

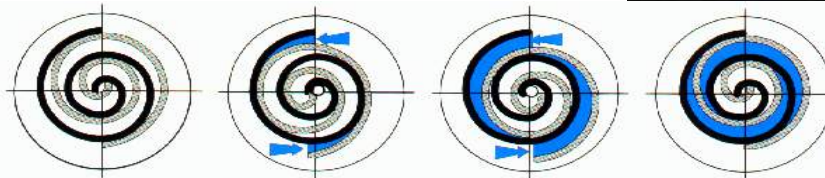


POMPE DI CALORE: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

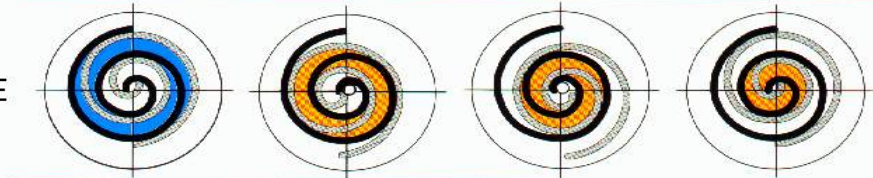
COMPRESSORI SCROLL



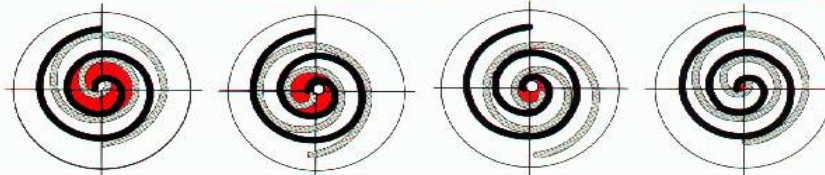
PRIMO GIRO
ASPIRAZIONE



SECONDO GIRO
COMPRESIONE



TERZO GIRO
SCARICO





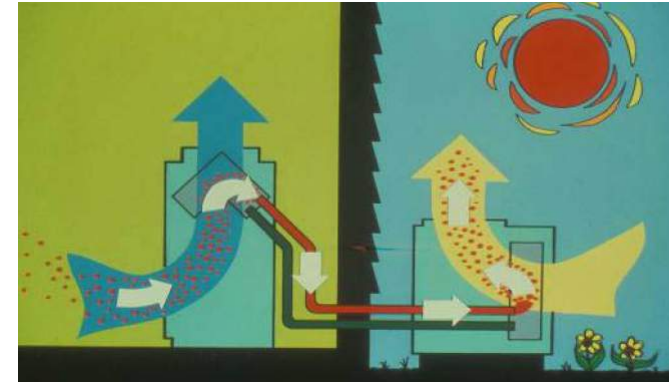
POMPE DI CALORE: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

La pompa di calore è dunque una tecnologia che **estrae calore da una sorgente a bassa temperatura per trasferirlo ad un ambiente a temperatura più alta.**

In modalità "riscaldamento", la fonte di calore è al di fuori dell'edificio (calore ambientale da aria, acqua, suolo); in modalità raffreddamento, il ciclo è invertito : l'edificio stesso è la fonte di calore, mentre l'esterno è utilizzata come dissipatore di calore.

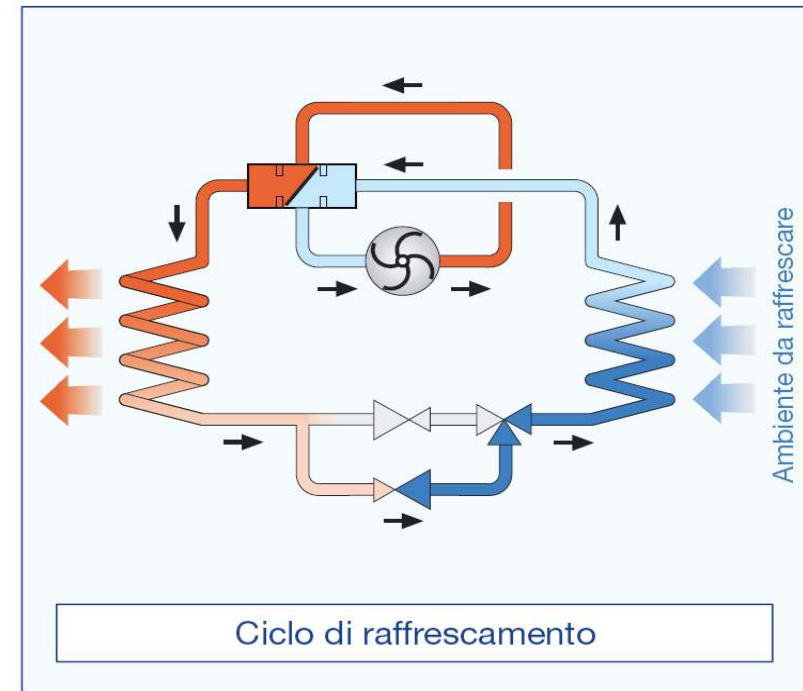
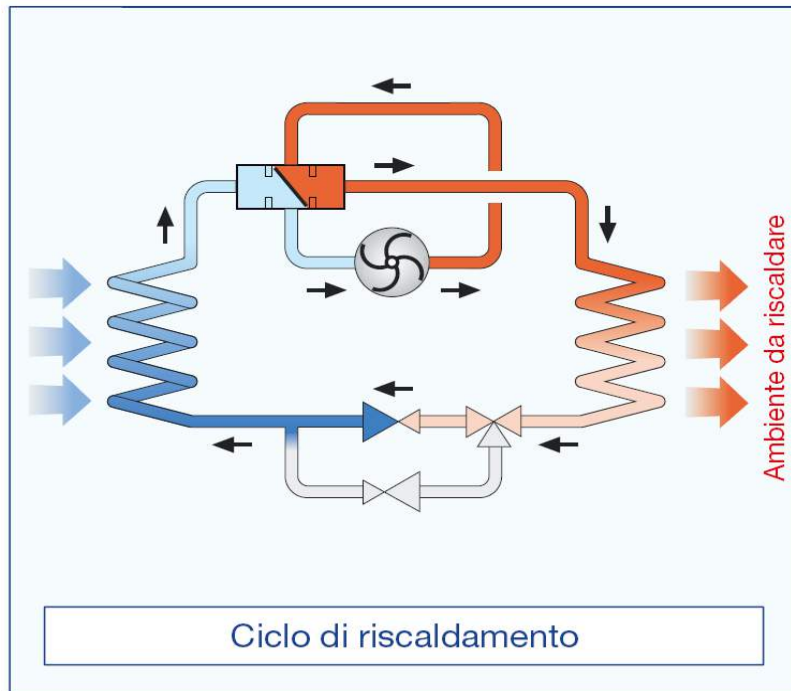
Per questo trasferimento di calore (“innalzamento di livello”) viene utilizzata normalmente energia elettrica per alimentare i motori di compressore e di Pompe/ventilatori per il movimento dei fluidi secondari di trasporto calore o termica per attivare il ciclo ad assorbimento.

La pompa di calore è in grado di funzionare anche secondo **un ciclo reversibile**





POMPE DI CALORE REVERSIBILI: RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO



Sono pompe che consentono di invertire il senso di circolazione del fluido intermedio e quindi il senso del flusso di calore scambiato. Sono pertanto pompe in grado di produrre sia il caldo che il freddo.

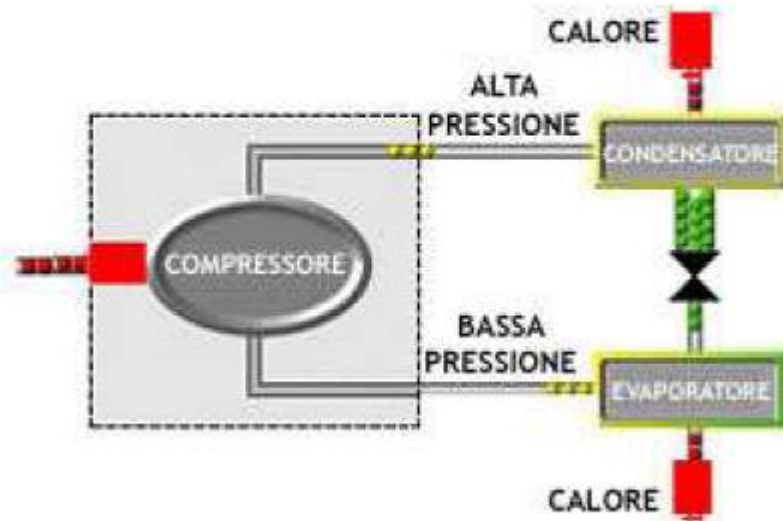
Il senso di circolazione è invertito con l'aiuto dei seguenti componenti:

- una **valvola deviatrice a 4 vie** posta a monte del compressore;
- una **valvola deviatrice a 3 vie** posta sul tratto di circuito dove viene fatto espandere il fluido;
- una seconda **valvola di espansione**.

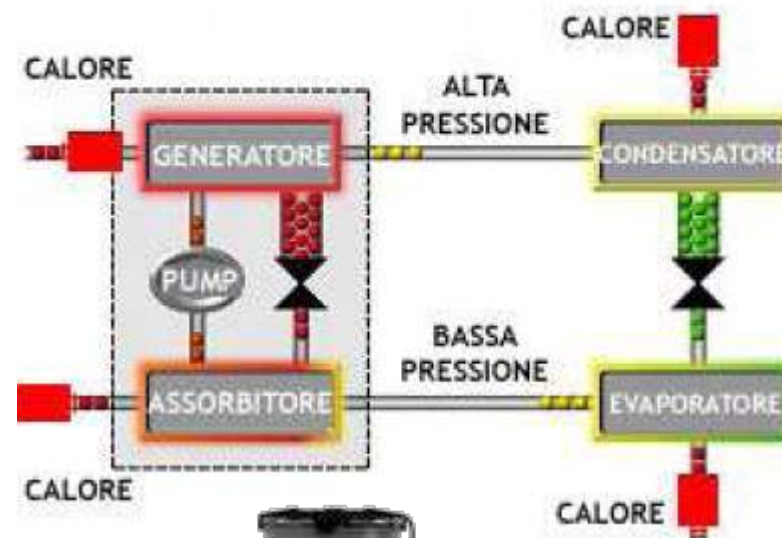


POME DI CALORE AD ASSORBIMENTO A GAS METANO

schema_pdc_elettrica



schema_pdc_assorbimento_gas





POME DI CALORE AD ASSORBIMENTO A GAS METANO

Le pompe di calore ad assorbimento, analogamente agli impianti frigoriferi ad assorbimento, **sfruttano la solubilità e l'elevata affinità tra due sostanze, di cui una funziona da refrigerante e l'altra da assorbente, per realizzare un ciclo dove l'energia introdotta è prevalentemente termica.** Il lavoro meccanico della pompa è infatti pari a circa l'1% del calore introdotto nel generatore.

Il ciclo ad assorbimento ha in comune con quello a compressione meccanica tre componenti: il condensatore, la valvola laminatrice e l'evaporatore, ma ne differisce per il modo di trasferimento di energia al fluido frigorifero. Nella macchina ad assorbimento sono presenti i cicli di due fluidi: quello frigorifero e quello del liquido assorbitore. I due cicli si intersecano perché il fluido frigorifero in certe parti del circuito si discioglie nel fluido assorbitore, in altre se ne separa, e in altre agisce indipendentemente.



POME DI CALORE AD ASSORBIMENTO A GAS METANO

Le coppie di fluidi refrigerante/solvente utilizzate sono sostanzialmente due:

- **H₂O/LiBr**, in cui l'acqua funge da refrigerante e il bromuro di litio da solvente;
- **NH₃/H₂O**, in cui l'ammoniaca funge da refrigerante e l'acqua da solvente; questa coppia di fluidi richiede uno schema d'impianto più complesso, con la presenza di una colonna di distillazione per separazione del vapore d'ammoniaca dal vapor d'acqua.

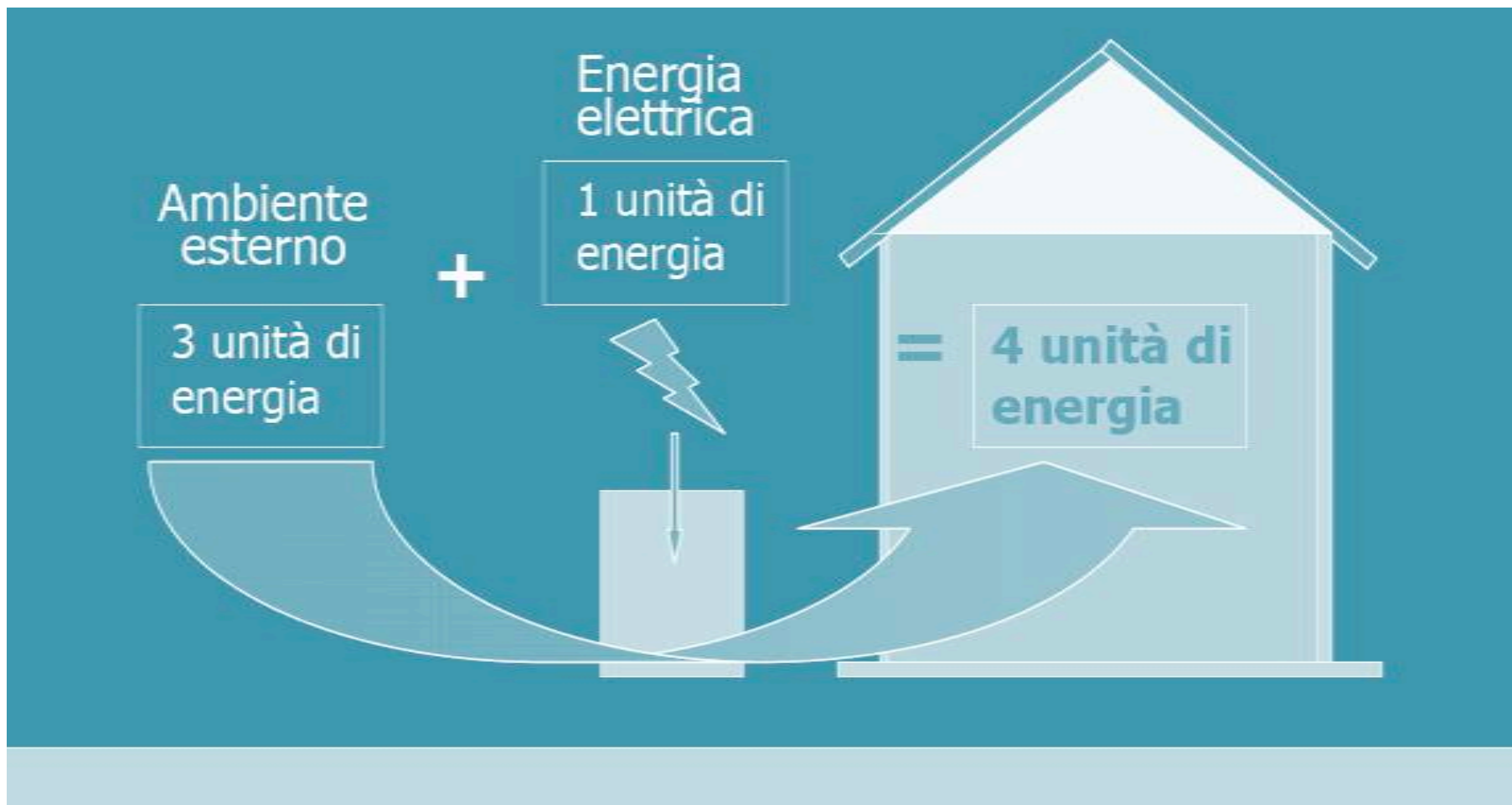
L'inconveniente principale nell'utilizzo della soluzione H₂O/LiBr è costituito dal rischio di cristallizzazione dei sali di bromuro di litio all'aumentare della temperatura nell'assorbitore, per cui risulta necessario adottare un raffreddamento ad acqua, realizzato solitamente mediante torre evaporativa. Inoltre vi è l'impossibilità tecnica a raggiungere temperature di evaporazione al di sotto di 0 °C, per la formazione di ghiaccio.

