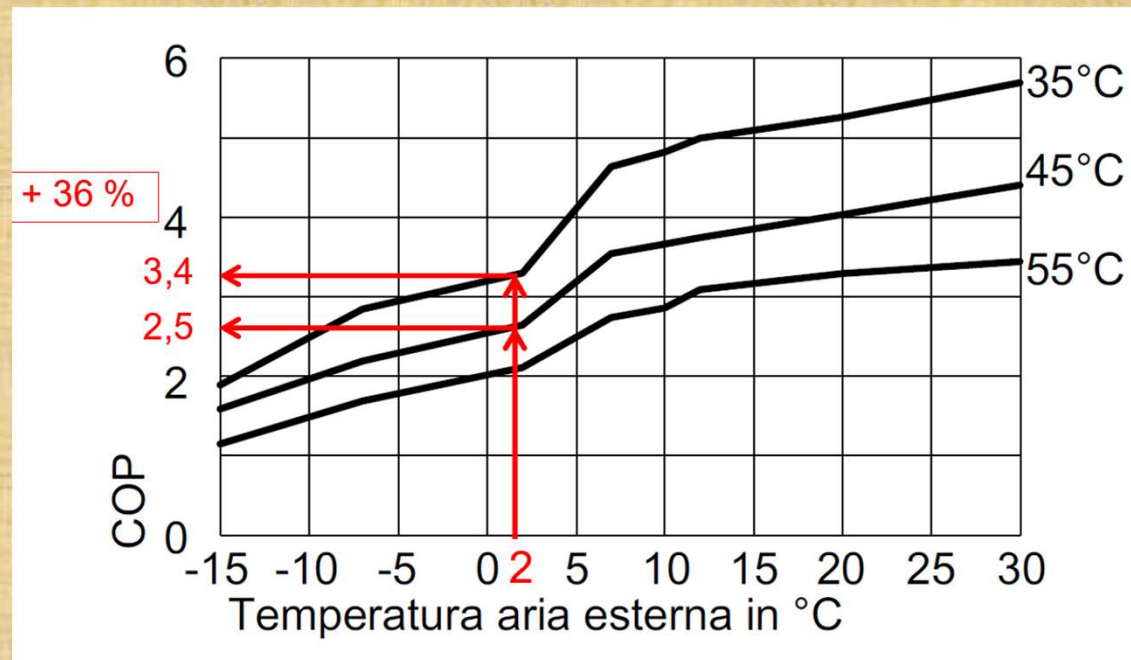
- 26 set 2015
Classi da A++ a G
- 26 set 2017
requisiti minimi più stringenti:
* η_s min 110 % MT; 125% BT
- 26 set 2019
Classi da A+++ a D