La macchina NH₃/H₂O risulta essere molto adatta anche all'uso come pompa di calore, in quanto l'ammoniaca viene usata come refrigerante e consente di raggiungere temperature molto basse (temperature di evaporazione fino a - 60 °C). La macchina ad ammoniaca può essere raffreddata ad aria, senza incontrare problemi di cristallizzazione in quanto le due sostanze sono allo stato liquido. Un altro vantaggio risiede nel fatto che l'evaporatore non opera sottovuoto, per cui non ci sono problemi per un eventuale entrata di aria nel circuito; tuttavia necessita di un impianto più complesso per la presenza della colonna di distillazione (rettificatore) per la separazione dei vapori. L'acqua infatti, a differenza del bromuro di litio, che è un sale, presenta una discreta volatilità, per cui evapora assieme all'ammoniaca; se non separata andrebbe a diminuire l'effetto frigorifero nell'evaporatore, diluendo la soluzione di ammoniaca presente.



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: COP

Schema funzionale di una macchina con COP = 4





IMPIEGO DELLE POMPE DI CALORE



La pompa di calore può essere utilizzata sia per climatizzare gli ambienti che per riscaldare l'acqua sanitaria.



Climatizzazione degli ambienti

L'uso della pompa di calore per climatizzare gli ambienti sia nel settore residenziale che nel terziario è ormai largamente diffuso. Essa viene utilizzata in alternativa ai sistemi convenzionali composti da un impianto refrigerante ed uno di riscaldamento.

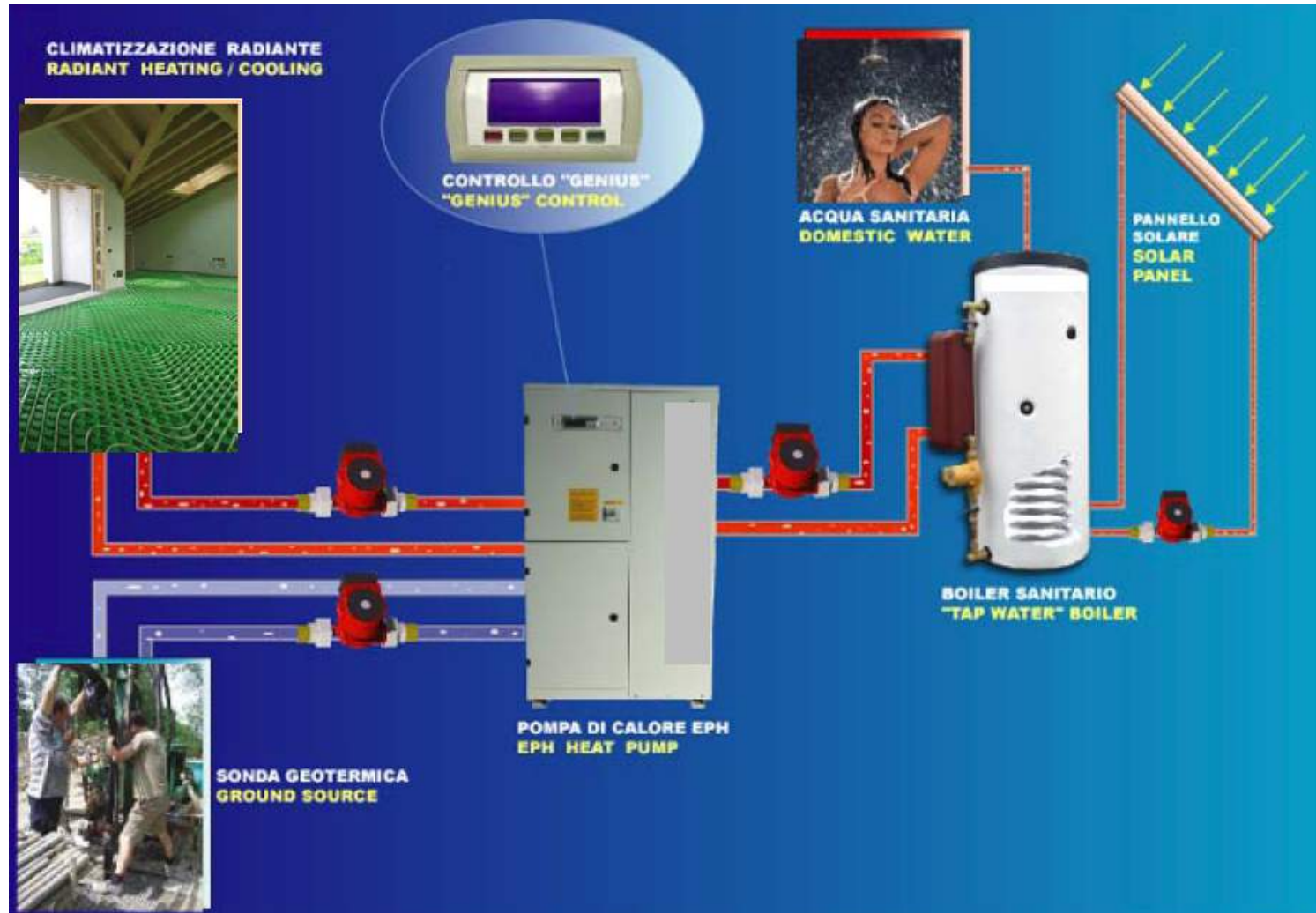


Riscaldamento dell'acqua sanitaria

La pompa di calore può essere utilizzata anche per riscaldare l'acqua sanitaria. In questo caso sono però necessari serbatoi di accumulo più grandi di quelli impiegati nei scaldacqua elettrici o a gas in quanto la temperatura dell'acqua prodotta non supera i 55°C.



IMPIEGO DELLE POMPE DI CALORE





U. di misura	Valore		Equivalenza	U. di misura
Btu/h	3,413	=	1	watt
Watt	1	=	0,86	Kcal/h
Kw	1	=	1000	watt
Frig/h	0,86	=	3,413	Btu/h
Kcal/h	- 0,86	=	0,86	Frig/h

Con questa tabella si potrà passare da un valore all'altro molto facilmente e capire se si parla della stessa potenza.



CLASSIFICAZIONE DELLE POMPE DI CALORE

Tipo di alimentazione

- Pompe di calore a compressione azionate da motore elettrico
- Pompe di calore a compressione azionate da motore endotermico
- Pompe di calore ad assorbimento alimentate a gas

Tipo di distribuzione

- Ad espansione diretta (il fluido di lavoro scambia calore con l'aria del locale da raffreddare/ riscaldare)
- Idronica (il fluido di lavoro scambia calore con acqua, che è usata per la distribuzione)

Tipi di fluidi di scambi o termico

- aria-aria
- aria-acqua
- acqua-aria,
- acqua-acqua

Le denominazioni derivano dalla combinazione dei due fluidi che scambiano calore con il refrigerante, aria o acqua, verso la sorgente esterna (primo termine) o verso quella interna dell'edificio (secondo termine).



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: PRESTAZIONI ISTANTANEE

Sono riferite a ben determinate condizioni di prova e individuate con i seguenti coefficienti:

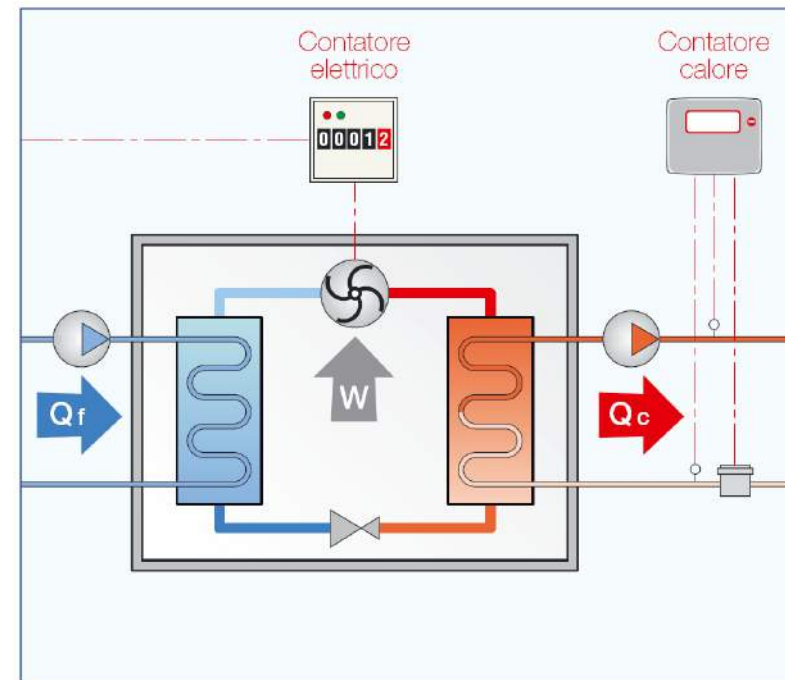
Efficienza del compressore

$$\varepsilon = \frac{Q_c}{W_{\text{compressore}}}$$

È dato dal rapporto fra **il calore ceduto al fluido caldo e l'energia richiesta dal compressore.**

In pratica, indica **la potenza termica ottenibile assorbendo 1 kW di elettricità per far funzionare il compressore.**

Ad esempio, se ε è uguale a 4, vuol dire che da 1 kW elettrico se ne ottengono 4 di potenza termica. I valori di ε dipendono principalmente dal salto termico fra sorgente fredda e fluido caldo: **più piccolo è tale salto e maggiore è il valore di ε , cioè la resa della pompa di calore.** Cosa d'altra parte assai ovvia in quanto è certamente più facile trasportare calore da 10 a 30°C, piuttosto che da 10 a 50°C.





PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: COP e COPA

COP (Coefficient Of Performance)

$$COP = \frac{Q_c}{W_{compressore} + W_{mezzi\ ausiliari}}$$

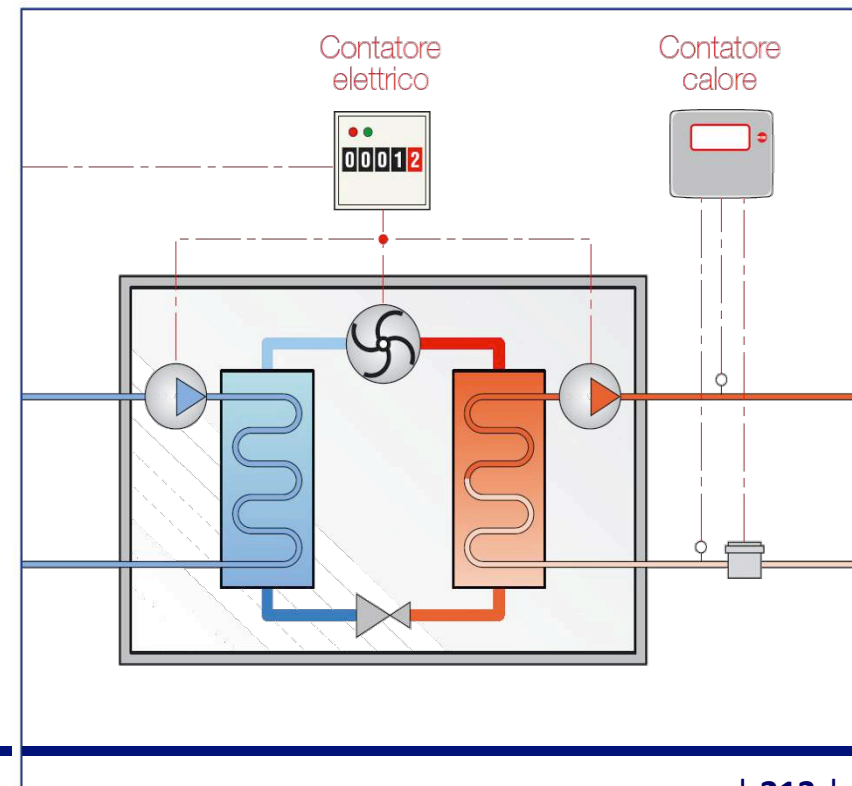


L'efficienza di funzionamento della pompa di calore si identifica con l'acronimo COP (coefficient of performance) pari al rapporto tra energia fornita e energia consumata per produrre il lavoro.