© Viessmann Group

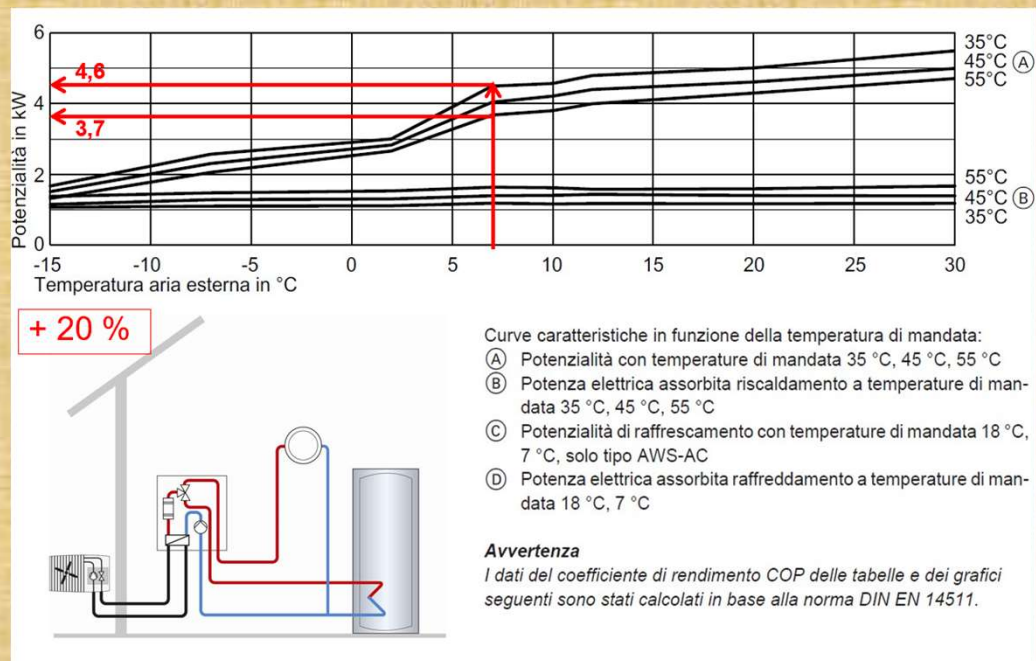
EFFICIENZA E DIFFERENZA DI TEMPERATURA



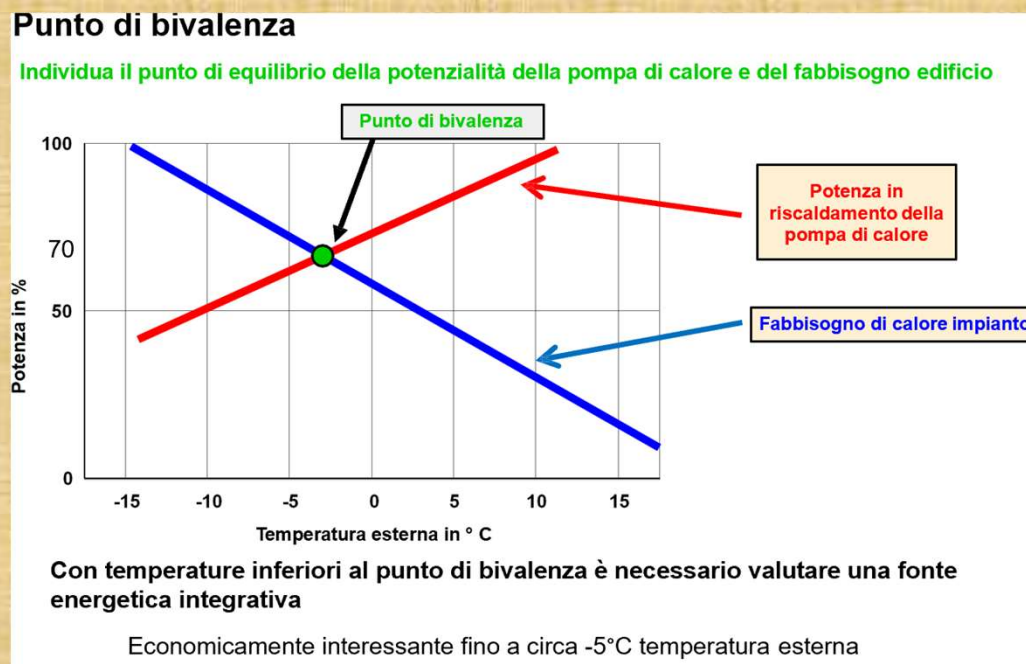
EFFICIENZA E DIFFERENZA DI TEMPERATURA



EFFICIENZA, DIFFERENZA DI TEMPERATURA, POTENZA ELETTRICA

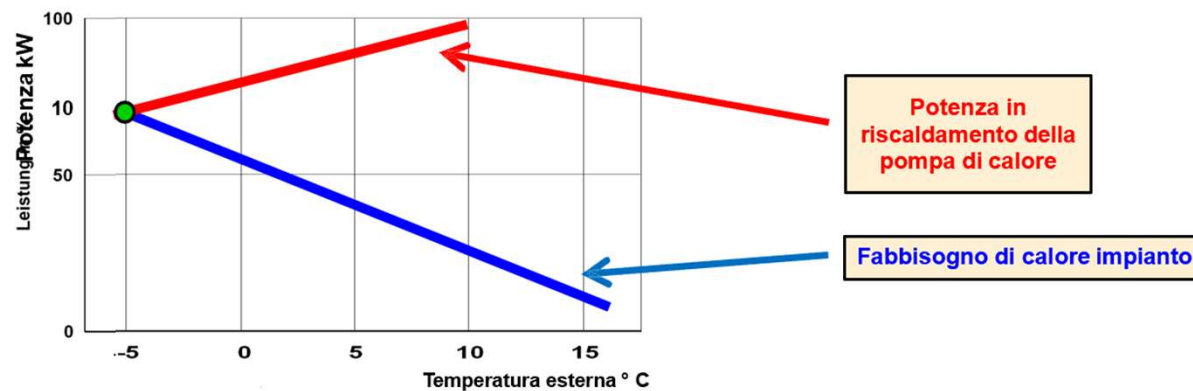


SCELTA DELLA POTENZIALITA' DELLA POMPA DI CALORE



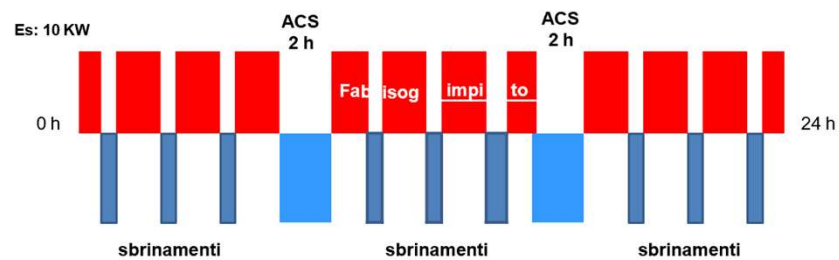
FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE

Funzionamento monovalente



FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE

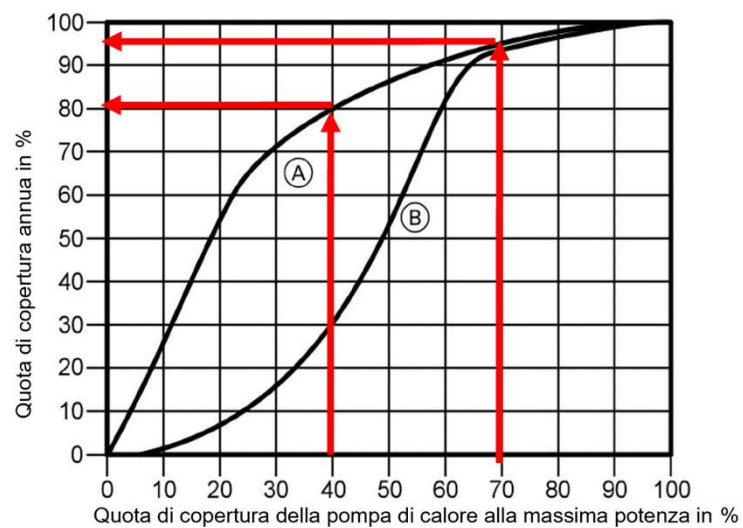
Funzionamento monovalente



Con la sola pompa di calore dimensionata in condizioni di progetto
bisogna tenere conto della produzione ACS e degli sbrinamenti!

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE

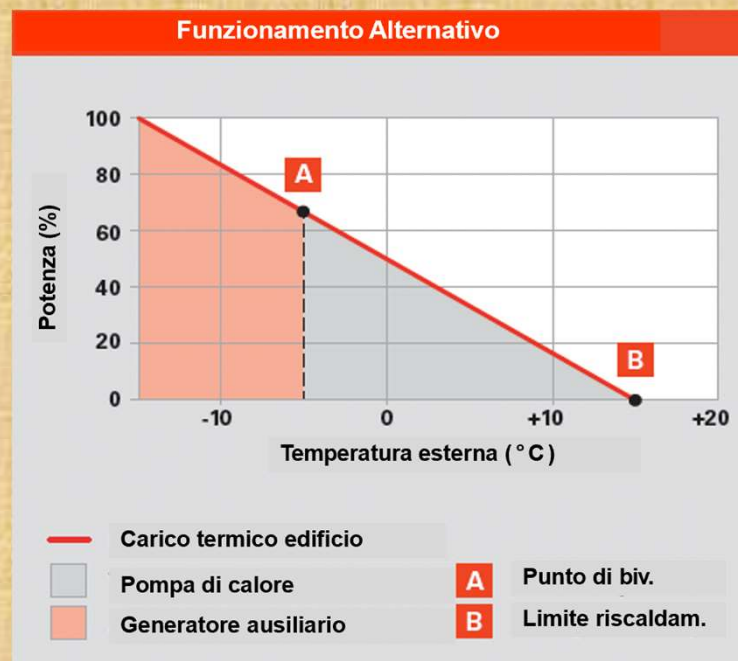
Funzionamento bivalente



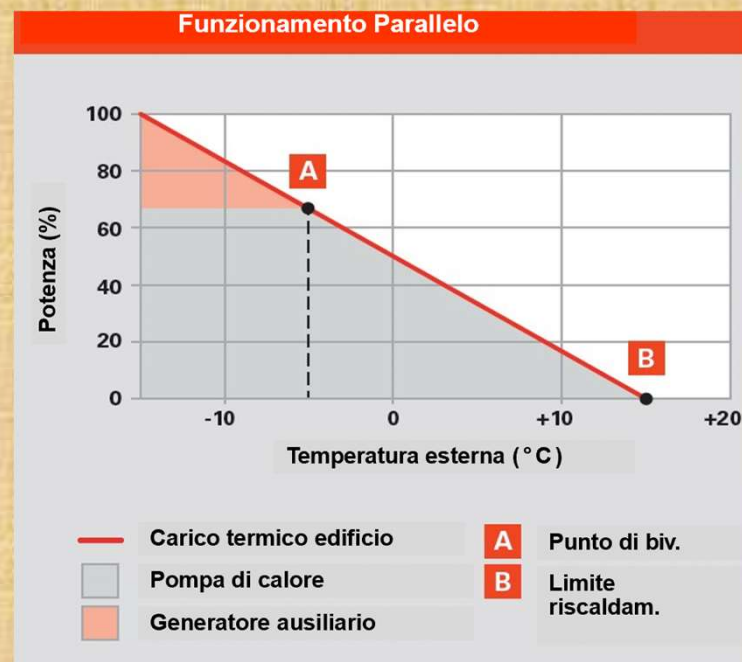
A Modulo di funzionamento bivalente-parallelo