L'efficienza è inversamente proporzionale alla differenza tra la temperatura della sorgente e la temperatura dell'utilizzatore



Il suo valore (definito dalla norma EN 255) è dato dal rapporto fra calore ceduto al fluido caldo e l'energia richiesta sia dal compressore sia dai mezzi ausiliari integrati nella pompa di calore: dispositivi antigelo, apparecchiature di regolazione e controllo, circolatori, ventilatori.





ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL COP

Prestazione equivalente delle pompe di calore

Rendimento η equivalente di un pompa di calore elettrica: COP x rendimento di produzione dell'energia elettrica (46%)

$$\text{COP } 3,0 \times \eta = 3,0 \times 0,46 = 138 \%$$

Date le temperature delle sorgenti, esiste un COP (oppure un EER) massimo teorico che nessuna pompa di calore può superare.



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: PRESTAZIONI ISTANTANEE

- Sotto l'aspetto puramente energetico la pompa di calore fa sempre risparmiare
- Per ottenere 3 unità termiche con una pompa di calore elettrica che ha il COP pari a 3, spendo 1 sola unità elettrica
- Con una caldaia tradizionale che presenta un rendimento del 90% per ottenere 3 unità termiche devo bruciare 3,3 unità energetiche di gas



Energy Management nelle imprese

La ricerca dell'efficienza energetica: obiettivi e metodi

ETICHETTA ENERGETICA

Energia		Condizionatore d'aria		Classe di Efficienza Energetica dell' Apparecchio in Modalità RISCALDAMENTO:	
Costruttore		LG	Tipo di prodotto	A	COP > 3.60
Unità esterna		A09AB**	Codice Prodotto	B	3.60 ≥ COP > 3.40
Unità interna		A07AB**		C	3.40 ≥ COP > 3.20
Bassi consumi		A	Classe di efficienza energetica	D	3.20 ≥ COP > 2.80
			Le classi sono sette, dalla A alla G.	E	2.80 ≥ COP > 2.60
Alti consumi				F	2.60 ≥ COP > 2.40
Consumo energetico annuale	Il consumo energetico annuale viene calcolato moltiplicando il consumo in raffreddamento a pieno carico per una media di 500 ore di funzionamento.	Consumo annuo di energia, kWh in modalità raffreddamento (il consumo dipende dal clima e dalle modalità d'uso dell'apparecchio)	***	G	2.40 ≥ COP
Rapporto di efficienza energetica	Maggiore è il valore numerico di questo rapporto, migliore è l'efficienza energetica del climatizzatore.	Potenzialità refrigerante kW	***	Classe di Efficienza Energetica dell' Apparecchio in Modalità RAFFREDDAMENTO:	
		Indice di efficienza energetica Pieno regime (la più elevata possibile)	***	A	EER > 3.20
		Tipo	←	B	3.20 ≥ EER > 3.00
		Solo raffreddamento	←	C	3.00 ≥ EER > 2.80
		Raffreddamento/ riscaldamento	←	D	2.80 ≥ EER > 2.60
		Raffreddamento ad aria	←	E	2.60 ≥ EER > 2.40
		Raffreddamento ad acqua	←	F	2.40 ≥ EER > 2.20
		Potenza di riscaldamento kW	***	G	2.20 ≥ EER
		Efficienza energetica in modalità riscaldamento	A B C D E F G		
		A: bassi consumi G: alti consumi			
		Rumore (dB(A) re 1 pW)	**		
			**		
		Gli opuscoli illustrativi contengono una scheda particolareggiata			
		Norm EN 814 Condizionatore d'aria Direttiva 2002/31/CE - Etichettatura energetica			



DICHIARAZIONE DI EFFICIENZA ENERGETICA

Si certifica che i prodotti elencati in seguito rispondono ai requisiti dell'articolo 9 comma 2 bis -allegato H- del D.M. 19 febbraio 2007 già modificato dal D.M. 26 ottobre 2007 e coordinato con D.M. 7 aprile 2008, attuativo della Legge Finanziaria 2008 ("Decreto edifici").

Modelli pompa di calore reversibile dotati di variatore di velocità (Inverter) Aria/Aria

Linea commerciale

Unità Interna	Unità Esterna	E.E.R.	C.O.P.
UT09 NRD	UU09W ULD	3.33	3.75
CQ09 NA0	UU09W ULD	4.40	4.30
UT18H NPD	UU18WH UED	3.70	4.07
UT21H NND	UU21WH U40	3.85	4.22
UT24H NND	UU24WH U40	3.65	4.15



DETRAZIONE FISCALE 65%

Come scegliere la pompa di calore elettrica

Per poter accedere agli sgravi è necessario dimostrare che le apparecchiature siano particolarmente performanti. Il valore minimo del coefficiente di prestazione (COP) e quello di efficienza energetica (EER) devono essere superiori a quelli previsti nelle seguenti tabelle:

Tipo di pompa di calore. Ambiente esterno / interno.	COP 2008-2009		COP 2010	
	on/off	inverter	on/off	inverter
aria/aria	3,8	3,61	3,9	3,71
aria/acqua	3,9	3,71	4,1	3,90
acqua/aria	4,3	4,09	4,7	4,47
acqua/acqua	4,4	4,18	5,1	4,85

Le prestazioni devono essere misurate in conformità alla norma UNI EN 14511:2004.

Tipo di pompa di calore. Ambiente esterno / interno.	EER 2008-2009		EER 2010	
	on/off	inverter	on/off	inverter
aria/aria	3,3	3,14	3,4	3,23
aria/acqua	3,4	3,23	3,8	3,61
acqua/aria	4,2	3,99	4,4	4,18
acqua/acqua	4,6	4,37	5,1	4,85



ETICHETTA ENERGETICA

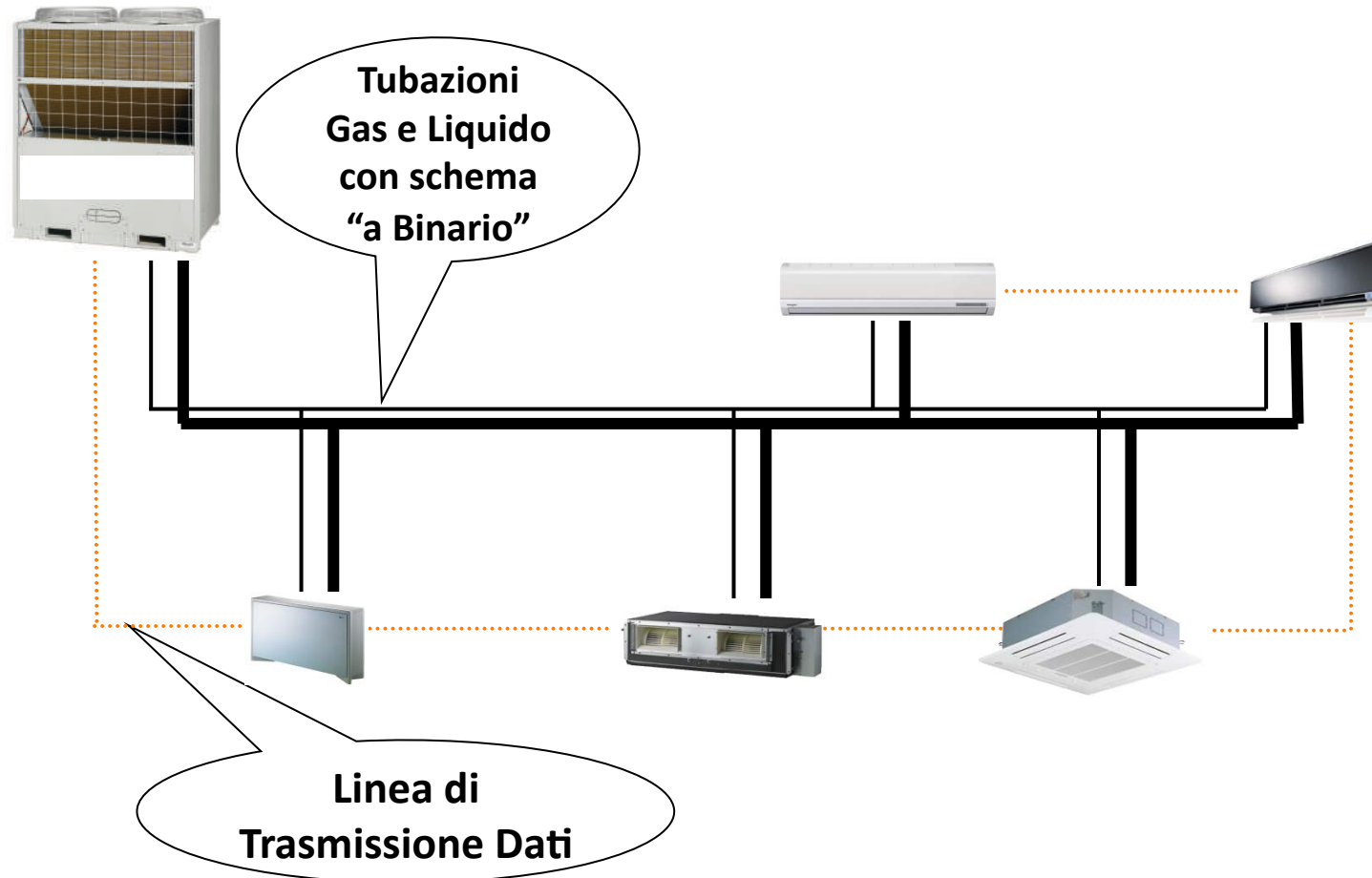
Allegato I DM 06 agosto 2009

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP	
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,8	3,9
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,9	4,1
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,7	3,8
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0	4,3
salamoia/acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,3	4,7
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,4	5,1

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	EER	
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,3	3,4
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,4	3,8
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento >35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,1	3,2
salamoia/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
salamoia/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2	4,4
acqua/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,2	4,4
acqua/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,6	5,1



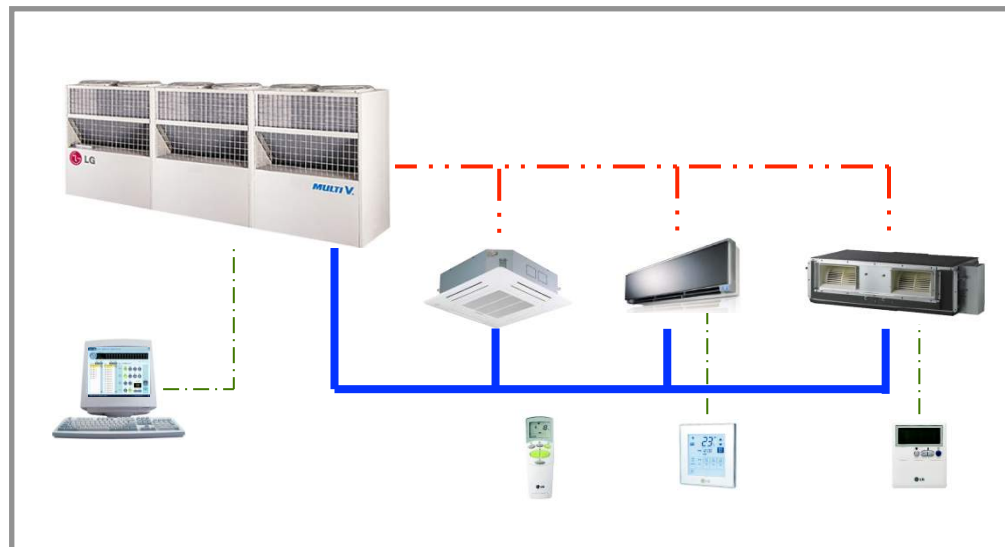
SISTEMI VRF O VRV





SISTEMI VRF O VRV

SISTEMA MODULARE PER LA REALIZZAZIONE DI UN UNICO CIRCUITO FRIGORIFERO DI COLLEGAMENTO TRA LA SOLA UNITA' ESTERNA E LE UNITA' INTERNE.



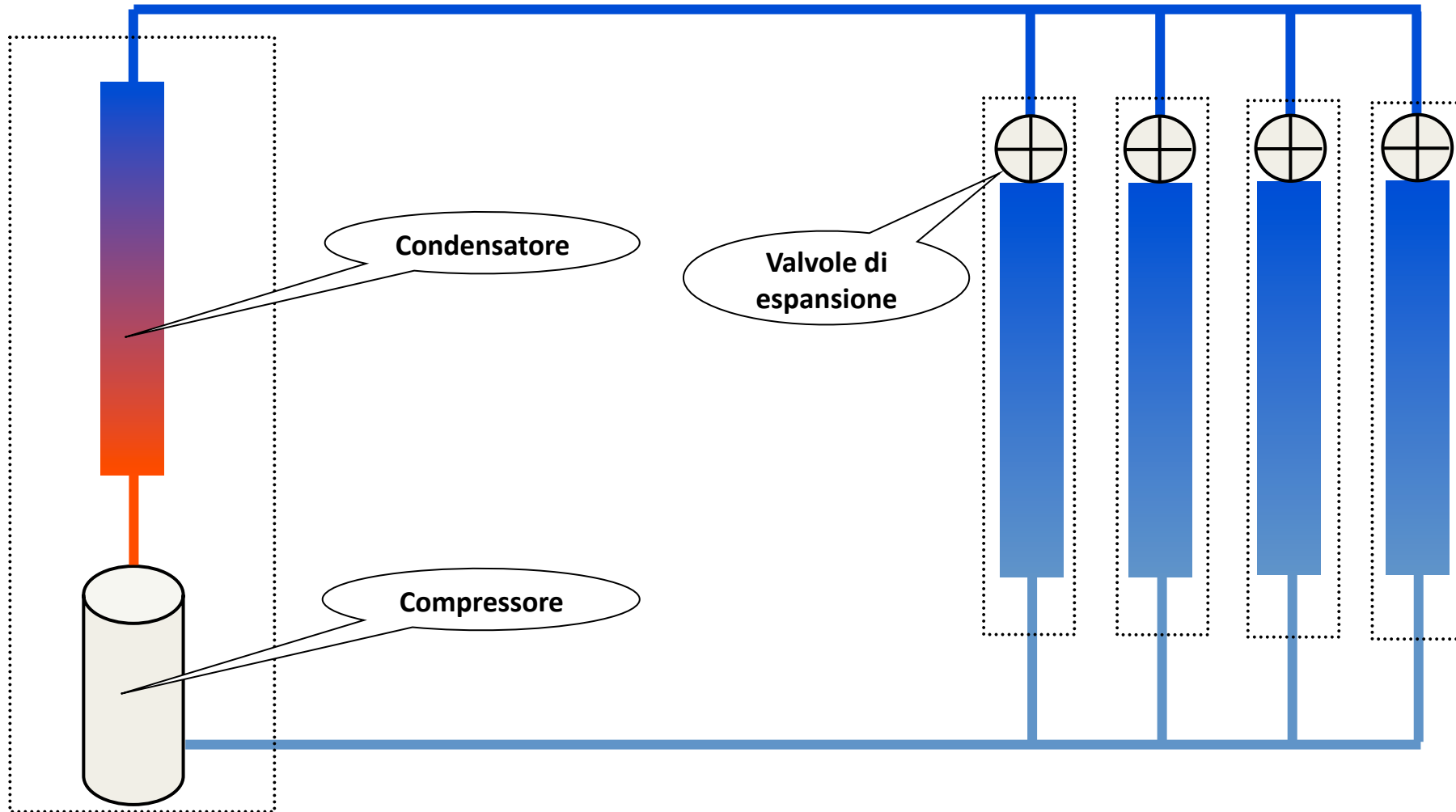
COMPONENTI PRINCIPALI SISTEMA VRF

- Unità motocondensante
- Unità interne
- Linee frigorifere
- Linea bus
- Linee di segnale
- Comandi individuali
- Comando centralizzato



SISTEMI VRF O VRV
Unità Esterna

Unità Interne

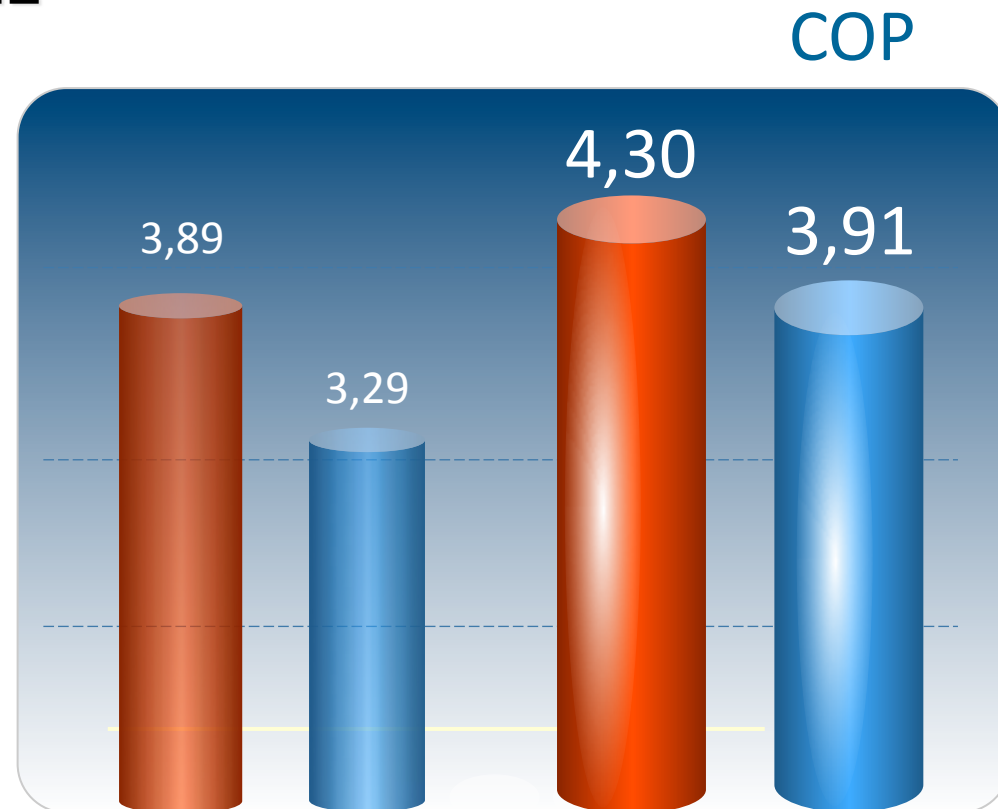




SISTEMI VRF O VRV

CAMPO DI APPLICAZIONE

GRANDI RISTRUTTURAZIONI
UFFICI
HOTELS
ATTIVITA' COMMERCIALI
INTEGRAZIONE DI IMPIANTI
"IDRONICI"
RESIDENZIALE





SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS (VRV)

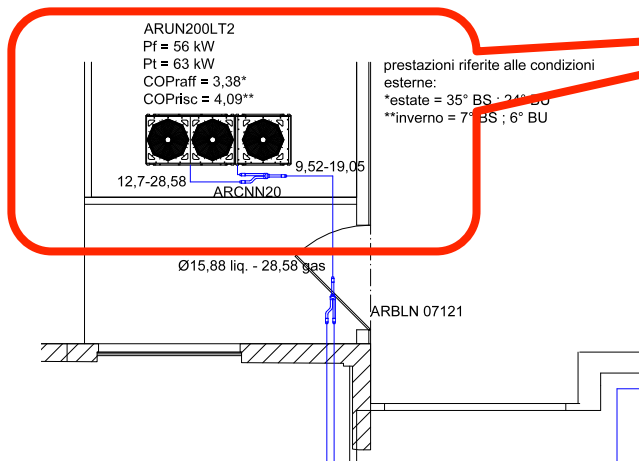
Scuola per l'infanzia a Manoppello (PE)



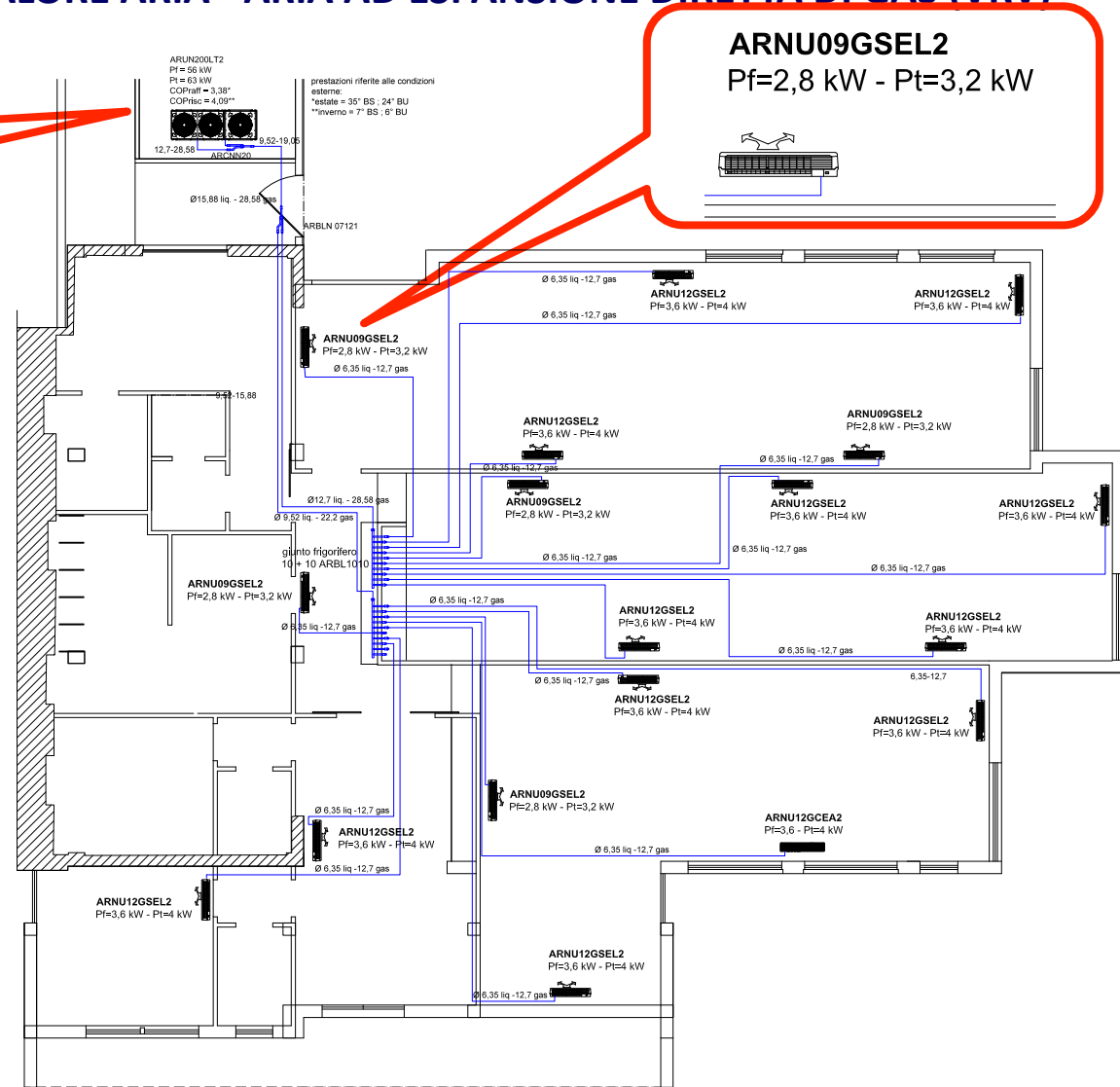
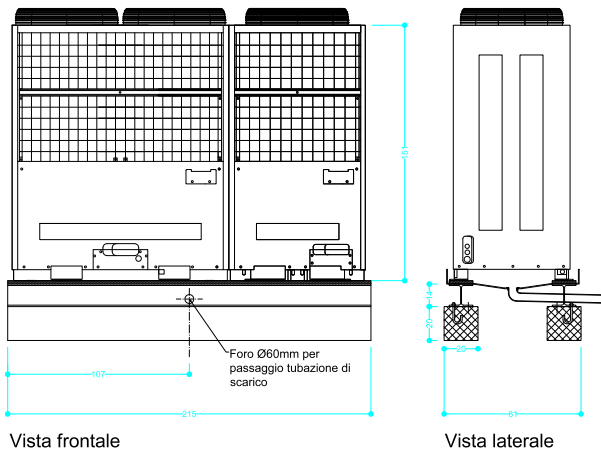


SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS (VRV)

Scuola per l'infanzia



PARTICOLARE INSTALLAZIONE UNITA' ESTERNE
scala 1:20



ARNU09GSEL2
Pf=2,8 kW - Pt=3,2 kW



SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS (VRV)





SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS (VRV)

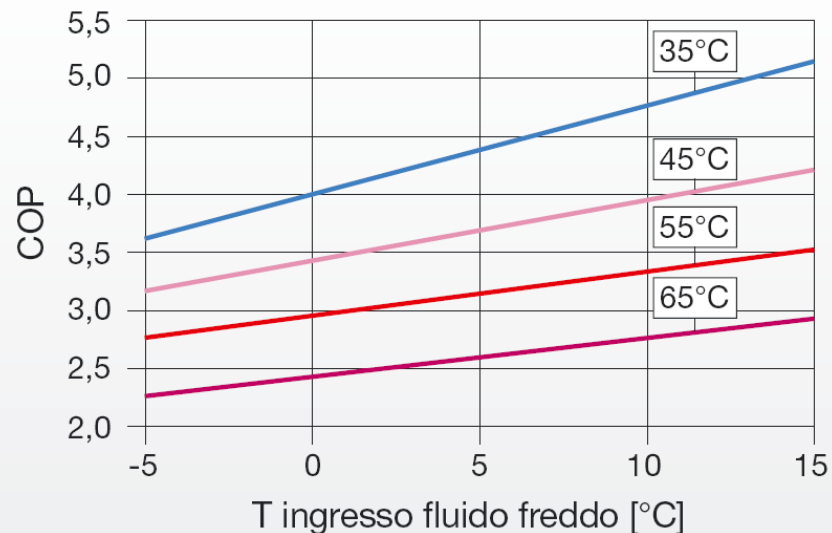




ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL COP

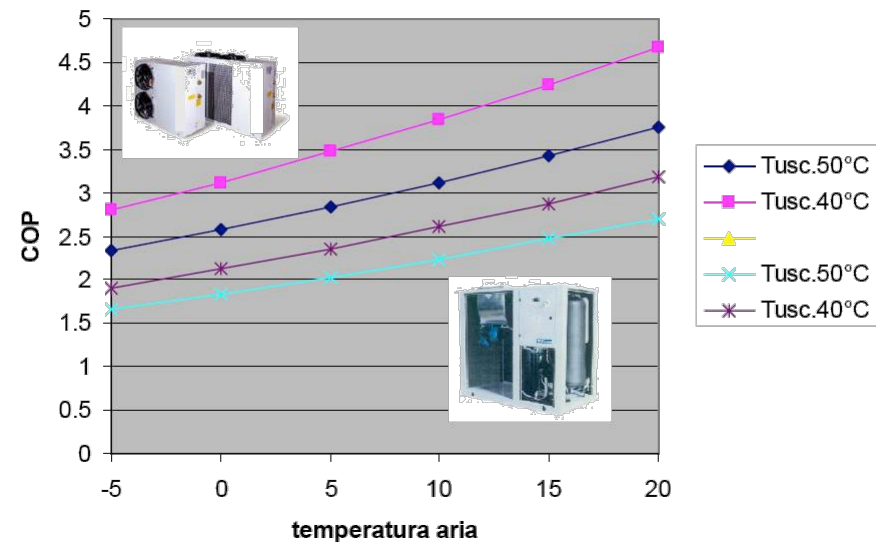


I valori di ϵ e COP devono essere forniti dai Produttori delle pompe di calore. Il loro valore può essere dato anche mediante le due grandezze che li determinano indirettamente, vale a dire: l'energia utile e quella richiesta. Il diagramma sotto riportato rappresenta i valori del COP relativi ad una pompa di calore acqua-acqua.