B Modulo di funzionamento bivalente-alternativo

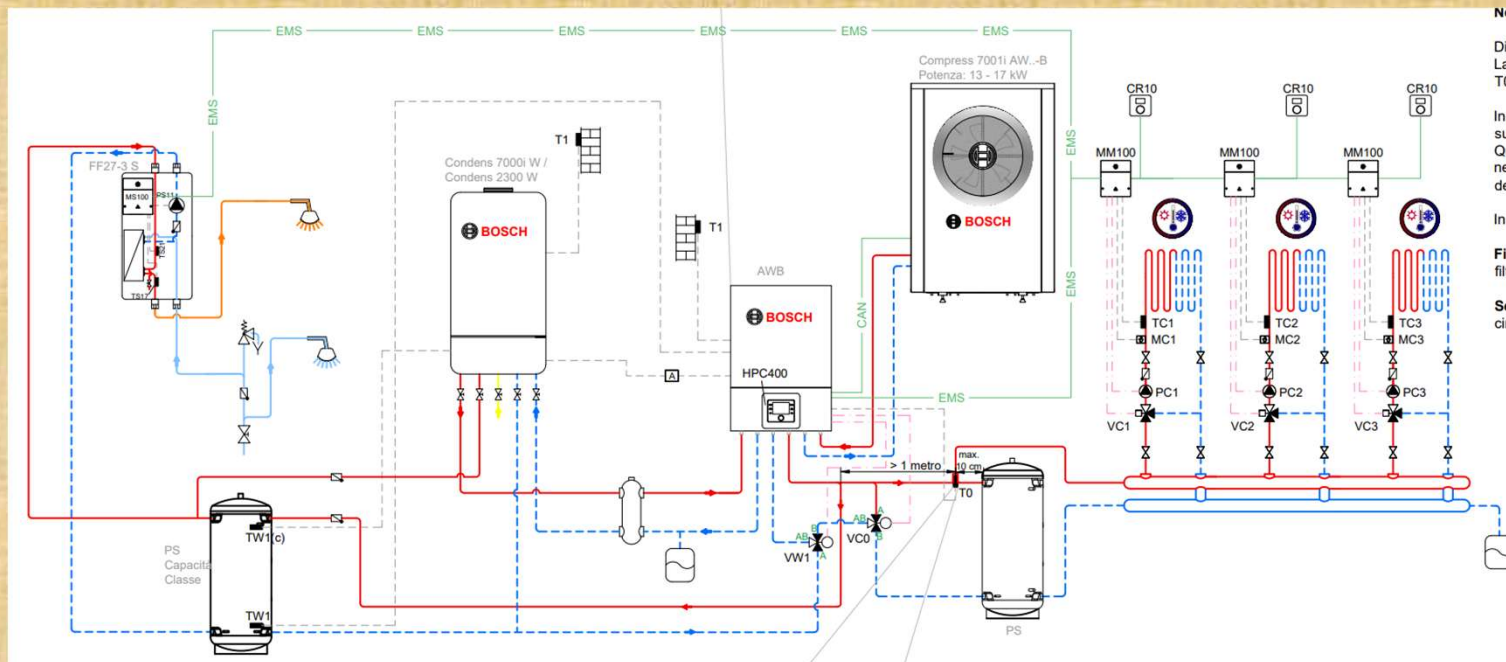
FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: BIVALENTE ALTERNATIVO



FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: BIVALENTE PARALLELO



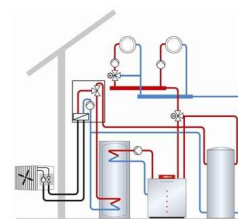
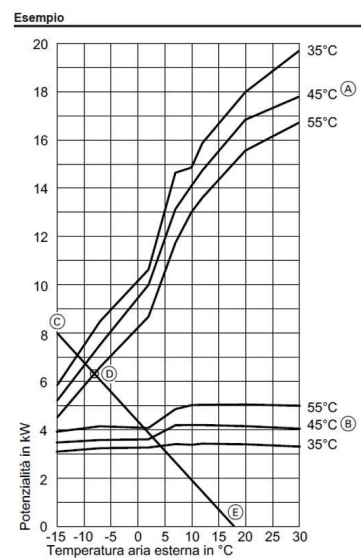
FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: BIVALENTE PARALLELO-SCHEMA ESEMPLIFICATIVO



Nota
Dista
La d
T0 d
In ca
sull'i
Qua
nei s
desi
In ca
Filtr
filtro
Sec
cirt

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: BIVALENTE PARALLELO

Integrazione con caldaia Funzionamento parallelo



- Curve caratteristiche in funzione della temperatura di mandata:
- (A) Potenzialità con temperature di mandata 35 °C, 45 °C, 55 °C
 - (B) Potenza elettrica assorbita riscaldamento a temperature di mandata 35 °C, 45 °C, 55 °C
 - (C) Carico termico
 - (D) Punto di bivalenza per sistema a radiatori
 - (E) Temperatura limite di riscaldamento

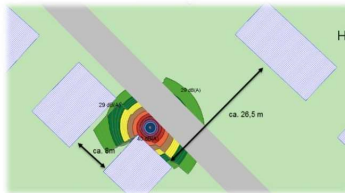
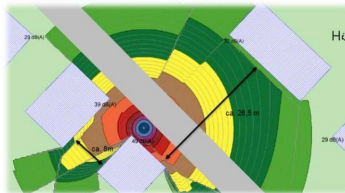
Carico termico secondo
DIN EN 12831: 8 kW
Temperatura esterna minima: -15 °C
Temperatura limite di riscaldamento: 18 °C
Temperatura massima di mandata: 55 °C

Con un carico termico di 8 Kw, dal diagramma di potenza risulta che con un impianto a pavimento, il punto di bivalenza risulta a - 12 °C.