Fluido freddo $\Delta T = 4^\circ\text{C}$ • Fluido caldo $\Delta T = 5^\circ\text{C}$

COP pompa di calore aria-acqua





ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL COP

Fattori che influenzano la prestazione

Temperature delle sorgenti calda e fredda

–Ridurre la temperatura di mandata dell'impianto

Uso di impianti a pannelli

–Cercare sorgenti a temperatura più alta possibile

Flussi di scarto (aria di ventilazione)

Terreno, acqua di falda (“geotermiche”)

Acque superficiali: laghi, corsi d'acqua

Carico della pompa di calore

A carico parziale il COP cambia

Altri fattori

Brinamento (pompe di calore con sorgente fredda aria)



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: ESEMPIO DI SCHEDA TECNICA

> Principali dati tecnici



Versioni LRN-HP		05	07	09M	09T	13	15
Potenza frigorifera ¹	kW	4,9	6,5	8,3	8,8	12,4	14,6
Potenza assorbita compressori ¹	kW	1,9	2,4	3,7	3,8	4,8	5,7
Portata acqua ¹	m ³ /h	0,9	1,1	1,4	1,5	2,2	2,5
Potenza frigorifera ²	kW	6,3	8,7	11,5	12,2	16,5	20,0
Potenza assorbita compressori ²	kW	2,1	2,5	4,1	4,0	5,2	6,2
Portata acqua ²	m ³ /h	1,1	1,5	2,2	2,1	2,9	3,4
EER ²	-	2,8	3,2	2,6	2,8	2,8	2,9
Potenza termica ³	kW	5,6	7,9	10,9	10,9	15,5	18,0
Potenza assorbita compressori ³	kW	1,35	1,8	2,8	2,8	3,6	4,2
COP ³	-	3,9	4,0	3,5	3,5	3,6	3,7
Portata acqua ³	m ³ /h	1,0	1,5	2,2	2,2	3,0	3,3
Alimentazione		230V / 1Ph / 50 Hz			400V / 3+N / 50 Hz		
Compressori / Circuiti	n°	Erm. Rotativo 1/1			Scroll 1/1		
Ventilatori	n°/kW	1 x 0,13	1 x 0,13	1x0,3	1 x 0,3	2 x 0,15	2 x 0,15
Portata aria	m ³ /h	2.400	3.000	5.000	5.000	8.000	8.000
Pressione sonora	dB(A)	40	40	41	41	42	42
Corrente massima	A	10,7	13,5	21,7	9,1	11,1	13,2
Corrente di spunto	A	37,9	61,9	98,7	53,7	68,1	71,2
Potenza pompa di circolazione	kW	0,11	0,13	0,13	0,13	0,21	0,21
Prevalenza utile impianto	kPa	63	53	46	45	63	

Attenzione ai dati riportati sono riferiti a condizioni di prova "standard".
 Bisogna disporre di schede più dettagliate per valutare le prestazioni reali in esercizio


raffreddamento

riscaldamento

- 1 Aria esterna 35°C, ingresso/uscita evaporatore 12/7°C.
- 2 Aria esterna 35°C, ingresso/uscita evaporatore 23/18°C.
- 3 Temperatura acqua 30/35°C, temperatura aria esterna 7°C (bs), 6°C (bu).
 Pressione sonora ad una distanza di 10 m, Q=2, secondo ISO 3746.



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: ESEMPIO DI SCHEDA TECNICA

- 1 Aria esterna 35°C, ingresso/uscita evaporatore 12/7°C.
 - 2 Aria esterna 35°C, ingresso/uscita evaporatore 23/18°C.
 - 3 Temperatura acqua 30/35°C, temperatura aria esterna 7°C (bs), 6°C (bu).
-  Pressione sonora ad una distanza di 10 m, Q=2, secondo ISO 3746.



TEMPERATURA A BULBO SECCO

La temperatura indicata da un comune termometro posto in un ambiente.

TEMPERATURA A BULBO UMIDO

La temperatura indicata da un termometro il cui bulbo è rivestito da una garza imbevuta di acqua ed esposto ad una corrente d'aria. L'acqua, evaporando, sottrae calore al bulbo stesso, abbassandone la temperatura dell'aria indicata dal bulbo secco; questo valore è tanto minore quanto più bassa l'umidità relativa dell'ambiente. In condizioni di saturazione non vi è evaporazione e non vi è differenza di misura tra i due termometri a bulbo secco e umido.



PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE: ESEMPIO DI SCHEDA TECNICA

LRN / HP POTENZE TERMICHE ED ASSORBIMENTI ELETTRICI

Mod.	TAMB (°C)	PH(kW)					PA(kW)					COP				
		TWUC (°C)					TWUC (°C)					W/W				
		30	35	40	45	50	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50
05	0	4,5	4,9	5,2	5,2	---	1,3	1,5	1,7	1,8	---	3,4	3,3	3,1	2,9	---
	3	5,1	5,4	5,6	5,6	5,5	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	3,8	3,6	3,3	3,0	2,8
	5	5,6	5,8	5,9	5,8	5,7	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9
	7	6,1	6,2	6,2	6,2	6,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	4,5	4,1	3,7	3,3	3,0
	10	6,9	6,9	6,8	6,7	6,5	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	5,1	4,5	4,0	3,6	3,2
	13	7,7	7,6	7,4	7,2	7,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	5,7	5,0	4,3	3,8	3,4

Mod.	TAMB (°C)	PH(kW)					PA(kW)					COP				
		TWUC (°C)					TWUC (°C)					W/W				
		30	35	40	45	50	30	35	40	45	50	30	35	40	45	50
07	0	6,9	6,9	6,8	6,7	---	1,8	2,0	2,2	2,4	---	3,8	3,4	3,1	2,8	---
	3	7,5	7,5	7,5	7,3	7,1	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	4,1	3,8	3,4	3,1	2,8
	5	7,9	8,0	7,9	7,7	7,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	4,4	4,0	3,6	3,2	2,9
	7	8,4	8,4	8,3	8,1	7,9	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,0
	10	9,1	9,1	9,0	8,8	8,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	5,0	4,5	4,1	3,6	3,3
	13	9,9	9,9	9,7	9,5	9,2	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	5,4	4,9	4,4	3,9	3,5

Il COP e la potenza termica effettivamente resi vengono corretti in funzione della temperatura esterna, delle temperatura di uscita dell'acqua riscaldata

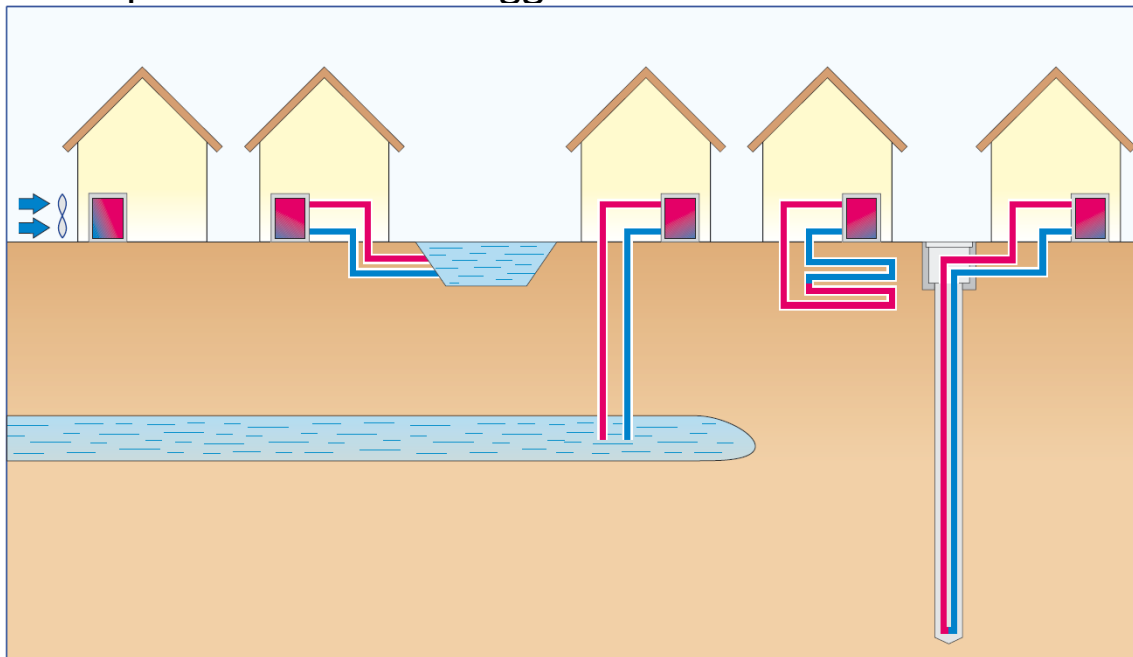
- TWUC: Temperatura uscita acqua (°C)
- TAMB: Temperatura aria esterna a bulbo secco (°C)
- PA: Potenza assorbita totale (KW)
- PH: Potenza termica (KW)
- C.O.P: Coefficient of Performance



SORGENTI DI CALORE UTILIZZABILI




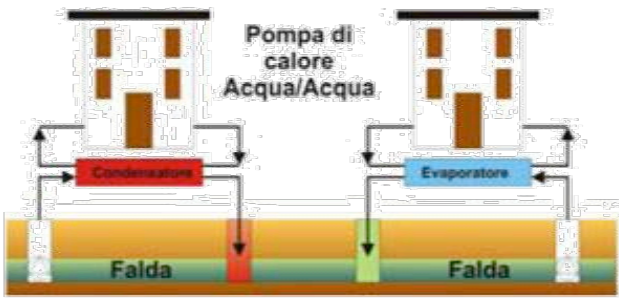

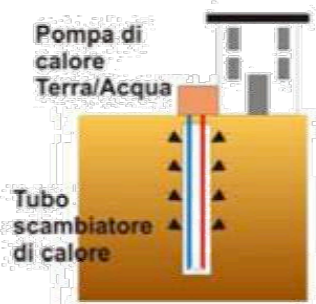
Per alimentare il lato freddo delle pompe di calore si possono utilizzare diversi tipi di sorgente. La scelta dipende essenzialmente dai seguenti aspetti e fattori:

- 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 SORGENTE TERMICA

 <p style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">ARIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Disponibilità elevata. ◦ Praticità d'uso. ◦ Prestazioni energetiche variabili 	
 <p style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">ACQUA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Prestazioni costanti e migliori rispetto alla sorgente aria. ◦ Disponibilità variabile per tipo di fonte. ◦ Necessità di opere di prelievo e scarico. ◦ Vincoli normativi per prelievo e scarico. 	
 <p style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">SUOLO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Buone prestazioni energetiche. ◦ Tecnologia poco diffusa. ◦ Elevati costi di realizzazione opera nel terreno. ◦ Disponibilità limitata per necessità di ampie superfici. 	



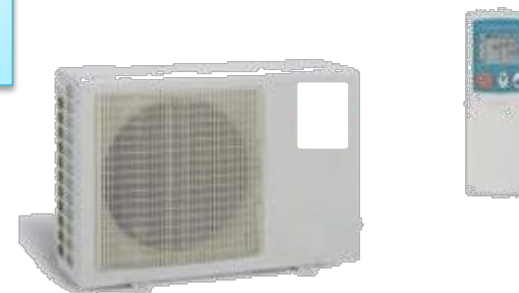
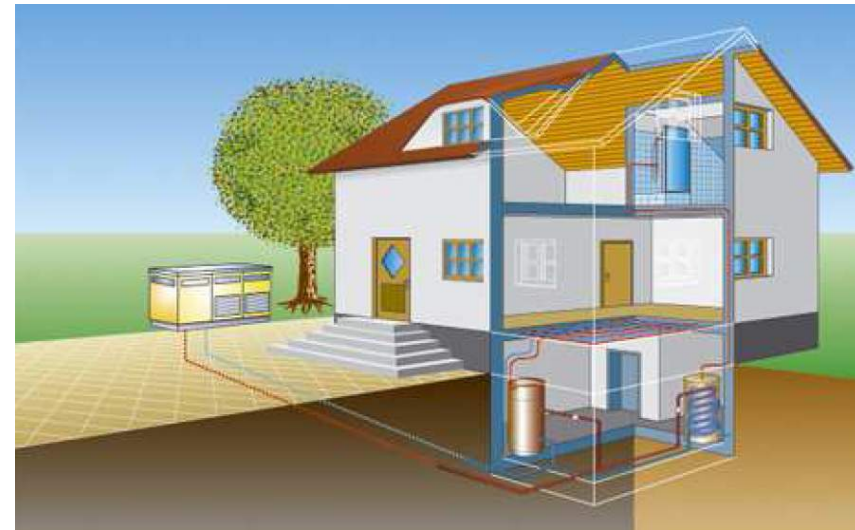
POMPE DI CALORE ARIA - ARIA

Impianti ad espansione diretta

Al primo tipo (aria/aria) appartengono i sistemi monoblocco o split, formati da una unità esterna che scambia calore, prelevandolo o cedendolo, con l'aria esterna, e trasporta detto calore attraverso le tubazioni del refrigerante nei vari ambienti interni, cedendolo o asportandolo dall'aria interna con uno o più diffusori d'aria interni.