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

Ottimizzazione delle prestazioni acustiche

PdC tradizionale



- Progettazione dell'unità esterna per **contenere le emissioni sonore**
- Riduzione delle vibrazioni con **supporti antivibranti e circuito frigorifero installato su piastra oscillante**
- Gestione dei **ventilatori a velocità differenziate**

Risultati conseguiti

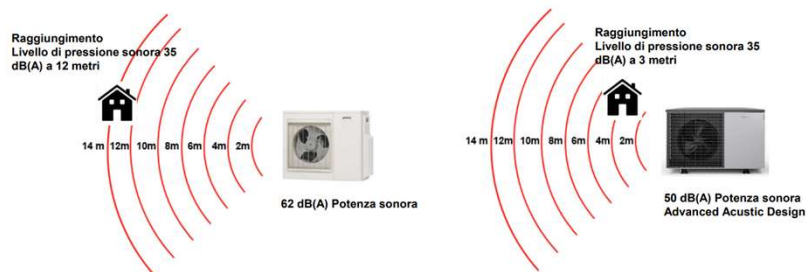
- Abbassamento del livello di potenza sonora
- **Pressione sonora 35dB (A) a 3m** in funzionamento notturno

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

CONTENIMENTO EMISSIONI ACUSTICHE

Ruolo del generatore

Sorgente di rumore	Livello sonoro (dB)	Percezione umana
Fruscio di foglie, bisbiglio, ambiente abitativo silenzioso di notte	20-25	Calma, silenzio
Ambiente abitativo silenzioso di notte, biblioteca, ambiente rurale notte	25-35	
Ambiente domestico di giorno, strada tranquilla, conversazione tranquilla	40-50	Possibile deconcentrazione, inizio disturbi del sonno
Conversazione normale, ufficio rumoroso, strada trafficata, ristorante, Tv e radio ad alto volume	60-70	Interferenza nelle conversazioni, fastidio, telefono difficile da usare
Sveglia, asciugacapelli, autostrada	80	Fastidio
Camion nelle vicinanze, macchinari industria e artigianato, passaggio treno, motosega	90	Molto fastidio
Discoteca, carotatrice, concerto rock, autobetoniera, martello pneumatico	100-110	Dolore
Sirena, clacson a 1 metro,	120	
Decollo aereo	130	

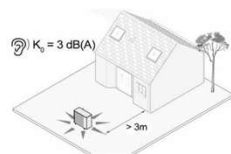


FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

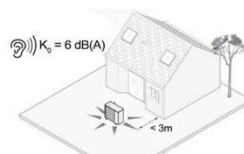
CONTENIMENTO EMISSIONI ACUSTICHE

Scelta del posizionamento e ruolo del generatore

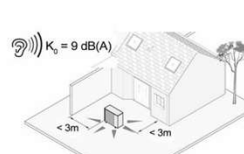
Campo aperto (Q=2)



Parete (Q=4)



Angolo (Q=8)



Aumento rumore a parità di potenza sonora

$$L_p = L_w - 10 \lg 4 \pi r^2 + K_0 = L_w - 20 \lg r - 11 + K_0$$



In applicazioni residenziali ad elevata densità, l'indice di direzionalità K_0 è inevitabile.
La scelta del posizionamento è spesso vincolata. Determinante quindi la riduzione a monte della sorgente di rumore.

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

CONTENIMENTO EMISSIONI ACUSTICHE

Errori da evitare



↳ Aumento di circa 9 dB(A) rispetto ai dati di catalogo per i recettori della palazzina opposta
....se avevate considerato 50 dB(A) ora vi trovate 59 dB(A)!

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

CONTENIMENTO EMISSIONI ACUSTICHE

Errori da evitare



Aumento di circa 9 dB(A) rispetto ai dati di catalogo per effetto cassa di risonanza

....se avevate considerato 50 dB(A) ora vi trovate 59 dB(A)!

FUNZIONAMENTO DELLA POMPA DI CALORE: EMISSIONI ACUSTICHE

CONTENIMENTO EMISSIONI ACUSTICHE

Errori da evitare



Aumento di circa 11 dB(A) rispetto ai dati di catalogo per i recettori posti sopra la bocca di lupo
....se avevate considerato 50 dB(A) ora vi trovate 61 dB(A)!

POMPE DI CALORE: DIMENSIONAMENTO ACCUMULO INERZIALE

DIMENSIONAMENTO

Le attenzioni impiantistiche

POMPA DI CALORE: le indispensabili attenzioni lato idronico

- **Adeguate volume di impianto**
 - volume minimo - vedere dati tecnici
 - volume consigliato - in base all'impianto
- **Adeguate circolazione idronica**
 - attenersi sempre ai dati tecnici
- **Adeguate superfici di scambio**
 - es. bollitori ACS adeguati

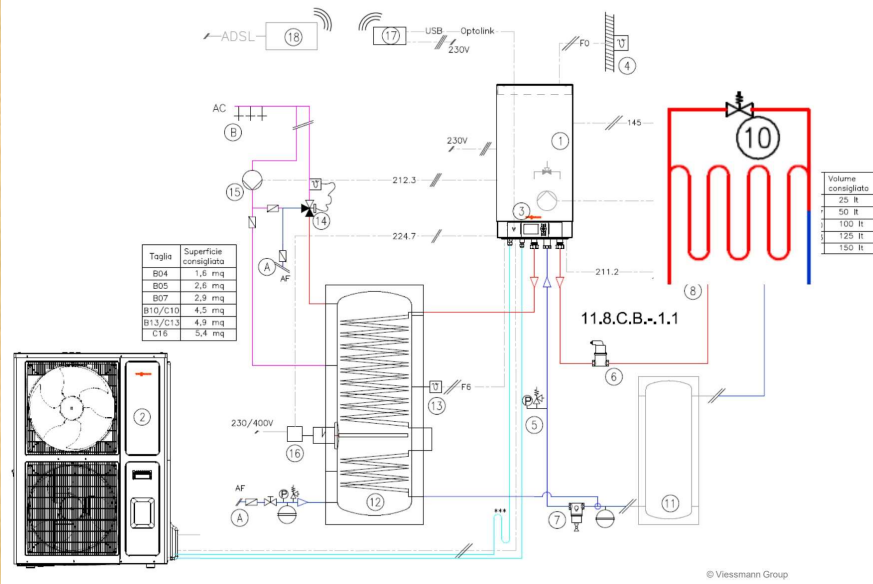
NB: per salvaguardare la vita e l'efficienza del gruppo frigorifero

- *Ridurre al minimo gli avviamenti e gli arresti del compressore*
- *Lavorare il più possibile con un carico costante*

POMPE DI CALORE: ACCUMULO INERZIALE

VOLUME DI IMPIANTO

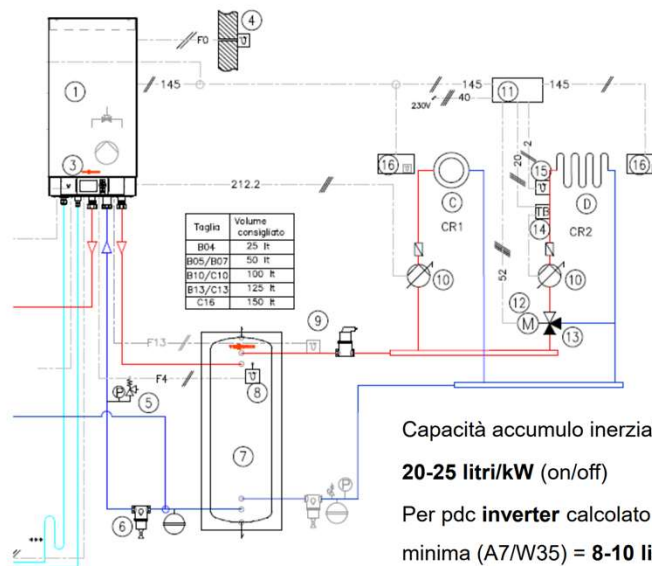
Inserimento in serie sul ritorno



POMPE DI CALORE: ACCUMULO INERZIALE

VOLUME DI IMPIANTO

Inserimento come disaccoppiamento idraulico



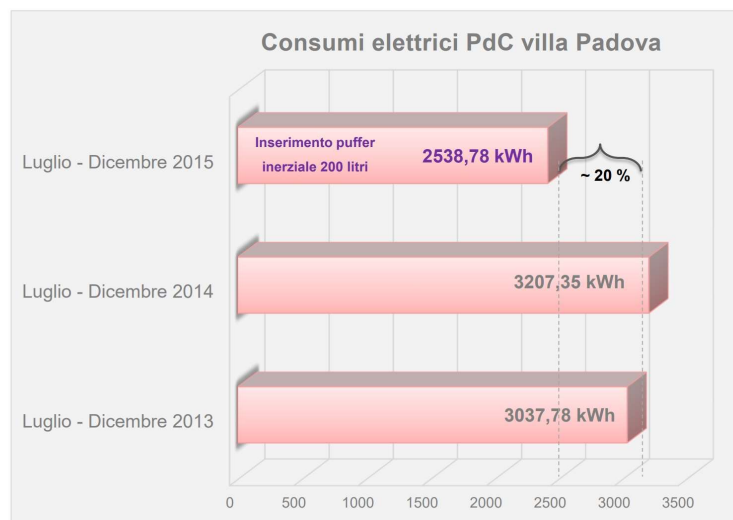
POMPE DI CALORE: ACCUMULO INERZIALE

CASE STUDY

Gli effetti dell'accumulo inerziale

Villa in classe B, impianto a pavimento a zone e scaldasalviette.

Installazione puffer 1 luglio 2015.



POMPE DI CALORE: ACCUMULO INERZIALE

CASE STUDY

Gli effetti dell'accumulo inerziale

Villa in classe B, impianto a pavimento a zone e scaldasalviette.
Installazione puffer 1 luglio 2015.

MESE	T° MED MENSILE INVERNO CALCOLO L10/91	T° MED MENSILE INVERNO 2012-2013	T° MED MENSILE INVERNO 2013-2014	T° MED MENSILE INVERNO 2014-2015	T° MED MENSILE INVERNO 2015-2016
OTTOBRE	13,8	13,6	17,0	16,2	14,0
NOVEMBRE	8,2	10,5	10,2	12,0	8,4
DICEMBRE	3,6	2,9	4,5	5,9	3,9

Il miglioramento dell'efficienza **misurato** di quasi il 20% si è verificato nonostante il trimestre invernale con la temperatura esterna media più bassa degli ultimi 3 anni, a conferma dell'importanza dell'adeguato contenuto d'acqua nell'impianto.

POMPE DI CALORE: SCELTA

DIMENSIONAMENTO

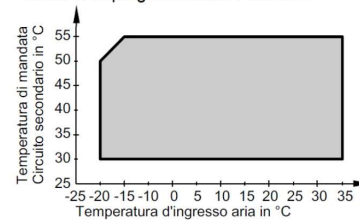
Scegliere la pompa di calore

CHECK LIST

- Tipo di applicazione
- Temperature di funzionamento
 - Fonte primaria
 - Impianto
- Carico termico
 - Riscaldamento
 - Produzione di acqua calda sanitaria
 - Raffrescamento
- Integrazioni termiche
- Alimentazione elettrica



Limiti di impiego secondo EN14511

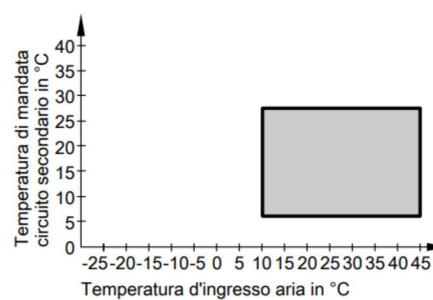
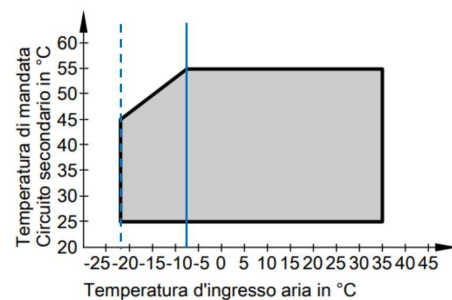


POMPE DI CALORE: LIMITI OPERATIVI

LIMITI OPERATIVI

Temperatura mandata fino a 55°C

Pompa di calore aria-acqua split inverter



Limiti di impiego secondo EN14511-2

- Riscaldamento: $-22^{\circ}\text{C} \leq \text{Text} \leq 35^{\circ}\text{C}$
- Raffrescamento: $10^{\circ}\text{C} \leq \text{Text} \leq 45^{\circ}\text{C}$

POMPE DI CALORE: CIRCOLAZIONE IDRONICA

CASE STUDY

Gli effetti dell'accumulo inerziale

Villa in classe B, impianto a pavimento a zone e scaldasalviette.

Installazione puffer 1 luglio 2015.

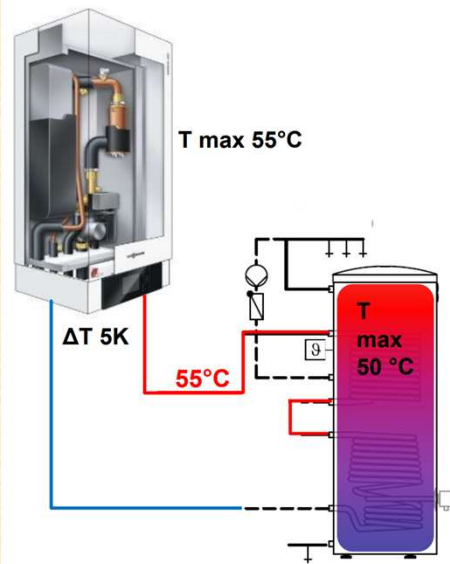
MESE	T° MED MENSILE INVERNO CALCOLO L10/91	T° MED MENSILE INVERNO 2012-2013	T° MED MENSILE INVERNO 2013-2014	T° MED MENSILE INVERNO 2014-2015	T° MED MENSILE INVERNO 2015-2016
OTTOBRE	13,8	13,6	17,0	16,2	14,0
NOVEMBRE	8,2	10,5	10,2	12,0	8,4
DICEMBRE	3,6	2,9	4,5	5,9	3,9

Il miglioramento dell'efficienza **misurato** di quasi il 20% si è verificato nonostante il trimestre invernale con la temperatura esterna media più bassa degli ultimi 3 anni, a conferma dell'importanza dell'adeguato contenuto d'acqua nell'impianto.