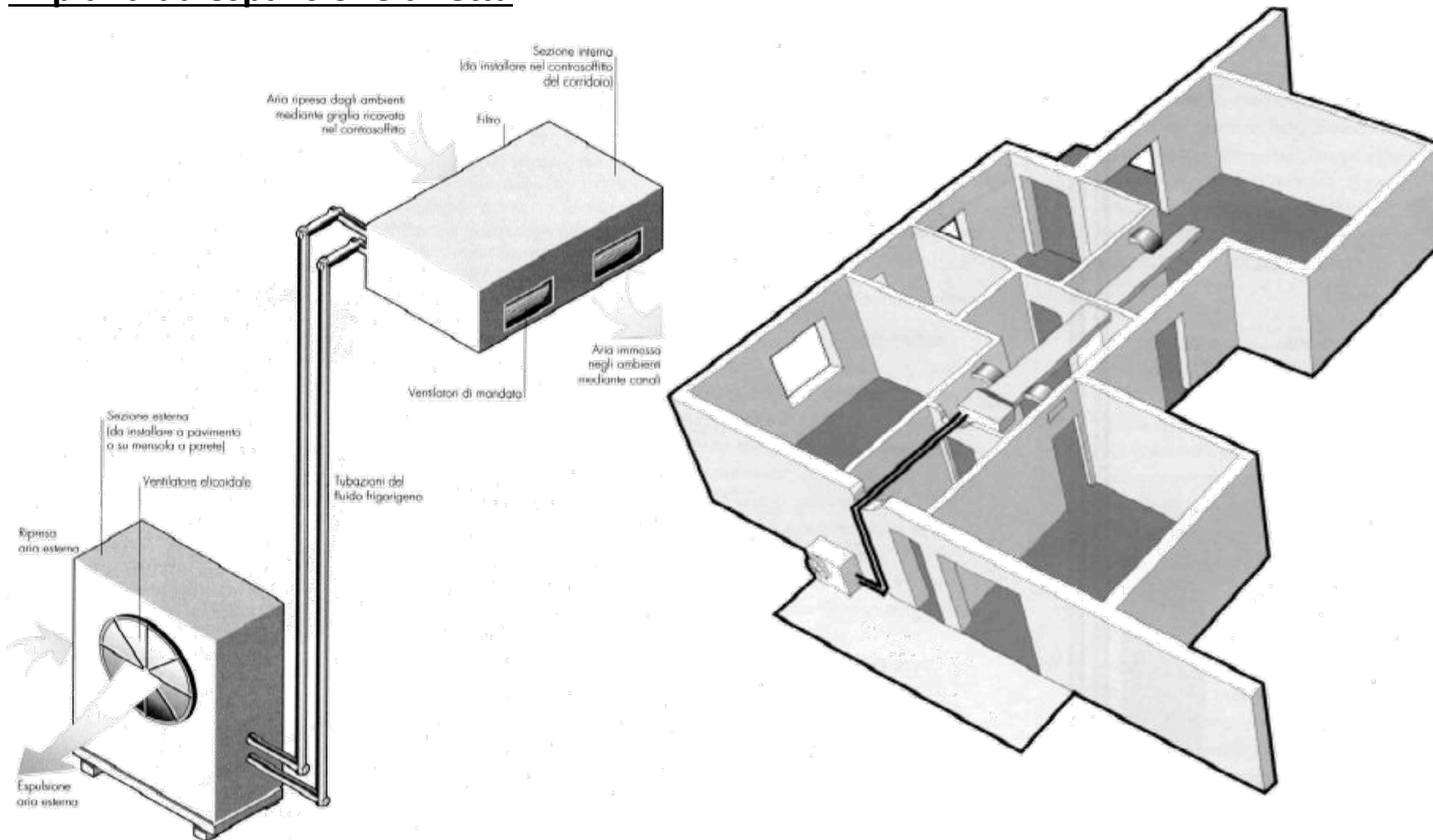
L'unità interna può essere anche del tipo canalizzabile, ed in questo caso il calore sarà trasportato non attraverso le tubazioni del refrigerante, ma con canali d'aria che possono raggiungere ogni ambiente interno.





POMPE DI CALORE ARIA - ARIA

Impianti ad espansione diretta



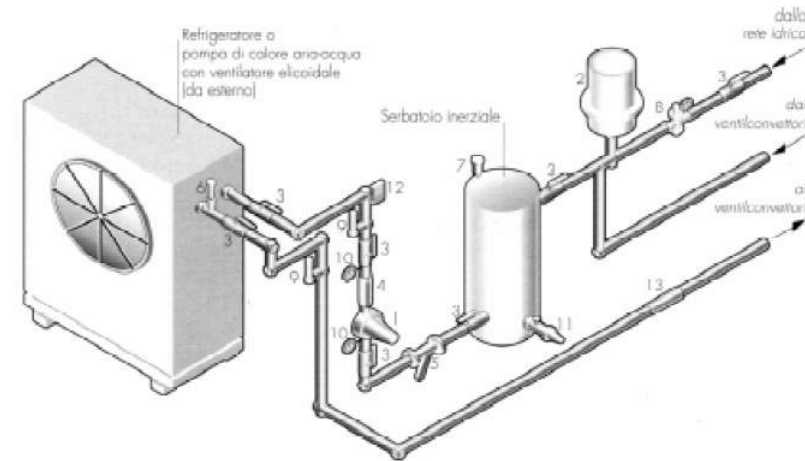


POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI IDRONICI

Al secondo tipo (aria/acqua) appartengono i sistemi idronici con sorgente esterna aria. Sono i refrigeratori d'acqua a pompa di calore reversibile, e si differenziano dai primi perché riscaldano, o raffreddano, acqua contenuta in un circuito idrico che trasporta il calore nei terminali posti nelle varie zone da climatizzare.



Terminali quali fan coils e pannelli radianti possono funzionare in maniera ottimale con le basse temperature tipiche delle pompe di calore.

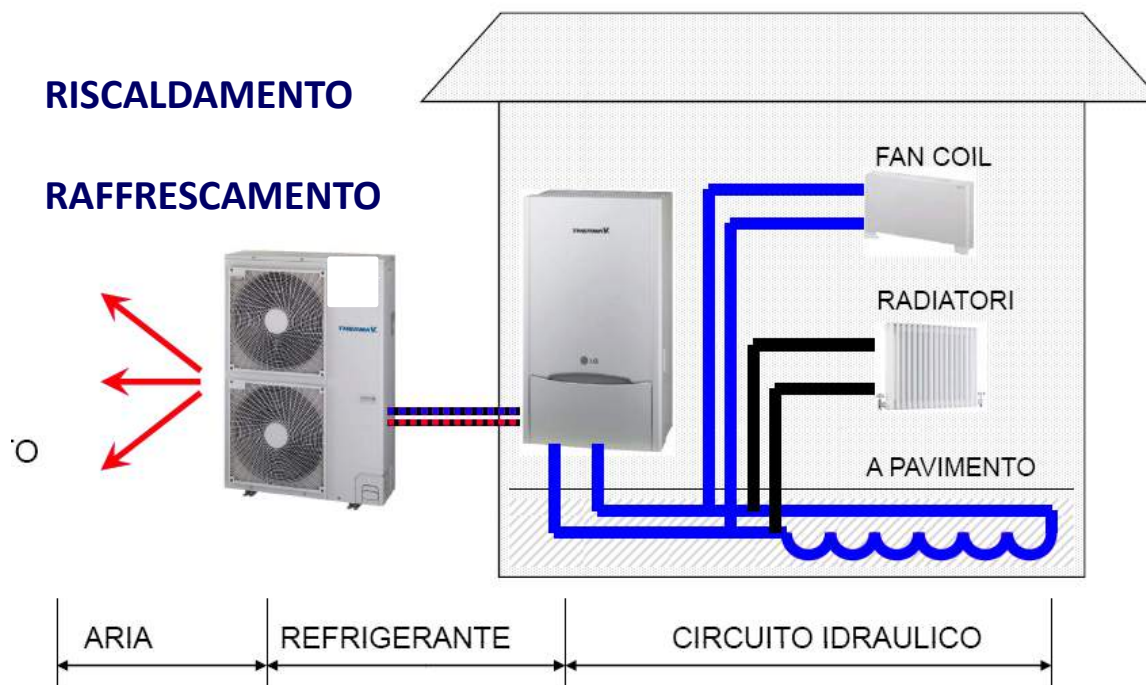
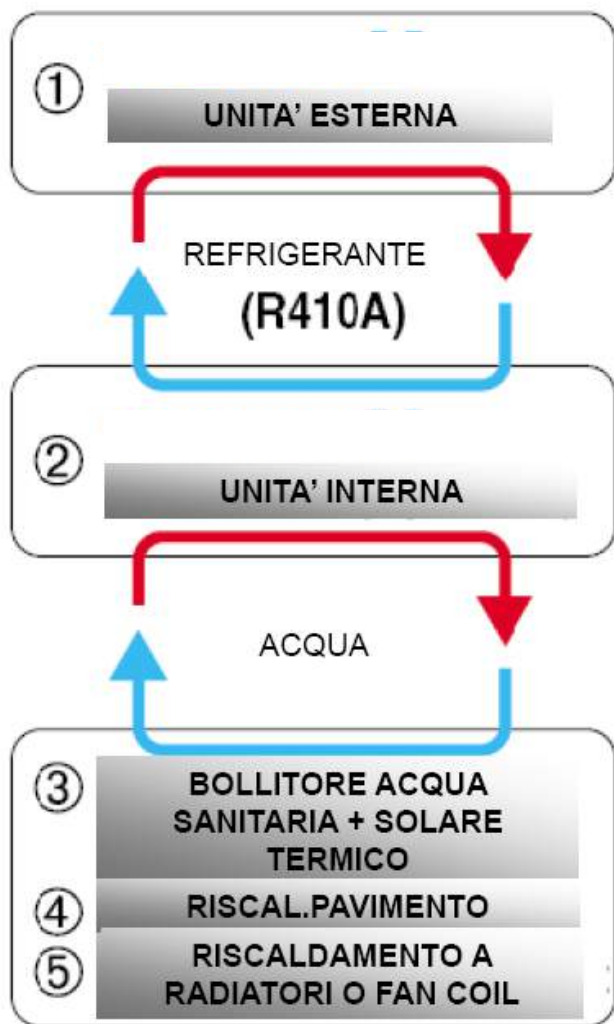


- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 - Elettropompa di circolazione | 8 - Gruppo di riempimento |
| 2 - Vaso di espansione | 9 - Termometro |
| 3 - Saracinesco | 10 - Manometro |
| 4 - Valvola di ritegno | 11 - Scarico |
| 5 - Filtro | 12 - Flussostato |
| 6 - Valvola di sicurezza | 13 - Calentazione con barriera a vapore |
| 7 - Valvola di sfogo aria automatica | |

Il refrigeratore o la pompa di calore sono concepiti per installazione all'esterno. La macchina contiene al proprio interno tutto il circuito frigorifero, il compressore e le batterie di scambio termico con l'esterno e con l'acqua; completa l'equipaggiamento dell'apparecchiatura un ventilatore a servizio dell'aria esterna. L'acqua calda o refrigerata, messa in circolazione da un'elettropompa, viene inviata ai ventilconvettori; è anche previsto un serbatoio d'accumulo.



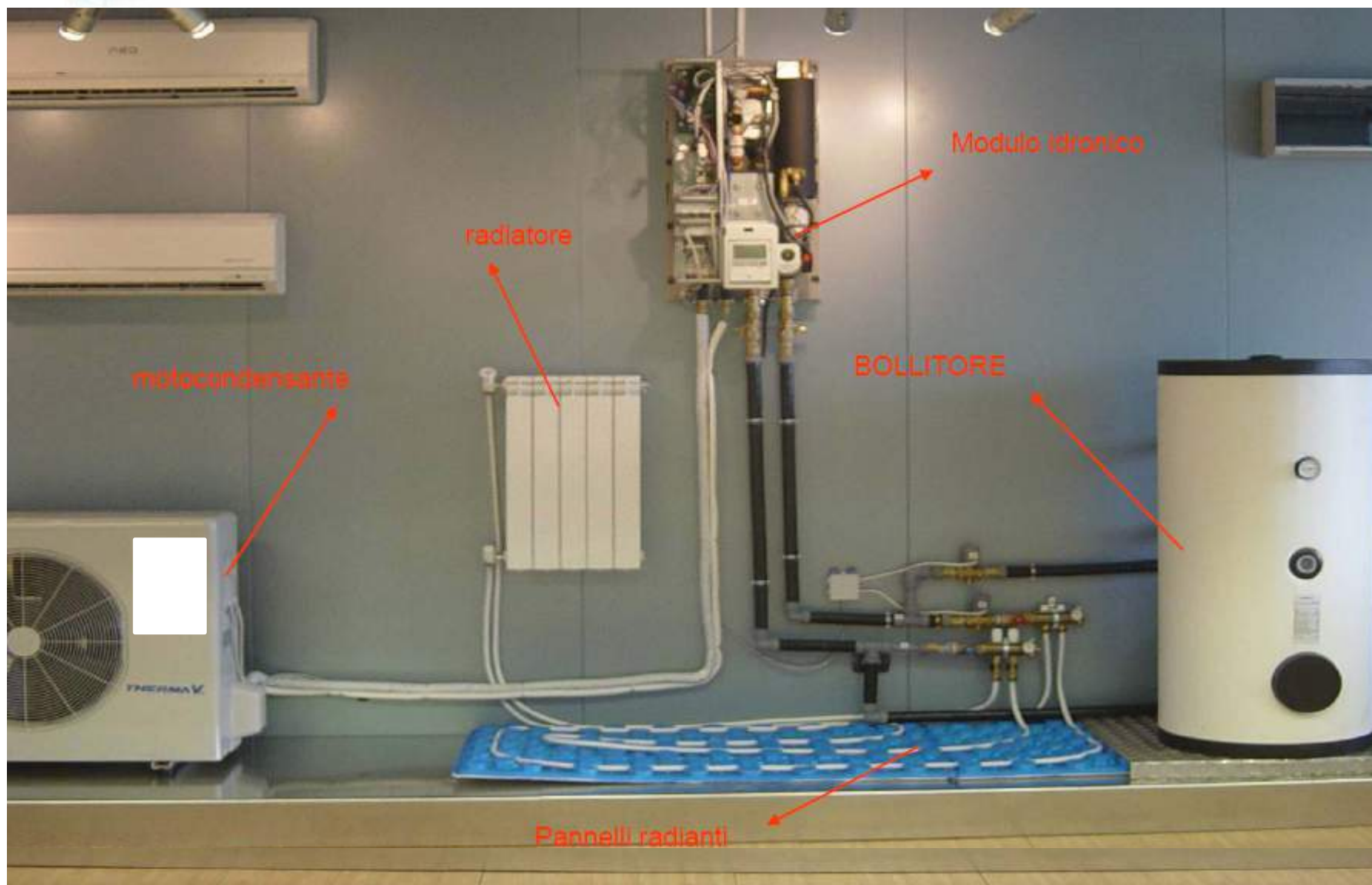
POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI IDRONICI