POMPE DI CALORE: PRODUZIONE ACS

PRODUZIONE DI ACS

Bollitore con serpentino



Produzione di ACS tramite il serpentino del bollitore con superfici maggiorate

Superficie minima serpentino:

Potenza PdC (kW) x 0,3 m²/kW
es: 10 kW → 3 m²

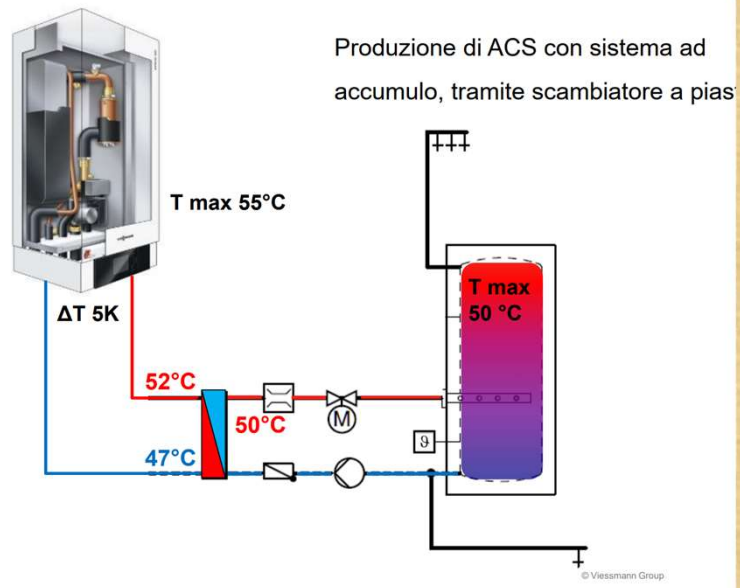


Nel caso di bollitore bivalente, si possono unire i serpentini in serie per raggiungere le superfici di scambio ottimali.

POMPE DI CALORE: PRODUZIONE ACS

PRODUZIONE DI ACS

Sistema ad accumulo



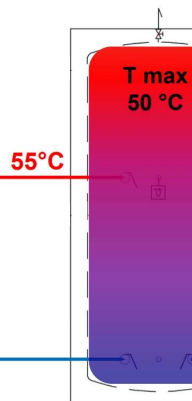
POMPE DI CALORE: PRODUZIONE ACS

PRODUZIONE DI ACS

Con scambiatore istantaneo



T max 55°C



T max 50°C

55°C

ΔT 5K

Produzione di ACS con scambiatore istantaneo



T max ???



Non presente accumulo a bassa temperatura e quindi non insorge proliferazione «Legionella»

POMPE DI CALORE: RAFFRESCAMENTO

RAFFRESCAMENTO

Umidità e comfort ambiente

Raffrescamento con pompa di calore

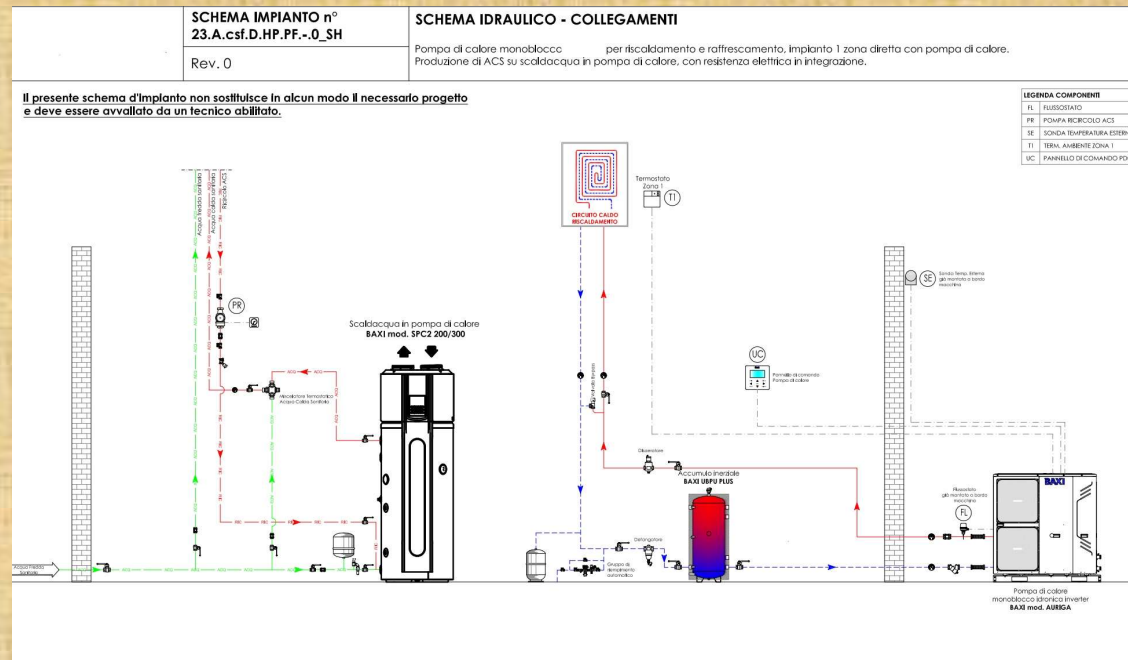
- Unico dispositivo per riscaldamento, ACS e raffrescamento
- Coibentazioni idonee (evitare condensa)
- Impianto di distribuzione adeguato



I fattori che influenzano il benessere ambiente:

- Temperatura, umidità, movimento dell'aria
- Temperatura superficiale delle pareti
- Qualità dell'aria
- Tipo di abbigliamento e attività svolte