Energy Management nelle imprese

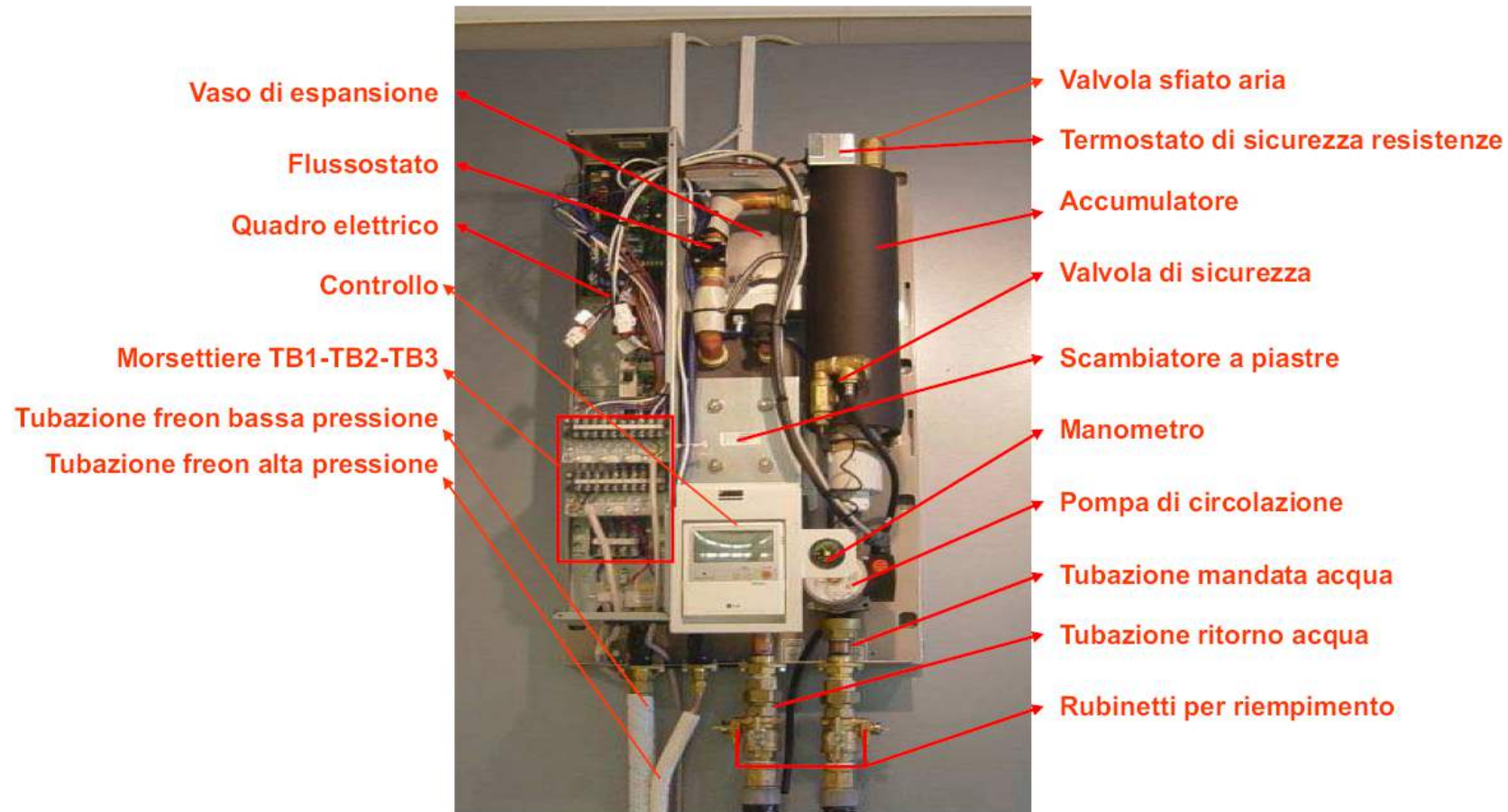
La ricerca dell'efficienza energetica: obiettivi e metodi





POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI IDRONICI

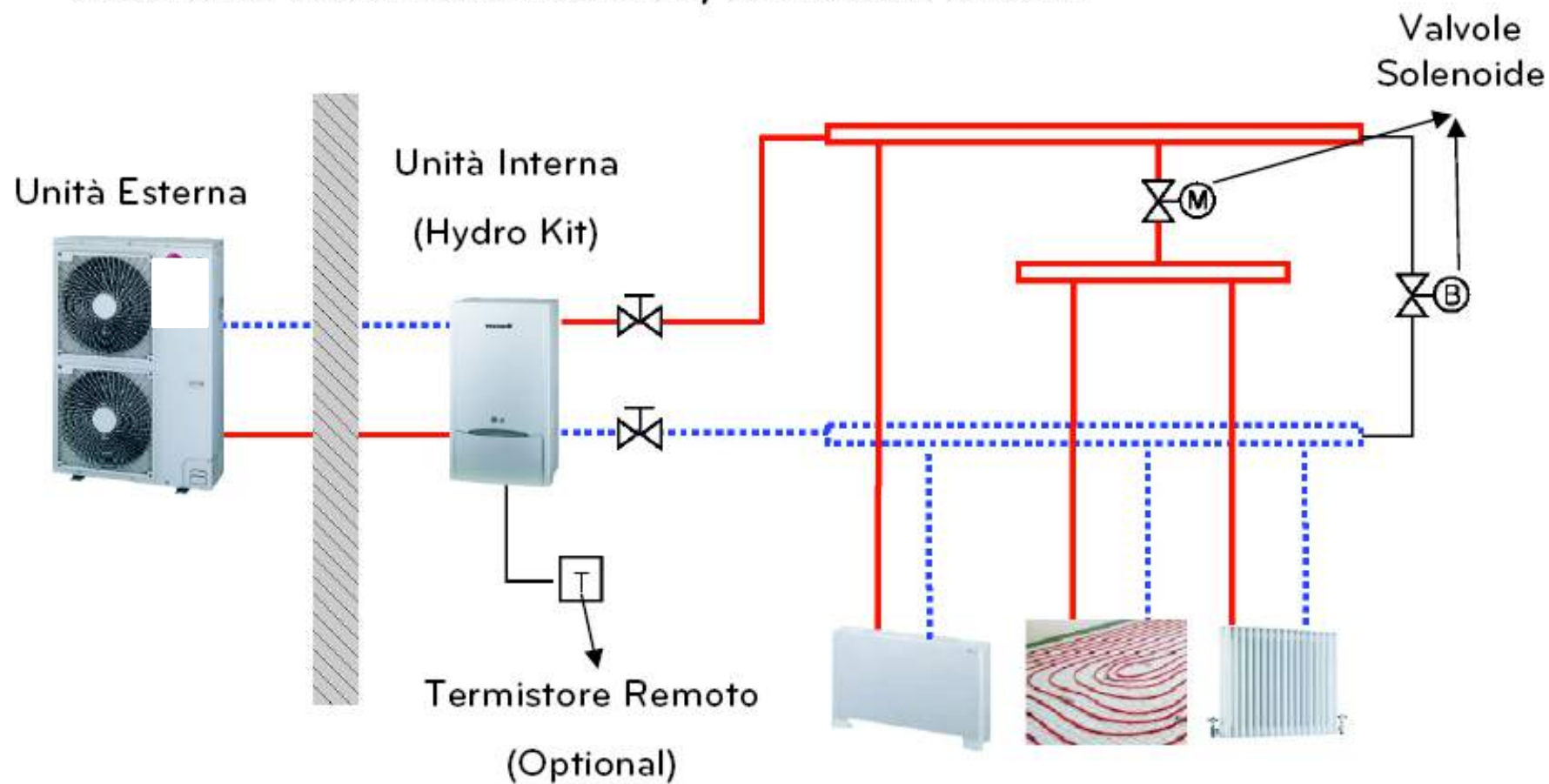
MODULO IDRONICO





POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI IDRONICI

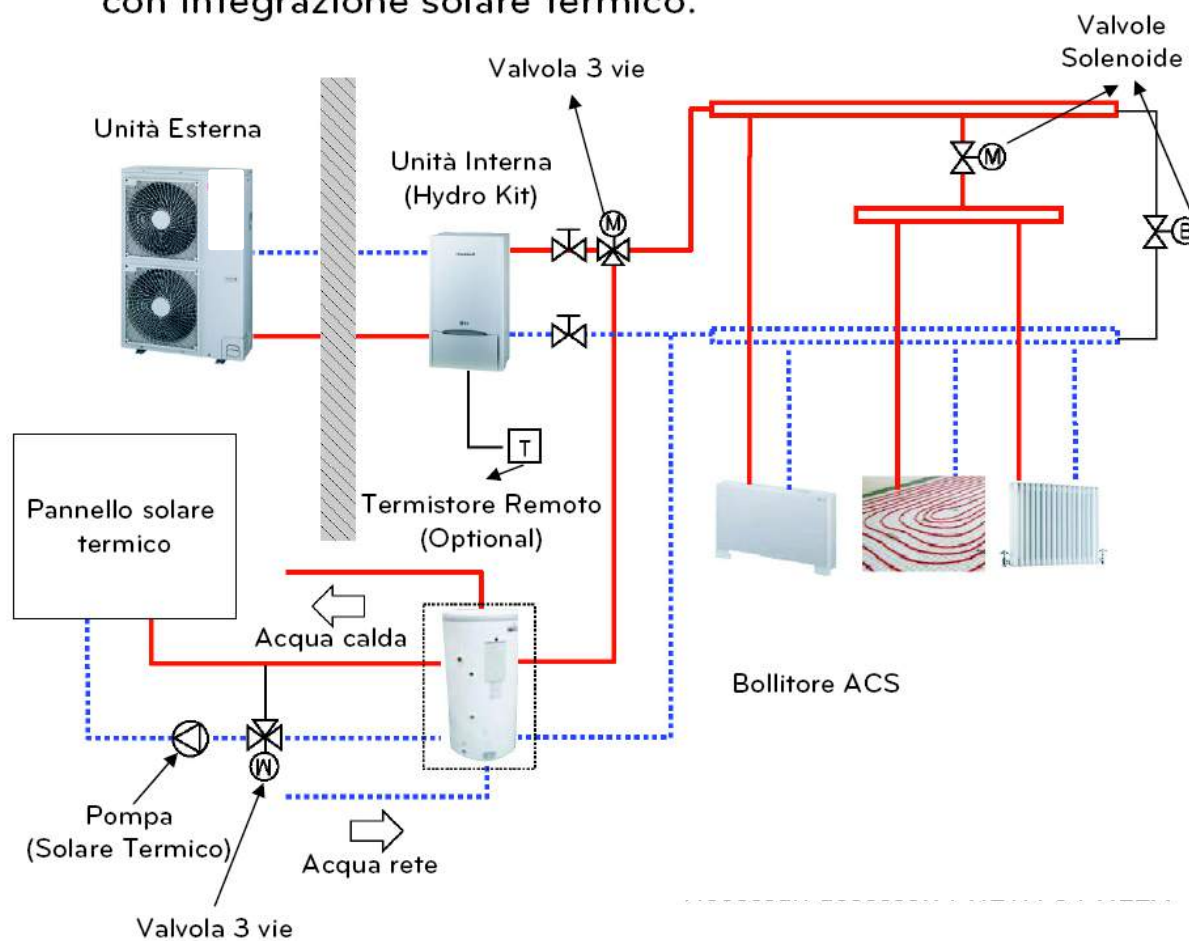
Termico raffreddamento/riscaldamento





POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI IDRONICI

Termico raffreddamento/riscaldamento e produzione ACS con integrazione solare termico.

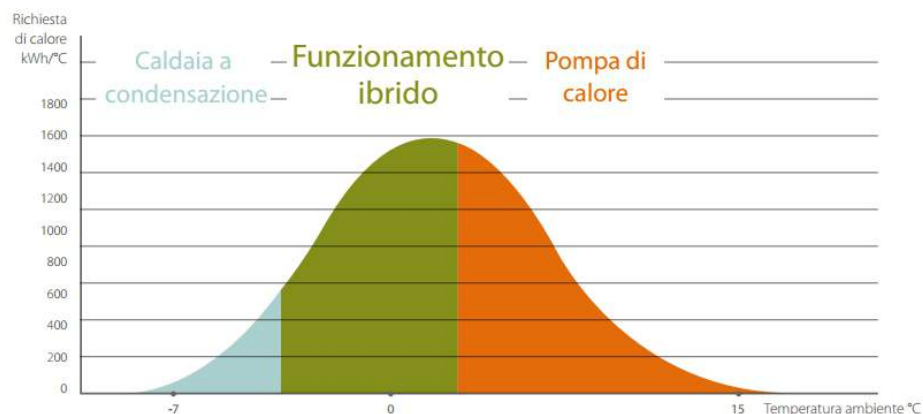




POMPE DI CALORE ARIA – ACQUA: SISTEMI “IBRIDI”



l'acqua di rete viene scaldata direttamente nel corpo caldaia portando a condensazione i fumi di combustione

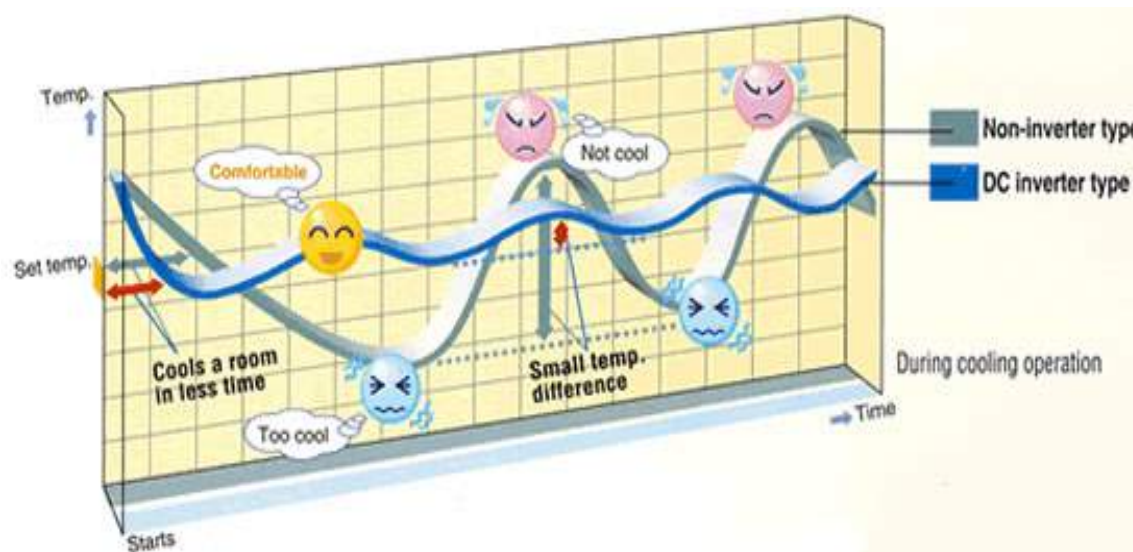


Quando la pompa di calore è attiva in riscaldamento, la caldaia può comunque produrre in contemporanea l'acqua calda sanitaria con il risultato di un maggiore comfort.