POMPE DI CALORE: SCHEMI DI IMPIANTO



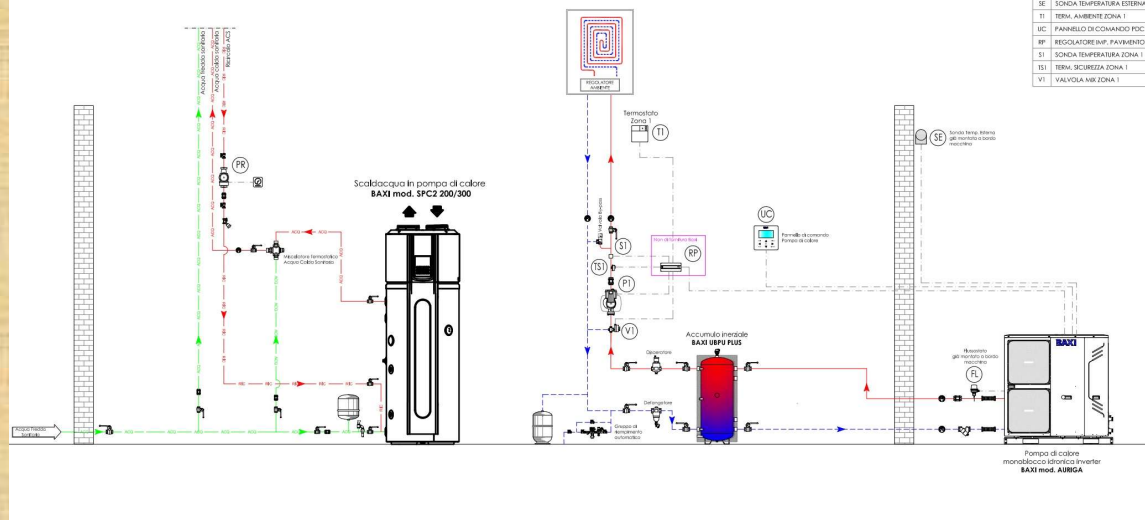
POMPE DI CALORE: SCHEMI DI IMPIANTO

SCHEMA IMPIANTO n°
23.A.csf.1M.HP.PF.1.0_SH
Rev. 0

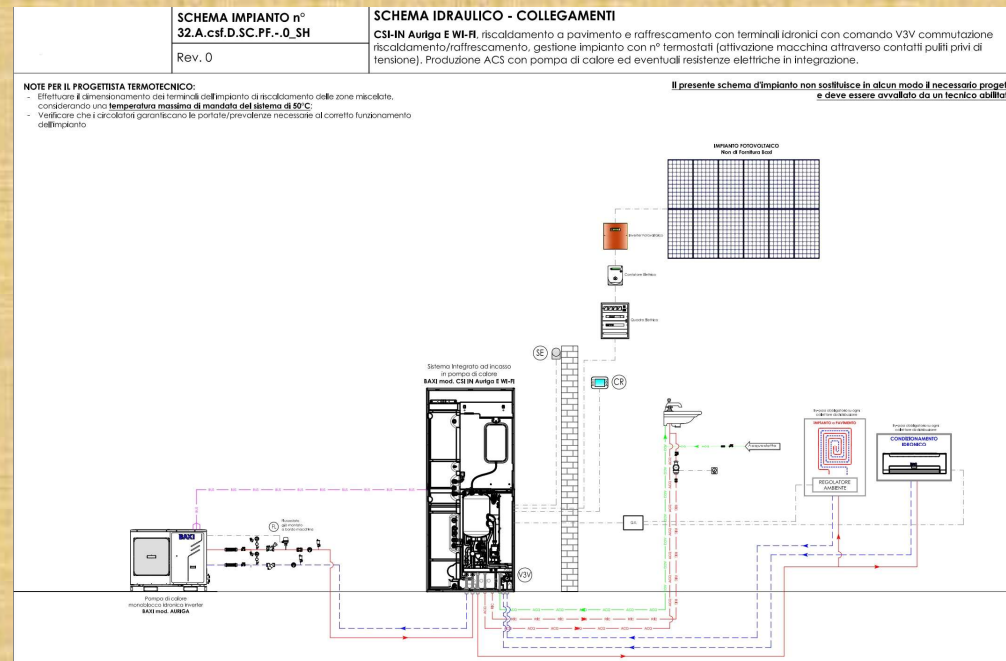
SCHEMA IDRAULICO - COLLEGAMENTI

Pompa di calore monoblocco per riscaldamento e raffrescamento, impianto 1 zona miscelata.
Produzione di ACS su scaldacqua in pompa di calore, con resistenza elettrica in integrazione.

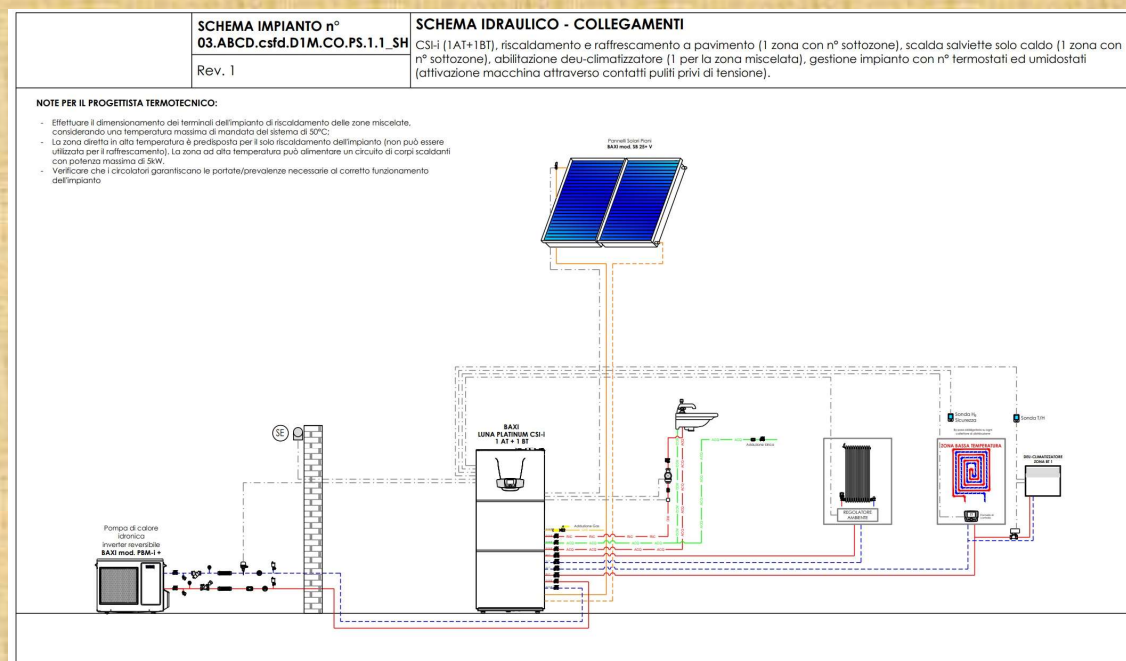
Il presente schema d'impianto non sostituisce in alcun modo il necessario progetto e deve essere avallato da un tecnico abilitato.