LA TECNOLOGIA INVERTER PER LE POMPE DI CALORE

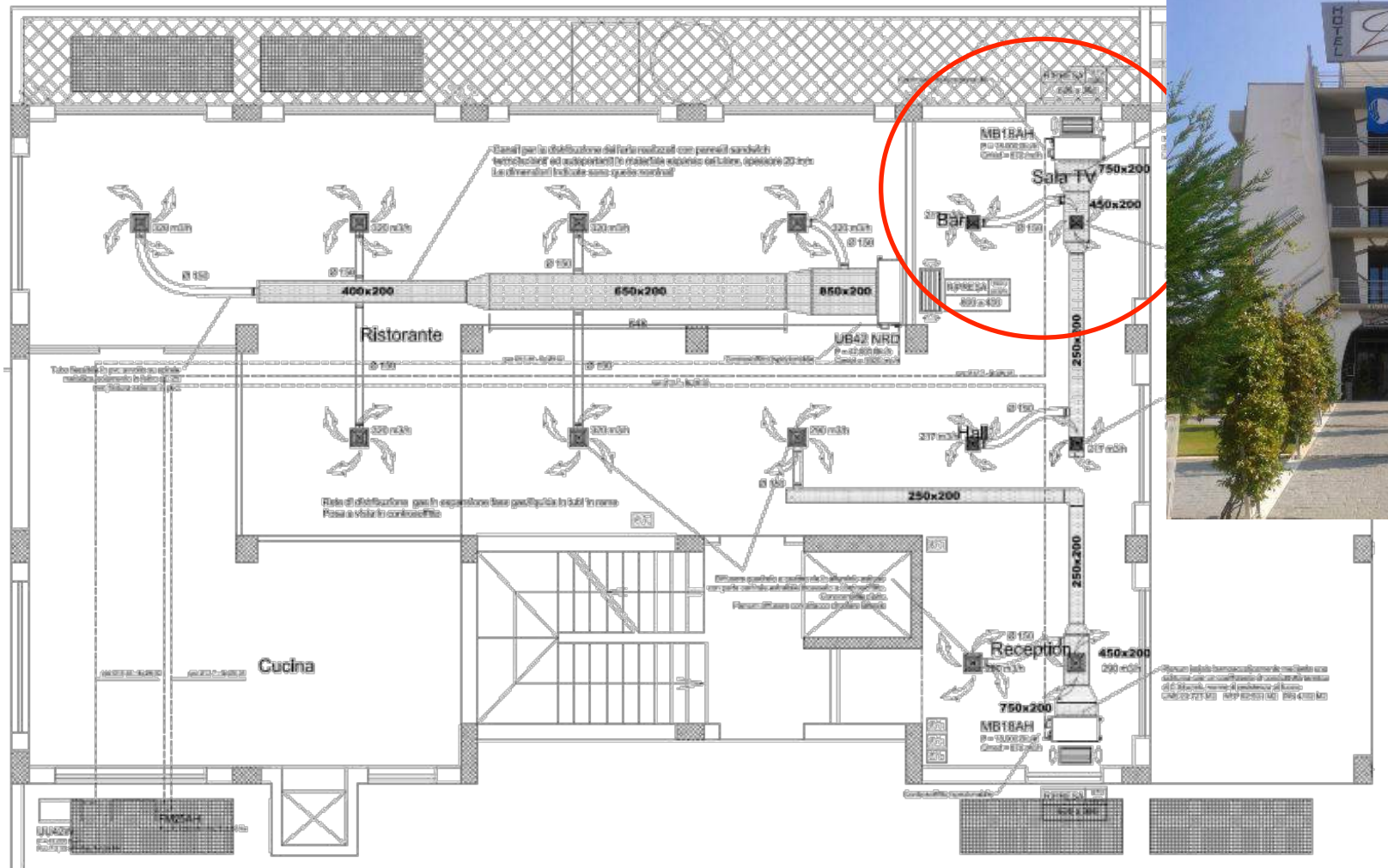
L'inverter è una tecnologia che permette di regolare (modulare) automaticamente e continuamente la potenza e la velocità di funzionamento del climatizzatore in funzione della temperatura esterna e dei valori impostati nell'ambiente.





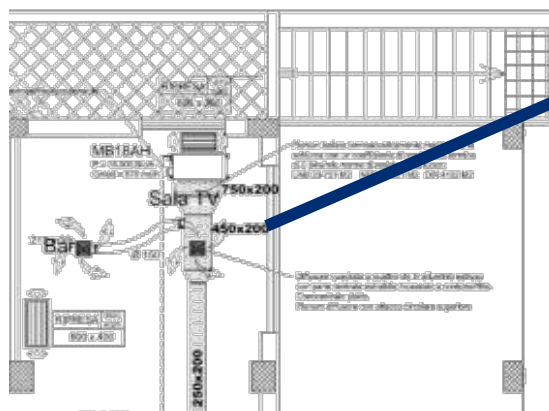
SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS

Hotel a S. Salvo (CH) – Piano terra con hall e ristorante





SCHEMI DI IMPIANTI A POMPA DI CALORE ARIA - ARIA AD ESPANSIONE DIRETTA DI GAS

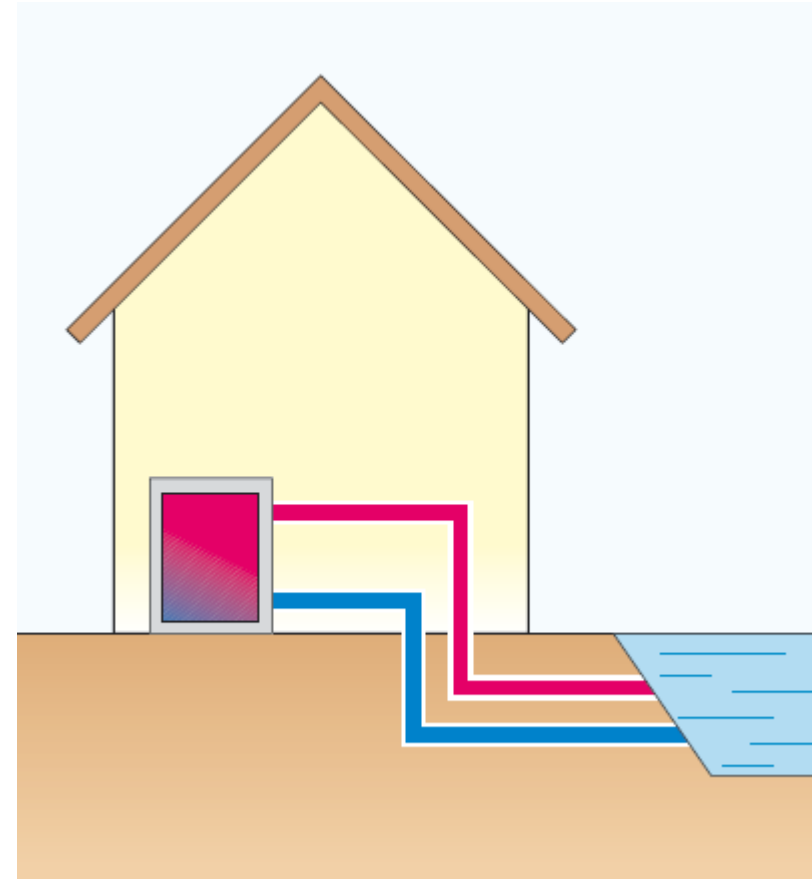




POMPE DI CALORE ACQUA – ACQUA: ACQUE SUPERFICIALI (FIUMI, LAGHI, MARE)

Le PdC con acque superficiali come fonte di calore sono più semplici da realizzare, ma richiedono un sistema di decontaminazione e filtraggio delle acque.

In più le acque superficiali risentono in maniera più o meno sensibile del clima esterno che li circonda, e quindi la loro temperatura è variabile nel corso della stagione invernale, e però nei periodi più freddi sempre superiore a quella dell'aria: nei grandi laghi lombardi, ad esempio, si va da un minimo di 7 °C di media a Febbraio, agli 11 °C di Aprile, ai 12,5 di novembre e 16 °C di ottobre





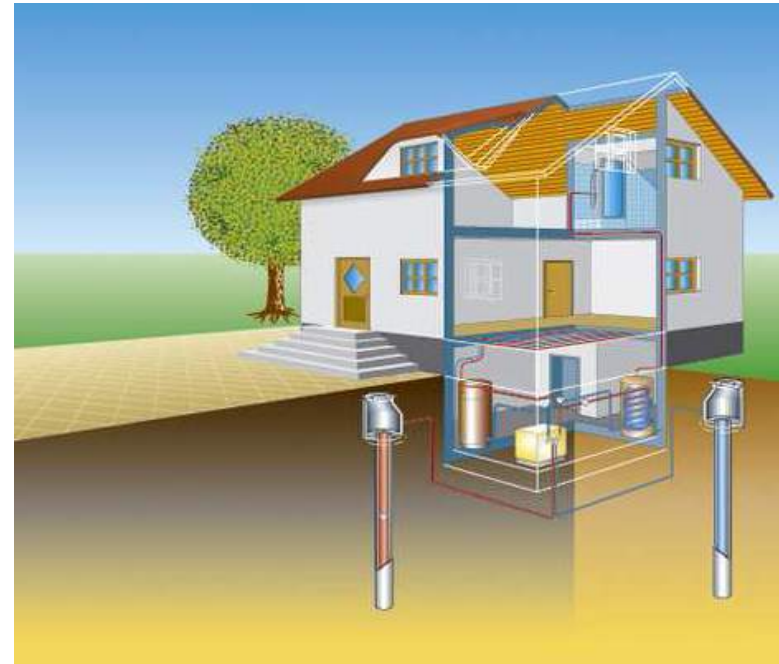
POMPE DI CALORE ACQUA – ACQUA: ACQUE DI FALDA

Hanno il vantaggio di avere temperatura costante e sufficientemente elevata (a Milano, ad es., l'impianto del Palazzo della Regione è alimentato con acqua a 16 °C, pressoché costante tutto l'anno). La loro efficienza, nel caso acqua-acqua (dove non esistono le perdite di carico dovute alle valvole di inversione) è quindi elevata, raggiungendo COP oltre 4,5.



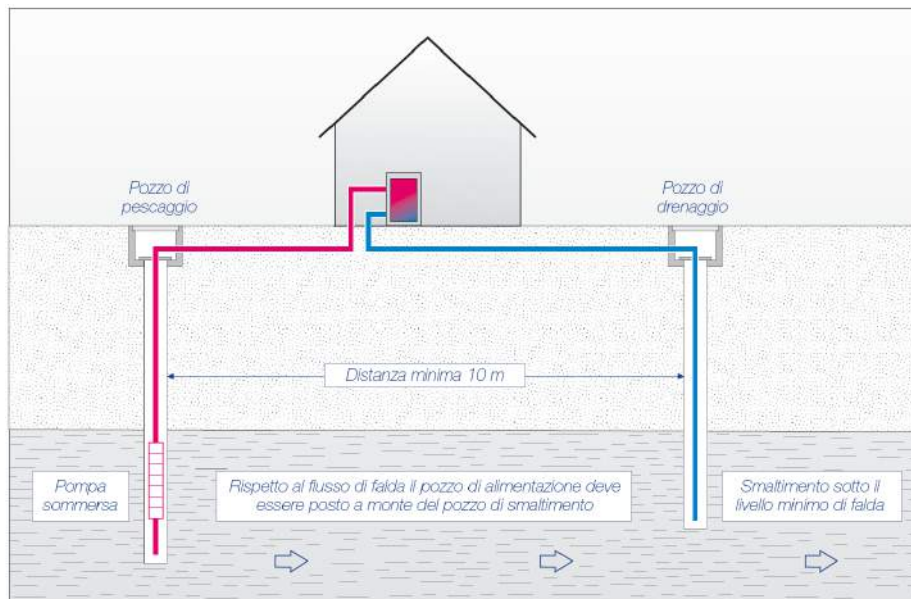
I problemi per questa soluzione consistono nel fatto che non dappertutto sono disponibili falde acquifere e, dove lo sono, non dappertutto c'è il permesso di emungerle .

Inoltre è necessario rispettare i regolamenti Locali o regionali per disporre delle acque di falda; anche la reimmissione a valle in falda ha un trascurabile impatto ambientale perché il terreno è in grado di disperdere facilmente il calore.

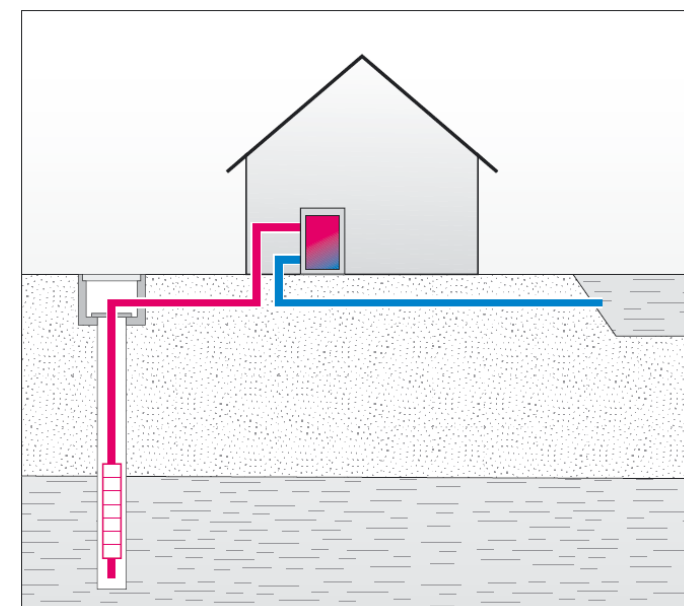




POMPE DI CALORE ACQUA – ACQUA: ACQUE DI FALDA



Sistemi di prelievo a due pozzi



Sistemi di prelievo ad un pozzo