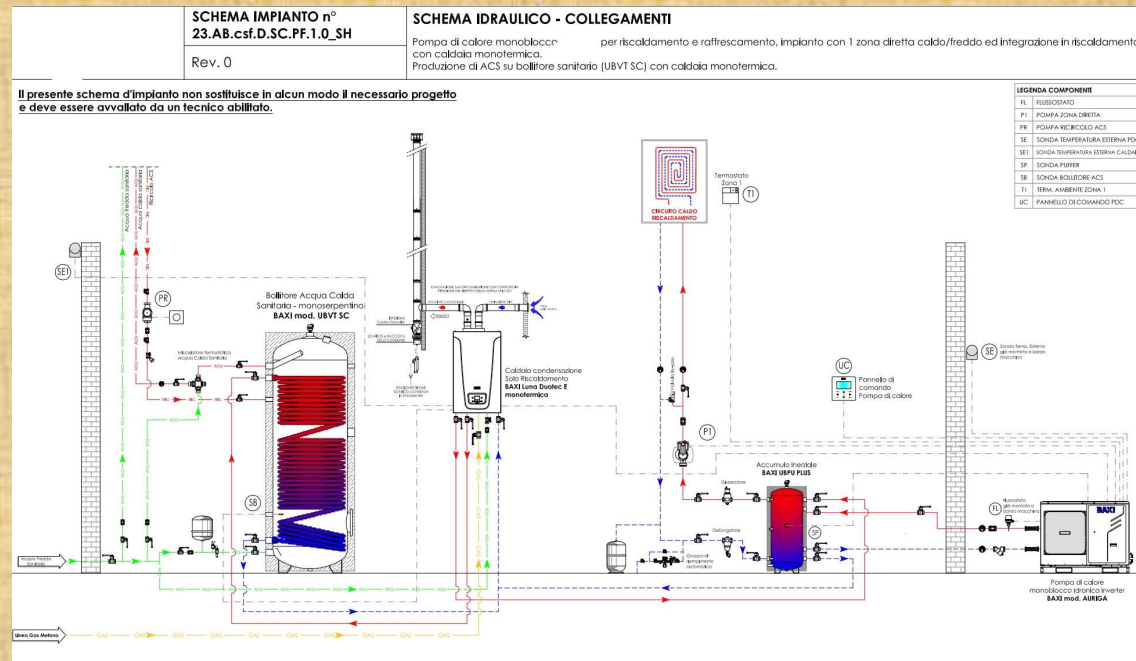
POMPE DI CALORE: SCHEMI DI IMPIANTO



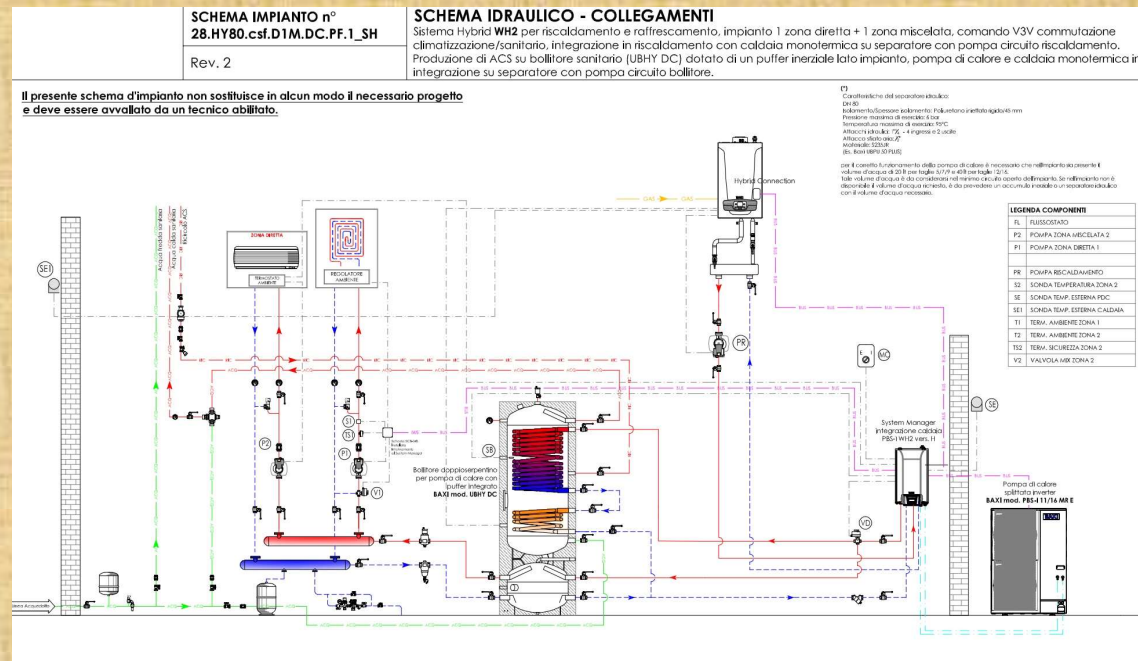
POMPE DI CALORE: SCHEMI DI IMPIANTO



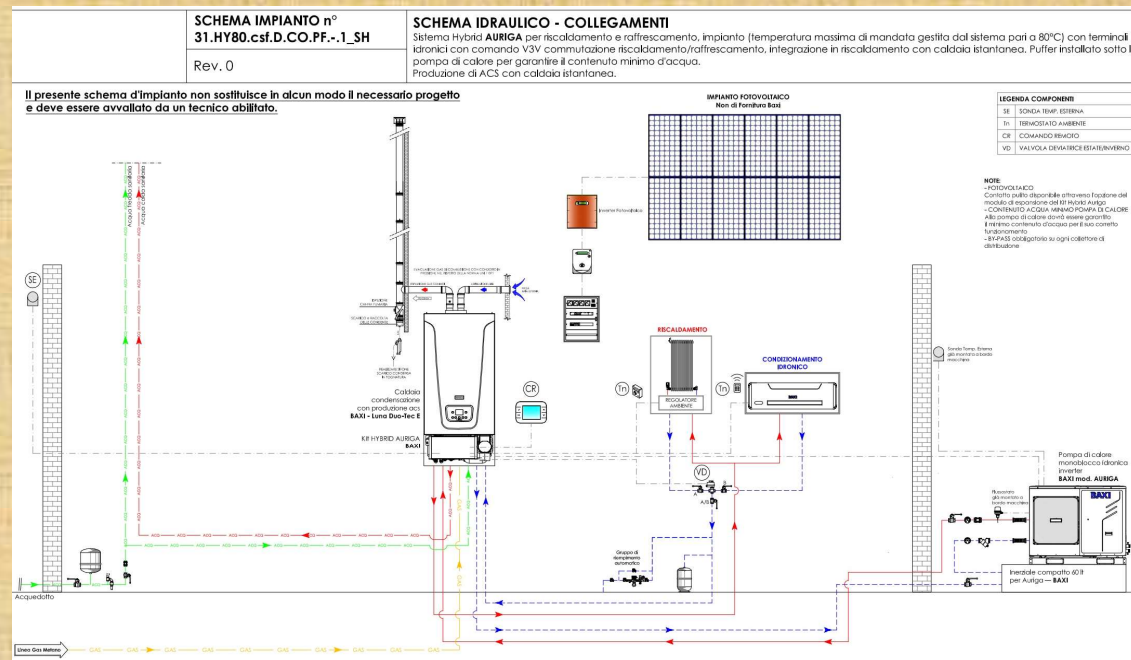
POMPE DI CALORE E CALDAIA: SCHEMI DI IMPIANTO



POMPE DI CALORE E CALDAIA: SCHEMI DI IMPIANTO



POMPE DI CALORE E CALDAIA: SCHEMI DI IMPIANTO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE
BUONA GIORNATA A TUTTI

IDROCENTRO
